



III-014 - OS DESAFIOS E OPORTUNIDADES DO PLANEJAMENTO REGIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA REGIÃO METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA, SÃO PAULO, BRASIL

Letícia dos Santos Macedo⁽¹⁾

Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela Universidade Estadual de Campinas. Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola Politécnica (EP/USP). Pesquisadora do Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Doutoranda em Hidráulica e Saneamento na Escola Politécnica da USP.

Cláudia Echevengúá Teixeira⁽¹⁾

Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul. Mestre em Engenharia Civil, pela Universidade Estadual de Campinas. Doutora em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade de Sherbooke, Canadá. Pós-doutorado pela Universidade do Estado do Arizona. É responsável pelo Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Fernanda Peixoto Manó⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma pela Faculdade Integral Cantareira. Mestre em Gestão Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Pesquisadora do Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). Doutoranda em Biodiversidade na Universidade do Estado de São Paulo (UNESP).

Cecília Emi Yamanaka Matsumura⁽¹⁾

Administradora de Empresas pelo Instituto de Ensino Superior Senador Flaquer de Santo André, MBA USP Governança, Inovação em Tecnologias Digitais e Sustentabilidade e Especialização em Gestão e Planejamento de Cidades pela Universidade de São Paulo, Mestre em Cidades Inteligentes e Sustentáveis pela UNINOVE. Pesquisadora do Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Endereço⁽¹⁾: Avenida Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária – São Paulo - SP - CEP: 05508-901 - Tel: (11) 3767-4664 - e-mail: leticiasm@ipt.br.

RESUMO

Este artigo apresenta desafios e oportunidades identificados a partir de estudos de caso de três projetos desenvolvidos na Região Metropolitana da Baixada Santista, voltados para a Gestão de Resíduos Sólidos. Os projetos conduzidos pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), com apoio de parceiros, foram realizados entre 2014 e 2024. Entre eles estão dois projetos de pesquisa e desenvolvimento – o projeto ReCiclos e o projeto CCD-Circula (Centro de Ciência para o Desenvolvimento: Soluções para o Resíduo Pós-consumo), linha de pesquisa sobre a Mitigação do Impacto de Resíduos Orgânicos. O terceiro e principal projeto estudado foi a elaboração e implementação do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS). A Região Metropolitana da Baixada Santista, localizada no estado de São Paulo, Brasil, abrange nove municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, com uma área total de 2.373 km². Nesta região, cerca de 3% dos resíduos sólidos urbanos são reciclados, e 97 % é destinada a aterros sanitários. A geração estimada de resíduos na região é de 1.856 toneladas diárias, representando uma produção *per capita* de 0,99 kg por dia. O PRGIRS da Baixada Santista, publicado em 2018, visou auxiliar no planejamento e coordenação das ações de gestão de resíduos sólidos. Este plano representa um esforço colaborativo para identificar soluções viáveis econômica, social e ambientalmente, levando em consideração os desafios específicos, que incluem: a gestão de aterros sanitários que estão no fim de sua vida útil; limitações na implementação de novos sistemas de disposição; demandas da sociedade civil organizada por melhorias nas instalações de triagem e nas condições dos catadores de materiais recicláveis; além da necessidade de impulsionar a economia circular. Em conjunto os 3 projetos buscam



superar desafios na melhoria das práticas de gestão de resíduos, aprimorar a recuperação de materiais e energia, obter melhores resultados ambientais e sociais, reduzir custos e melhorar a qualidade dos serviços prestados.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de resíduos sólidos; economia circular; tecnologias de recuperação de resíduos; reciclagem; resíduos orgânicos; planejamento regional

INTRODUÇÃO

O avanço nas decisões relativas a resíduos sólidos passa por duas esferas, a esfera das inovações no campo tecnológico e na esfera de gestão. A esfera da gestão é baseada na construção e operacionalização dos modelos sustentáveis de gestão integrada de Resíduos Sólidos Urbanos, que consigam operacionalizar os conceitos de economia circular, pirâmide hierárquica da minimização dos resíduos à disposição final do rejeito em Aterro, o Ecodesign, a valorização de produtos, educação ambiental, logística reversa, entre outras ferramentas. Para tanto se torna necessário a reavaliação do processo produtivo, a revisão dos valores e redefinição dos produtos e consumo, para então criar o design e desempenho destes produtos, construir parcerias que operacionalizem o processo e a partir disto gerar valor.

