



**Guia: sistemas de  
recuperação de resíduos  
recicláveis secos**



**ipt**

INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS





# Guia: sistemas de recuperação de resíduos recicláveis secos



ALI  
TRABALHAM  
ALGUNS DOS  
MEUS MELHORES  
AMIGOS!



SÃO  
PARCEIROS NA  
RECICLAGEM E  
AJUDAM O MEIO  
AMBIENTE.



INCLUSÃO  
ESTÁ NO SEU  
DIA A DIA...



OLHA  
A TEC@ AÍ!  
CHEGA  
MAIS!



...E COLOCA A  
AUTOESTIMA LÁ  
EM CIMA!





Esta publicação 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 CONDESB e com 9 municípios que compõem a Região: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente.

Os objetivos do Guia são de orientar a estruturação de sistemas de recuperação de materiais recicláveis secos, desde sua origem até o retorno destes materiais ao ciclo, apoiando a tomada de decisão, considerando as dimensões técnica, econômica, ambiental e social e, por fim, auxiliar a estruturação de projetos para avançar e alcançar as metas de redução 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.

Esta obra, portanto, representa o esforço da equipe do IPT em contribuir para os processos de gerenciamento de resíduos sólidos, em termos de abordagem metodológica que auxiliem na implantação de sistemas de recuperação de recicláveis secos.



Realização



**AGEM**  
AGÊNCIA  
METROPOLITANA  
DA BAIXADA  
SANTISTA



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



C B H - B S  
comitê da bacia  
hidrográfica da  
baixada santista



**Bertiooga**  
PREFEITURA DE



**CUBATÃO**  
Prefeitura Municipal



**Guarujá**  
PREFEITURA DE



**ITANHAÉM**  
PREFEITURA MUNICIPAL DE



**PREFEITURA DE MONGAGUÁ**



**Peruíbe**  
PREFEITURA DE



**PRAIA GRANDE**



**Santos**  
PREFEITURA DE



**São Vicente**  
PREFEITURA MUNICIPAL DE

Colaboração



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

Guia [livro eletrônico] : sistemas de recuperação de resíduos recicláveis secos / organização Leticia dos Santos Macedo, Fernanda Peixoto Manéo. -- 1. ed. -- São Paulo : Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo : Agência Metropolitana da Baixada Santista - Agem, 2024. -- (IPT Publicação ; 3056)  
PDF

Vários autores.  
Vários colaboradores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-5702-024-1

1. Aterros sanitários - Aspectos ambientais  
2. Compostagem 3. Logística 4. Resíduos sólidos  
5. Resíduos - Gestão 6. Sustentabilidade ambiental  
I. Macedo, Leticia dos Santos. II. Manéo, Fernanda Peixoto. III. Série.

24-192104

CDD-658.5

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Logística reversa e sustentabilidade :  
Administração de empresas 658.5

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



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

**Diretora Presidente** – Liedi Legi Bariani Bernucci

**Diretora Financeira e Administrativa** – 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**

**NÚCLEO DE SUSTENTABILIDADE E BAIXO CARBONO**

## **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**

### Organização:

Letícia dos Santos Macedo e  
Fernanda Peixoto Mané

### Autores:

Letícia dos Santos Macedo  
Fernanda Peixoto Mané  
Camila Camolesi Guimarães  
Larissa Felicidade Werkhauser Demarco  
Geovanna Paulino Pereira  
Emanoele dos Santos Rosa Bezerra  
Antonio Oswaldo Storel Júnior  
Maurício Iocca Junior  
Gabriella Ferreira de Andrade  
Cláudia Echevengúá Teixeira

### Colaboração Técnica:

Thais Reach e Lucas Barbosa  
Cátedra UNESCO para sustentabilidade do Oceano

### Revisão Técnica:

Jorge Alfredo Cerqueira Streit  
Bolsista de Pós-doutorado do CCD Circula e pesquisador colaborador do Centro de Inovação da FGV EAESP - FGVin.

### Projeto Gráfico e direção de arte:

Augusto Max Colin

### Diagramação:

Marina Onoda

### Revisão de referências e citações bibliográficas

Edna Gubitoso

<b>01</b>	<b>Legislações, definições e metas aplicáveis ..... 21</b>
	1.1 Legislações ..... 21
	1.2 Definições ..... 24
	1.3 Metas ..... 26
<b>02</b>	<b>Estratégias de combate ao lixo no mar ..... 32</b>
<b>03</b>	<b>Sistema de gestão e gerenciamento ..... 38</b>
<b>04</b>	<b>Sistemas de segregação em três frações e coleta seletiva ..... 42</b>
<b>05</b>	<b>Sistemas de triagem e beneficiamento dos materiais recicláveis ..... 48</b>
	5.1 Gestão e operação das unidades de separação ..... 49
	5.1.1 Contexto social ..... 52
	5.1.2 Guias e manuais para organização de cooperativas ..... 53
	5.1 Legislações ..... 49
	5.2 Sistemas de triagem semimecanizada ..... 56
	5.2.1 Dimensionamento, sequenciamento e fases de implementação ..... 58
	5.2.2 Organização do Processo e Estoque ..... 64
	5.3 Reciclagem ..... 66





<b>06</b>	<b>Tratamento e disposição final ..... 72</b>
	6.1 Recuperação energética por Biodigestão Anaeróbia..... 74
	6.2 Recuperação energética por Tratamento Térmico ..... 78
	6.3 Disposição final ambientalmente adequada ..... 86
<hr/>	
<b>07</b>	<b>Estratégias de educação ambiental ..... 88</b>
<hr/>	
<b>08</b>	<b>Boas práticas da Baixada Santista..... 94</b>
<hr/>	
<b>09</b>	<b>Referências..... 98</b>
<hr/>	
<b>A</b>	<b>Anexo A ..... 106</b>
	Extrato modelo de contrato com cooperativa

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 dar continuidade ao PRGIRS, visando o diagnóstico das ações implementadas e a elaboração de instrumentos para implantar as estratégias e ações propostas referentes a resíduos sólidos urbanos. Desta forma, esta segunda etapa teve o objetivo de apontar COMO fazer para a melhoria da gestão de resíduos.

Esta publicação é um dos resultados deste projeto em conjunto com o GUIA:

ESTRUTURAÇÃO DE SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA NO CONTEXTO DOS MUNICÍPIOS e GUIA: IMPLANTAÇÃO DE CENTRAIS DE COMPOSTAGEM PARA TRATAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS. Juntos, estes materiais visam apoiar a implementação de ações, fornecendo subsídios técnicos para elaboração de projetos e subsidiando as tomadas de decisões do poder público para alcançar as metas de redução de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários.

A reciclagem desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade ambiental, inclusão social e na qualidade de vida das pessoas. Este guia foi elaborado com o propósito de auxiliar gestores públicos com informações, dados e detalhes acerca dos sistemas de recuperação de recicláveis secos. Seu principal objetivo é oferecer diretrizes para que municípios desenvolvam ações de colaboração e estratégias que aumentem a participação em programas de coleta seletiva e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos. Ele inclui as estratégias de combate ao lixo no mar, de extrema relevância no contexto da Baixada Santista, definições e análises do arcabouço regulatório federal e estadual, o sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos,



a estruturação dos sistemas de coleta seletiva, triagem, beneficiamento e tratamento e disposição final. Além disso, destaca boas práticas na Baixada Santista, e as estratégias de educação ambiental fundamentais para o sucesso do sistema.

Esta obra, portanto, representa o esforço da equipe do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) em contribuir para os processos de gerenciamento de resíduos sólidos, em termos de abordagem metodológica, pautada em preceitos técnico-científicos que auxiliem a tomada de decisão. Não temos, no entanto, a pretensão de esgotar o tema, mas visamos disseminar o aprendizado adquirido e as boas práticas, contribuindo com a sociedade brasileira.

Os autores agradecem a todos os envolvidos, pessoas e entidades que ajudaram a viabilizar esse projeto.

“  
**Juntos estes materiais visam apoiar a implementação de ações, fornecendo subsídios técnicos para que os gestores públicos avancem na elaboração de projetos, ações de colaboração e sinergias com o setor empresarial e tomadas de decisões para alcançar as metas de redução de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários.”**



## Como utilizar este guia?

Figura 1 – Infográfico com o conteúdo de cada capítulo

01

### Legislação e metas

O capítulo 1 apresenta as principais legislações e metas a nível nacional, estadual e regional relacionadas a gestão e beneficiamento de resíduos sólidos e coleta seletiva.

02

### Estratégias de combate ao lixo no mar

O capítulo 2 apresenta a contextualização do problema do lixo no mar, as legislações voltadas para o tema e estratégias de combate a esse mal.

03

### Sistema de gestão e gerenciamento

As formas de estruturação e planejamento do sistema são tratadas no capítulo 3.

04

### Segregação e coleta seletiva

No capítulo 4 é tratado a importância da segregação em três frações e as formas de disposição para coleta seletiva.

Fonte: Elaborado pelos autores.



**05**

### **Sistema de triagem e beneficiamento**

A importância da inclusão social dos catadores e os aspectos da estruturação das unidades de triagem e beneficiamento de materiais recicláveis são apresentadas no capítulo 5.

**06**

### **Tratamento e disposição final**

O capítulo 6 apresenta as alternativas tecnológicas para o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos.

**07**

### **Estratégias de educação ambiental**

O capítulo 7 trata das ações de educação ambiental envolvidas no processo de conscientização da população.

**08**

### **Baixada santista**

O capítulo 8 apresenta as experiências e boas práticas da Baixada Santista no desenvolvimento de estratégias para a recuperação de resíduos recicláveis secos.

## Introdução



A geração mundial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gira em torno de 2 bilhões de toneladas anualmente e a estimativa é que a geração mundial anual chegará a 3,4 bilhões de toneladas até 2050 (Kaza *et al.*, 2018). A prática mais comum para disposição de RSU é o aterro sanitário (em todo o mundo), pois requer menor complexidade técnica. Contudo, esse é um destino que resulta em grande emissão de CH<sub>4</sub> (gás metano) e, por isso, diversos países vem banindo ou reduzindo consideravelmente as taxas de destinação em aterro (Amin *et al.*, 2023). Como alternativa a esse cenário insustentável, os conceitos e práticas de economia circular vêm sendo largamente introduzidos na União Europeia por meio de medidas legislativas e não legislativas, promovendo ações de grande valor para redução de resíduos (European Commission, 2023).

Uma economia circular é uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento econômico projetada para beneficiar os negócios, a sociedade e o meio ambiente. Em contraste com o modelo linear 'extrair-produzir-consumir-descartar', uma economia circular é regenerativa por design e visa gradualmente dissociar o crescimento do consumo de recursos finitos [...] Em uma economia circular, a atividade econômica constrói e reconstrói a saúde geral do sistema. [...] É um movimento baseado em três princípios: minimizar os resíduos e a poluição; estender o uso de



produtos e materiais; e regenerar os sistemas naturais (Ellen Macarthur Foundation, 2023, tradução nossa).

A Economia Circular parte do princípio do uso dos recursos naturais, pelo maior tempo possível e visa promover estratégias ambientais preventivas, tais como: a redução de consumo e de geração de resíduos; o reuso; a reciclagem, e outras formas de reaproveitamento dos materiais e energia contidas no ciclo de vida dos produtos e serviços (São Paulo, 2020). A melhoria dos sistemas de gerenciamento de resíduos é, e foi desde o princípio, um dos motivadores da EC, o principal tema da economia circular e continua sendo um desafio para a gestão pública (Deus *et al.*, 2022).

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. Por isso, o modelo mais adotado é terceirização, com contratos de empresas privadas, geralmente por 12 meses, e 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.

Na Região Metropolitana da Baixada Santista são gerados em torno de 1810 ton/dia de resíduos sólidos urbanos, com geração anual de 661 mil toneladas. A recuperação de recicláveis secos na região está em torno de 3 %, o atual sistema conta com 15 cooperativas, em torno de 535 catadores, que fazem a triagem de 22 mil toneladas de materiais por ano. O restante dos resíduos é encaminhado a aterros sanitários, sendo que o principal deles, localizado no município de Santos, é responsável por receber os resíduos de 7 dos 9 municípios. Cabe ressaltar que este aterro sanitário tem previsão de vida útil de curto prazo (2025). Além disso, viabilizar a ampliação destas áreas e encontrar outras adequadas à implantação de novos aterros sanitários vem se tornando cada vez mais difícil devido às legislações

“**A melhoria dos sistemas de gerenciamento de resíduos é, e foi desde o princípio, um dos motivadores da EC, o principal tema da economia circular e continua sendo um desafio para a gestão pública (Deus *et al.*, 2022).”**



cada vez mais restritivas, à suscetibilidade ambiental da região e à quantidade de áreas de preservação.

A gestão integrada de resíduos sólidos é o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2010). Desta forma, o sistema integrado de gerenciamento deve contemplar todos os aspectos operacionais para assegurar o correto tratamento, disposição e reaproveitamento dos resíduos sólidos, minimizando o impacto ambiental e maximizando os benefícios socioeconômicos. Isso 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, conforme **Figura 2**.

A gestão integrada reconhece que os resíduos sólidos são um desafio multifacetado que requer abordagens abrangentes e colaborativas, envolvendo governos, setor privado, organizações da sociedade civil e a população em geral. E que um dos pontos cruciais e

estratégicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é a diretriz do fortalecimento da cadeia de logística reversa de materiais potencialmente recicláveis e a inclusão social de catadores.

No âmbito do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista, um dos principais objetivos é indicar mecanismos e instrumentos (institucionais, econômicos e financeiros), visando a universalização da coleta seletiva e da reciclagem, como meio usual e normal de redução da quantidade de resíduos a serem efetivamente descartados, promovendo a inclusão social dos catadores. A destinação adequada de resíduos recicláveis ainda é muito incipiente. Há uma dificuldade considerável para orientar os municípios nas questões relacionadas aos resíduos, inclusive em relação à coleta seletiva. Existem, ainda, significativas deficiências no serviço de coleta seletiva dos municípios, seja no número de cooperativas e estrutura disponíveis ou na logística desses resíduos, bem como na educação ambiental. No entanto, a coleta seletiva contribui na geração de renda para trabalhadores que participam da coleta e/ou separação.

Figura 2 – O ciclo do sistema de recuperação de recicláveis secos pautado na economia circular



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas a serem alcançadas até 2030, na temática dos Sistemas de Recuperação de Recicláveis Secos, merecem destaque, os ODS e algumas de suas respectivas metas, conforme a **Figura 3**.

Devido ao contexto da Baixada Santista, as questões ligadas ao lixo no mar se sobressaem, por se tratar de uma região litorânea. Tendo em vista que a ONU (Organização das Nações Unidas) declarou a década de 2021-2030 como a Década das Nações Unidas de Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, os países tem concentrado esforços na prevenção e no combate a este problema. Estima-se que 80 % do lixo encontrado no mar tenha origem em atividades realizadas em terra (gestão inadequada de resíduos sólidos, turismo e indústria, entre outros), sendo o plástico,

aproximadamente 95 % (Galgani; Hanke; Maes, 2015), a composição principal. A estruturação de sistemas de recuperação de resíduos recicláveis secos, bem como o correto gerenciamento dos resíduos sólidos é a principal estratégia para a diminuição do aporte desses materiais no mar. Considerando a importância deste tema para a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS), este contexto e as principais estratégias de combate são detalhadas no Capítulo 2.

Um dos pontos levantados no diagnóstico foi como aumentar a capacidade instalada para a recuperação de resíduos recicláveis por parte dos municípios. Desta forma, este guia traz diretrizes técnicas contendo orientações básicas para a estruturação de cada etapa deste sistema, segregação e coleta, triagem e inserção social das cooperativas e tratamento e disposição final ambientalmente adequadas.

**Figura 3** – ODS relacionados ao Guia

Objetivos	Metas
 <p><b>8</b> TRABALHO DECENTE E CRESCIMENTO ECONÔMICO</p>	<p><b>Promover o fortalecimento e expansão do cooperativismo e das demais iniciativas econômicas baseadas nos princípios da economia social e solidária de cooperação, autogestão, solidariedade e sustentabilidade.</b></p> <p><b>Fomentar o desenvolvimento econômico com equidade e sustentabilidade, promover o investimento e a geração de emprego, o empreendedorismo e as iniciativas econômicas solidárias em todos os setores, a fim de propiciar a distribuição da renda, com critérios inclusivos.</b></p> <p><b>Implementar políticas que promovam a formalização de atividades do setor informal.</b></p>
 <p><b>11</b> CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS</p>	<p><b>Promover políticas de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, em especial a coleta seletiva, a reciclagem, a disposição final e o tratamento do lixo, com RECONHECIMENTO do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidade.</b></p> <p><b>Eliminar os lixões e aterros controlados, com inclusão social e econômica de catadores de materiais recicláveis, e promover a disposição ambientalmente adequada de 100 % dos rejeitos até o ano de 2030.</b></p>
 <p><b>12</b> CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS</p>	<p><b>Promover padrões sustentável de produção e consumo reconhecidos como objetivo geral e exigência central para desenvolvimento sustentável.</b></p> <p><b>Promover a mudança de estilos de vida e a mudança de padrões insustentável de consumo em todo o mundo, especialmente nos países onde tais padrões são mais difundidos, por meio da educação e conscientização, especialmente para os jovens, e de informação de sustentabilidade em produtos.</b></p> <p><b>Apoiar novos mercados e oportunidades em produtos sustentáveis, especialmente em países em desenvolvimento, fortalecendo as iniciativas de comércio justo e solidário.</b></p>

Fonte: elaborado pelos autores.





**01**

**Legislações,  
definições e  
metas aplicáveis**

# Legislações, definições e metas aplicáveis

Este item apresenta de forma sucinta as legislações, definições e metas mais relevantes para o entendimento do material e que impulsionam as melhorias na gestão de resíduos sólidos nas cidades.

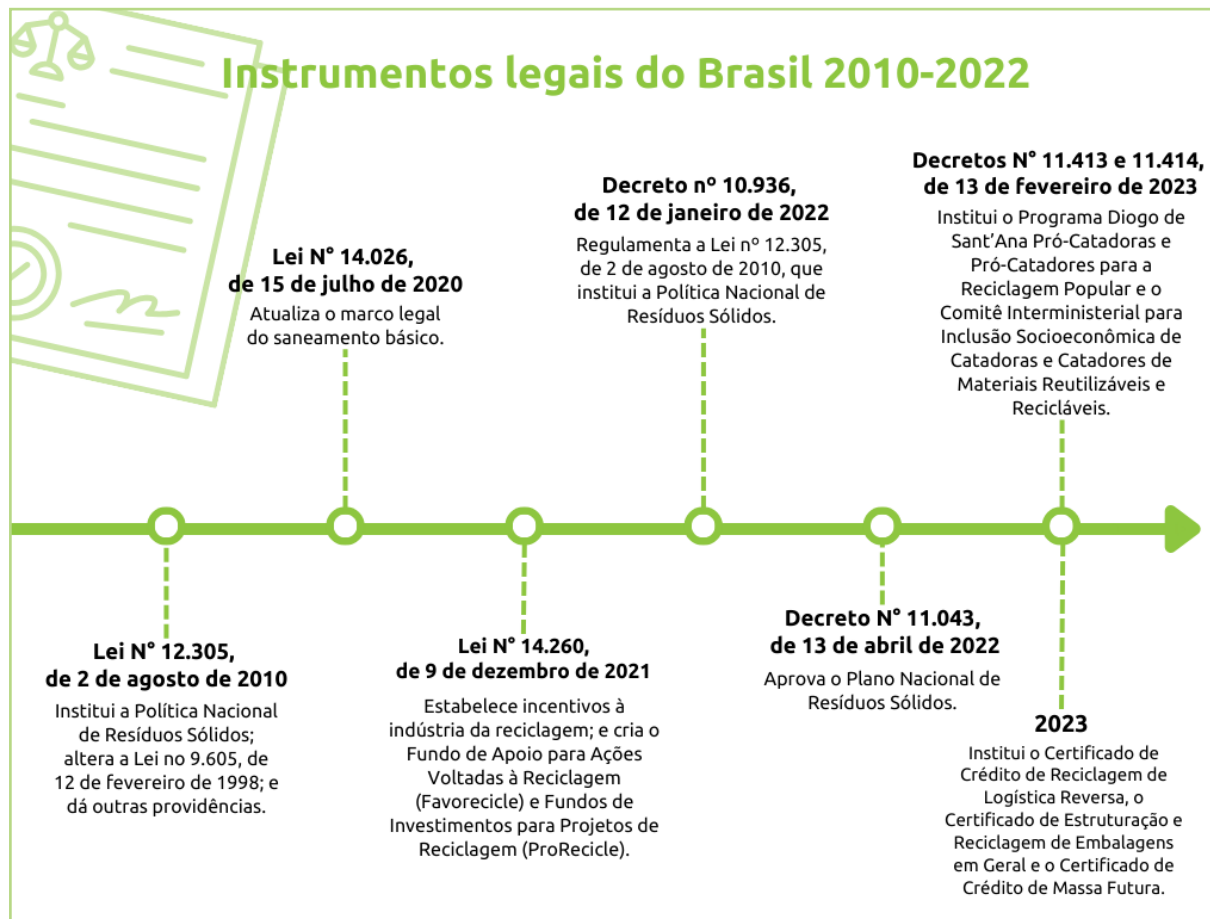
## 1.1 Legislações

Os instrumentos que norteiam as políticas públicas de gestão integrada de resíduos sólidos possuem seus níveis de planejamento, nacional, estadual, regional, municipal e intermunicipal. A **Figura 4** apresenta os principais instrumentos que norteiam as diretrizes, estratégias, ações e metas para a gestão de resíduos sólidos no País, sendo os municípios os titulares responsáveis pela gestão e gerenciamento dos serviços de limpeza pública.

Como ponto principal vale destacar que a Política Nacional de Resíduos Sólidos brasileira traz o princípio da hierarquia (**Figura 5**) priorizando a seguinte ordem: redução, reutilização, reciclagem, processamento/tratamento e por último, a disposição final. Ademais, cabe ressaltar a necessidade de adoção de sistemas integrados de forma regional a fim de possibilitar a destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).



Figura 4 – Instrumentos legais do Brasil



Fonte: elaborado pelos autores.

**Figura 5** – Ordem de prioridade na gestão dos resíduos e drivers importantes para impulsionamento do sistema



Fonte: elaborado pelos autores.



## 1.2 Definições

Com objetivo de facilitar a compreensão dos agentes e modelagens relacionadas aos sistemas de logística reversa, vale reproduzir alguns conceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos e do Decreto Federal nº 11.413 (Brasil, 2023), sem prejuízo de outras definições constantes de instrumentos legais e normativos publicados pela União e pelo Estado de São Paulo:

**Catadoras e catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis:** Pessoas físicas que se dedicam, individualmente ou por meio de cooperativas, associações ou outras formas de organização popular, às atividades de coleta, de triagem, de beneficiamento, de processamento, de transformação e de comercialização de materiais reutilizáveis e recicláveis.

**Coleta Seletiva:** Coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição pelos geradores (também conhecida como coleta diferenciada); consiste na separação, na própria fonte geradora, dos componentes que podem ser recuperados para reaproveitamento ou reciclagem, mediante um acondicionamento distinto para cada componente ou grupo de componentes segregados conforme sua constituição ou composição.

**Coleta seletiva solidária:** Tecnologia social de coleta seletiva de resíduos sólidos realizada

por associações, cooperativas e outras formas de organização popular de catadoras e catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, em parceria com as prefeituras, as entidades privadas e a sociedade civil, remunerada como prestação de serviço, diferenciada dos demais serviços prestados pela área quanto à forma, ao processo e à tecnologia utilizados, de modo a apresentar soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida das catadoras e dos catadores.

**Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa (CCRLR):** Documento emitido pela entidade gestora que comprova a restituição ao ciclo produtivo da massa equivalente dos produtos ou das embalagens sujeitas à logística reversa.

**Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral (CERE):** Documento emitido por entidade gestora que certifica a empresa como titular de projeto estruturante de recuperação de materiais recicláveis e comprova a restituição ao ciclo produtivo da massa equivalente dos produtos ou das embalagens sujeitas à logística reversa e à reciclagem.

**Certificado de Crédito de Massa Futura:** Documento emitido por entidade gestora que permite à empresa auferir antecipadamente o cumprimento de sua meta de logística reversa, relativa à massa de materiais recicláveis que será reintroduzida na cadeia produtiva



em anos subsequentes, fruto de investimentos financeiros antecipados para implementar sistemas estruturantes que permitam que a fração seca reciclável contida nos resíduos sólidos urbanos seja desviada de aterros e lixões, desde que adotem premissas de impacto socioambiental, como geração de renda, educação ambiental da população e inclusão socioeconômica de catadores e catadoras de material reciclável.

**Compostagem:** Processo de degradação biológica controlada dos resíduos orgânicos, efetuado por uma população diversificada de microrganismos, em condições aeróbias e com geração de calor, resultando em material estabilizado, com propriedades e características completamente diferentes daqueles que lhe deram origem.

**Composto orgânico:** Produto estabilizado, oriundo do processo de compostagem, podendo ser caracterizado como fertilizante orgânico, condicionador de solo e outros produtos de uso agrícola.

**Destinação final ambientalmente adequada:** Destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a C ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

**Ponto de recebimento, de entrega ou de coleta:** Locais fixos ou móveis destinados ao recebimento e ao armazenamento temporário de produtos e/ou embalagens descartadas pelos consumidores.

**Reciclagem:** 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. A reciclagem, portanto, também pode ser biológica, cujo exemplo típico é a compostagem, pois essa visa reestabelecer o ciclo natural da matéria orgânica e seu papel natural de fertilizar os solos devolvendo nutrientes e matérias vivas ao processo de produção.

**Rejeitos:** 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.

**Resíduos sólidos:** Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede

pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

**Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos:** Conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

**Sistema de logística reversa:** Conjunto integrado de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta, a triagem e a restituição de produtos ou embalagens recicláveis ao setor empresarial, para reaproveitamento em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou para outra destinação final ambientalmente adequada.

**Unidade de compostagem:** Instalação de processamento de resíduos orgânicos, por meio do processo de compostagem, incluindo os locais de recepção e armazenamento temporário dos resíduos in natura ou provenientes

de outras unidades de tratamento de resíduos e dos rejeitos, do processo de compostagem em si, e ainda as instalações de apoio e armazenamento do composto produzido.

## 1.3 Metas

Uma iniciativa importante e de relevância internacional é a discussão do “Tratado global contra a poluição plástica”, cuja conclusão está prevista até 2024. Este tratado deverá abranger uma série de disposições técnicas, incluindo a promoção da produção e consumo sustentáveis de plásticos, desde o design do produto até a gestão adequada de resíduos, utilizando abordagens de eficiência de recursos e princípios de economia circular que sejam ambientalmente seguros e equitativos (Organização das Nações Unidas, 2023). Essa iniciativa tem o potencial de ter um impacto significativo na gestão global de resíduos plásticos e estabelecer metas mais ousadas na redução e eliminação do descarte destes materiais no ambiente.

As principais metas que norteiam a recuperação de recicláveis secos no âmbito nacional e Regional estão estabelecidas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que estabelece uma meta de 5,7 % para a recuperação de recicláveis secos para 2024, atingindo 20 % em

2040 (Brasil, 2022A). Já o PRGIRS da Baixada estimava atingir a meta de 4,6 % em 2020, e atingiu 3,3 %, equivalente a 22 mil toneladas de material sendo processado (**Tabela 1**). Como meta prevista para 2024, no âmbito regional, têm-se 6 %, chegando a 18 % em 2040 (**Tabela 2**). Além das metas para recuperação de recicláveis secos, o PRGIRS também previa e ainda prevê outras metas importantes no contexto deste tema, conforme apresentado também na **Tabela 1**.

A **Tabela 1** apresenta as projeções e metas previstas no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018) para o ano de 2020 e a comparação com os dados do Panorama atual. Conforme pode ser observado, 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 do Estado de São Paulo, 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 (Produto Interno Bruto) 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.

**Tabela 1 – Metas previstas no PRGIRS/BS**

Projeção/ realidade (ano de 2020)	Geração de RSU (destinados ao aterro)			Coleta seletiva				
	t/dia	kg/hab/dia	t/ano	t/ano	%	Infraestrutura		
						Número de cooperativas	Unidades microrre- gionais	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 do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2018).

**Tabela 2 – 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.

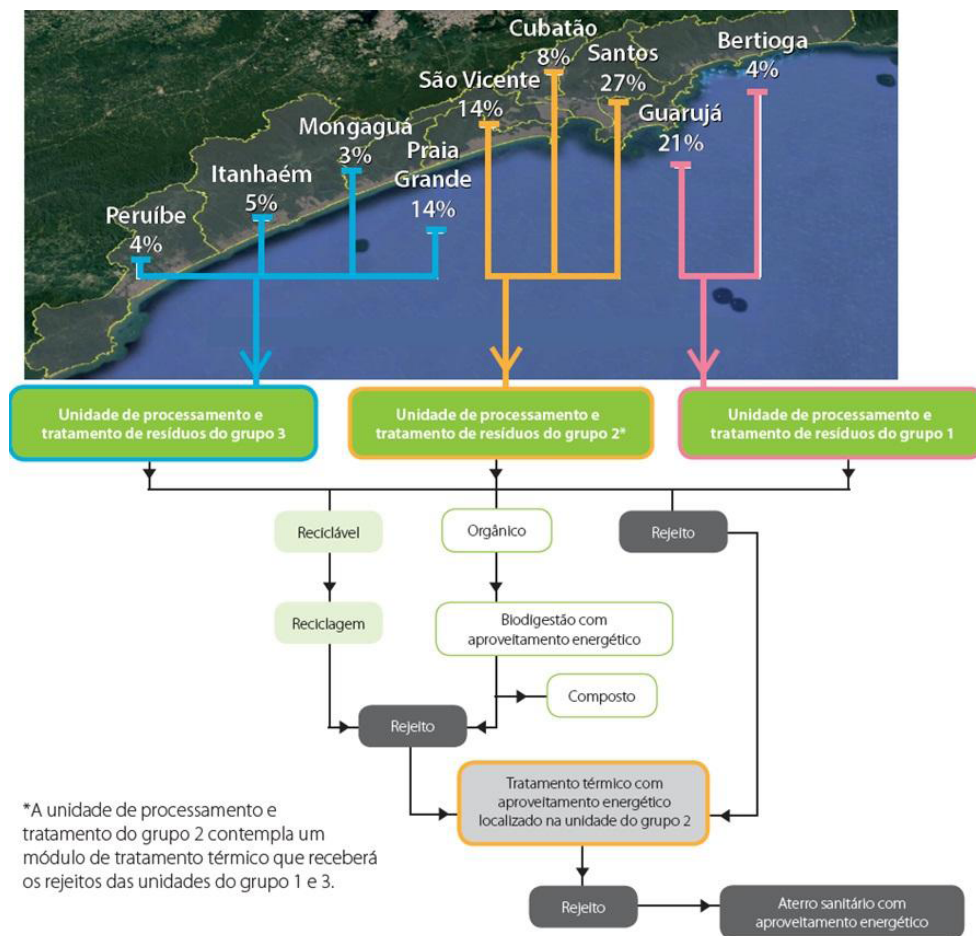




Quanto à coleta seletiva, a Baixada Santista não atingiu a meta indicada pelo PRGIRS/BS, que era de 4,6 % e o realizado foi de 3,3 %. Entretanto, na questão da infraestrutura necessária para o atingimento da meta de coleta seletiva prevista no PRGIRS/BS (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2018), 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.

O PRGIRS Baixada Santista indica a divisão da região em três microrregiões e a estruturação de sistemas centralizados e descentralizados, incluindo unidades de triagem semimecanizada e tratamento biológico nas unidades descentralizadas (**Figura 6**). O aterro é uma parte essencial de todas as combinações devido à necessidade de um período de transição até a implementação completa de plantas de processamento e tratamento de resíduos. É essencial que a estruturação de novos sistemas ocorra simultaneamente com a implementação de estratégias de redução de resíduos na fonte, segregação e processamento para reduzir a quantidade de resíduos encaminhados ao aterro.

**Figura 6** – Aspectos de localização de sistemas de processamento e tratamento de RSD misto



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





02

Estratégias de  
combate ao  
lixo no mar

## Estratégias de combate ao lixo no mar

A zona costeira é uma área de transição entre o continente e o oceano, e que no Brasil se estende por cerca de 8.500 km de costa. 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 (Brasil, 2019). O crescimento da ocupação das áreas costeiras, seja em eventos

“**O crescimento 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.**”

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.

Internacionalmente, a partir da década de 1970, o problema do acúmulo dos resíduos sólidos no ambiente marinho passou a ser abordado em encontros

que discutiam a poluição de forma geral e gerenciamento nesse meio, como a Convenção de Londres, ocorrida em 1972. Mas foi em 2014 que esse problema passou a ser considerado de caráter prioritário pela Assembleia das Nações Unidas pelo Meio Ambiente (Turra *et al.*, 2020). Com a instituição dos Objetivos

de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em 2015 (Griggs *et al.*, 2013), estipulados pela Organização das Nações Unidas (2023), o problema do lixo no mar é enquadrado pela meta 14.1, que pretende “[...] até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo o lixo no mar e a poluição por nutrientes”. Atualmente, essa temática é atacada dentro do Tratado global contra poluição plástica, resolução celebrada em março de 2022, na quinta sessão da Assembleia do Meio Ambiente das Nações Unidas, em Nairóbi, Quênia, para acabar com a poluição plástica. Até o presente momento essa resolução está sendo discutida entre os países e pretende-se finalizá-la em 2024.

Com relação às políticas nacionais voltadas à temática, o assunto está em pauta desde 1990 com a publicação do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) (Brasil, 1988). Mais recentemente, em 2019, foi instituído o Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar (PNCLM) (Brasil, 2019) que 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 do Estado de São Paulo, a revisão de 2020 do Plano de Resíduos Sólidos do



Estado de São Paulo (PERS), em sintonia com os ODS, além da questão da economia circular, incorporou a questão do lixo no mar em suas metas. Já em 2021, o Estado de São Paulo, lançou o Plano Estratégico de Monitoramento e Avaliação do Lixo no Mar para o Estado de São Paulo (PEMALM), construído a partir do diálogo com diversos atores sociais, que apresenta um diagnóstico estadual, ações e indicadores para gerir a problemática, e metas para se alcançar um cenário desejado.

No âmbito regional e diretamente no município, o tema também tem recebido destaque considerando a importância da temática. Como é responsabilidade dos municípios atualizarem seus planos municipais de gestão de resíduos, o tema vem sendo incorporado de modo a considerar metas para redução, descarte irregular, petrechos de pesca, etc.

Mais especificamente no contexto da Baixada Santista, objeto dos trabalhos desenvolvidos pelo IPT, o tema é especialmente importante uma vez que a Baixada Santista apresenta um perfil industrial abrigando uma população estimada em 1,8 milhões de habitantes, incluindo um dos três mais importantes centros industriais do país: o complexo portuário, petroquímico e siderúrgico de Santos-Cubatão.

A região está situada em uma área estuarina, composta pelas baías de Santos e São Vicente, apresentando as maiores áreas de manguezal do litoral paulista e vastas áreas de mata de restinga. Devido aos seus diversos atrativos

turísticos e por estar próximos a outros núcleos urbanos, a região recebe um grande número de turistas que representam atores importantes na gestão dos resíduos uma vez que utilizam de serviços municipais diversos como restaurantes, pousadas, hotéis, praias, etc. Adicionalmente, a Baixada Santista também possui a maior favela de palafitas do Brasil e a coleta precária de resíduos sólidos e saneamento básico nessas áreas contribui para a geração de lixo que chega no mar (Turra *et al.*, 2021).

Se considerarmos a expressiva população da Baixada Santista juntamente com o elevado número de turistas que as praias da região recebem, é possível imaginar que a gestão dos resíduos domiciliares urbanos é um tema bastante complexo e importante para região. Citando alguns números, estudos indicam que 80 % dos resíduos que são encontrados no mar tenham origem em atividades realizadas em terra, muitas vezes oriundos de atividades econômicas e da gestão inadequada. Os outros 20 % são originados em atividades realizadas no mar (transporte de cargas, pesca, plataformas marítimas, entre outros) (Jambeck *et al.*, 2015).

Ao analisarmos a contribuição da população, um estudo recomendado pelo Blue Keepers, projeto ligado à Plataforma de Ação pela Água e Oceano do Pacto Global da ONU no Brasil, mostrou que cada brasileiro pode emitir 16kg de plásticos por ano, com potencial de chegar nos oceanos. Isso indica que 1/3 do plástico produzido em todo o Brasil pode



chegar ao oceano todos os anos (Pacto Global, 2023). Expandindo para a Baixada Santista, que conforme citado anteriormente possui por volta de 1,8 milhões de habitantes, seriam por volta de 29 mil toneladas por ano apenas de plástico.

Tratando agora da problemática, podemos caracterizar o lixo no mar como todo detrito depositado, propositalmente ou por acidente, nos mares e oceanos, responsáveis por diversos problemas ambientais na atualidade. Sendo composto por diversos tipos de materiais, como garrafas plásticas e de vidro, sacolas, embalagens diversas, metais, materiais de utilização cotidiana, assim como materiais oriundos de atividades pesqueiras e embarcações (linhas, redes de pesca descartadas e equipamentos usados em embarcações), de atividades portuárias e de lançamentos de águas residuais.

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. Além da ocorrência de acidentes, já que estes detritos podem enroscar em partes de embarcações, provocando acidentes ou inatividade dos mesmos (Turra *et al.*, 2021).

Os impactos ocasionados ao bioma marinho podem levar a morte de diversas espécies,

como exemplo podemos citar que os resíduos dispostos na superfície do mar podem estar associados a detritos pesados, que geralmente se acumulam e dificultam a sobrevivência dos animais marinhos que vivem ali ou em áreas de mangue. Estima-se 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).

Já as consequências indiretas estão relacionadas principalmente a perda da paisagem e aos impactos no turismo local, uma vez que estão relacionados as questões econômicas, tanto do ponto de vista de redução na procura destas regiões, quanto no custo administrativo para administração destes resíduos, como por exemplo a coleta destes materiais quando depositados de maneira irregular, limpeza das areias, canais e estuários (Turra *et al.*, 2021).

Considerando a complexidade do tema, um gerenciamento adequado dos resíduos pelos municípios proporcionará uma diminuição do aporte destes no mar. Entendemos que esforços devem ser alocados para se incentivar a prevenção da geração de lixo juntamente com o consumo sustentável que juntos proporcionar a redução de lixo gerado.

Assim, podemos concluir que os desafios da gestão dos resíduos são diversos, indo desde a identificação da sua fonte, de estimar a quantidade gerada, de como evitar que estes cheguem ao mar, de como mitigar os impactos a biota/bioma, até como remover o



material (de diversos tamanhos) que adentra nesse ambiente.

Assim, a atuação frente a esse desafio deve ser de forma integrada considerando os diversos atores da sociedade. Nesse cenário, é importante o incentivo a políticas públicas que favoreçam a coleta seletiva, bem como a segregação domiciliar em três partes (rejeito, orgânico e reciclável).

Entendemos que os gestores municipais têm o compromisso de incluir essa temática em seus planos municipais de gestão de resíduos, criar normas para a aplicação das políticas públicas elaboradas, fomentar a implantação de ações regionais de gestão por meio da articulação entre atores locais/regionais e conscientizar cidadãos da importância da gestão dos resíduos e do impacto da má gestão do mesmo no meio ambiente. De forma a apoiar esses esforços, os infográficos apresentados na **Figura 7** foram elaborados, indicando estratégias aos gestores para o combate ao lixo no mar considerando fontes terrestres.

**Figura 7** – Infográficos com as estratégias de combate ao lixo no mar



Fonte: Elaborado pelos autores.

### COMBATENDO O LIXO NOS ESTUÁRIOS



**BARREIRAS**  
Instalação de barreiras e/ou filtros em tubulações/manilhas de drenagem.

**ALTERNATIVAS PARA LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO**  
Avaliação de tecnologias e alternativas para coleta de resíduos em locais de difícil acesso, como uso de embarcações para remoção de resíduos flutuantes.





**MUTIRÕES DE LIMPEZA**  
Incentivo à realização de mutirões de limpeza em estuários.

**INSTRUMENTOS LEGAIS**  
Leis municipais e planos de ações para a diminuição de resíduos nos estuários. Incluir nos contratos de limpeza urbana a limpeza destas áreas.



### Combatendo o lixo nas praias



**Instrumentos legais**  
Apoiar ações de fiscalização e implantar leis municipais para reprimir o descarte inadequado de lixo no mar, em portos públicos, terminais de uso privado, entrepostos de pesca, terminais e vias navegáveis. Instituir políticas para diminuir a disponibilidade de plásticos de uso único (canudinhos, copos e pratos descartáveis).



**Instalação de PEV's**  
Criar Pontos de Entrega Voluntária de Resíduos (PEV's). Instalação de contêineres posicionados ao longo da orla das praias para que os turistas possam depositar os seus resíduos principalmente no período de alta temporada.



**Mutirões de coleta**  
Engajar a sociedade civil e apoiar a realização de mutirões voluntários de recolhimento de resíduos. Criar equipes municipais de sensibilização, engajamento e mobilização da população, tendo como foco principal frequentadores de praia.



**Quiosques**  
Incentivar a instalação de lixeiras individuais para guarda sol nos quiosques.



### COMBATENDO O LIXO NOS CANAIS E RIOS



**Interceptar os resíduos nos canais**  
Instalação de barreiras e/ou filtros em tubulações/manilhas de drenagem.



**Incentivo ao descarte**  
Instalar pontos de coleta de coleta ao longo de rios e canais de drenagem.



**Instrumentos legais**  
Leis municipais e planos de ações para a diminuição de resíduos nos canais, rios, sistemas de esgoto e tributários. Incluir nos contratos de limpeza urbana a limpeza de canais e rios interiores. Ampliar o atendimento e melhorar as regulamentações sobre as águas pluviais e sistemas de esgoto.



**Limpeza**  
Incentivar campanhas de mutirão de limpeza em rios e canais.



**Descarte irregular**  
Identificar as áreas de descarte irregular, divulgando locais proibidos, com a fiscalização das moradias nas margens de rios e canais.



Fonte: Elaborado pelos autores.



**03**

**Sistema de  
gestão e  
gerenciamento**

## Sistema de gestão e gerenciamento

Os municípios desempenham um papel crucial na abordagem e resolução dos problemas relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), sendo responsáveis pela organização dos sistemas de gestão e gerenciamento desde a organização da fonte geradora, coleta/transporte, tratamento e processamento e sua disposição final. Para garantir o bom funcionamento de atividades voltadas para o gerenciamento de resíduos sólidos, é necessário primeiro que exista um bom tratamento dos resíduos em sua fonte. Neste sentido, é fundamental que haja envolvimento por parte da população nas atividades de segregação, acondicionamento e correto descarte dos produtos (Rodrigues; Rezende Neto; Malafaia, 2010).

A Lei 12.305/10 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”, devendo ainda se prever atividades que garantam à sociedade informações e participação na formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos (sendo estas denominadas de controle social) (Brasil, 2010).

Considerando esse contexto, a estruturação do sistema de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser baseada em premissas e condicionantes que abrangem diversas dimensões, incluindo as técnicas, ambientais, institucionais/organizacionais, políticas/legais,

financeiras/econômicas e sociais, esses aspectos são apresentados no **Quadro 1**.

Ainda é importante ressaltar que a melhoria e estruturação de cooperativas ainda representa um desafio significativo, uma oportunidade para os sistemas de logística reversa, atuarem de forma estruturante, com o compromisso de contribuir com a disseminação de informações e conhecimento junto às cooperativas e associações de catadores. Este tema é tratado no GUIA: SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA NO CONTEXTO DOS MUNICÍPIOS que foi desenvolvido para auxiliar gestores públicos na compreensão dos sistemas de logística reversa, abordando as fases do ciclo de vida de um produto, desde a pré-produção até a recuperação.

Destaca-se a importância da colaboração entre setor público e privado, especificamente fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, na implementação eficaz desses sistemas. O foco está na orientação dos gestores municipais, delineando suas responsabilidades e promovendo a colaboração com as entidades gestoras para maximizar os benefícios. As empresas e entidades gestoras devem elaborar planos de comunicação claros para envolver os municípios e as cooperativas de catadores nessas iniciativas.

É possível distinguir os sistemas de logística reversa de embalagens, fundamentalmente, em dois modelos; os sistemas estruturantes e os sistemas com base em certificado de crédito de reciclagem. Destacam-se os sistemas

estruturantes, que compreendem um conjunto de medidas voltadas à qualificação, capacitação, adequação e melhoria da infraestrutura de recuperação de embalagens, notadamente em parceria com cooperativas

e associações de catadoras e catadores de materiais recicláveis (exemplos: Coalizão, Mãos pro Futuro, Pragma/Recupera, Ambipar Vir-a-Ser e Cidade+Recicleiros).

**Quadro 1** – Principais condicionantes que devem ser consideradas para a concepção dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos

Condicionantes	Aspectos a serem considerados
Técnicas	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apresentar soluções baseadas em requisitos locais (entender o cenário do problema na busca da solução – cliente)</li> <li>2. Reduzir o percentual (massa de resíduos) destinada a aterros (tanto matéria orgânica quanto materiais recicláveis)</li> <li>3. Flexibilidade da tecnologia</li> <li>4. Associação de tecnologias</li> <li>5. Novas tecnologias</li> <li>6. Desenvolver fornecedores</li> </ol>
Ambientais	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gerar benefícios como recuperação de materiais e energia, geração de subprodutos</li> <li>2. Permitir o controle de aspectos ambientais e possíveis impactos (tratamento de gases e emissões, minimização da geração de resíduos)</li> <li>3. Espaço físico/variantes ambientais</li> </ol>
Institucional/ Organizacional	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apoio às autoridades municipais</li> <li>2. Gerar conhecimento para administradores municipais de resíduos</li> <li>3. Aumentar a eficiência da gestão municipal</li> </ol>
Político/ Legal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Atendimento das metas legais</li> <li>2. Política Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos</li> <li>3. Plano Nacional, Estadual, Regional de Resíduos</li> <li>4. Planos municipais de resíduos</li> </ol>
Financeiro/ Eco- nômico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reduzir custos</li> <li>2. Gerar receitas e outros benefícios quantificáveis</li> </ol>
Social	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Inclusão social</li> <li>2. Capacitação de profissionais</li> <li>3. Participação da população</li> </ol>

Fonte: Elaborado pelos autores.







**04**

**Sistemas de  
segregação em  
três frações e  
coleta seletiva**



# Sistemas de segregação em três frações e coleta seletiva

No âmbito da legislação federal, destaca-se que o Decreto Federal nº 10.936/2022, que regulamenta a PNRS e institui que os sistemas de coleta seletiva devem estabelecer a separação dos resíduos, no mínimo, em três frações (recicláveis, orgânicos e rejeitos) (Brasil, 2022b). A separação dessa forma promove a recuperação com qualidade dos resíduos recicláveis e orgânicos, promovendo a disposição final apenas dos rejeitos. Dessa forma a **Figura 8** apresenta as orientações para a segregação dos resíduos em três frações.