O desenvolvimento desse sistema de gestão de resíduos é complexo e, para que seja sustentável a longo prazo, é necessário considerar todos os elementos físicos (infraestrutura e tecnologias) do sistema, todos os interessados (atores), e os aspectos estratégicos, incluindo aspectos ambientais, políticos, institucionais, socioculturais e econômico/financeiros (Guerrero, Maas e Hogland, 2013). O planejamento regional de resíduos sólidos tem como objetivo desenvolver um plano extensivo com uma administração sistemática das atividades para gerenciar resíduos sólidos dentro de uma região geográfica específica, abrangendo múltiplas cidades e adotando os conceitos e práticas de economia circular.

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, 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 contidos no ciclo de vida dos produtos e serviços.

Em 2015, a Comissão Europeia adotou o primeiro plano de ação para a economia circular, que foi atualizado em 2020 (EUROPEAN COMMISSION, 2015), com a introdução de medidas que visam: tornar os produtos sustentáveis por norma na EU; capacitar consumidores e compradores públicos; dar foco nos setores que usam mais recursos e onde o potencial de circularidade é alto, como: eletrônicos e TIC, baterias e veículos, embalagens, plásticos, têxteis, construção e edificações, alimentos, água e nutrientes; garantir menos desperdício; fazer a circularidade funcionar para pessoas, regiões e cidades e liderar esforços globais em economia circular (EUROPEAN COMMISSION, 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).

Neste artigo, foi utilizada a metodologia de estudo de caso e a análise SWOT para examinar a gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana da Baixada Santista, formando uma base de conhecimento com exemplos práticos de ações realizadas. A metodologia de estudo de caso permite uma investigação



aprofundada de projetos específicos, revelando contextos, processos e resultados detalhados. A análise SWOT (*Strengths* (Forças), *Weaknesses* (Fraquezas), *Opportunities* (Oportunidades), *Threats* (Ameaças)) complementa essa abordagem ao identificar e avaliar os pontos fortes, fraquezas, oportunidades e ameaças associados aos projetos (Brescovit, 2016). Isso proporciona uma visão holística dos desafios e oportunidades na gestão de resíduos sólidos na região, permitindo refletir sobre o cenário atual, pesar prós e contras, avaliar o impacto, e orientar o processo de tomada de decisões.

A Região Metropolitana da Baixada Santista é formada pela combinação de 9 municípios que compõem o litoral sul do estado de São Paulo: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente, que cobrem uma área de 2.373 km². Na região, uma pequena porção de resíduos sólidos municipais é reciclada (cerca de 3%) e o restante é enviado para aterros sanitários. Atualmente, a geração diária estimada de resíduos na região é de 1.856 t/dia, e a população em 2020 era de 1,8 milhão de pessoas (SEADE, 2021).

O Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista foi publicado em 2018 (IPT & AGEM, 2018), e tem como objetivo auxiliar no planejamento e direção de ações para a gestão de resíduos sólidos, em um esforço conjunto na busca por soluções economicamente, socialmente e ambientalmente viáveis para resíduos sólidos, considerando a singularidade e os desafios locais. Entre esses desafios, destaca-se o fim da vida útil dos aterros sanitários, pois esta é uma região com importantes restrições para a implementação de novos sistemas de disposição. Além disso, existem demandas da sociedade civil organizada por avanços na melhoria das unidades de triagem e condições para os coletores de resíduos, bem como o aumento da economia circular; as diferentes condições econômicas das cidades e os custos de gerenciamento de resíduos (altos custos); e, finalmente, a necessidade de tecnologias que melhorem a recuperação de materiais e energia.

METODOLOGIA

Este artigo foi elaborado a partir da análise do Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista e da avaliação da sua implementação realizada entre 2020 e 2024. A análise considerou o comportamento da geração dos resíduos e as ações implementadas na região pelo conjunto dos municípios da Baixada Santista. A metodologia utilizada neste estudo apresentou uma abordagem qualitativa descritiva, com análise de conteúdo. Gil (1999) trata o método descritivo como aquele que descreve as características de uma população ou fenômeno, permitindo identificação, análise e comparação de dados, além de estabelecer relações entre variáveis. Segundo Bardin (2004), a análise de conteúdo é uma técnica de análise das comunicações para se obter indicações quantitativas ou qualitativas, visando conhecer as condições da produção da comunicação.

A partir da sistematização dos dados referente ao gerenciamento dos resíduos foi realizada uma análise crítica da gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana da Baixada Santista pela equipe e coordenação desses projetos. A pesquisa qualitativa foi escolhida por sua capacidade de proporcionar uma compreensão contextualizada das práticas de gestão de resíduos na região.

A análise SWOT é uma ferramenta estratégica utilizada para identificar e avaliar os pontos fortes (*Strengths*), fraquezas (*Weaknesses*), oportunidades (*Opportunities*) e ameaças (*Threats*) de um projeto, organização ou situação específica. Esta análise ajuda a compreender os fatores internos e externos que podem influenciar o sucesso ou fracasso de iniciativas, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões estratégicas (Brescovit, 2016). A análise SWOT foi realizada a partir da coleta de dados apresentados nos Estudos de Caso reunindo informações detalhadas sobre os estudos desenvolvidos na temática de gestão de resíduos sólidos na Baixada Santista. Em seguida foram realizadas as seguintes etapas:

- Identificação de Pontos Fortes (*Strengths*): foram avaliados os aspectos positivos internos dos projetos. Isso pode incluir a eficácia das tecnologias utilizadas, a competência da equipe, a eficiência dos processos implementados e os resultados positivos alcançados.
- Identificação de Fraquezas (*Weaknesses*): foram examinados os aspectos negativos internos. Considerando limitações como a falta de recursos, problemas de infraestrutura, desafios na gestão, resistência à mudança e falhas nos processos.



- Identificação de Oportunidades (Opportunities): foram analisados os fatores externos que podem ser explorados para beneficiar os estudos. Isso pode incluir novas tecnologias, parcerias estratégicas, mudanças regulatórias favoráveis, financiamento disponível e aumento da conscientização pública sobre a reciclagem.
- Identificação de Ameaças (Threats): foram avaliados os fatores externos que podem representar riscos. Considere questões como mudanças adversas na legislação, flutuações econômicas, concorrência, resistência da população e desafios ambientais.

O PRGIRS da Baixada Santista foi desenvolvido por meio de um processo estruturado composto por quatro etapas: Mobilização Social, Diagnóstico, Prognóstico e Formulação de Diretrizes e Estratégias para Implementação. O processo de planejamento teve início em janeiro de 2017 e foi concluído em janeiro de 2018, com dados do ano-base 2016 formando a base do plano, o documento oficial com um conjunto abrangente de princípios, diretrizes, alternativas tecnológicas e ações. O PRGIRS abarca possíveis caminhos para resolver os desafios de gerenciamento de resíduos, visando aprimorar os padrões técnicos, ambientais, econômicos e sociais para o gerenciamento de resíduos na região.

O principal objetivo do plano englobou:

- Demonstração de arranjos intermunicipais e técnicos para o gerenciamento colaborativo de resíduos sólidos dentro da Baixada Santista.
- Promoção da redução de resíduos e otimização das práticas de separação de resíduos sólidos.
- Proposição de mecanismos e instrumentos para universalizar as práticas de redução de resíduos.
- Identificação de mecanismos e ferramentas para implementação de logística reversa, com foco específico na inclusão social.
- Definição de linhas de ação estratégicas para facilitar a implementação eficaz do Plano.
- Disseminação de informações relacionadas ao gerenciamento de resíduos em toda a região e promoção de esforços de comunicação e divulgação.
- Estimativa dos requisitos de financiamento necessários para concretizar as soluções propostas.

Para realizar esses objetivos, um plano de ação foi meticulosamente elaborado, incorporando: 4 princípios orientadores, 3 diretrizes, 26 estratégias, e 222 ações.

Nesse contexto, a implementação do PRGIRS foi o foco da segunda fase do projeto, que ocorreu entre 2020 e 2024. O principal objetivo desta fase foi de realizar uma avaliação abrangente das ações que foram executadas tanto nos níveis municipais quanto regional. Além disso, foram desenvolvidos instrumentos para facilitar a execução das estratégias e ações propostas, com ênfase particular na gestão de resíduos sólidos urbanos, especialmente resíduos domiciliares. A coleta de dados para atualizar o status do gerenciamento de resíduos na Baixada Santista foi realizada, com o ano-base estabelecido como 2020. Para avaliar o progresso, foi realizada uma análise comparativa entre os dados de 2016 a 2020.