**Figura 8** – Separação dos resíduos em três frações



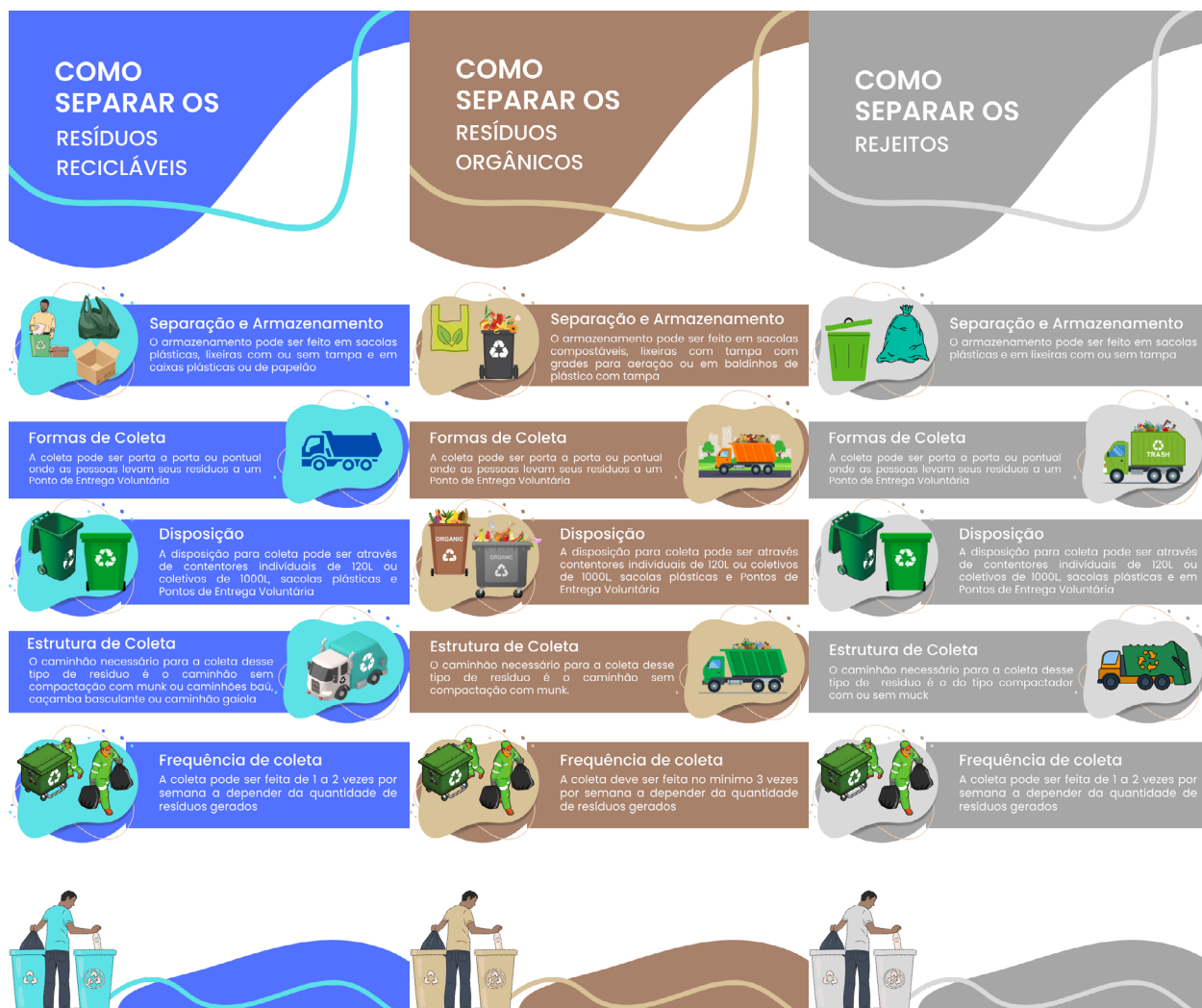
Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os resíduos gerados pela população ainda se tem os produtos e embalagens sujeitos à logística reversa que devem seguir os sistemas disponibilizados pelos produtores, fabricantes, importadores, comerciantes. São exemplos de produtos pós consumo e embalagens sujeitas a logística reversa os produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes; pneus inservíveis; embalagens em geral; medicamentos domiciliares; de uso humano, vencidos ou em desuso; lâmpadas e óleo de cozinha. Mais detalhes são tratados no GUIA: SISTEMAS DE LOGÍSTICA REVERSA NO CONTEXTO DOS MUNICÍPIOS.

A **Figura 9** apresenta as estratégias de cada etapa do sistema de segregação em três frações e da coleta diferenciada, ou, coleta seletiva:

**a. Separação e armazenamento:** Para os resíduos recicláveis há três opções, as quais podem conter a combinação de estratégias, ou seja, as lixeiras e caixas podem conter as sacolas plásticas em seus interiores. Essa combinação de estratégias também pode ocorrer para os resíduos orgânicos e rejeitos, entretanto o uso de sacolas plásticas comuns nas lixeiras, para os resíduos orgânicos, acarreta a necessidade do processo de rasga-saco e retirada de todo o resíduo plástico do material orgânico, pois este é caracterizado como contaminante no processo de compostagem e biodigestão. Para evitar esse processo as sacolas compostáveis e de papel podem ser utilizadas. Outra estratégia que pode ser combinada é a utilização de baldes/potes de plástico ou metal com tampa, que é indicada para o tratamento na residência por compostagem doméstica.

**Figura 9 – Estratégias para segregação, disposição e coleta para resíduos sólidos em três frações**



Fonte: Elaborado pelos autores.

**b. Forma de coleta:** É resumida em coleta seletiva porta a porta e coleta seletiva pontual (Ministério das Cidades, 2022):

- Coleta porta a porta, também conhecida como Coleta Direta é a coleta resíduos sólidos domiciliares ou equiparáveis disponibilizados em calçada, testada ou via pública, em frente ao(s) domicílio(s), próximos a este(s) ou em ponto(s) de coleta de condomínio multifamiliar (vertical ou horizontal).
- O sistema pontual, com Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), também conhecida como Coleta Indireta é a coleta resíduos sólidos domiciliares ou equiparáveis disponibilizados em ponto(s) estacionário(s) de uso coletivo (contêineres, caçambas ou contentores). Atende a domicílios ou condomínios multifamiliares sem acesso à coleta direta. Os PEVs podem ser instalados em locais estratégicos, como supermercados, praças públicas ou centros de grande circulação de pessoas, de modo a serem facilmente acessíveis à população e permitindo a centralização da coleta em pontos estratégicos, diminuindo os custos de transporte.
- Transporte: é realizado por caminhões indicados para cada tipo de resíduo. A maior parte da frota é formada por caminhões basculantes, carrocerias ou baú e compactadores.

Carroças com tração animal são utilizadas, principalmente, em algumas cidades do Nordeste, e motocicletas com reboque (triciclos), em áreas de difícil acesso em capitais do Sudeste e do Nordeste. As embarcações são utilizadas para a coleta em áreas alagadas, especialmente na macrorregião Norte.

- Transbordo: processo que se caracteriza pela transferência dos resíduos do veículo de coleta para outro de maior capacidade antes do encaminhamento à unidade de processamento, de tratamento ou de disposição final (que serão abordadas nas próximas etapas).

Após a definição das etapas mencionadas, torna-se necessário estabelecer a frequência, horários e dias de coleta, além de orientar a população sobre a correta separação dos resíduos. A responsabilidade pela escolha dos dias recai sobre os municípios, enquanto a frequência é ajustada conforme o volume semanal de resíduos removidos. Recomenda-se uma frequência mínima de 1 a 2 vezes por semana para recicláveis, 3 vezes por semana para orgânicos e novamente de 1 a 2 vezes por semana para rejeitos. Estrategicamente, o início e o final do dia são períodos propícios para a coleta desses resíduos.









**05**

**Sistemas de triagem  
e beneficiamento dos  
materiais recicláveis**

# Sistemas de triagem e beneficiamento dos materiais recicláveis

A gestão integrada reconhece que os resíduos sólidos são um desafio multifacetado que requer abordagens abrangentes e colaborativas, envolvendo governos, setor privado, organizações da sociedade civil e a população em geral. Além disso, um dos pontos estratégicos da PNRS é a diretriz do fortalecimento da cadeia de logística reversa de materiais potencialmente recicláveis e a inclusão social de catadores.

Este item visa apresentar alguns aspectos operacionais e orientar os municípios no apoio e investimento de possíveis infraestrutura para a estruturação e melhoria das cooperativas, considerando-se o modelo de prestação de serviço de coleta seletiva com a inserção de organizações de catadores. Conforme Besen et al. (2017), alguns itens são considerados indispensáveis para aperfeiçoar a gestão de cooperativas e associações, conforme apresentado a seguir e serão detalhados adiante.

- *...Estruturar legalmente e juridicamente a organização para que ela possa funcionar dentro dos requisitos legais e que possa prestar serviço para a prefeitura e para o setor privado;*
- *Definir metas e objetivos da coleta seletiva;*
- *Elaborar um projeto técnico-operacional para a organização;*
- *Dimensionar recursos:*
  - *Financeiros necessários e a repartição dos recursos auferidos;*
  - *Humanos de modo a otimizar a operação;*
  - *Infraestrutura, logísticos ou de transporte;*

- *Insumos e serviços de apoio à operação.*
- *Programação de Coleta e Roteirização;*
- *Precificação dos serviços, e*
- *Gestão dos serviços prestados, com foco na sustentabilidade...*

## 5.1 Gestão e operação das unidades de separação

O Cooperativismo é uma forma livre de associação de pessoas que buscam beneficiar-se mutuamente em aspecto socio-econômico. As cooperativas são organizações voluntárias, abertas a todas as pessoas aptas a utilizar os seus serviços e assumir as responsabilidades como membros (Compromisso Empresarial Para Reciclagem, 2010). São organizações de pelo menos 20 pessoas físicas unidas pela cooperação e ajuda mútua, gerida de forma democrática e participativa, com objetivos econômicos e sociais comuns. A Lei nº 5.764 de 1971 define a Política Nacional de Cooperativismo e o Novo Código Civil Lei nº 10.406 de 2002 dispõe sobre as características da sociedade da cooperativa. As cooperativas podem formar parcerias com o poder público e iniciativas privadas, pleiteando fundos de investimentos e participando de editais de financiamento e de programas de fomento (Besen et al., 2017).

A coleta seletiva pode ser operada pela prefeitura municipal, por empresas privadas contratadas pela prefeitura, pelas organizações

de catadores ou com a integração destes, entretanto a maioria das organizações de catadores não é contratada para a prestação do serviço e sua renda advém da venda dos materiais recicláveis (Besen *et al.*, 2017). As prefeituras municipais costumam apoiar a coleta seletiva realizando a coleta ou fornecendo o caminhão para a realização da coleta pelos cooperados, realizam a instalação de PEV, educação ambiental e podem fornecer o galpão para a realização da triagem além de alguns equipamentos.

A formalização da relação contratual entre a prefeitura e os prestadores de serviço da coleta seletiva é fundamental para que haja controle e fiscalização por parte da prefeitura (Besen *et al.*, 2017). A Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11.445, Brasil, 2007) define as regras de prestação de serviços públicos, incluindo resíduos sólidos. A partir da Política Nacional de Saneamento Básico, passou a existir a possibilidade de dispensa de licitação, nos termos do artigo 24, inciso XXVII, da Lei Nacional nº 8.666, de 21 de junho de 1993, para a contratação de cooperativas ou associações de catadores formadas por pessoas de baixa renda e, conforme a Lei nº 14.133 (Brasil, 2021). Para isso, as cooperativas devem seguir as regras estabelecidas em legislações

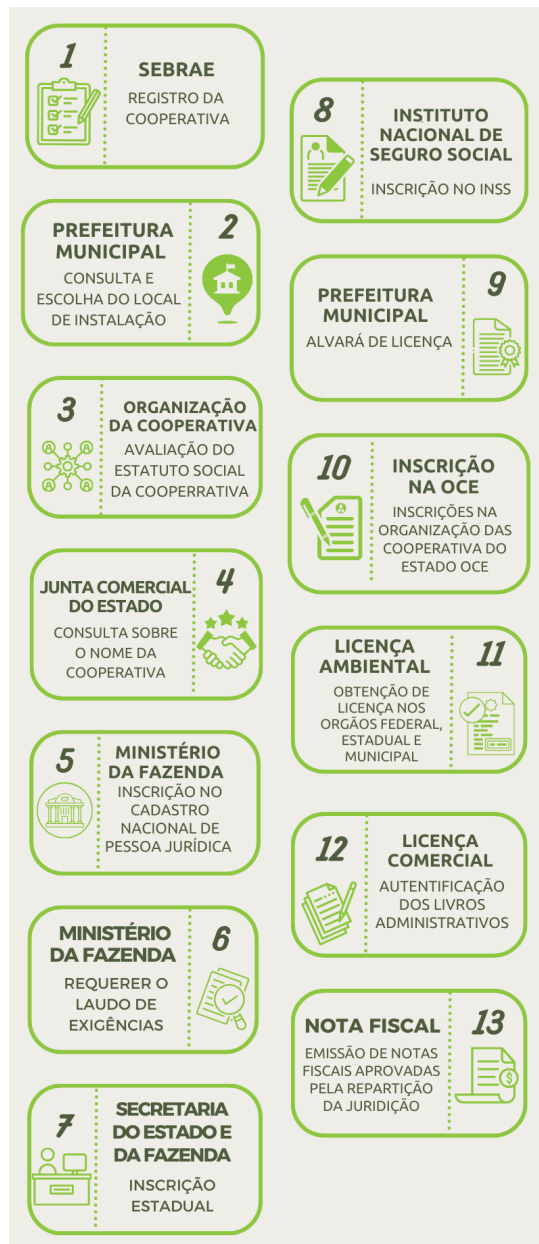
aplicáveis, apresentar demonstrativo de atuação em regime cooperado, com repartição de receitas e despesas entre os cooperados; e devem comprovar que qualquer cooperado, com igual qualificação, é capaz de executar o objeto contratado. Para a operação das unidades também é preciso seguir um passo a passo no licenciamento conforme apresentado na **Figura 10**.

Segundo o artigo 10, §2º, da Lei nº 12.690/2012, “a Cooperativa de Trabalho não poderá ser impedida de participar de procedimentos de licitação pública que tenham por escopo os mesmos serviços, operações e atividades previstas em seu objeto social” (Brasil, 2012). A contratação das organizações de catadores pelas prefeituras é uma meta a ser atingida e para isso as organizações devem estar com sua documentação em ordem (Besen *et al.*, 2017). Um modelo de contrato com a prefeitura e cooperativa é apresentado no **Anexo A**, para ilustrar uma forma de efetivar esse instrumento, cedido pelo município de Bertioga. Este é um modelo interessante por considerar a contratação e remuneração da cooperativa, pela coleta, triagem e venda dos materiais, cabendo apenas uma melhoria quanto aos cálculos para a questão dos rejeitos gerados.

**Figura 10** – Passo a passo para o licenciamento de instalação

Dependendo da quantidade e regularidade de coleta, o material poderá ser comercializado com sucateiros ou cooperativas de catadores. Caso a quantidade de material separado seja grande, existe a possibilidade de venda direta para a indústria recicladora. Quanto mais eficiente for a separação dos diferentes tipos de materiais, melhor será a qualidade de cada um e, conseqüentemente, seu valor de mercado. A qualidade do serviço é um fator importante para a sobrevivência daqueles que dependem desse mercado. Fatores como honestidade e credibilidade são importantíssimos para o bom relacionamento comercial. Com a ampla confiança do cliente nos produtos e serviços oferecidos, solidifica-se esta relação. É importante lembrar que a qualidade percebida pelo cliente é função da relação entre serviço esperado e recebido.

Conforme Souza (2018), o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) realizou um estudo em parceria com o departamento de economia da Universidade Federal da Bahia (UFBA) que definiu quatro situações em que se encontram as organizações de catadores, este estudo concluiu que o principal fator para que uma organização de catadores possa ser autossustentável diz respeito a



Fonte: Adaptado de Compromisso Empresarial para Reciclagem (2010).

infraestrutura, ou seja, equipamentos, veículos, galpão etc. Segundo o estudo:

- “A situação 01 o grupo formalmente organizado em associação ou cooperativa com prensa, balança, carrinhos e galpão próprios, com capacidade de ampliar sua estrutura física e de equipamentos a fim de absorver novos catadores e criar condições para implantar unidades industriais de reciclagem;
- Na situação 02 o grupo formalmente organizado em associação ou cooperativa, contando com alguns equipamentos, porém precisando de apoio financeiro para a aquisição de outros equipamentos e/ou galpões. As cooperativas deste grupo estão numa fase intermediária – com falta de alguns equipamentos para poder expandir a produção – necessitando de reforço de infraestrutura para ampliar a coleta e assim formalmente incluir novos catadores de materiais recicláveis;
- Na situação 03 o grupo em organização, contando com poucos equipamentos – alguns de sua propriedade – precisando de apoio financeiro para a aquisição de quase todos os equipamentos necessários, além de galpões próprios;
- Na situação 04 o grupo desorganizado – em rua ou lixão – sem possuir quaisquer equipamentos, e frequentemente trabalhando em condições de extrema

precariedade para intermediários. É necessário apoio financeiro para a montagem completa da infraestrutura de edificações e de equipamentos.”

Assim sendo, este guia não se destina a orientar a estruturação das cooperativas, mas sim a prover direcionamentos aos municípios para a correta contratação, apoio e investimentos necessários por parte do poder público na estruturação destes sistemas, a fim de assegurar o funcionamento adequado. Uma organização com infraestrutura apropriada não apenas oferece condições de trabalho superiores para os colaboradores, mas também está intrinsecamente vinculada à segurança e à saúde dos profissionais (Souza, 2018).

### 5.1.1 Contexto social

Os problemas apresentados pela cooperativa vão além das questões rotineiras, estando atreladas às necessidades de sobrevivência, no que tange a geração de renda aos cooperados. Neste viés, o piloto proposto vem com intuito de desenvolver mecanismos e inovação tecnológica, por meio da concepção do desenvolvimento de um sistema, que permita aprimorar e dinamizar o escoamento contínuo da produção. Deste modo, ao oferecer meios de escoamento rápido dos recicláveis (produto cooperativa) e

uma oferta organizada de materiais pode auxiliar na formação de uma rede e uma fidelização de compradores. Dentre as metas do plano estadual de São Paulo (São Paulo, 2020), tem-se a inclusão social e o fortalecimento da organização de catadores (% atendida em relação aos 80.000 cadastrados pelo IPEA), com índice de inclusão de 65 % em 2019. Na Baixada Santista tem-se 15 cooperativas operando, sendo que metade delas possuem algum tipo de contrato com a prefeitura, em 2020 eram estimado 535 catadores formalizados neste sistema, a meta prevista no PRGIRS era de 959. Em 2020 foram responsáveis pela triagem de 22.390 toneladas de resíduos, representado 3,3 % do total de RSU gerado na região.

As cooperativas de catadores geralmente surgem pela iniciativa de alguns catadores, dentro de uma necessidade social, em se unir e juntos poderem prosperar no negócio. Tendo em vista a falta de preparo e as dificuldades financeiras apresentadas pelos cooperados, acabam por muitas vezes não possuindo o poder de barganha nas negociações. A expectativa que o aumento do fluxo de comercialização fortalece a cadeia de reciclado e uma melhor inserção das cooperativas no mercado.

As organizações de catadores são, portanto, espaços de cuidado, que não medem esforços para trazer as pessoas para o processo de organização. Elas fazem, muitas vezes, o papel

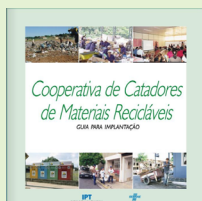
do Estado, frequentemente de maneira informal cuidam da saúde das pessoas por meio de parceria e voluntariado (Souza, 2018).

### 5.1.2 Guias e manuais para organização de cooperativas

A organização das atividades das cooperativas de triagem e reciclagem igualmente foi objeto de discussão e preocupação, iniciada antes mesmo da edição da PNRS, mas já no espírito desta, uma vez que para a adequada gestão dos resíduos recicláveis e a continuidade das diretrizes postuladas na política se faz necessário também que as cooperativas e organizações voltadas para receber e triar os resíduos secos estejam aptas a este trabalho, tanto no que pertence a espaço e instrumentos, quanto gestão das pessoas que ali trabalharão. Este guia não tem como objetivo detalhar esta estruturação, porém apresenta os requisitos mínimos. A fim de colaborar para esta adequação, foram elaborados manuais orientadores, como apresentado no **Quadro 2**. Esses manuais podem também, auxiliar as cooperativas a se organizar de forma a melhorar a separação dos materiais, bem como aumentar a qualidade dos materiais, e por consequência aumentar o poder e a frequência de comercialização.

## Quadro 2 – Guia e manuais disponível

### Cooperativa de catadores de materiais recicláveis - Guia para implantação



Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Cooperativa de catadores de materiais recicláveis – Guia para implantação. São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/41291707/guia-para-implantaaao-sebrae>. Acesso em: 1 dez. 2023.

### Elementos para a Organização da Coleta Seletiva e Projeto dos Galpões de Triagem



BRASIL. Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem. Ministério das Cidades, Brasília, 2008. Disponível em: <https://www.conder.ba.gov.br/index.php/biblioteca/elementos-para-organizacao-da-coleta-seletiva-e-projeto-dos-galpoes-de-triagem>. Acesso em: 1 dez. 2023.

### Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos



BRASIL. Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2010. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/estruturas/srhu\\_urbano/arquivos/2\\_manual\\_implantao\\_sistema\\_apropriao\\_rec\\_custos\\_cp\\_rs\\_125.pdf](https://antigo.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/arquivos/2_manual_implantao_sistema_apropriao_rec_custos_cp_rs_125.pdf). Acesso em: 1 dez. 2023.

### Guia da Cooperativa de Catadores



Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE. Guia da Cooperativa de Catadores. 2010. Disponível em: <https://cempre.org.br/manuais/>. Acesso em 1 dez. 2023.

Fonte: Elaborado pelos autores.

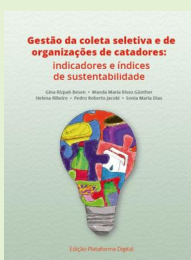


### Minha Empresa Sustentável: Cooperativa de Reciclagem



SEBRAE. Minha Empresa Sustentável: Cooperativa de Reciclagem. Mato Grosso, 2017. Disponível em: <https://atendimento.sebraemg.com.br/biblioteca-digital/content/minha-empresa-sustentavel-cooperativa-de-reciclagem-de-residuos>. Acesso em: 1 dez. 2023

### Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade



BESEN, Gina Rizpah *et al.* Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo: Faculdade de saúde pública/USP, 2017. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/159/142/699>. Acesso em 1 dez. 2023

### Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado



Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, IPT, 2018. 316 p. Disponível em: [https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo\\_Municipal\\_2018.pdf](https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf)

### Saneamento Ambiental e Saúde do Catador de Material Reciclável



SOUZA, R.M.G.L. Saneamento Ambiental e Saúde do Catador de Material Reciclável. ABES, São Paulo, 2018. 146 p. Disponível em: [livro\\_saneamento-e-saude-catador-material-reciclavel\\_versao\\_final\\_bx.pdf](livro_saneamento-e-saude-catador-material-reciclavel_versao_final_bx.pdf)

## 5.2 Sistemas de triagem semimecanizada

A triagem semimecanizada apresenta-se como uma solução para atendimento à coleta seletiva com grandes volumes, proporcionando uma possibilidade de aumento da capacidade de processamento. Este sistema associa a triagem manual com a mecanizada, e sua aplicação é inevitável caso seja necessário o aumento da recuperação dos resíduos recicláveis secos, visto que na triagem manual a capacidade é de 200 kg/cooperado/dia (Ministério do Meio Ambiente, 2008). A triagem semimecanizada, por sua vez, pode atingir uma capacidade de processamento de mais de 50.000 kg/hora, conforme dados de capacidade dos equipamentos.

A triagem semimecanizada pode ser aplicada também para resíduos mistos, advindos da coleta regular municipal, sendo possível a separação mecanizada dos orgânicos, com encaminhamento para tratamento aeróbio/anaeróbio e recuperação dos recicláveis, que são encaminhados para os demais equipamentos de segregação e para as esteiras de triagem manual.