Em conjunto com a elaboração e implementação do PRGIRS foram conduzidos diversos estudos estratégicos relevantes no impacto na gestão de resíduos sólidos na Região Metropolitana da Baixada Santista. Nos resultados e discussões serão apresentados o projeto ReCiclos, iniciado em 2015 e finalizado em 2019, que teve por objetivo a elaboração de um programa de apoio tecnológico aos municípios paulistas relacionado à gestão de resíduos urbanos (RSU). O segundo projeto ainda em andamento, apresenta o Centro de Ciência para o Desenvolvimento de Soluções para os Resíduos Pós-Consumo: Embalagens e Produtos (CCD Circula), que tem como missão prover soluções inovadoras voltadas ao problema dos resíduos pós-consumo para reduzir ou eliminar o seu impacto negativo, com base nos princípios da economia circular e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O que há em comum entre esses projetos é a busca por maior eficiência, sustentabilidade e a necessidade de coordenação entre múltiplas partes interessadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta a síntese de dados levantados em uma perspectiva comparativa, referentes a geração de resíduos ao longo de 4 anos, e mudanças da configuração do sistema de gerenciamento adotados pelo conjunto dos municípios da Baixada Santista. A Tabela 2 apresenta a geração de resíduos separados pelos municípios.

Tabela 1: Parâmetros levantados relacionados ao gerenciamento e a gestão de RSU na RMBS

Parâmetro	Unidade de medida	Ano de referência dos dados		Diferença (%)
		2016	2020	
População	Unidade (número)	1.765.431	1.829.026	4%
Massa resíduo coleta regular	Tonelada/ano	680.868	660.901	-3%
Massa resíduo coleta seletiva	Tonelada/ano	11.298	22.390	98%
Número de Cooperativas	Unidade (número)	11	15	36%
Número de cooperados	Unidade (número)	305	535	75%
Transbordos	Unidade (número)	7	7	0%
Tecnologias de aproveitamento de resíduos orgânicos	Unidade (número)	0	1	100%
Unidades de Disposição final	Unidade (número)	3	2	-33%
Custo médio total do gerenciamento por ano da RMBS (R\$/ano)	R\$/ano	229.079.734,20	288.523.896,30	26%

Fonte: elaborado pelos autores com dados do Instituto De Pesquisas Tecnológicas (2024)

Observa-se que a massa de resíduos da Baixada Santista, coletada pela coleta regular, vem reduzindo nos últimos 7 anos, sendo no ano de 2016 uma massa de 1.865 toneladas por dia e, no ano de 2020, de 1.810 toneladas por dia. A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a população de 2016 e 2020, de cada município da Baixada e, considerando que houve aumento populacional, estima-se que esta redução de massa total coletada pela coleta regular, pode ser resultante do aumento da coleta seletiva de materiais recicláveis e de outras ações de reaproveitamento de resíduos nos municípios. No caso do município de Santos, por exemplo, após a implementação de uma Lei municipal (Lei nº 952/2016), com regras de segregação na origem, principalmente pelos grandes geradores, este município apresentou significativo aumento da coleta seletiva, com impactos positivos na redução de resíduos destinados ao aterro a partir do ano de 2018.

Tabela 2: Municípios da Baixada Santista, população e geração de resíduos em 2016 e 2020

Município	População		Quantidade coletada em 2016				Quantidade coletada em 2020					
	2016	2020	Coleta regular		Coleta seletiva		TOTAL (t)	Coleta regular		Coleta seletiva		TOTAL (t)
			(t)	(%)	(t)	(%)		(t)	(%)	(t)	(%)	
Bertioga	57.109	64.526	29.260	98,3	494	1,7*	29.754	32.675	98,2	596	1,8	33.271
Cubatão	125.047	125.051	51.114	98,5	763	1,5	51.877	30.639	97	960	3	31.599
Guarujá	305.938	316.405	145.579	98,5	2.200	1,5	147.779	140.090	98,4	2.330	1,6	142.420
Itanhaém	94.088	98.757	33.983	99,4	198	0,6	34.181	41.250	99,5	199	0,5	41.449
Mongaguá	51.380	54.610	23.386	98,6	329	1,4	23.715	26.196	98	526	2	26.722
Peruíbe	63.609	66.201	29.003	99,7	92	0,3	29.096	31.123	100	0	0	31.123
Praia Grande	295.928	316.844	95.137	98,2	1.747	1,8	96.884	108.585	97,2	3.185	2,8	111.747
Santos	424.599	428.703	180.354	98	3.765	2	184.119	160.407	92,9	12.299	7,1	172.706
São Vicente	347.733	357.929	93.052	98,2	1.708	1,8	94.761	89.937	97,5	2.296	2,5	91.371

*Não está realizando coleta seletiva

Fonte: adaptada pelos autores com dados do Instituto De Pesquisas Tecnológicas (2024)

Avaliando-se comparativamente a geração de resíduos domiciliares de cada um dos 9 municípios, ou seja, aqueles coletados pela coleta regular, verifica-se que os municípios que apresentaram, no ano de 2020, uma maior geração *per capita* foram, respectivamente: Bertioga, Mongaguá, Peruíbe, Guarujá, Itanhaém, Santos,

Praia Grande, São Vicente e Cubatão. Deve-se considerar que, estes valores de geração *per capita* são impactados não apenas pela sazonalidade (população flutuante), como também pela forma de contabilização da coleta dos RSU e RSD de cada município, visto que alguns municípios realizam a coleta de alguns RSU juntamente com a coleta dos RSD e outros municípios, como não realizam a coleta desta forma, conseguem contabilizar essas massas separadamente.

Conforme pode ser observado, os municípios que apresentaram um aumento significativo na coleta seletiva, entre o ano de 2016 e 2020, foram Santos e Praia Grande, seguidos de São Vicente, Mongaguá e Cubatão. De maneira geral, a massa de material reciclável coletada pela coleta seletiva chegou a quase dobrar entre os anos de 2016 a 2020, com um aumento de 86 % entre um ano e outro, o que representa um aumento de massa de material coletado de 21 % ao ano. De forma geral, observou-se que houve aumento na quantidade total de materiais recicláveis coletados, entretanto, em específico no município de Santos, a capacidade instalada de triagem destes materiais não acompanhou o aumento da capacidade de coleta. Como forma de administrar esta questão, parte do material coletado pelo município de Santos passou a ser escoado para as cooperativas de triagem dos municípios de São Vicente e Cubatão, e a outra parte, destinada para aterro, na forma de rejeito de triagem.

Quanto à composição física e gravimétrica dos resíduos gerados na região da Baixada Santista (Figura 1), foi realizada uma determinação no mês de março de 2016 e outra no mês de abril de 2022. Em 2016 a determinação foi realizada em todos os municípios da Baixada Santista e no ano de 2022, a determinação foi realizada nos municípios de maior geração, sendo estes: Santos, Guarujá, Praia Grande e São Vicente, que representam juntos, mais de 70 % da geração total da região. Para a determinação da composição, os constituintes dos resíduos foram separados em três principais grupos, sendo os recicláveis, orgânicos (restos de alimentos) e rejeito (resíduos contaminados biologicamente, como os resíduos sanitários). Destaca-se que não foram considerados como rejeitos, materiais sem valor comercial da fração reciclável, sendo estes distribuídos nos diferentes tipos de materiais.