Atualmente existe tecnologia disponível comercialmente para segregar praticamente todas as classes de materiais, porém, isto

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 triagem mecanizada na segregação da maior massa e a manual no detalhamento e controle de qualidade.

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 varia. Ou seja, a sequência das operações, bem como o grau de mecanização, deve ser customizado de acordo com características específicas da região considerada, a saber: composição dos materiais de entrada, composição desejada dos produtos, disponibilidade de recursos e aspectos sociais da região.

O **Quadro 3** apresenta as principais tecnologias identificadas, suas finalidades em segregação de resíduos e capacidades operacionais existentes. Além dos equipamentos de triagem, é necessária a instalação de correias transportadoras, ou esteiras de triagem, para a movimentação e encaminhamento dos resíduos, seja para entrada ou saída do circuito de processamento, seja entre uma operação e outra, nas quais podem ser inseridas a triagem manual entre um equipamento e outro.

**Quadro 3** – Principais tecnologias de segregação de resíduos identificadas

EQUIPAMENTO	FUNÇÃO	CAPACIDADE ENCONTRADA	
	<b>Rasga Sacos</b>	<b>Abertura das embalagens plásticas</b>	<b>80 a 250 m<sup>3</sup>/hora</b>
	<b>Trommel (peneira rotativa)</b>	<b>Separação por tamanho</b>	<b>35 a 210 m<sup>3</sup>/hora</b>
	<b>Separador magnético</b>	<b>Separação dos metais ferrosos</b>	<b>35 a 210 m<sup>3</sup>/hora</b>
	<b>Separador balístico</b>	<b>Separação densitária Materiais 2D de 3D</b>	<b>60 a 200 m<sup>3</sup>/hora</b>
	<b>Separador óptico</b>	<b>Separação por propriedades físicas e químicas</b>	<b>60 a 200 m<sup>3</sup>/hora</b>

Fonte: Elaborado pelos autores.

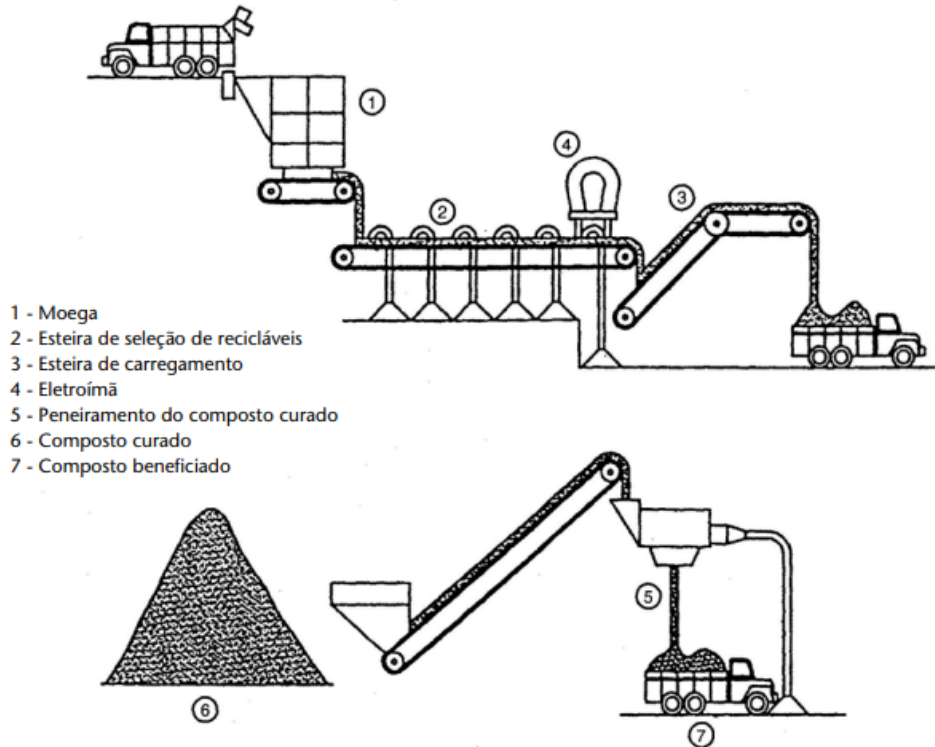


### 5.2.1 Dimensionamento, sequenciamento e fases de implementação

As principais áreas/compartimentos de descarregamento dos resíduos utilizadas nas unidades de triagem, são: pátio de recepção, fosso de acumulação de resíduos e moega com capacidade de recebimento de pelo menos 02 caminhões de coleta (**Figura 11**). O descarregamento em pátio de recepção ou fosso de acumulação exige a atuação de equipe para o manuseio do material até uma ponte rolante ou esteira mecanizada, com auxílio ou não de pá-carregadeira ou guincho hidráulico. A instalação de moega possibilita o descarregamento direto do material em seu interior e, por gravidade, o material é descarregado em esteira posicionada logo abaixo na base da moega.

Nesta primeira esteira é realizada a pré-triagem manual com a retirada dos materiais mais volumosos, como caixas de papelão, madeira, latas metálicas e outros materiais que estejam fora das embalagens plásticas. Durante essa triagem indica-se também a retirada dos vidros que podem se quebrar no interior dos equipamentos de segregação.

**Figura 11** – Descarregamento do material



Fonte: Compromisso Empresarial para Reciclagem (2018).

Na sequência o material segue para equipamentos de abertura das embalagens plásticas, denominados de rasga-sacos, com a liberação dos materiais para as demais etapas do processo. A separação por tamanho é realizada em peneira rotativa denominada trommel, um tambor com ajuste de rotação e inclinação e cujas laterais são perfuradas. A abertura da tela do trommel pode ser alterada de modo a segregar os materiais conforme tamanhos desejados. O trommel auxilia também na retirada de resíduos úmidos provenientes de uma segregação na fonte de má qualidade, sendo um equipamento primordial em sistemas de reaproveitamento de resíduos orgânicos, visto que a fração passante no trommel é predominantemente composta por matéria orgânica, com alguma contaminação de inertes, mas passível de utilização pelos processos biológicos. Já a fração retida no trommel é composta predominantemente por material inorgânico, que pode ser separado em classes de material de acordo com a necessidade.

A remoção dos materiais metálicos é realizada por separador magnético tipo extrator de sucata (eletroímã), suspenso transversalmente

à correia transportadora e capaz de remover os metais ferrosos, enquanto os metais não ferrosos podem ser removidos por separador magnético tipo Eddy current (ímã de terras raras).

A separação entre materiais planos e leves (2D) e os rolantes e pesados (3D) é realizada em separador balístico. O princípio de operação consiste num conjunto de pás rotativas e perfuradas dispostas alternadamente, com inclinação ajustável. O movimento das pás confere velocidades diferentes aos materiais, separando-os em leves (papel, papelão e plástico filme), que sobrem com a movimentação das pás; pesados (embalagens plásticas) que descem ou rolam com a movimentação das pás e os finos (orgânicos) que passam pelos furos das pás, removendo os rejeitos que possam ter sobrado na massa recebida. Outro sistema interessante e que também pode ser aplicado em processos de separação de resíduos é o classificador de ar, que por ação da gravidade e injeção de ar separa os plásticos filmes e papéis mais leves dos materiais mais pesados.

A separação óptica é baseada em sensores, e encontra várias aplicações numa planta de segregação de resíduos. A principal é a



segregação dos diferentes tipos de plástico e, dentro da mesma classe de plástico, sua distinção por cor (por exemplo, PET cristal e PET verde). Trata-se de um equipamento que permite a recuperação, com alto rendimento, de material potencialmente reciclável mesmo quando contaminado com matéria orgânica. Entretanto, como se trata de um equipamento sofisticado e que demanda um investimento elevado, sua aquisição só se justifica quando há mercado regional para os produtos oriundos da separação criteriosa proporcionada pelo equipamento, ou quando a massa coletada pela coleta seletiva seja suficiente para justificar a aquisição deste tipo de equipamento, considerando um equilíbrio entre equipamentos e mão-de-obra para a triagem manual.

A **Figura 12** apresenta um layout básico de uma unidade de triagem mecanizada de resíduos, constituído principalmente por rasga sacos, trommel, separador magnético, separador balístico, classificador de ar e separador ótico, considerando a separação dos resíduos no maior número de classes possível.

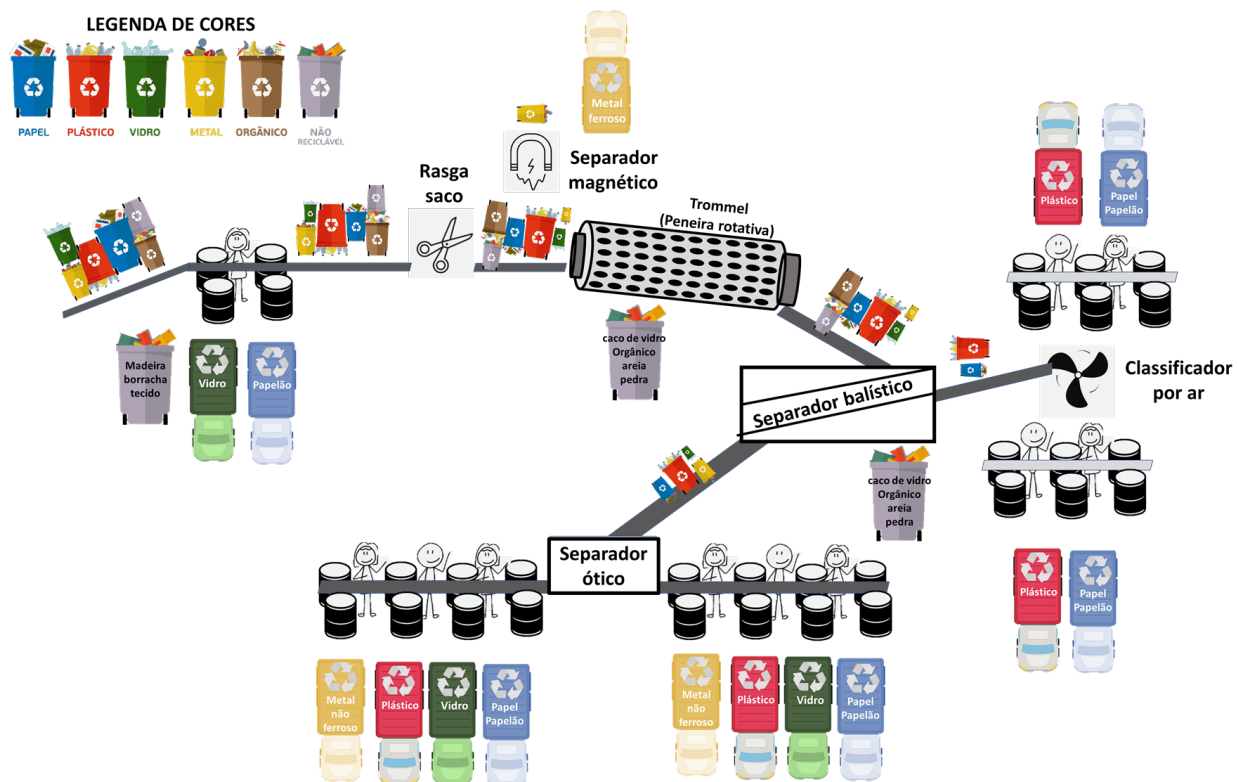
O grau de complexidade tecnológica de cada equipamento varia de acordo com a

finalidade da tecnologia, mas pode-se dizer que é em função do grau de separação que se deseja: equipamentos mais simples são utilizados nas separações mais grosseiras, enquanto os mais complexos tecnologicamente, como o separador ótico, são capazes de fazer uma separação mais criteriosa dos materiais.

Entende-se que o conjunto de equipamentos definido representa uma configuração intermediária entre a triagem manual e o estado da arte da triagem totalmente automatizada, dentro da gama de equipamentos disponíveis comercialmente para este fim.

Uma vez que as tecnologias consideradas são complementares, cada uma propicia um tipo de separação para determinado material. Portanto, ainda que as tecnologias levantadas apresentem elevado grau de maturidade tecnológica, é possível rearranjar os fluxogramas de processo de acordo com o tipo e quantidade de material de valor comercial disponíveis para separação presentes nos resíduos de cada região. Desta forma, esta configuração já representa uma melhora substancial em relação à triagem manual, principalmente em termos de capacidade de material processado.

**Figura 12** – Fluxograma básico de sistemas de segregação semimecanizado










Fonte: elaborado pelos autores.

Para o dimensionamento do sistema de triagem, é necessário a realização de um diagnóstico detalhado da composição e massa do material que chegará na unidade, visto é fundamental escalonar os equipamentos em linha e que cada equipamento vai reduzir a massa que entrará no equipamento seguinte, conforme composição e granulometria do material que entra e que sai de cada um deles. Para a determinação da composição física e gravimetria é necessário a separação não apenas por grandes grupos de materiais recicláveis como também considerando suas densidades e cores como, por exemplo, a separação de plásticos de alta densidade, baixa densidade, plásticos filme, entre outros, conforme apresentado no **Quadro 4**.

Além da determinação da composição física e gravimétrica, também é primordial a obtenção da densidade do resíduo, visto que os equipamentos de triagem são dimensionados por m<sup>3</sup>/hora. É possível também estimar a densidade média dos materiais de entrada e de saída de cada equipamento aplicando-se os índices de densidade para cada material.

**Quadro 4** – Determinação da composição dos resíduos

Material	Código	Material
Garrafas PET (polietileno) - incolor	 1 PET	Plástico filme (“apara”) - incolor
Garrafas PET (polietileno) - colorido		Plástico filme (“apara”) - colorida
PET (polietileno) - outros		Longa vida
PEAD (plet. alta dens.) - incolor	 2 PEAD	Papelão
PEAD ((plet. alta dens.) - colorido		Papel
PVC (policloreto de vinila) - incolor	 3 PVC	Papel – outros
PVC (policloreto de vinila) - colorido		Alumínio (latinhas)
PEBD (plet. baixa dens.) - incolor	 4 PEBD	Metais não ferrosos
PEBD (plet. baixa dens.) - colorido		Metais ferrosos
PP (polipropileno) - incolor	 5 PP	Madeira
PP (polipropileno) - colorido		Vidro - incolor
PS (poliestireno) - incolor	 6 PS	Vidro - colorido
PS (poliestireno) - colorido		Vidro - outros
Outros plásticos - incolor	 7	Borracha
Outros plásticos – colorido		Têxteis
Logística Reversa	-	Rejeito
Construção Civil (RCC)	-	Orgânicos
Serviços de Saúde (RSS)	-	Outros

Fonte: elaborado pelos autores.

Seja qual for o modelo de triagem da coleta seletiva, deve estar prevista uma área específica para estocagem dos recicláveis seguindo as prerrogativas assinaladas anteriormente. Para a separação manual realizada por organização de catadores, recomenda-se a utilização de esteiras transportadoras ou mesmo silos de armazenamento. Se possível, a área de armazenagem deve ser totalmente coberta, mas parte dela pode ser ao ar livre, desde que para acomodar alguns tipos de sucata.

Além do galpão e dos equipamentos de segregação mecanizada, são necessários os equipamentos que devem ser dimensionados conforme capacidade de processamento da unidade:

- Prensa;
- Balança;
- Empilhadeira; e
- Contêiner e caçamba.

### 5.2.2 Organização do Processo e Estoque

No caso de materiais recicláveis, é importante lembrar que existe uma sazonalidade de preços para a venda, e que esta não é igual para todos os tipos de material. Por isso, indica-se o planejamento dos estoques de materiais e a existência de um local para seu armazenamento, uma vez que a flutuação no mercado comprador prejudica o fluxo de saída dos mesmos (Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2018). Desta forma além dos equipamentos que podem otimizar a operação do processo

de segregação ainda temos a necessidade de melhoria na operação e no estoque, podem ser consideradas 4 etapas.

- I. DESCARGA: recebimento das matérias primas em big bag's;
- II. PRENSA: compactação das matérias primas (sucatas) para obtenção da diminuição do volume – produção dos fardos;
- III. BALANÇA: Registro da massa (peso) e identificação dos fardos; e
- IV. ESTOQUE: Armazenamento dos materiais em fardos para comercialização.
- V. Para efeito de layout, e da logística de operacionalização interna da cooperativa, serão apresentados alguns exemplos a seguir, foram considerados os dados de acondicionamento dos materiais conforme descritos no **Quadro 5**.

Na área de PROCESSO são realizadas as etapas de fluxo e descarga (escoamento e descarga dos big bag's), compactação (prensagem das sucatas para produção dos fardos) e registro (pesagem dos fardos).

A sequência geral do processo está detalhada a seguir:

- I. As matérias primas (sucatas) serão recebidas da central de triagem em big bag's;
- II. Os big bag's serão descarregados na entrada do galpão onde serão alocados em fila nas respectivas baias de acordo com o tipo de material (ETAPA 1 – DESCARGA);
- III. Os big bag's correspondentes ao mesmo material serão levados para a prensa e para enfardamento (ETAPA 2 – PRENSA); e

IV. Os fardos serão levados para a balança para realização de registro (pesagem) (ETAPA 3 – PESAGEM).

**Quadro 5** – Exemplo de forma de acondicionamento dos materiais comercializados pela cooperativa

Tipo	Material	Acondicionamento
<b>Plástico</b>	Apara Colorida	Fardo
	Apara Branca	Fardo
	Isopor	Fardo
	PS	Fardo
	PEAD	Fardo
	PEAD Colorido	Fardo
	PEAD Branco	Fardo
	PEAD Preto	Fardo
	PET	Fardo
	PET Laranja	Fardo
	Plásticos Diversos	Fardo
	PP Colorido	Fardo
	PP Branco	Fardo
	PP Preto	Fardo
	PVC	Bag
Tetra Pak	Fardo	
<b>Vidro</b>	Sucata Âmbar / M	Caçamba
	Vidro Misto Sujo	Caçamba
<b>Metal</b>	Aerossóis	Bag
	Alumínio Latinha	Fardo
	Alumínio Diversos	Caçamba
	Sucata de Ferro	Caçamba
<b>Papel / Papelão</b>	Papelão Branco	Fardo
	Papelão Misto	Fardo
	Papelão Ondulado	Fardo
	Caixa	Fardo
	Caixa Branca	Fardo
	EMR Misto	Fardo

Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2019.

## 5.3 Reciclagem

Estudo de mercado de materiais recicláveis: é uma análise sistemática, qualitativa e quantitativa da demanda e da capacidade de absorção do mercado para os diferentes materiais recicláveis secos e compostos orgânicos. Considerando a abrangência do mercado local, regional e inter-regional. 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.

Conforme a PNRS, reciclagem é 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.

A reciclagem, portanto, também pode ser biológica, cujo exemplo típico é a compostagem, abordada no Guia: implantação de unidades de compostagem para tratamento de resíduos orgânicos (IPT, 2023). Afinal, essa prática visa reestabelecer o ciclo natural da matéria orgânica e seu papel natural de fertilizar os solos devolvendo nutrientes e matérias vivas ao processo de produção.

Os diversos tipos de material passíveis de reciclagem, uma vez coletados e separados, são enviados para as recicladoras. Em virtude das características físicas e químicas de cada material, cada um demandará um processo de reciclagem, que possua cadeias produtivas, estruturas de custos, logísticas reversa dos materiais e tipo de produto final distintos. A cadeia da reciclagem possui uma dinâmica própria, a **(Figura 13)**, apresenta essa cadeia de forma simplificada com os principais atores.



Figura 13 – Cadeia simplificada de reciclagem



Fonte: elaborado pelos autores.

Os diferentes processos de reciclagem aliados às forças de mercado de oferta e demanda dos materiais para reciclagem, explicam a desigualdade nos preços médios de cada material (**Figura 14**). Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), no Brasil, em 2016 somente a etapa de coleta (compra de latas usadas) injetou cerca de R\$ 947 milhões na economia nacional e o índice de reciclagem de latas de alumínio para bebidas atingiu 97,3 % em 2017 (ABAL, 2019). O alumínio foi o material comercializado com maior preço médio, atingindo R\$ 3,66/kg no ano de 2018, quase quatro vezes mais que o preço médio dos resíduos plásticos.

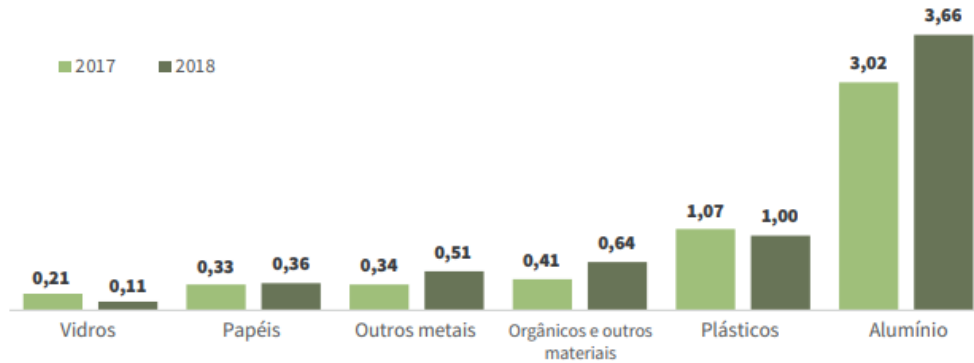
Na década de 1990, a rápida adoção das garrafas PET por grandes empresas levou a um aumento de resíduos, impulsionando iniciativas de reciclagem e o surgimento de empreendimentos na produção de resina de PET reciclado, com destaque para a reciclagem bottle-to-bottle (B2B), cujo potencial sustentável esbarrou em normas sanitárias da ANVISA até ser aprovado em 2008, apesar do desafio econômico representado pelo elevado custo

de investimento. A cadeia de reciclagem envolve as seguintes etapas:

- a. Recuperação: engloba os processos de separação do resíduo na fonte, coleta seletiva, prensagem, enfardamento;
- b. Revalorização: compreende os processos de beneficiamento dos materiais, como a moagem em flakes ou a extrusão em pellets; e
- c. Transformação: é a reciclagem propriamente dita, transformando os materiais recuperados e revalorizados em um novo produto.

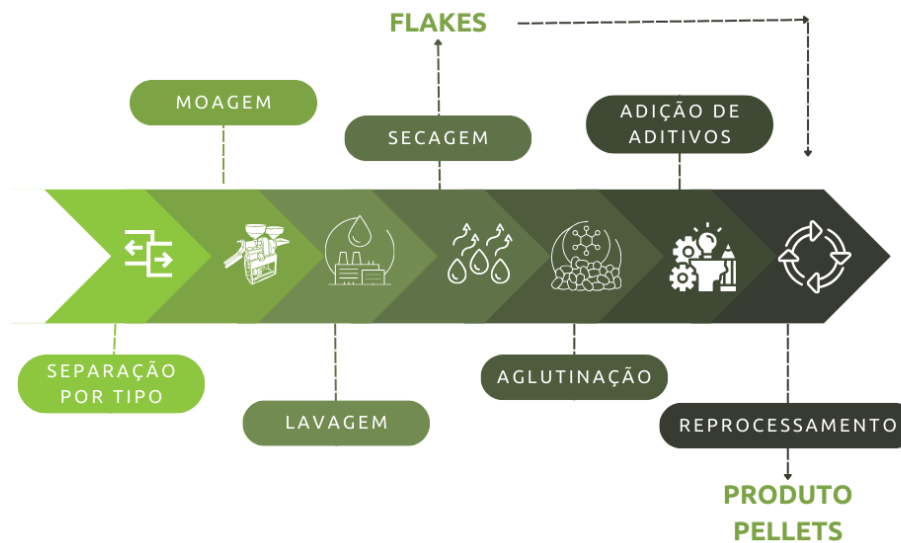
As atividades industriais relacionadas a reciclagem de plásticos, de modo geral, estão fortemente orientadas para o local onde estão os recursos. Assim, a aglomeração territorial de cooperativas, sucateiros e recicladoras na região metropolitana de São Paulo está relacionada, entre outros fatores, à sua proximidade com a matéria-prima, no caso, com o grande volume de resíduos sólidos gerados diariamente. A **Figura 15** exemplifica uma rota de reciclagem mecânica de plásticos.

Figura 14 – Preço médio dos materiais (R\$/kg)



Fonte: Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (2019).

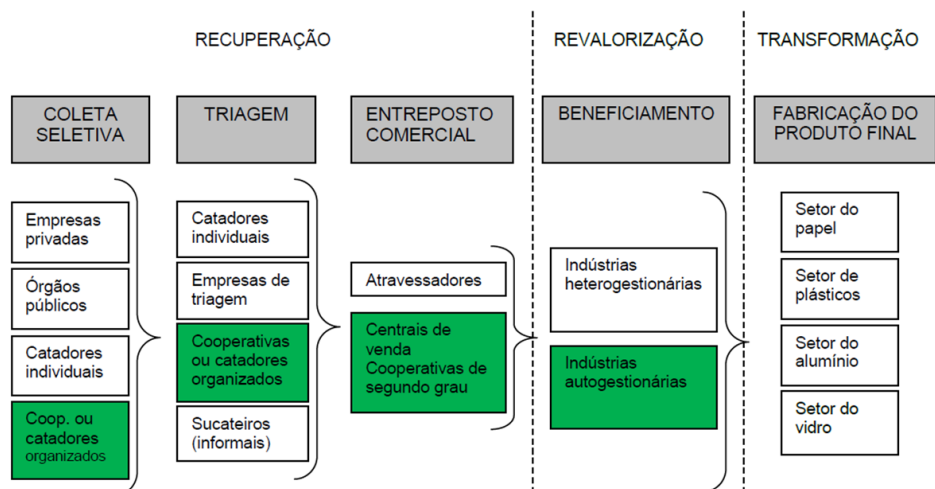
Figura 15 – Reciclagem mecânica de plásticos



Fonte: elaborado pelos autores.

O PET é o material mais comercializado por cooperativas, sucateiros e recicladores no Brasil, sendo influenciado pelas grandes empresas produtoras de plástico virgem. O segmento da indústria de bebidas representa o principal cliente do PET e a produção de PET reciclado enfrenta crescente competição com materiais virgens. Deste modo, algumas empresas industriais têm ativado linhas de moagem próprias, de forma a poderem comprar tanto o material já pré-processado quanto as garrafas PET prensadas e enfardadas, o que gera ameaça para as empresas especializadas em pré-processamento (**Figura 16**).

**Figura 16** – Cadeia Produtiva da reciclagem com elos ocupados por organizações de catadores



Fonte: Adaptado de Wirth (2010).







06

Tratamento e  
disposição final



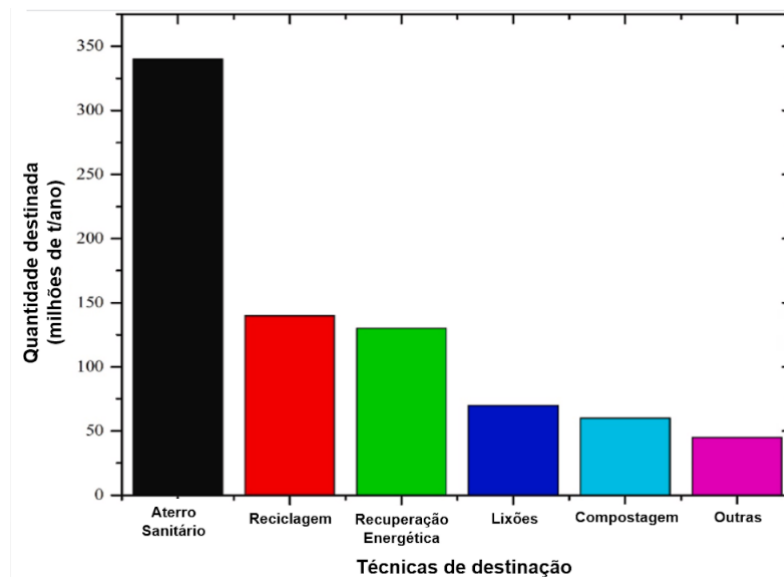
# Tratamento e disposição final

Uma etapa fundamental nessa cadeia é a seleção das alternativas para tratamento e processamento dos resíduos sólidos. Uma série de alternativas são atualmente utilizadas no mundo. Lembrando da hierarquia prevista na Figura 4, depois de esgotada as etapas de redução, recuperação e reciclagem, apresentada no item 5 anteriormente, e a compostagem apresentada no Guia: implantação de Unidades de Compostagem para Tratamento de Resíduos Orgânicos, existem as alternativas de Recuperação Energética, advindas do tratamento por biodigestão anaeróbia e do

tratamento térmico. E por fim a disposição final nos aterros sanitários, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

A **Figura 17** mostra que aterro sanitário (em todo o mundo) é a prática mais comum para disposição de RSU, pois requer menor complexidade técnica. Entretanto, ainda é uma prática com grande emissão de CH<sub>4</sub> (gás metano). Por isso, muitos países vem proibindo ou reduzindo as taxas de destinação em aterro sanitário (Amin *et al.*, 2023).

**Figura 17** – Principais tecnologias de destinação de resíduos sólidos urbanos utilizadas no mundo



Fonte: Amin *et al.* (2023)

As tecnologias de recuperação energética surgiram no mundo diante da escassez de aterros sanitários em algumas localidades, e principalmente devido à falta de espaço físico ou problemas geológicos (lençol freático baixo) próximos aos centros geradores de resíduo. No Brasil não são todas as Regiões que possuem essas restrições, porém é um dos pontos presentes na Baixada Santista e portanto, faz com que essas alternativas sejam consideradas (Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2018). Em quase a totalidade das tecnologias utilizadas atualmente para recuperação energética de resíduos, como incineração, gaseificação, pirólise, biodigestão, entre outras, observa-se redução significativa de volume e massa de resíduos.

## 6.1 Recuperação energética por Biodigestão Anaeróbia

De fato, além de lixões e aterros, no Brasil poucas das tecnologias disponíveis para disposição/tratamento de RSU são exploradas de forma significativa. Quanto à digestão anaeróbia, a tecnologia já está desenvolvida no país para o tratamento biológico de efluentes, de dejetos de animais em fazendas (Bain & Company, 2012) e de resíduos industriais específicos. O grau de complexidade das plantas para esta finalidade varia enormemente, desde

lagos anaeróbios e reatores caseiros até reatores de escala municipal.

Para reduzir a quantidade de resíduos que serão dispostos em aterros sanitários, uma das soluções mais viáveis para atingi-las é o investimento no binômio reciclagem + digestão anaeróbia (Empresa de Pesquisa Energética, 2014). As estratégias de aproveitamento energético de resíduos já se mostraram viáveis por meio de diferentes rotas como o aproveitamento de gás de aterro, biodigestão anaeróbia e incineração.

No Brasil, este tipo de aproveitamento é uma realidade nos dois maiores aterros do município de São Paulo. Segundo os dados de Empresa de Pesquisa Energética (2014), nos aterros Bandeirantes e São João estão em operação duas termelétricas com 20 MW e 24,8 MW de potência instalada, respectivamente. Tomando como referência o atual consumo médio do consumidor residencial brasileiro, em torno de 150 kWh/mês, a geração de energia nesses dois aterros é suficiente para atender ao consumo equivalente a uma população entre 500 e 600 mil habitantes (Empresa de Pesquisa Energética, 2014). Em Minas do Leão (RS) será inaugurada uma planta de 6,5 MW e na região metropolitana de Belo Horizonte (MG) outra de 6 MW, ambas também movidas a gás de aterro (Empresa de Pesquisa Energética, 2014).

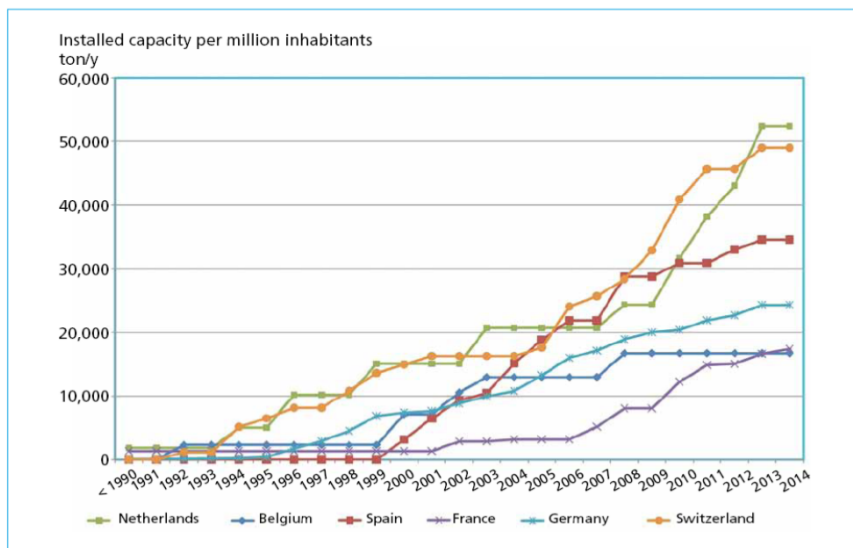
Considerando o cenário mundial, dados interessantes foram levantados em um inventário de aproveitamento energético realizado

por Empresa de Pesquisa Energética (2014), segundo o qual no ano de 2011 o aproveitamento energético dos RSU, gerados em todo o planeta, ofertou 90 TWh de eletricidade, equivalente a 83 % do consumo residencial brasileiro em 2010. Ainda segundo este estudo (Empresa de Pesquisa Energética, 2014), as cerca de 200 milhões de toneladas utilizadas, que correspondem a 15 % da produção total de lixo (World Bank, 1999) ou o triplo do nacional, demandaram aproximadamente 2.000 usinas. Os principais consumidores desta eletricidade – bem como do calor disponibilizado simultaneamente – foram os EUA (28 %), a Alemanha (20 %) e o Japão (10 %).

Particularmente sobre a biodigestão anaeróbia, a Europa lidera em número de plantas instaladas e em capacidade total. As iniciativas de construção foram tomadas em grande parte devido à diretiva “EU Landfill Directive 1999/31/EC”, que determinava que até 2016 a fração de resíduos orgânicos disposta em aterros seja reduzida para 65 % em relação à quantidade produzida em 1995 (European Commission, 1999). Em um levantamento realizado em 2008, havia no período mais de 120 plantas para processamento de RSU na Europa, com capacidade total de 4,6 milhões de toneladas por ano (International Energy Agency, 2008 apud Arsova, 2010). Conforme pode ser observado na **Figura 18**, a capacidade instalada na Europa apresenta tendência de crescimento.



**Figura 18** – Capacidade instalada de plantas para biodigestão anaeróbia da fração orgânica de RSU em países da Europa. Dados por milhões de habitantes



Fonte: modificado de Baere e Mattheeuws (2014).

Em outras localidades, a digestão anaeróbia ainda não é tão difundida, embora apresente crescente potencial. Na América do Norte, apesar de ser comum o tratamento de efluentes de esgotos por meio de digestão anaeróbia, o emprego desta tecnologia não é difundido para RSU em escala comercial. Até o ano de 2010, havia duas plantas em operação em Ontário no Canadá (Dufferin Organic Processing Facility, Toronto, e Newmarket

Organic Processing Facility, Newmarket) (Arsova, 2010). Nos Estados Unidos da América existe uma planta em operação na Califórnia (Arsova, 2010), e a destinação principal ainda é realizada em aterros (54 %), seguido por reciclagem (26 %), incineração (12 %) e compostagem (8 %) (U.S. Environmental Protection Agency, 2012, apud Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco, 2014).



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.

Existem diferentes parâmetros de operação de processos de digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos, cada um classificado pelas seguintes categorias:

- Teor de sólidos totais contidos na massa do reator (ST);
- Estágio único ou múltiplo;
- Alimentação contínua ou batelada; e
- Faixa de temperatura mesofílica ou termofílica.

Em relação ao teor de sólidos totais, os reatores são classificados como: i) sistemas com baixo teor de sólidos (BTS), ou via úmida, quando o TS (teor de sólidos) é menor que 15 %; ii) com médio teor de sólidos, quando o TS está entre 15 % e 20 %; e iii) alto teor de sólidos (ATS), quando TS está na faixa de 22 % a 40 %. Este último tipo de sistema é também chamado de via seca (Verma, 2002), que costuma ser mais robusto para suportar alterações no substrato e cargas orgânicas elevadas (Gomes, 2010).

Os reatores de estágio único são os que utilizam somente um reator para as fases de acidogênese e metanogênese, enquanto os de estágio múltiplo separam os reatores de acordo com os diferentes estágios de digestão anaeróbia. Quanto ao regime de alimentação, o reator de batelada é mais utilizado para o tratamento de excrementos de animais com baixo teor de sólidos, enquanto o de alimentação contínua é mais utilizado para o tratamento de RSU. No regime contínuo o fluxo de alimentação é constantemente carregado e descarregado, enquanto que no de batelada o reator é alimentado e, após cada ciclo, esvaziado.

Quanto à temperatura, têm-se as seguintes faixas de operação do biodigestor: mesofílica, entre 35°C e 40°C; e termofílica, entre 50°C e 60°C. Tradicionalmente, as estações de tratamento de digestão anaeróbia operavam na faixa mesofílica, dada a dificuldade de controlar a temperatura do digestor em faixas elevadas. Além disso, temperaturas acima de 70 °C podem matar microrganismos responsáveis pela digestão do resíduo (Marchi; Bressiani; Barbosa, 2014). Porém, a tecnologia agora está consolidada e, apesar de ser mais cara e menos estável que a mesofílica, tem como vantagens a higienização do resíduo, menor tempo de retenção hidráulica e maior produção de biogás (Marchi; Bressiani; Barbosa, 2014; Barlaz *et al.*, 1990).

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 trituração da matéria orgânica;
2. Digestão dos resíduos;
3. Recuperação e tratamento do biogás; e
4. Tratamentos dos resíduos gerados.

Como vantagens da digestão anaeróbia podem-se listar (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco, 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; e
- 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.

De acordo com Fundação de Apoio ao Desenvolvimento da Universidade Federal de Pernambuco (2014), as principais dificuldades da aplicação desta tecnologia são:

- 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; e
- A operação e monitoramento da planta de biodigestão exige mão de obra qualificada.

## 6.2 Recuperação energética por Tratamento Térmico

A incineração com recuperação de energia já é uma tecnologia comprovada, melhor em termos ambientais que o aterro sanitário, mas



apresenta custos elevados e, normalmente, são viáveis somente para unidades de grande porte (maiores que 500 ton/dia). A gaseificação com geração de energia elétrica pode vir a ocupar a faixa de pequeno a médio porte (de 10 a 250 ton/dia de resíduos). Uma vez comprovada a sua viabilidade técnica e econômica, no entanto, a tecnologia de gaseificação e pirólise de resíduos urbanos em geral ainda não se encontram plenamente desenvolvida, apesar de haver unidades operando em escala comercial em alguns países, explorando nichos comerciais existentes somente nesses países. Neste item serão apresentadas as alternativas de arranjos tecnológicos disponíveis para a recuperação energética de Resíduos.

### **a. Incineração**

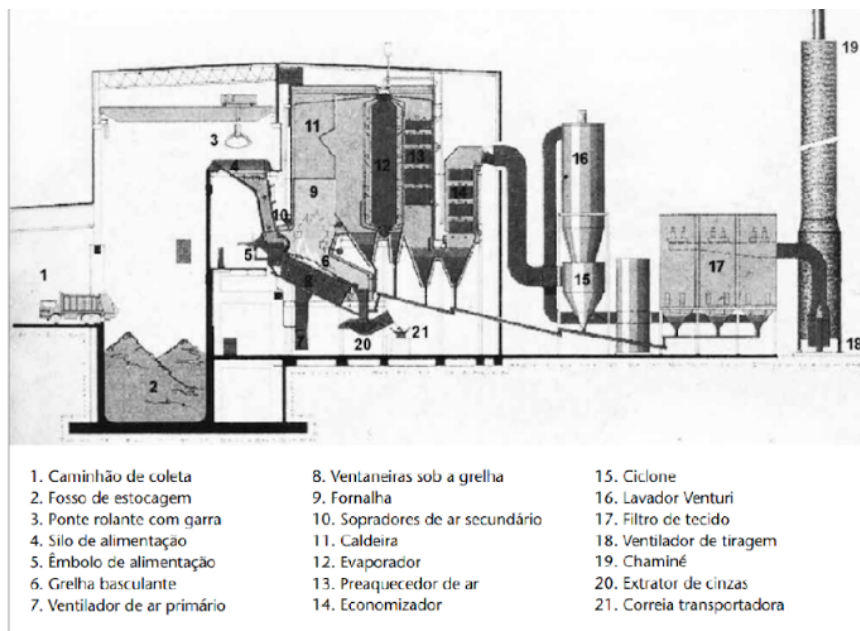
A incineração de RSU com recuperação de energia já se encontra em estágio tecnológico comercial, com mais de 1000 plantas em operação no mundo, gerando energia elétrica e/ou calor para aquecimento industrial e residencial. A incineração, além de levar a uma redução de cerca de 70 % em massa (90 % em volume) do RSU, gera como efluente um resíduo inerte em sua maioria, que pode ser aterrado em aterros sanitários comuns (Classe II), permitindo a reciclagem de metais (retirados das cinzas) e prolongando o tempo de vida dos aterros atuais. Essas cinzas não emitem gases de efeito estufa e não geram chorume, permitindo a ocupação da área do aterro imediatamente após o seu encerramento.

A principal tecnologia empregada na incineração de resíduos sólidos com recuperação de energia é a de combustão em grelha (**Figura 19**). No mundo, muitas unidades têm geração de energia elétrica ou vapor para processos de aquecimento. Os incineradores com combustão em grelha podem incinerar RSU no estado bruto ou numa forma beneficiada, denominada combustível derivado de resíduos (CDR), resultado de um processo prévio de separação de materiais recicláveis (Compromisso Empresarial para Reciclagem, 2018).

Atualmente, não existem incineradores de RSU com recuperação de energia operando em escala comercial no Brasil, havendo somente projetos ainda em fase de negociação (casos mais avançados estão nos municípios de Barueri, Mauá e Rio de Janeiro). No Estado de São Paulo já 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 (São Paulo, 2009).

A incineração é o processo mais antigo e o mais empregado de tratamento térmico de RSU, sendo feita a temperaturas acima de 800 °C. Os gases de combustão devem ser mantidos a 1200 °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 e a gás carbônico e água. Os teores de oxigênio nos gases de combustão emitidos na chaminé devem ficar acima de 7 % em volume.

**Figura 19** – Esquema de usina de incineração de resíduos sólidos com recuperação de energia



Fonte: CATÁLOGO... [s.d.]<sup>8</sup>

Figura 1 – Esquema de usina de incineração de resíduos sólidos com recuperação de energia

Fonte: Compromisso Empresarial para Reciclagem (2018).

Todo equipamento de incineração, independente da sua potência, deve ser equipado com um sistema eficiente de limpeza de gases. Esta precaução deve-se à presença no RSU de compostos não encontrados nos combustíveis convencionais, como metais pesados e compostos clorados, e 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).

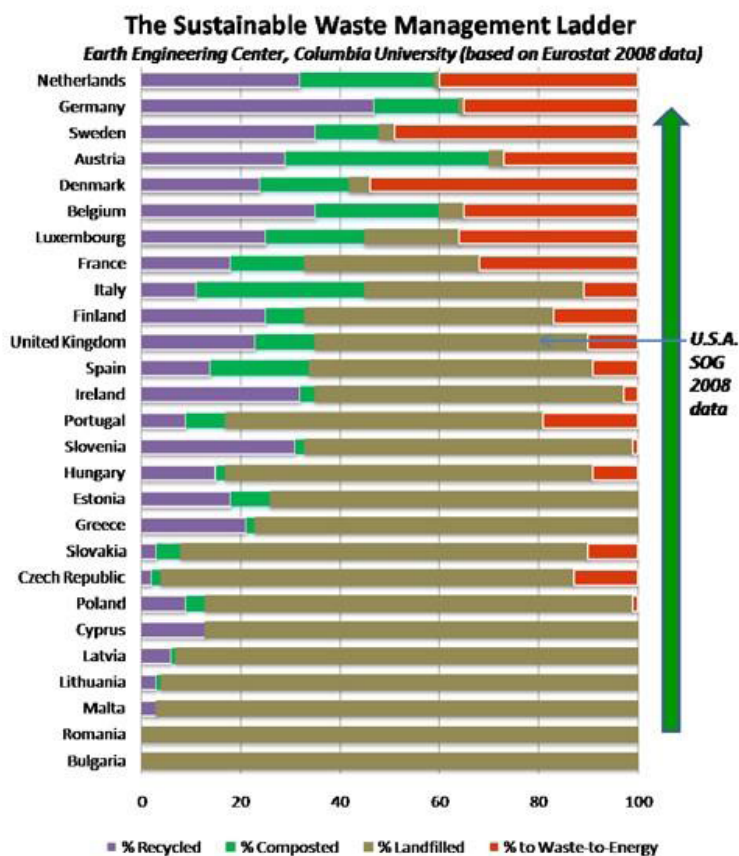
As tecnologias de limpeza hoje disponíveis permitem atingir padrões de emissão abaixo dos exigidos pelas legislações mais restritivas e, contrariamente ao conceito geral existente, a incineração em equipamentos mais modernos pode apresentar vantagens, em termos ambientais, em relação a outros meios de disposição, como, por exemplo, o aterro sanitário. Outro mito em relação à incineração, a de que ela reduz a reciclagem e reutilização de resíduos, não se confirma a partir de dados

levantados no mercado Comum Europeu, mostrado na **Figura 20**.

A incineração com geração de energia elétrica também contribuiu para a redução de emissão global de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), 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.

**Figura 20** – Diagrama mostrando a redução de aterros nos países de maior desenvolvimento na Europa, com aumento de reciclagem e incineração



Fonte: Waste to Energy Research Technology, 2010.

## **b. Gaseificação**

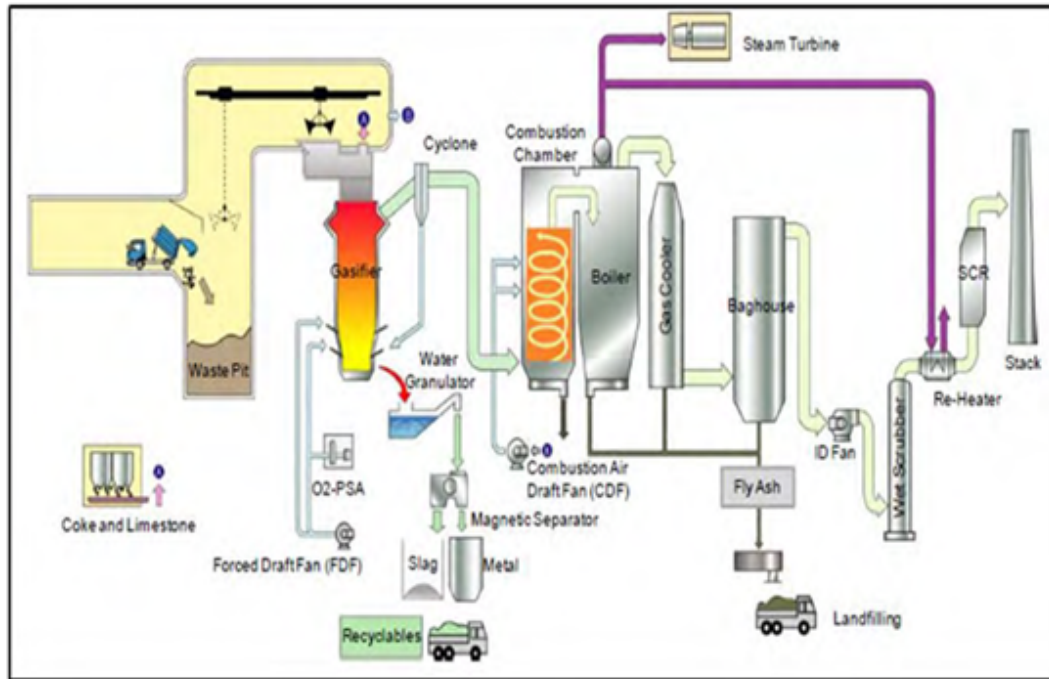
A gaseificação difere da incineração por utilizar uma quantidade de ar abaixo da estequiométrica, normalmente em torno de 30 % a 40 %, gerando como produto um gás combustível composto principalmente de CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e N<sub>2</sub>, e cinzas. A eficiência de conversão energética de gaseificadores tem ficado em torno de 80 %, variando de acordo com o tipo de gaseificador e matéria prima empregada. Os gases gerados normalmente têm presença de contaminantes oriundos da matéria prima, tais como compostos orgânicos, denominados alcatrão, e inorgânicos voláteis. Esses contaminantes, dependendo do uso dado ao gás combustível gerado, têm de ser removidos por meio de sistemas de limpeza de gases, antes da sua utilização (p. ex. queima em motores ou turbinas).