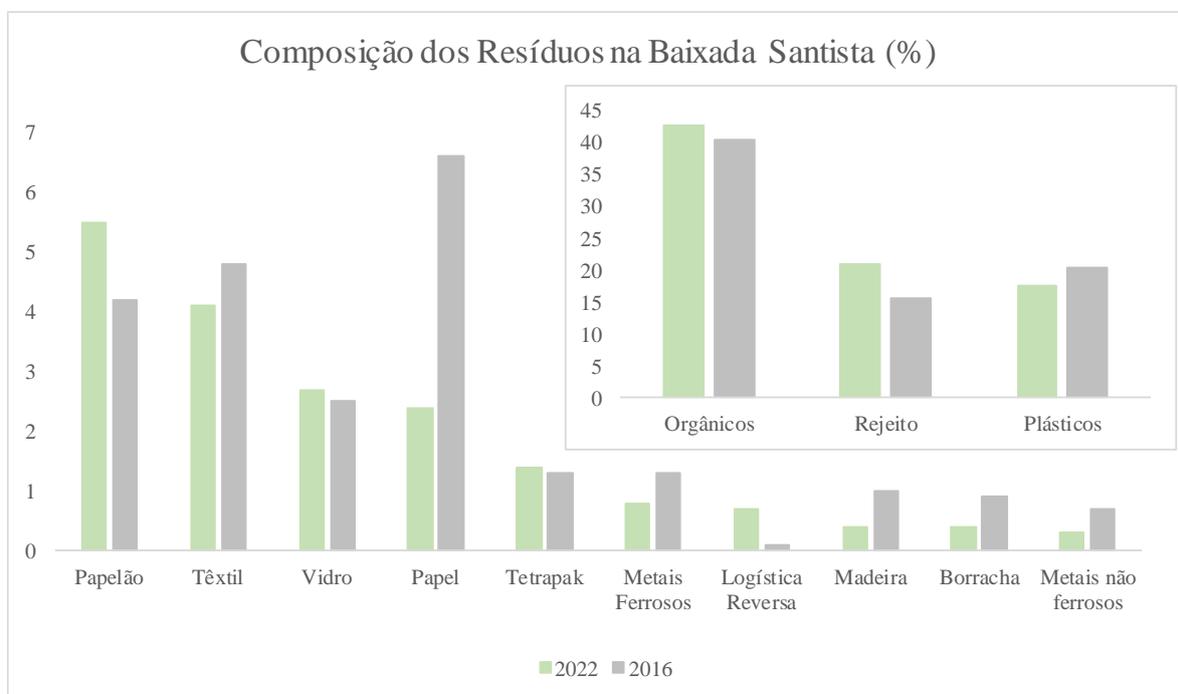


Figura 1. Composição dos resíduos da Baixada Santista em 2016 e 2022

Fonte: elaborado pelos autores com dados do Instituto De Pesquisas Tecnológicas (2024)

Realizando uma análise comparativa entre a composição dos resíduos nos municípios analisados no ano de 2022 com a composição destes no ano de 2016, observa-se que os 4 municípios apresentaram queda na



porcentagem de materiais recicláveis presentes na massa total de resíduos (Figura 1). Conforme pode ser observado na Figura 1, a diminuição na porcentagem de recicláveis ocasionou, conseqüentemente, um aumento na porcentagem de resíduos úmidos (orgânicos e rejeitos). A queda de materiais recicláveis na massa de resíduo é um reflexo do desvio destes materiais para o sistema da coleta seletiva. O município que mais apresentou queda foi justamente Santos.

Analisando-se cada tipo de material observa-se que o papel e os plásticos e o resíduo têxtil apresentaram maiores quedas na massa de resíduos geradas entre 2016 e 2022. Em contrapartida, o papelão e o vidro apresentaram aumento da porcentagem.

Entre os tipos de disposição final presentes na baixada encontra-se a destinação para 3 diferentes aterros sanitários, além disso alguns municípios possuem o transbordo, local provisório para armazenamento e envio para o aterro. Os custos da gestão da coleta domiciliar de resíduos sólidos da Baixada Santista giram em torno de 300 milhões de reais por ano, e incorporam os custos da coleta convencional, custo de transporte dos resíduos às estações de transbordo, da operação do transbordo e os custos da disposição final, conforme solução adotada localmente. A Região Metropolitana da Baixada Santista gastava, no ano de 2016, cerca de 229 milhões de reais com os serviços de coleta regular, transporte, operação de transbordo e destinação final dos resíduos domiciliares, já em 2020 o valor estimado passou para aproximadamente 288 milhões. A média do custo dos serviços por tonelada de resíduo era R\$ 359,02 em 2016 e passou para R\$ 418,05 em 2020. Os dados de custos foram montados com base nas informações disponibilizadas por 8 dos 9 municípios que responderam ao questionário com este levantamento.

A maior parte dos municípios efetuam a arrecadação por meio de cobrança no IPTU, a base de cálculos para a aplicação do imposto é conforme a capacidade habitacional e área construída do imóvel. O recente Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026) estabelece prazo para que os municípios indiquem forma de cobrança individual de tarifa do usuário gerador, na busca de atingir a sustentabilidade financeira desse sistema.

Quanto às metas de geração de resíduos estimadas no PRGIRS/BS de 2016, que considerou um horizonte de 20 anos, no ano de 2020, a Baixada Santista gerou 20,6 mil toneladas a menos de resíduos que o projetado. 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. Quanto à coleta seletiva, a Baixada Santista não atingiu a meta indicada pelo PRGIRS/BS de 2016, 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 e triagem de recicláveis, 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 era de 37 t/cooperado e a Baixada Santista apresentou uma eficiência de processamento de 42 t/cooperado.