Apesar de pouco explorada no Brasil, a tecnologia de tratamento térmico de RSU via gaseificação já é uma alternativa adotada em

outros países, principalmente no Japão, onde existem mais de 120 unidades operando em escala comercial, com capacidades variando de 19 a 314 t/dia, como citado por Whiting, Fanning e Wilyman (2013).

A maioria desses gaseificadores são do tipo leito fixo contra-corrente, com as cinzas saindo na fase líquida que, após resfriamento, saem em estado vítreo, não lixiviável. Utiliza-se ar enriquecido com oxigênio como agente de gaseificação, para atingir as temperaturas de fusão das cinzas na região de combustão e gaseificação. Apesar de, na maioria das unidades, o gás gerado ser utilizado para geração de energia elétrica via ciclo Rankine convencional, com queima dos gases em caldeira de recuperação, geração de vapor e turbina, o objetivo principal desses gaseificadores é minimizar a geração de resíduo sólido e não a geração de energia elétrica, devido às condições peculiares no Japão de falta de espaço para aterramento. Um exemplo desse tipo de gaseificador é mostrado na **Figura 21**.

Figura 21 – Exemplo de gaseificador de leito fixo contracorrente de RSU em utilização no Japão



Fonte: Whiting, Fanning e Wilyman (2013).

### c. Pirólise

O RSU é uma mistura complexa de compostos orgânicos, polímeros artificiais, produtos de celulose, inorgânicos. Essa complexidade torna difícil a reciclagem química do RSU para a produção de energia e/ou insumos químicos pelo fato das emissões serem poluentes. Por outro lado, esse resíduo, por ser polidisperso, dificulta e encarece seu transporte. Portanto, o processo de transformação termoquímico (pirólise) é uma possível solução a esse problema (Gonçalves, 2006).

No Brasil, considerando a extensão territorial, que permite a existência de diferentes hábitos e costumes, e os contrastes sociais, sobretudo no que diz respeito ao poder aquisitivo, as taxas per capita de geração de lixo apresentam diferenças significativas (Gomes, 1989). Os municípios brasileiros geraram em torno de 79 milhões de toneladas de RSU em 2019 (Brasil, 2019).

Os resíduos podem ser processados pelos seguintes processos termoquímicos: incineração, gaseificação e pirólise. A aplicação de cada um destes métodos depende da composição do resíduo que se pretende tratar e dos produtos que se pretende obter. Também deve ser considerada a viabilidade técnica, ambiental e econômica da aplicação de cada um destes processos (Costa, 2006).

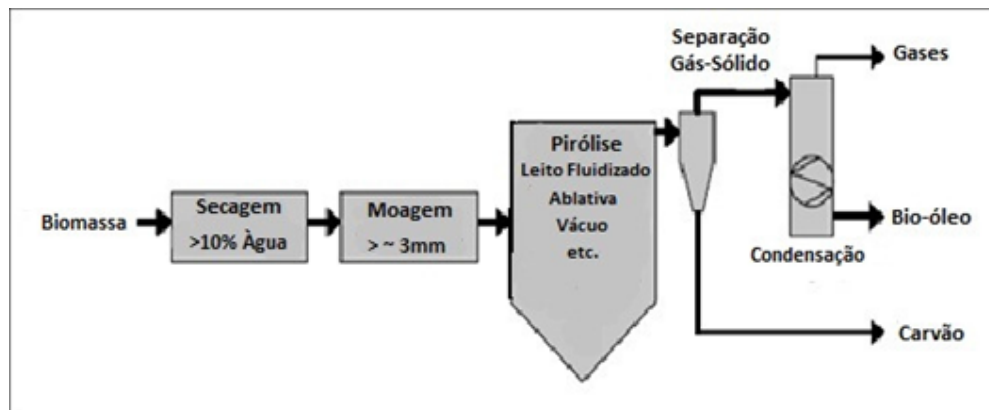
A pirólise é um processo de degradação térmica do combustível sólido, a qual pode ser realizada em ausência completa do agente oxidante ou em uma quantidade tal que a gaseificação não ocorra extensivamente (Chen *et al.*, 2014; Gonçalves, 2006; Pérez, 2004). Esse é um processo de conversão termoquímica, que ocorre em altas temperaturas e envolve várias reações químicas, cuja fração aquosa orgânica líquida é denominada de bio-óleo (Pérez, 2004). Gases, vapores d'água, líquidos orgânicos, alcatrão e principalmente carvão são os produtos resultantes do processo (Gonçalves, 2006).

Na pirólise ocorre a quebra das moléculas mais pesadas e a sua conversão em outras de baixa massa molecular. São normalmente utilizadas temperaturas moderadas e pressões não muito superiores à pressão atmosférica. Atualmente o principal objetivo da pirólise é a obtenção de produtos líquidos que poderão ser usados como combustíveis ou como matéria prima na indústria. Os produtos gasosos, constituídos por hidrogênio e hidrocarbonetos, podem ser utilizados para a produção de energia e o resíduo carbonoso, quando formado, pode ser usado na indústria do aço, para produção de carvão ativado (Costa, 2006) ou como fertilizante (terra preta).

O processo conceitual da pirólise é representado pela **Figura 22**.



**Figura 22** – Processo conceitual da pirólise



Fonte: adaptado de Czernik e Bridgwater (2006 apud Berton, 2012).

Segundo Pérez (2004), o maior interesse dos países desenvolvidos em relação à pirólise está voltado para a obtenção de produtos líquidos, em razão de sua elevada densidade energética e potencial para substituir combustíveis líquidos derivados do petróleo. Essa prática começou a ganhar destaque com a implementação comercial de produtos químicos e combustíveis líquidos, obtidos a partir da pirólise de diversos resíduos agroindustriais, nos Estados Unidos e no Canadá. Além de combustíveis líquidos e gás para a produção de energia, na Europa.

Os processos de pirólise são caracterizados por seus diferentes modos de operação e obtenção de determinado produto. Os principais processos são: a carbonização para produção de carvão vegetal; a pirólise convencional, para produção de bio-óleo, finos de carvão e gases; a pirólise rápida, para produção em maior

escala de bio-óleo, mas também produz finos de carvão e gases em menor quantidade. Por fim, a pirólise ultrarrápida, para produção em larga escala de gases combustíveis e produtos químicos. A **Figura 23** apresenta os diferentes tipos de pirólise.

A pirólise tem sido utilizada para produzir carvão a partir de biomassa por milhares de anos. Um reator de pirólise atua como um conversor eficaz de resíduos sólidos em energia - waste-to-energy (combustível líquido). Em comparação com a incineração convencional, que é executada em capacidades de várias toneladas/dia, a escala de uma planta de pirólise é mais flexível (Chen, 2014). Segundo os pesquisadores, a pirólise de RSU está chamando a atenção para os pequenos municípios como alternativa descentralizada de tratamento do lixo, reduzindo as distâncias de transporte de RSU para disposição. Nas grandes cidades, o

tratamento descentralizado também é interessante devido à dificuldade em se encontrar novos locais para os aterros sanitários e até mesmo para instalação de incineradores.

## 6.3 Disposição final ambientalmente adequada

A PNRS preconiza a disposição final ambientalmente adequada, como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. Destaca-se que os rejeitos são os resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, apresentados acima, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

Para a implantação de um aterro sanitário são necessárias as seguintes etapas: pré-implantação, implantação, operação, encerramento e pós-encerramento (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos, 2009), apresentados no Quadro 6. Os aterros sanitários mais modernos são dotados de sistemas de captação e aproveitamento energético do gás de aterro (cerca de 50 % em volume de metano), gerando energia ou biometano.

**Figura 23** – Processo conceitual da pirólise

Processo	Tempo de residência	Temperatura (°C)	Taxa de aquecimento	Produto principal
Pirólise lenta (Carbonização)	horas/dias	300-500	Muito baixa	Carvão vegetal
Pirólise convencional	5-30min	400-600	Baixa	Bio-óleo, Carvão e gases
Pirólise rápida	0,5 – 5s	400-650	Alta	Bio-óleo
Pirólise flash				
- Líquidos	< 1s	400-650	Alta	Bio-óleo
- Gases	< 1s	> 650	Alta	Químicos e gás comb.
Ultra-rápida	< 0,5s	1000	Muito alta	Químicos e gás comb.

Fonte: adaptado de Czernik e Bridgwater (2006 apud Berton, 2012).

**Quadro 6 – Instalação de um novo aterro**

Ação	Descrição	Prazos estimados
Pré-implantação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo detalhado de viabilidade técnica, econômica, legal e socioambiental da área escolhida; avaliação técnica e de documentação da área, entre outros.</li> <li>• Aquisição do terreno (com ou sem desapropriação); regularização da documentação; registro do imóvel; impostos e taxas;</li> <li>• Projeto de licenciamento: levantamento planialtimétrico e cadastral, sondagens, ensaios geotécnicos e geofísicos, projeto básico, plano de trabalho (RAP ou EIA/RIMA, audiência públicas.; e</li> <li>• Licença prévia; licença do DEPRN, outorga do DAEE.</li> </ul>	6 meses
Implantação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• 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;</li> <li>• Sistema de tratamento de líquido percolado: rede coletora, estação elevatória, reservatório de acumulação;</li> <li>• Instalação de sistemas de tratamento de líquidos percolados, sistema de drenagem de águas superficiais e de áreas verdes;</li> <li>• Instalação de apoio: portarias, guaritas, vigilância, adores de rodas, galpão de manutenção e de apoio operacional, escritórios, administração áreas de lazer; e</li> <li>• Licenciamento de instalação, taxa de compensação ambiental; alvará de funcionamento.</li> </ul>	1 ano
Operação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	20 anos
Encerramento e pós-encerramento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obras de encerramento; tratamento de percolados, manutenção de áreas verdes, monitoramento ambiental e geotécnico.</li> </ul>	20 anos

Fonte: Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos (2009).



**07**

**Estratégias  
de educação  
ambiental**

## Estratégias de educação ambiental

A educação ambiental proporciona conhecimento sobre os impactos ambientais negativos decorrentes do descarte inadequado, bem como as vantagens socioeconômicas e ambientais da coleta seletiva. Além disso, a educação ambiental contribui para a formação de uma consciência crítica e responsável, promovendo a mudança de comportamento e a adoção de hábitos mais sustentáveis. Ao engajar e capacitar a população por meio de programas de educação ambiental, é possível alcançar uma maior adesão à coleta seletiva, aumentando sua eficiência e contribuindo para a redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários e para o aumento da reciclagem. Assim, a implementação efetiva da coleta seletiva e o alcance dos objetivos propostos dependem diretamente da educação ambiental.

Antes da implementação da segregação é necessário dar instruções claras a população além de promover a conscientização e

educação destacando a importância da segregação dos resíduos e dos benefícios associados a essa prática. As instruções podem ocorrer de diversas formas, desde a distribuição de folhetos, mensagens por e-mail e SMS, a palestras e workshops que falem sobre a importância do tema além de explicar a separação em três frações de forma correta. Essas informações devem ser claras e de fácil compreensão para todas as pessoas, independentemente de seu nível de conhecimento sobre o assunto, e a utilização de infográficos ou cartazes com ilustrações claras e didáticas pode ajudar a transmitir a mensagem de forma mais eficiente. Folhetos informativos são uma outra opção e podem ser distribuídos para que as pessoas os posicionem em locais estratégicos, como na cozinha ou próximo às lixeiras, para lembrar e orientar sobre a segregação adequada na hora da disposição de coleta, alguns exemplos são mostrados nas **Figuras 24 e 25**.

**Figura 24** – Exemplos de infográficos explicando sobre a coleta seletiva e segregação em 3 frações



Fonte: elaborado pelos autores.

**Figura 25** – Exemplos de infográficos

### Separação de Lixo: um guia

**Tenha 3 recipientes para diferentes tipos de resíduos.**  
Mantenha recipientes separados para resíduos recicláveis, orgânicos e rejeitos.

**Faça disso um hábito.**  
Mantenha um cronograma. Armazene e descarte resíduos de sua no dia certo de coleta de cada tipo de resíduo.

**Mantenha os recicláveis limpos e secos.**  
Remova as sobras de alimento de qualquer plástico ou papel antes de colocá-los no lixo.

**Comece um jardim de compostagem.**  
Transforme alimentos e resíduos de jardim em compostagem que mais tarde pode ser usado como fertilizante.

**Verifique as sacolas, sempre.**  
Sempre verifique se as sacolas estão bem fechadas e sem nenhum rasgo para evitar que a sacola abra durante o transporte.

**Preserve o meio ambiente.**



## REDUZIR, REUTILIZAR E RECICLAR





- Separe os materiais recicláveis, como papel, plástico, vidro e metal, em outro recipiente ou saco destinado exclusivamente para recicláveis;
- Certifique-se de que os materiais estejam limpos e secos, pois a contaminação pode afetar o processo de reciclagem.



- Separe os resíduos de origem vegetal, como cascas de frutas, legumes e restos de alimentos, em um recipiente ou saco específico designado para resíduos orgânicos;
- Considere a possibilidade de utilizar um composteira doméstica para transformar os resíduos orgânicos em adubo.



- Os rejeitos são os resíduos que não podem ser reciclados ou compostados, como fraldas descartáveis, produtos de higiene pessoal, papel higiênico sujo, materiais contaminados, entre outros;
- Coloque esses resíduos em um terceiro recipiente ou saco, separado dos orgânicos e recicláveis.

Fonte: elaborado pelos autores.



Além disso, para facilitar e reforçar o entendimento sobre a segregação, é possível utilizar rotulagens e sinalizações como etiquetas e adesivos com símbolos para identificar claramente os recipientes destinados a cada tipo de resíduo, como na **Figura 26**.

Essas estratégias visuais e informativas podem ser complementadas com a realização de atividades educativas interativas, como jogos, palestras e oficinas. Por exemplo, é possível criar jogos online sobre coleta seletiva, nos quais os participantes aprendem de forma lúdica e divertida sobre a separação dos resíduos em três frações, e incentivando outras pessoas a fazerem o mesmo. Palestras e oficinas também podem ser promovidas em escolas, empresas e comunidades, com especialistas em gestão de resíduos e educação ambiental compartilhando conhecimentos e esclarecendo dúvidas.

Considerando que a Região Metropolitana da Baixada Santista tem uma população flutuante bastante significativa ainda mais nos meses de verão e férias escolares devido ao intenso turismo, atividades portuárias e parques industriais. Por isso, é necessário que sejam adotadas práticas específicas a esse público para obter resultados mais expressivos, como a distribuição de informativos comentados nos pedágios que antecedem a entrada as regiões da Baixada, ou seja, os informativos podem ser panfletos, imãs, adesivos, etc. A conscientização para atingir essa população pode ocorrer também através da realização de gincanas nas praias ou em áreas com maior concentração

de pessoas com o intuito de incentivar a coleta de lixo para suas devidas disposições finais, que contribuem para a promoção do turismo ecológico nas regiões citadas.

Essas ações visam não apenas minimizar o impacto negativo dos resíduos no meio ambiente, mas também fomentar a mudança de hábitos, assim estimulando a adoção de práticas sustentáveis no dia a dia de cada indivíduo. A educação ambiental contínua e efetiva é uma parte fundamental para o sucesso da coleta seletiva e da segregação dos resíduos em três frações. Deste modo, quando as pessoas compreendem a importância de suas ações individuais na proteção do meio ambiente, elas se tornam agentes de mudança, impulsionando uma sociedade mais sustentável e consciente.

## **EXEMPLOS DE ESTÍMULOS À SEGREGAÇÃO**

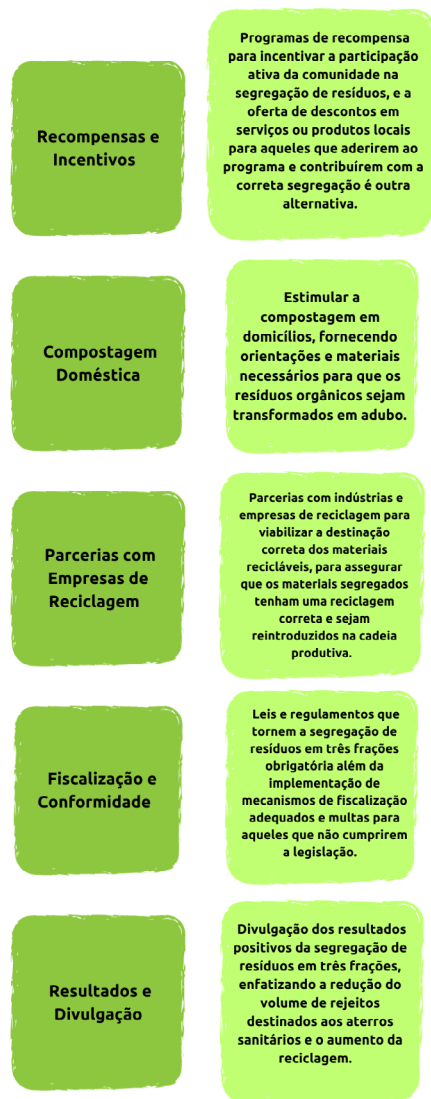
Além de intervenções de Educação Ambiental, é indicado que seja desenvolvida políticas públicas voltadas para a fiscalização e conformidade da correta separação dos resíduos, além da criação de programas de recompensas aos que estão em conformidade com a lei, e incentivos para que haja mais adesão dos residentes na Região Metropolitana da Baixada Santista, e da população flutuante. A **Figura 27** apresenta algumas estratégias que podem ser aplicadas para a maior efetividade da segregação em três frações na Região Metropolitana da Baixada Santista:

Figura 26 – Exemplos de adesivos a serem colocados nas lixeiras



Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 27 – Estratégias de educação ambiental



Fonte: elaborado pelos autores.





**08**

**Boas práticas da  
Baixada Santista**

## Boas práticas da Baixada Santista

A Região Metropolitana da Baixada Santista abrange diversos municípios com realidades distintas, mas compartilha a necessidade de lidar de forma responsável com seus resíduos. Os municípios da região tem se esforçado para desenvolver estratégias inovadoras e sustentáveis, abrangendo desde a coleta seletiva e tratamento de resíduos orgânicos até ações de educação ambiental e logística reversa (**Quadro 7**). Essas práticas visam não apenas a redução do volume de resíduos enviados aos aterros sanitários, mas também o estímulo à coleta seletiva, a reciclagem, a compostagem e outras estratégias que promovem a valorização dos resíduos como recursos, contribuindo para a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes.

Com o objetivo de reunir as principais estratégias, foi criado um mural ilustrativo e colaborativo destacando as principais ações de cada município, que pode ser encontrado neste link [Estratégias de melhoria na Gestão de RSU na RMBS](#).



## Bertioga

Coleta seletiva porta-a-porta e em contentores (recicláveis e mistos). Contratação e disponibilização de infraestrutura para a cooperativa (Modelo do contrato disponibilizado e apresentado no Anexo A). Locais de Entrega Voluntária (LEVs) em pontos específicos no município (escolas hospital, Vila do Bem, etc.). Operação Cata-treco e dois pontos de entrega de resíduos volumosos e de construção civil. Ponto de recebimento de petrechos de pesca (operado pela cooperativa). 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. 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.

## Cubatão

50 PEVS e LEVs instalados na cidade e projetos para instalação de ECOPONTOS. Chamamento Público pela Lei 13.019 para participação no Programa de Coleta Seletiva. Implantação da Agenda A3P e dos Projetos e Ações do Município Verde e Azul. Projeto Minhoca Amiga – Compostagem: incentiva as famílias a partir de projeto nas escolas a realização da compostagem com os resíduos orgânicos em casa.

## Guarujá

Estabelecimento de contrato e disponibilização de infraestrutura para cooperativas. 17 PEVs instalados. Projeto piloto de compostagem e hortas urbanas em Vicente de Carvalho. Implantação do Centro de Gerenciamento de Resíduos, com área de triagem de recicláveis e compostagem. Protótipo de área de recebimento de resíduos de pesca. Parcerias para redução de resíduos: Verão no Clima, Abiove, Plastivida e Ecoponto Inter Religioso. Projeto Alimentando Bem, que doa alimentos em troca da retirada dos resíduos no entorno da palafitas.

## Itanhaém

4 Ecopontos municipais. Coleta seletiva realizada em parceria com a cooperativa CoopersolReciclando. Implantação do SIMGER (Sistema Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, Verdes e Volumosos). Ecopontos para petrechos de pesca em parceria com o Instituto Gremar. Campanha Tampinha Solidária e Lacre do Bem. Projeto Tudo se Transforma, do Centro de Educação Ambiental.



## Mongaguá

Minhocários nas escolas para tratamento dos resíduos orgânicos. Projeto piloto de coleta seletiva iniciado em 2020, em parceria com cooperativa. Compostagem dos resíduos de poda. Ponto de recolhimento de petrechos de pesca em parceria com o Instituto Gremar

## Peruíbe

Coleta seletiva em processo de implantação.

## Praia Grande

Coleta seletiva realizada em 100 % da área do município, em parceria com cooperativa. 18 ecopontos instalados. Ponto de recolhimento de petrechos de pesca. Projeto de implantação de hortas escolares e coletores de óleo de cozinha em escolas municipais. Palestras sobre reciclagem para a comunidade local (Projeto Cidadania Ambiental), projetos de educação ambiental nas escolas (Cidadão Legal e Ecoviver). Produção de vídeos de divulgação e capacitação sobre coleta seletiva nas repartições públicas.

## Santos

Programa Recicla Santos de segregação dos resíduos na origem (coleta seletiva porta-a-porta). Ações de educação ambiental no Orquidário, Aquário e Jardim Botânico. Programa Pesca Fantasma e parceria com Instituto Gremar para pontos de descarte de petrechos de pesca. Programa de Identificação de Resíduos Marinhos. Programa piloto de compostagem doméstica.

## São Vicente

Coleta seletiva porta-a-porta, em parceria com cooperativa, e 3 Ecopontos. Projeto piloto de implantação de eco barreiras no canal Sá Catarina de Moraes.



# 09 | Referências

## Referências

AMIN, N. *et al.* Municipal Solid Waste Treatment for Bioenergy and Resource Production: Potential Technologies, Techno-Economic-Environmental Aspects and Implications of Membrane-Based Recovery. **Chemosphere**, Oxford, v. 323, p. 138196, 2023.

ARSOVA, L. **Anaerobic digestion of food waste**: Current status, problems and an alternative product. Dissertation (M.Sc) - Earth Resources Engineering. Columbia University, 2010.

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.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES E CATADORAS DE MATERIAIS RECICLÁVEIS. **Anuário da Reciclagem**. São Paulo: ANCAT, 2019.

BAERE, L.; MATTHEEUWS, B. **Anaerobic Digestion of the Organic Fraction of Municipal Solid Waste in Europe** - Status, Experience and Prospects. *Waste Management*, v. 3, p. 517-526, 2014. (Recycling and Recovery). Disponível em: <http://www.ows.be/publication/biogas-plants-publication-3/>. Acesso em: 12 nov. 2015.

BAIN & COMPANY. **Estudo Econômico-Financeiro para destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)**. 2012. Disponível em: [http://www.ppp.mg.gov.br/images/documentos/Projetos/em\\_elaboracao/Residuos\\_Solidos/Estudo%20Bain%20-%20Company.pdf](http://www.ppp.mg.gov.br/images/documentos/Projetos/em_elaboracao/Residuos_Solidos/Estudo%20Bain%20-%20Company.pdf). Acesso em: 11 nov. 2023.

BERTON, R. P. **Análise Teórica Comparativa de Eficiência Energética de Sistemas Integrados para Pirólise Rápida de Biomassa**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2012.

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.

BARLAZ, M. A. *et al.* Methane production from municipal refuse: a review of enhancement techniques and microbial dynamics. **Critical Reviews in Environmental Control** 1990; v. 19, n. 6, p. 557-584, 1990.

BESEN, G. R. *et al.* **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores**: indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública/USP, 2017. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/download/159/142/699?inline=1>. Acesso em: 01 nov. 2023.

BRASIL. 1988. Lei nº. 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Brasil.

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](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. Decreto Federal nº 11.413, de 13 de fevereiro de 2023. Institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Certificado de Crédito de Massa Futura, no âmbito dos sistemas de logística reversa de que trata o art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Diário Oficial da União**, Brasília, 13 fev. 2023. Brasil, 2022b Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11413.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11413.htm). Acesso em: 21 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, DF, 12 jan. 2022.

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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm). Acesso em: 30 maio 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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 01 nov. 2023.



BRASIL. Lei nº 12.690, de 19 de julho de 2012. Dispõe sobre a organização e o funcionamento das Cooperativas de Trabalho. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 jul. 2012.

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](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14133.htm). Acesso em: 01 de nov. de 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Elementos para a organização da coleta seletiva e projeto dos galpões de triagem**. Brasília: MMA, 2008. Disponível em: <https://ietsp.com.br/static/media/mediafiles/2015/01/23/manualcoletaseletiva.pdf>. Acesso em: 31 out. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Combate ao Lixo no Mar**. Brasília, 2019. Disponível em: [https://antigo.mma.gov.br/images/agenda\\_ambiental/lixo-no-mar/Plano-Nacional-de-Combate-ao-Lixo-no-Mar.pdf](https://antigo.mma.gov.br/images/agenda_ambiental/lixo-no-mar/Plano-Nacional-de-Combate-ao-Lixo-no-Mar.pdf). Acesso em: 29 de out. de 2023.

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.

CHEN, D. *et al.* Pyrolysis technologies for municipal solid waste: A review. **Journal of Waste Management**, p. 2466-2486, 2014.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. 4. ed. São Paulo: CEMPRE, IPT, 2018. 316 p.

COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado do Rio de Janeiro. **Guia da Cooperativa de Catadores**. São Paulo: CEMPRE, Rio de Janeiro: SEBRAE, 2010. 34 p. Disponível em: <https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/5-guia-da-cooperativa-de-catadores.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

COSTA C. A. P. **Produção de hidrocarbonetos líquidos e gasosos por pirólise de resíduos plásticos**. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2006.

CZERNIK, S.; BRIDGWATER, A. Application of biomass fast pyrolysis oil. In: **Fast Pyrolysis of Biomass: a Handbook**. Glasgow: CPL Press: 2006. p. 105-120.

DEUS, R. M. *et al.* Drivers and barriers to successful solid waste management: assessing through an aggregated indicator. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 24, p. 1476–1484, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **The circular economy in detail Deep dive**. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive>. Acesso em: 02 jun. 2023.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA, **Nota Técnica DEA 18/14** – Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 50 p.

EUROPEAN COMMISSION. EC - Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste. In: **Official Journal of the European Union**, 16 jul. 1999.

EUROPEAN COMMISSION. **Circular economy action plan**: The EU's new circular action plan paves the way for a cleaner and more competitive Europe. Disponível em: [https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan\\_en](https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en). Acesso em: 05 jun. 2023.

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.

GALGANI, F.; HANKE, G.; MAES, T. Global Distribution, Composition and Abundance of Marine Litter. In: BERGMANN, M., GUTOW, L., KLAGES, M. (ed.). **Marine Anthropogenic Litter**. Cham: Springer, 2015.

GOMES, F. A. R. **Biometanização Seca de Resíduos Sólidos Urbanos - Estado da Arte e Análise Crítica das Principais Tecnologias**. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade Socioeconômica e Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

GOMES, P. A. **Teoria da Carbonização da Madeira**: Uso da Madeira para fins Energéticos. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1989. v. 1, p. 27-42.



GONÇALVES, J. E. **Caracterização Química e Energética de Briquetes Produzidos com Rejeitos de Resíduos Sólidos Urbanos e Madeira de Eucalyptus grandis**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, 2006.

GRIGGS, D. *et al.* Sustainable development goals for people and planet. **Nature**, v. 495, p. 305-307, 2013.

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. **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. **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. 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](https://www.agem.sp.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/20180600-DC-PRGIRS_BS_compressed.pdf). Acesso em: 05 maio 2023.

JAMBECK, J. R. *et al.* Plastic waste inputs from land into the ocean. **Science**, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

KAZA, S. Y. *et al.* **What a Waste 2.0**: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 Urban Development. Washington, DC.: World Bank, 2018.

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.

MARCHI, M. E. V.; BRESSIANI, P. A.; BARBOSA, P. M. **Digestão anaeróbia de resíduos orgânicos para cozinha industrial dos restaurantes Latife**. 2014. 114 p. TCC (Graduação) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos** – 2022. Brasília: SNIS, 2022. Disponível em: [https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/Snis/RESIDUOS\\_SOLIDOS/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_RS\\_SNIS\\_2022.pdf](https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Snis/RESIDUOS_SOLIDOS/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_RS_SNIS_2022.pdf). Acesso em: 29 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Tratado global contra poluição plástica pode ficar pronto até 2024**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/02/1809202>. Acesso em: 1 nov. 2023.

PACTO GLOBAL. **Blue Keepers**. 2023. Disponível em: <https://pactoglobal.org.br/pg/blue-keepers>. Acesso em: 1 nov. 2023.

PÉREZ, J. M. **Testes em uma planta de pirólise rápida de biomassa em leito fluidizado: critérios para sua otimização**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

RODRIGUES, A. S.; REZENDE NETO, O.; MALAFAIA, G. Análise da percepção sobre a problemática relativa aos resíduos sólidos urbanos revelada por moradores de Urutaí, Goiás, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.

SÃO PAULO (Estado). **Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo**. São Paulo, 2020. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020\\_final.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/12/plano-resi%CC%81duos-solidos-2020_final.pdf). Acesso em: 01 nov. 2023.

SÃO PAULO (Estado). Resolução SMA-079 de 04 de novembro de 2009. Estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento da atividade de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia – URE. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, 5 nov. 2009. Seção 1, p. 44-45.

SOUZA, Roseane Maria Garcia Lopes de (coordenação) **Saneamento ambiental e saúde do catador de material reciclável**. São Paulo : Limiar, 2018 146p (Realização: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental) disponível em: <https://www.mncr.org.br/biblioteca/publicacoes/livros-guias-e-manuais/saneamento-ambiental-e-saude-do-catador-de-material-reciclavel>. Acesso em: 17 nov. 2023.

TURRA, A. et al. **Lixo nos Mares**: do entendimento à solução. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2020.

TURRA, A. et al. **PEMALM**: plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar do estado de São Paulo. São Paulo: Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente, 2021. Acesso em: 01 nov. 2023.

VERMA, S. **Anærobic Digestion of Biodegradable Organics in Municipal Solid Wastes**. Dissertation (M.Sc) - Earth Resources Engineering, Columbia University, New York, 2002.

WASTE TO ENERGY RESEARCH TECHNOLOGY (WTERT). **Scope of operations of WTERT Council**. 2010. Disponível em: <http://wtert.zju.edu.cn/en/about.asp>. Acesso em: 08 dez. 2023.

WHITING, K.; FANNING, M.; WILYMAN, M. **Review of State-of-Art Waste to Energy Technologies**. [S. I.]: WSP Environmental Limited. jan. 2013.

WIRTH, I. G. **Movimento de Catadores e a Política Nacional de Resíduos Sólidos: a experiência do Rio Grande do Sul**. 2016. 256 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

WORLD BANK. **Technical Guidance Report on Municipal Solid Waste Incineration**. Washington, DC.: The World Bank, 1999.

# Anexo A

## EXTRATO MODELO DE CONTRATO COM COOPERATIVA

### CONTRATO CELEBRADO ENTRE A PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE \_\_\_\_\_ E A COOPERATIVA \_\_\_\_\_ PARA PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE COLETA SELETIVA SOLIDÁRIA DA FRAÇÃO SECA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, COMERCIAIS E INDUSTRIAIS RECICLÁVEIS OU REUTILIZÁVEIS NO MUNICÍPIO.

O MUNICÍPIO DE \_\_\_\_\_, com sede administrativa na  
Endereço \_\_\_\_\_, inscrita no CNPJ sob n.º \_\_\_\_\_,  
representada pelo **Secretário de Meio Ambiente Sr/Sra.** \_\_\_\_\_, doravante  
denominado simplesmente **CONTRATANTE**, e a **COOPERATIVA**  
\_\_\_\_\_, com domicílio à \_\_\_\_\_, n.º \_\_\_\_\_, Bairro  
\_\_\_\_\_ entidade devidamente inscrita no CNPJ sob n.º  
\_\_\_\_\_, representada por seu presidente,  
\_\_\_\_\_, brasileiro/a, solteiro/casado, trabalhador cooperado,  
residente e domiciliado nesta cidade, na Rua \_\_\_\_\_, n.º \_\_\_\_\_, Bairro  
\_\_\_\_\_, portador do RG \_\_\_\_\_ e do CPF n.º \_\_\_\_\_, doravante  
denominada simplesmente **CONTRATADA**, celebram este **CONTRATO** nos termos ser  
regido pelas seguintes cláusulas e condições:

#### CLÁUSULA PRIMEIRA DA LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

I. O presente CONTRATO e os eventuais termos aditivos se regem pelas disposições das Leis Federais n.º 8.666, de 21 de Junho de 1993, em especial o inciso XXVII, do art.24; a de n.º 11.445, de 04 de Janeiro de 2007, e seu Decreto n.º 7.127, de 21 de Junho de 2010, e n.º 12.305, de 02 de Agosto de 2010, e seu Decreto n.º 7.404, de 23 de Dezembro 2010, com as respectivas alterações posteriores, aplicando-se, supletivamente, as normas da Lei Federal n.º 10.406, de 10 de Janeiro de 2002, com as respectivas alterações posteriores, e a n.º 12.690/2012, bem como a Lei Municipal n.º \_\_\_\_\_.

II. As omissões constantes neste CONTRATO serão sanadas pela legislação a que se refere item I desta CLÁUSULA.

III. Sem prejuízo do disposto nesta CLÁUSULA, o presente CONTRATO se vincula ao PLANO DE TRABALHO regedor dos serviços de coleta seletiva solidária da fração seca dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais recicláveis ou reutilizáveis, que passa a fazer parte integrante deste CONTRATO independentemente de transcrição.

IV - O presente contrato integra o Processo Administrativo n.º \_\_\_\_\_, e tem como seus anexos os documentos daquele processo, a manifestação da Procuradoria Geral do



Município sobre Dispensa de Licitação, o Plano de Trabalho e demais subsídios, que as partes declaram ter pleno conhecimento e aceitam como suficientes para em conjunto com este contrato definir o objeto deste e permitir o seu integral cumprimento.

V - Ao presente contrato estarão vinculados todos os termos e aditivos que vierem a ser firmados e que importem em alterações de qualquer condição contratual desde que, devidamente assinados pelos representantes legais das partes.

## **CLÁUSULA SEGUNDA DO OBJETO**

I. Constitui objeto do presente Contrato a prestação de serviço de coleta e transporte de resíduos recicláveis e reaproveitáveis domiciliares, comerciais e industriais, em 100% da área urbana do município de \_\_\_\_\_, conforme rotas e horários estabelecidos no Plano de Trabalho, a ser efetuada pela **CONTRATADA** formada por pessoas físicas que catam materiais recicláveis e de baixa renda, podendo ter cadastro na Secretaria Municipal de Assistência Social em conformidade com o Decreto Federal 6.135 de 26 de Junho de 2007, para fundamentação de contratação, em processo de dispensa de licitação, com fulcro no inciso XXVII do artigo 24 da Lei Federal nº 8666/93, compreendendo as seguintes atividades:

- a) Serviços de coleta seletiva da fração seca dos resíduos, sólidos domiciliares, bem como dos comerciais e industriais recicláveis ou reutilizáveis, com transportes próprios e ou cedidos;
- b) Serviços de triagem e de beneficiamento primário da fração seca dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais recicláveis ou reutilizáveis;
- c) Serviço de destinação ambientalmente adequada da fração seca dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais recicláveis ou reutilizáveis, pelo prazo do contrato

## **CLÁUSULA TERCEIRA DA DEFINIÇÃO DOS SERVIÇOS DE COLETA SELETIVA**

I. Definem-se como seletiva a coleta e transporte regular dos materiais recicláveis disponibilizadas pelos domicílios, estabelecimentos comerciais e industriais, em vias ou logradouros públicos ou nos próprios locais de funcionamento dos estabelecimentos no âmbito do município de \_\_\_\_\_.

II. Especificações dos resíduos a serem recolhidos, segregados e comercializados:

- a) Resíduos sólidos domiciliares e Resíduos sólidos originários de estabelecimentos públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais e industriais, devidamente acondicionados. Entendem-se como materiais recicláveis todo material que tenha

- Revistas;
- Envelopes;
- Cadernos;
- Impressos;
- Rascunhos;
- Fotocópias;
- Listas telefônicas;
- Cartazes;
- Aparas de papel;
- Caixas de papelão;
- Embalagens longa vida.

a.2) Plásticos, tais como:

- Potes;
- Embalagens;
- Copos;
- Garrafas;
- Plástico termo fixo;
- Espelhos de tomada;
- Frascos de produto de limpeza e higiene pessoal (xampus, detergentes, etc.);
- Tampas;
- Sacos e sacolas;
- Utensílios plásticos usados (baldes, canetas, etc.);
- Brinquedos de plásticos;
- Isopor.

a.3) Metais, tais como:

- Tampinhas;
- Latinhãs e enlatados;
- Talheres de metais;
- Tampas de painéis e painéis em geral;
- Pregos (embalados);
- Quaisquer embalagens descartáveis.

a.4) Vidros inteiros ou não, tais como:

- Garrafas;
- Potes de conservas;
- Frascos em geral;

a.5) Óleo de cozinha

III. A coleta a ser realizada nas vias e logradouros da cidade de \_\_\_\_\_, no conceito de coleta porta a porta e nos LEV's podendo, também, ser realizado contrato/parcerias para coleta nos grandes geradores.

IV. Não será considerado, a título de objeto contratual, e, conseqüentemente, não fará parte do pagamento pela **CONTRATANTE**, a pesagem de materiais diversos dos constantes na letra "a" desta cláusula, bem como os considerados e implantados no sistema de logística reversa.



## CLÁUSULA QUARTA DA FORMA DE EXECUÇÃO

I. A coleta inicia-se na data estipulada na Ordem de Serviço a ser formalizada pela Chefia de Resíduos Sólidos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, na abrangência de 100% da área urbana do Município, sendo, o centro e os bairros relacionados no Plano de Trabalho, e deverão seguir todas as diretrizes aqui descritas e ainda deverá atender, eficazmente, as finalidades que dele naturalmente se esperam, atendendo os requisitos de QUALIDADE e as normas e legislações de SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, do MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, normas e legislações AMBIENTAIS e SANITÁRIAS federais, estaduais e municipais e, quando for o caso, as legislações específicas das Agências Reguladoras, dos Ministérios da Saúde, do Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento e demais normas e legislação pertinente e em vigência.

II. Deverá, ainda, a Cooperativa, cumprir todas as exigências legais a fim de atender em sua totalidade o que prescreve o inciso XXVII, artigo 24 da Lei Federal nº 8666/93, na qual a mesma deverá ser composta por pessoas físicas de baixa renda e catadores de materiais recicláveis.

III. A **CONTRATADA** deverá coletar todos os resíduos acondicionados em sacos plásticos, seja qual for o número deles, ou aqueles que puderem ser facilmente identificados como material reciclável, mesmo que embalados de maneira incorreta e diversa da aqui constante, de acordo com locais e frequência descritos no Plano de Trabalho, que poderão ser alterados a critério da **CONTRATANTE**, dos domicílios do município, bem como dos Prédios Públicos e estabelecimentos comerciais e industriais.

IV. Cabe a **CONTRATADA** se apresentar, nos locais e nos horários designados no Plano de Trabalho, com os cooperados devidamente identificados, providenciando veículos e equipamentos suficientes para a realização dos serviços.

V. A **CONTRATADA** poderá manter contratos com estabelecimentos classificados como grandes geradores de materiais recicláveis no município, desde que atendidos os seguintes requisitos:

- a) deverá haver prévia ciência da **CONTRATANTE** e posterior envio do instrumento contratual pela **CONTRATADA**;
- b) a contratação com grandes geradores não interferirá nem se comunicará ou confundirá com o objeto do presente Contrato, não podendo trazer prejuízos à **CONTRATANTE**;
- c) o material fruto desta coleta reverter-se-á em favor da **CONTRATADA**;
- d) a **CONTRATANTE** não remunerará a Cooperativa pelos serviços prestados aos grandes geradores;



e) verificados prejuízos à **CONTRATANTE** e aos termos deste contrato, a **CONTRATADA** será notificada para retificação dos termos contratuais com os grandes geradores, no prazo improrrogável de 30 (trinta) dias.

#### **CLÁUSULA QUINTA DA PERIODICIDADE E DOS SERVIÇOS**

I. A coleta dos resíduos recicláveis — Coleta Seletiva — deverá ser executada de segunda-feira a sábado, inclusive feriados, uma vez por semana em cada setor, no horário compreendido das 08 horas as 17 horas, podendo este horário ser estendido a critério da **CONTRATANTE** quando esta justificar a necessidade.

II. Poderá ser estabelecido horário diferenciado de coleta para atender as necessidades do comércio, devendo estar discriminado no Plano de Trabalho, sendo que:

a) Durante a semana: após as 17 horas, devendo estar concluída, no máximo, até as 22 horas;

b) Aos sábados, após o fechamento do comércio, devendo estar concluída, no máximo em até 02 horas após o encerramento do expediente.

III. Será atribuição da **CONTRATADA** programar os horários, escalas e os itinerários dos serviços, constantes do Plano de Trabalho a fim de criar uma rotina de horários junto à população, sendo que qualquer alteração do Plano de Trabalho deverá ser previamente encaminhada para anuência da **CONTRATANTE**.

IV. Qualquer alteração por parte da **CONTRATADA**, em virtude de alguma eventualidade (ex: feriados), deverá ser precedida de comunicação com antecedência mínima de 15 (quinze) dias úteis junto à **CONTRATANTE** e, desde que com sua anuência, informando a população no prazo adequado, conforme estabelecido na Cláusula Décima primeira.

#### **CLÁUSULA SEXTA EQUIPE E TIPO DE EQUIPAMENTO PARA A REALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS**

I. A Equipe para execução dos serviços da coleta e transbordo deverá ser composta, obrigatoriamente, por cooperados (pessoas) de baixa renda, com cadastro junto a Secretaria Municipal de Assistência Social, o qual deverá ser encaminhado a **CONTRATANTE**, e será indicada no Plano de Trabalho;

II - No caso de contratação de pessoas que não fizerem parte do quadro de cooperados, deverá ser seguida a legislação trabalhista vigente, normas da CLT e demais garantias nela estabelecidas.

#### **DO VEICULO COLETOR**

III. Os veículos que integrarão a coleta deverão estar em boas condições de uso, estando em perfeita conformidade com o Código de Trânsito Brasileiro, evitando-se prejuízos a



continuidade dos serviços, a população e ao meio ambiente, inclusive os fornecidos pela **CONTRATANTE**;

IV. A **CONTRATADA** deverá apresentar os veículos devidamente vistoriados por empresa de inspeção veicular acompanhados com os devidos laudos para apreciação da **CONTRATANTE**, imediatamente após a celebração do Contrato.

V. A **CONTRATANTE**, se reserva no direito de solicitar a troca de veículo, a qualquer momento durante a vigência do contrato, se julgar em desacordo com as condições de uso estabelecidas pela legislação vigente.

VI. As marcas, os modelos e outras características dos veículos propostos para a realização dos serviços ficam a critério da **CONTRATADA**, respeitada as condições acima estabelecidas.

VII. A **CONTRATADA**, caso opte pela locação de caminhões, deverá apresentar o respectivo contrato de locação dos mesmos, devidamente registrado em órgão competente, acompanhado dos laudos de vistoria descritos acima.

## DAS EXIGENCIAS DOS GALPÕES DE ARMAZENAMENTO E SEGREGAÇÃO

VIII. A **CONTRATANTE** respeitará os termos deste Contrato que dispõe sobre o uso e conservação da área localizada na \_\_\_\_\_, denominado Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, sendo que os galpões, refeitório completo, vestiários, banheiros, instalações administrativas construídos pela **CONTRATANTE** nesta área, para uso da **CONTRATADA**, integram a presente contratação e se descrevem no Plano de Trabalho;

IX. Cabe a **CONTRATADA** seguir as orientações que deverão ser apresentadas pela **CONTRATANTE**, sendo os seguintes documentos e exigências:

- a) Autorização e/ou alvará de funcionamento expedido pela secretaria de finanças do município;
- b) atender as exigências descritas na norma técnica de segurança do trabalho que estarão no Auto de Vistoria do Corpo de Bombeiros - AVCB, no que compreende a:
  - b.1. rota de fuga;
  - b.2. extintores de incêndio;
  - b.3. banheiros ou vestiários em boas condições de uso;
- c) atender as normas da Vigilância Sanitária correlatas às atividades;
- d) atender às exigências da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

## CLÁUSULA SÉTIMA DO PREÇO

I. Pela execução dos serviços objeto deste contrato, qual seja, a coleta seletiva da fração seca dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais recicláveis ou reutilizáveis em 100% da área urbana deste município, com o transporte, triagem e beneficiamento, bem como a destinação ambientalmente adequada, pelo tempo de duração do contrato,

dos materiais coletados, a **CONTRATANTE** remunerará a **CONTRATADA** com o valor mensal estimado de R\$ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_), perfazendo o valor anual estimado de R\$ \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_).

**PARÁGRAFO PRIMEIRO.** Os valores mensais a serem pagos a **CONTRATADA** serão compostos da seguinte forma:

- a) R\$ 480,00 (quatrocentos e oitenta reais) por tonelada de material, acompanhada dos respectivos tickets de entrada e do rejeito que será descontado após procedimento de triagem, limitando-se este valor à meta de 62,5 (sessenta e duas e meia) toneladas por mês de resíduos reciclável/reutilizável;
- b) A partir da meta descrita acima, será pago o valor de R\$ 195,00, correspondente ao valor pago para destinação final para os resíduos sólidos doméstico úmido;
- c) Apenas será objeto de pagamento a coleta dos materiais exclusivamente recicláveis/reutilizáveis recolhidos de acordo com Cláusula Terceira deste contrato;
- d) As despesas deste Contrato correrão por conta da \_\_\_\_\_.

**PARÁGRAFO SEGUNDO.** A metodologia de pagamento observará a seguinte rotina:

c.1. O dado referência para calcular o valor a ser pago no mês de prestação de serviço será o  $P_{med}$  = peso de medição, cuja mensuração segue a fórmula:

$$P_{med. \text{ mês}} = \sum P_{Liq. \text{ diário}} - \sum R \text{ diário}$$

sendo que,

$$P_{liq.} = P_{bruto} - T_{caminhão}$$

LEGENDA:

$P_{med.}$  = Peso referência para o cálculo do pagamento no mês de referência.

$P_{liq.}$  = Resultado da subtração do peso bruto e a tara do caminhão.

$P_{bruto}$  = Peso do caminhão ao adentrar o Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos de \_\_\_\_\_ após a coleta.

$T_{caminhão}$  = Peso do caminhão vazio mensurado diariamente antes da coleta.

$R$  = Rejeito<sup>1</sup> produzido no processo de triagem e que será pesado e encaminhado ao transbordo para destinação final adequada.

C.2. O protocolo dos dados da medição dos serviços prestados na Secretaria de Meio ambiente deverá ocorrer no primeiro dia útil de cada mês, referente ao mês imediatamente anterior, apurado em relatórios diários, assinados por responsável designado pela **CONTRATANTE** e pela **CONTRATADA**, que servirão de base de cálculo para pagamento.

---

<sup>1</sup> Rejeito - resíduos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentam outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada;



C.3. Os dados mínimos a serem protocolizados para fins de comprovação da medição estarão em Tabela de Controle da Coleta e Triagem que é parte integrante do Plano de Trabalho e que deverá ser preenchida pela **CONTRATADA**

C.4. As comprovações dos valores informados na Tabela de Controle da Coleta e Triagem, como tickets, notas fiscais e demais documentos identificados como necessários pelo gestor do CONTRATO deverão ser apresentados pela **CONTRATADA**.

PARÁGRAFO TERCEIRO. Fica obrigada a **CONTRATADA** a fornecer juntamente com a Nota Fiscal de serviço os seguintes documentos:

- a) Pesagem das coletas e dos rejeitos, obrigatoriamente com a assinatura do Fiscal da **CONTRATANTE**, acompanhadas dos tickets de entrada e saída;
- b) Folha de retirada (pagamento) dos cooperados do mês anterior;
- c) Comprovante de pagamento do GPS;
- d) Certidão negativa de débitos trabalhistas;
- e) Certidões negativas de débitos tributários (federal, estadual e municipal);
- f) CRF — Certificado de regularidade do FGTS;
- g) SEFIP - Sistema Empresa de Fundo de Garantia e Informação à Previdência Social.

#### CLÁUSULA OITAVA DA FORMA DE PAGAMENTO

I. O pagamento ocorrerá em até 30 (trinta) dias após a apresentação da nota fiscal/fatura, desde que acompanhada das medições, por meio de transferência eletrônica ao prestador de serviços do objeto contratado, devendo constar o número do Processo Administrativo.

II. Se durante a verificação dos documentos pela **CONTRATANTE** identificar que a **CONTRATADA** deixou de apresentar documentos necessários para a confecção de seu parecer, será encaminhado Pedido de Informação, que poderá ser via e-mail, com o prazo para o término da fiscalização e, conseqüentemente, o de pagamento que ficará suspenso até regularização da situação.

III. Em caso de descumprimento, por parte da **CONTRATADA**, de algum requisito elencado, o prazo para o pagamento poderá ser suspenso pela Administração enquanto perdurar a violação, sem prejuízo das demais sanções previstas na Lei Federal nº 8.666/93 e suas alterações.

IV. Não será concedida antecipação de pagamento ainda que por requerimento da **CONTRATADA**.

V. O atraso na entrega dos documentos acima descritos, por culpa da **CONTRATADA**, isentará a **CONTRATANTE** do pagamento de quaisquer acréscimos, sob qualquer título, relativos ao período em atraso.

#### CLÁUSULA NONA

## DA VIGÊNCIA

- I. O presente Contrato terá vigência de 16 de abril de 2021 até 15 de abril de 2022, podendo ser prorrogado por 12 meses limitado ao máximo de 60 (sessenta) meses.
- II. Decorrido o prazo de 12 (doze) meses da vigência deste contrato, com a sua prorrogação, a **CONTRATADA** fará jus ao reajuste do valor contratual descritos no Parágrafo Primeiro, da Cláusula Sétima, pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo – IPCA
- III. O prazo de execução terá início na data estipulada na Ordem de Serviço a ser expedida pelo Secretaria de Meio Ambiente.

## CLÁUSULA DÉCIMA DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATANTE

- I. Realizar os pagamentos devidos à **CONTRATADA**, segundo os valores, os prazos e as condições estabelecidas neste CONTRATO.
- II. Exercer ampla fiscalização sobre os serviços objeto deste CONTRATO, inclusive nas instalações da **CONTRATADA**, buscando aferir o cumprimento das metas de coleta, bem como as quantidades de toneladas coletadas, estabelecidas neste CONTRATO;
- III. Fornecer à **CONTRATADA**, documentos, informações e demais elementos que possuir e forem necessários em prol da execução dos serviços objetos deste CONTRATO;
- IV. Ofertar suporte à **CONTRATADA** na consecução dos serviços de informação ambiental mediante a realização de campanhas educativas, publicitárias e informativas junto aos geradores da fração seca dos resíduos sólidos domiciliares, comerciais e industriais recicláveis ou reutilizáveis;
- V. Notificar a **CONTRATADA**, por escrito, caso sejam constatadas eventuais irregularidades ou defeitos na execução do objeto do contrato, fixando-lhe prazo para as devidas correções;
- VI. Manter contatos com a **CONTRATADA**, sempre por escrito, podendo ser por e-mail, ressalvados os casos determinados pela urgência, aos quais deverão ser confirmados também por escrito, em até 03 (três) dias úteis de suas ocorrências;
- VII. Elaborar em conjunto com a **CONTRATADA**, sempre que houver necessidade de adequações, novo plano de coleta, bem como dos rejeitos desta;
- VIII. Implantar a coleta seletiva em todos os Órgãos Municipais e suas Autarquias;
- IX. Indicar funcionário para acompanhamento da medição dos serviços executados;
- X. Ceder espaço físico no Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos Sólidos de \_\_\_\_\_, com equipamentos e estruturas que estarão descritos e demarcados no Plano de Trabalho, bem como responder pelas obras necessárias nessas, fornecendo ainda energia elétrica, água, telefonia e rede de internet.
- XI. Fornecer à **CONTRATADA**, em complemento ao seu próprio, caminhão (ões) em condições de uso, exclusivamente para a coleta no Município, sendo descritos no Plano de Trabalho, devendo estes sempre pernoitar no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de \_\_\_\_\_.



XII. Fornecer estruturas metálicas para novos Locais de Entrega Voluntário – LEVs e manutenção das antigas.

### CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA DAS OBRIGAÇÕES DA CONTRATADA

I. Realizar a coleta diária e o transporte, de segunda-feira a sábado, inclusive feriados, na forma descrita no Plano de Trabalho, de todos os resíduos recicláveis ou reaproveitáveis encontrados no respectivo setor de coleta, conforme mapeamento, com ao menos 01 (um) caminhão próprio e o(s) cedido(s) pela **CONTRATANTE**, sendo todos de responsabilidade da **CONTRATADA**;

II. Poder alterar o horário de coleta, desde que embasada em relatório do Plano de Trabalho e submetida à prévia ciência e aquiescência da **CONTRATANTE**;

III. Cada veículo empregado na coleta, seja da **CONTRATANTE** ou da **CONTRATADA**, deve ter 01 (uma) equipe de guarnição com 01 (um) motorista habilitado na categoria exigida para o tipo de veículo e no mínimo 2 (dois) coletores;

IV. Cumprir todo o mapeamento (dia/bairro), bem como completar todo o itinerário de coleta de forma que não haja abandono ou esquecimento de materiais sem serem coletados;

V. Operar com organização completa, independente e sem vínculo com a **CONTRATANTE**, executando o serviço, com pessoal próprio (cooperado ou contratado), em número suficiente, devidamente habilitado para execução de suas tarefas. Em caso de contratação de empregados, deve a **CONTRATADA** respeitar as legislações civis, trabalhistas e previdenciárias, com as devidas anotações e recolhimentos;

VI. Evitar prejuízos aos serviços prestados à população, comunicando imediatamente a **CONTRATANTE** sobre problemas e ou falhas na coleta, obrigada ainda a informar em tempo hábil aos municípios sobre a alteração ocorrida;

VII. Responsabilizar-se pelo comportamento moral e profissional de seus cooperados e contratados, respondendo integralmente por danos ou prejuízos comprovadamente causados ao pessoal ou aos equipamentos da **CONTRATANTE** ou de terceiros e devendo respeito aos fiscais da **CONTRATANTE** quando no exercício da função;

VIII. Providenciar equipe para o treinamento de emergência e casos eventuais quando solicitados pela **CONTRATANTE**, sem prejuízo da coleta diária;

IX. Apresentar o quantitativo no Plano de Trabalho (nº de cooperados por equipes), bem como planilha contendo nome, função e valor da retirada, bem como cadastro atualizado pela Secretaria de Assistência Social;

X. Fornecer aos cooperados, uniformes completos e adequados ao tipo de serviço executado, de modo que os mesmos se apresentem, diariamente, no melhor aspecto de higiene e limpeza;

XI. Distribuir os equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e outros equipamentos adequados e obrigatórios, necessários à execução do serviço do objeto contratado, exigindo dos cooperados a sua correta utilização, devendo a **CONTRATADA** zelar pela integridade dos EPIs, apresentando quando necessário relatório elaborado por Médico e Engenheiro de Segurança de Trabalho e os respectivos laudos, conforme legislação vigente;

XII. Divulgar e orientar a população, em conjunto com a **CONTRATANTE**, quanto a importância da separação adequada dos resíduos, diferenciando o que é reciclável, orgânico ou rejeito, bem como os Resíduos de Construção Civil, os Volumosos e os Vegetais;

XIII. Realizar a triagem, prensagem, acondicionamento dos resíduos recicláveis ou reaproveitáveis coletados a serem comercializados (destinação ambientalmente adequada), evitando riscos à saúde pública e ao meio ambiente, eliminando material reciclável misturado ao rejeito; sendo que a comercialização aqui referida apenas competirá à **CONTRATADA** enquanto durar o presente contrato;

XIV. Encaminhar para o serviço público de coleta de resíduos domiciliares, exclusivamente, eventuais resíduos orgânicos ou rejeitos que possam estar misturados com os recicláveis, cuidando para que tenham destinação ambientalmente adequada, devendo ser pesado e disposto para o devido encaminhamento pela **CONTRATANTE**;

XV. Solicitar a presença ou comunicar imediatamente a **CONTRATANTE**, os casos de acidente de trabalho, assim como os acidentes de trânsito durante a execução dos serviços, que ocasionem ou não danos pessoais ou materiais em bens da **CONTRATANTE** ou de terceiros, exceto os acidentes de trânsito de pequena monta. Ocorrendo acidentes que ocasionem danos pessoais ou matérias, seja em bens da **CONTRATANTE** ou de terceiros, a responsabilidade de reparação é exclusiva da **CONTRATADA**, inclusive pelas infrações de trânsito;

XVI. Comunicar a **CONTRATANTE** quando aparecer resíduos perigosos ou contaminados junto aos materiais recicláveis coletados, para as providências cabíveis junto ao gerador e aos órgãos competentes;

XVII. Manter os equipamentos e as dependências do local de separação sempre limpos e organizados, respeitando as normas relativas à segurança no trabalho e saúde ocupacional, assim como as estabelecidas pela Vigilância Sanitária e pelas legislações ambientais vigentes e as determinações da **CONTRATANTE**;

XVIII. Não permitir o trabalho de menores de idade em atendimento a Lei nº 8.069/1990;

XIX. Garantir o direito de retirada mínima de 01 (um) salário mínimo (federal) para os cooperados;

XX. Prestar contas à **CONTRATANTE** da forma abaixo elencada:

a. Apresentar a Prestação de Contas (Relatório Financeiro) do serviço objeto deste contrato, bem como da venda dos materiais coletados e triados, a fim de comprovar a destinação ambientalmente adequada dos resíduos, devidamente aprovada em reunião dos cooperados, do mês anterior ao do serviço prestado, contento todas as Receitas e Despesas da cooperativa **CONTRATADA**, devidamente acompanhadas de Notas Fiscais ou outros documentos que sirvam de comprovação;

b. Saldo financeiro;

c. Demonstrativo das Sobras ou Perdas, Balanço Patrimonial, acompanhado do Parecer do Conselho Fiscal do exercício anterior, até a data de 30 (trinta) abril do ano subsequente, para a publicação na Imprensa Oficial do Município;

d. Demais documentações pertinentes, inclusive as mencionadas na Cláusula Sétima, Parágrafo Terceiro;



XXI. A **CONTRATADA** poderá receber doações, ou doar materiais recicláveis entre cooperativas, outros catadores ou ONGs de reciclagem, mediante comunicação formal à **CONTRATANTE**, não sendo computado para fins de medição;

XXII. Realizar descarga dos materiais recicláveis coletados apenas em local pré-determinado, no Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos Sólidos de \_\_\_\_\_ – Setor de Triagem, nos LEVs, ou em centro próprio, desde que licenciado;

XXIII. Manter os equipamentos e as dependências do local de separação sempre limpos e organizados, respeitando as normas relativas à segurança no trabalho e saúde ocupacional, assim como as estabelecidas pela Vigilância Sanitária e pelas legislações ambientais vigentes e as determinações da **CONTRATADA**;

XXIV. Não permitir o uso de entorpecentes ou bebidas alcoólicas durante o trabalho ou nas dependências da cooperativa;

XXV. Não permitir o uso de tabaco no interior dos galpões;

XXVI. Não permitir a prática de atividades que possam causar incêndios ou outros danos às dependências do Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos Sólidos de \_\_\_\_\_, bem como não tratar e criar qualquer tipo de animal, domésticos ou não;

XXVII. Os veículos que integrarão a coleta deverão estar em boas condições de uso, estando em perfeita conformidade com o Código de Trânsito Brasileiro, devendo passar anualmente por vistoria de inspeção veicular junto a **CONTRATANTE** antes de iniciar a prestação de serviços;

XXVIII Não permitir aos cooperados manusear e retirar e ou garimpar resíduos amontoados na Área de Transbordo dos Resíduos Sólidos Domiciliares localizados no Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos de \_\_\_\_\_;

XXIX. Permitir à fiscalização livre acesso aos locais de trabalhos, nos setores, aos veículos, aos cooperados e contratados, bem como a todos os documentos pertinentes à execução do contrato e de seus integrantes.

XXX. Manter sob suas expensas os equipamentos públicos e mobiliários que estarão sob custódia da **COOPERATIVA** enquanto perdurar o CONTRATO, bem como, executar pequenos reparos e eventuais reformas nos prédios em razão de seu uso.

XXXI. Quaisquer obras e reformas para melhor acomodação e funcionamento dos serviços que forem executadas, deverão ser autorizadas pela **CONTRATANTE**, sendo que estas incorporadas ao patrimônio público sem direito à retenção e indenização de benfeitorias.

## CLÁUSULA DOZE DAS PENALIDADES

I. Para fins de classificação das penalidades pontuais a serem impostas pela **CONTRATANTE**, unilateralmente, a fim de garantir melhor dinâmica no cumprimento das obrigações contratuais por parte da **CONTRATADA**, ficam assim descritas:

a. Penalidades leves;

a.1. Uniforme em más condições de conservação, aspecto e higiene (sujos, rasgados, sem identificação da **CONTRATADA**, etc.);

a.2. Deixar de efetuar a devida limpeza e organização do pátio e dos barracões.

b. Penalidades médias;

b.1. Permitir que o cooperado utilize o EPI sem a devida funcionalidade e/ou em mau estado de conservação;

b.2. Permitir que o cooperado deixe de usar o uniforme fornecido;

b.3. Deixar de tratar o munícipe com urbanidade (a denúncia partirá do munícipe através do telefone de reclamações da ouvidoria, que será averiguado in loco pelos fiscais da **CONTRATANTE**);

b.4. Agredir verbalmente a quem quer que seja (munícipes, fiscais da **CONTRATANTE** e demais agentes vinculados ao serviço);

b.5. Executar carga e descarga em local diferente do pré-Determinado;

b.6. Deixar de efetuar o recolhimento total do material;

b.7. Deixar de acondicionar o rejeito na forma adequada.

c. Penalidades graves;

c.1. Permitir que o cooperado deixe de usar o EPI fornecido;

c.2. Deixar de fornecer uniforme aos cooperados;

c.3. Não exercer a moralidade e profissionalismo;

c.4. Interferir ou impedir o trabalho da fiscalização;

c.5. Deixar de cumprir o Plano de Trabalho dia/bairro;

c.6. Deixar de separar todo e qualquer material reciclável;

c.7. Permitir a permanência de menor de idade no interior do Centro de Gerenciamento de Resíduos Domiciliares de \_\_\_\_\_;

c.8. Realizar pesagem do material coletado com pessoas ou objetos estranhos ao contratado, em cima dos caminhões, ou de qualquer outra forma a alterar para maior o peso a ser medido.

c.9. Deixar de apresentar documentos exigidos pela **CONTRATANTE**.

d. Penalidades gravíssimas.

d.1. Deixar de distribuir EPIs aos Cooperados;

d.2. Agredir fisicamente a quem quer que seja (munícipes, fiscais da **CONTRATANTE** e demais agentes vinculados ao serviço);

- d.3. Fumar no interior do Centro de Gerenciamento de Resíduos Domiciliares de \_\_\_\_\_;
- d.4. Permitir o uso de bebida alcoólica/drogas durante o expediente;
- d.5. Permitir que o cooperado se apresente ao trabalho alcoolizado ou drogado;
- d.6. Utilizar-se de mão-de-obra infantil;
- d.7. Obstruir a rota de fuga e o acesso aos extintores;
- d.8. Manusear e retirar e ou garimpar resíduos amontoados na Área de Transbordo dos Resíduos Sólidos Domiciliares localizados no Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos de \_\_\_\_\_.

II. A **CONTRATADA** estará sujeita as seguintes sanções:

a) O descumprimento das obrigações assumidas no contrato acarretará:

a.1) Multa pelo atraso injustificado na execução do objeto contratado, aplicada na base de 0,33% (trinta e três centésimos por cento) por dia de atraso, incidente sobre o valor mensal da parcela inadimplida da obrigação, limitada a 30 (trinta) dias, a partir dos quais será causa da rescisão do Contrato. Contar-se-á o prazo a partir da data de inexecução do objeto;

a.2) Multa de 10% (dez por cento), calculada sobre o valor total da contratação devidamente atualizado, sem prejuízo da aplicação de outras sanções previstas no art. 87 da Lei nº 8.666/93, na hipótese de recusa injustificada da **CONTRATADA** em retirar a Ordem de Serviço ou de celebrar o termo contratual, no prazo máximo de 05 (cinco) dias úteis, após regularmente convocada, caracterizando inexecução total das obrigações acordadas.

III. A **CONTRATANTE** aplicará, primeiramente, advertência a **CONTRATADA** pelo descumprimento das exigências elencadas neste Contrato. Persistindo o descumprimento, serão impostas multas a **CONTRATADA**, sobre o valor global do mês de referência da execução dos serviços, a saber:

- a) Penalidades leves: 0,10% (dez décimos de por cento);
- b) Penalidades médias: 0,20% (vinte décimos de por cento);
- c) Penalidades graves: 0,30% (trinta décimos de por cento);
- d) Penalidades gravíssimas: 0,40% (quarenta décimos de por cento);
- e) Penalidades elencadas no Item II desta Cláusula, conforme índices mencionados.

IV. As sanções de multas poderão ser aplicadas concomitantemente com as demais, facultada a defesa prévia do interessado no prazo de 05 (cinco) dias úteis, contados a partir da data da notificação.

V. A aplicação das sanções previstas neste Contrato não exclui a possibilidade de aplicação de outras, previstas na Lei nº 8.666/93, inclusive a responsabilização por eventuais perdas e danos causados ao Município.

VI. Não será aplicada a multa se, justificada e comprovadamente, o atraso na execução do serviço advier de caso fortuito ou força maior.

VII. Para fins de cálculo da multa, o valor GLOBAL compreende o produto do valor mensal vigente no contrato.

VIII. A fiscalização terá livre acesso aos setores, aos veículos, pesagem e aos cooperados, bem como a todos os documentos pertinentes a execução do contrato.

### CLÁUSULA TREZE DA RESCISÃO

I. A inexecução deste Contrato, além de ocasionar as aplicações das penalidades, poderá ser rescindido pelos motivos e formas enumeradas nos arts. 78 e 79, da Lei Federal nº. 8.666/1993.

II. Os materiais que porventura ainda estejam no Centro de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares após rescisão, a **CONTRATADA** terá o prazo de 30 (trinta) dias para sua destinação adequada, sob pena da **CONTRATANTE** assim o fazer, sendo que custos gerados para execução de tal medida ser suportado pela **CONTRATADA**.

### CLÁUSULA QUATORZE DA FISCALIZAÇÃO, GESTÃO E CONTROLE DA E EXECUÇÃO DO SERVIÇO.

I. A Seção de Resíduos Sólidos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente exercerá a mais ampla e completa fiscalização dos serviços contratados, na forma legalmente prevista e demais instrumentos pertinentes, fiscalização essa que, em hipótese alguma, eximirá ou reduzirá as responsabilidades da **CONTRATADA**, advindas do compromisso firmado, tanto no campo cível, como no penal e trabalhista;

II. A fiscalização compreende:

- a) Transmitir a **CONTRATADA** as determinações e instruções da **CONTRATANTE**, sempre por escrito (ofício);
- b) Recusar serviços que não obedeçam às especificações da **CONTRATANTE**;
- c) Interromper qualquer serviço que não esteja de acordo com o Contrato e seus anexos, ou com a boa técnica, ou que atente contra a segurança e bens de terceiros mediante notificação, por escrito, à **CONTRATADA**, ou de forma sumária e verbal se verificada a impossibilidade de reparo imediato dos possíveis prejuízos;



d) Ordenar a imediata substituição de qualquer cooperado da **CONTRATADA** que venha a embarçar ou dificultar a ação da fiscalização ou cuja permanência no trabalho for julgada inconveniente pela fiscalização, correndo por conta exclusiva da **CONTRATADA**, quaisquer ônus decorrentes da lei, bem como, quaisquer outras despesas que de tal fato possam decorrer;

e) Praticar quaisquer atos, nos limites do Contrato, que se destinem a preservar todo e qualquer direito da **CONTRATANTE**;

f) Controlar os prazos estabelecidos para execução dos serviços, bem como as condições de trabalho;

g) Vistoriar os veículos/equipamentos que compõem a frota e a infraestrutura da **CONTRATADA**, podendo ser solicitada a substituição daqueles que não estão adequados ao bom andamento do serviço;

III. Os atos de fiscalização a que se referem os itens anteriores desta Cláusula não substituem nem excluem as competências fiscais e legais previstas, nem excluem a competência e responsabilidades da **CONTRATADA**.

#### **CLÁUSULA QUINZE DO CASO FORTUITO E/OU FORÇA MAIOR**

Os motivos de caso fortuito e/ou força maior, compreendidos no Direito Civil, deverão ser notificados e comprovados, por escrito, dentro de 05 (cinco) dias úteis de suas ocorrências e, desde que admitidos como tal, não serão incluídos na contagem dos prazos assumidos pela **CONTRATADA**.

#### **CLÁUSULA DEZESSEIS DO FORO**

Elegem as partes o foro da Comarca de \_\_\_\_\_, como competente, por mais privilegiado que outro possa parecer, para serem dirimidas as dúvidas e questões oriundas do presente contrato.

Mantendo-se demais condições entabuladas neste Contrato e, por estarem assim certos e ajustados, firmam o presente termo de aditamento em 03 (três) vias de igual teor na presença de testemunhas.

Município, dia de mês de ano.

**XXXXXXX**  
Secretário de Meio Ambiente

**XXXXXX**  
Cooperativa XXXXXXXXXX  
Diretor Presidente

**Testemunhas:**

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_











  
**ipt**

INSTITUTO DE  
PESQUISAS  
TECNOLÓGICAS