Os projetos desenvolvidos na Baixada Santista e em Bertioga promoveram uma base de dados e de infraestrutura para impulsionar os estudos de pesquisa de tratamento de resíduos no município, assim como atrair novos parceiros e novos projeto de pesquisa e desenvolvimento na área. O município possui atualmente um sistema de separação semimecanizado de resíduos e uma planta de biodigestão de resíduos orgânicos instalados no Centro de Gerenciamento e Beneficiamento de Resíduos (CGBR). Este sistema foi instalado durante a execução do projeto “RSU-Energia: um Programa IPT de apoio aos Municípios nas decisões relativas aos resíduos sólidos urbanos”, posteriormente denominado de ReCiclos. O projeto foi resultado de uma demanda da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI) do Estado de São Paulo, e foi elaborado, considerando:

- Necessidade, por parte dos municípios, de atender às diretrizes legais sobre resíduos sólidos, destacando-se a erradicação de lixões, diminuição da massa de resíduos destinada aos aterros, incentivo à reciclagem, geração de fontes alternativas de matérias primas e energia;
- Altos custos associados à gestão de resíduos;



- Necessidade de desenvolvimento tecnológico aplicado à realidade brasileira, visando a recuperação de materiais e ao aproveitamento energético dos RSU;
- Falta de critérios para avaliação de soluções ofertadas pelo mercado para RSU; e
- Carência de capacitação e infraestrutura nos municípios para avaliar as soluções ofertadas pelo mercado, principalmente aquelas que indicam alternativas tecnológicas ainda não existentes no mercado nacional.

O projeto ReCiclos foi iniciado em 2015 e finalizado em 2019, e teve por objetivo a elaboração de um programa de apoio tecnológico aos municípios paulistas relacionado à gestão de resíduos urbanos (RSU), com base na experiência piloto desenvolvida junto à prefeitura de Bertioga, na Baixada Santista.

A redução de custos e a incorporação de avanços tecnológicos, com ênfase na minimização da massa/volume a ser destinada à disposição final em aterros e na recuperação de energia a partir dos resíduos, são os pontos-chave do trabalho que vem sendo desenvolvido em Bertioga. O projeto envolveu, além disso, a avaliação do impacto dos processos de coleta seletiva, separação e pré-tratamento na aplicação de tecnologias em escala de demonstração (processos físicos, biológicos e térmicos), buscando um modelo de gestão integrada dos resíduos.

Para alcançar esses objetivos, levou-se em conta o entendimento dos conceitos de sistemas integrados para gestão de resíduos sólidos (devido à heterogeneidade dos resíduos e complexidade de todo o processo de tomada de decisão) e o conceito de melhores alternativas tecnológicas disponíveis, que sejam compatíveis com a realidade econômica, social e ambiental de um dado município ou região.

Dentre as alternativas tecnológicas de processamento e tratamento de resíduos, como forma de recuperar matéria e energia, o projeto desenvolveu uma plataforma que permitiu avaliar e desenvolver tecnologias nas rotas de separação, biodigestão anaeróbia e processos térmicos. Esta plataforma é constituída de um conjunto de equipamentos, em escala de bancada e/ou piloto de campo, que permitem obter parâmetros de controle e de eficiência de tecnologias em avaliação, associado ao desenvolvimento de métodos, procedimentos e protocolos de ensaios. Durante o projeto foi criada uma estação piloto de tratamento de resíduo para a prova de conceito da integração das tecnologias, que é uma planta ainda com capacidade inferior às plantas utilizadas comercialmente, com a finalidade de desenvolver e validar novos métodos e/ou novas tecnologias.

Os módulos envolvidos no projeto foram os seguintes:

- Módulo I: visando avaliar e propor soluções para aumentar a adesão a programas de coleta seletiva e analisar o efeito da triagem para aumentar o potencial de reciclagem dos materiais, além de melhorar a eficiência de outras tecnologias (grau de contaminação e conteúdo energético de resíduos sólidos urbanos).
- Módulo II: consistido no desenvolvimento de uma planta piloto de triagem mecanizada com o objetivo de obter produtos intermediários a serem tratados em processos térmicos e biológicos de resíduos da coleta regular.
- Módulo III: consistido na aplicação das tecnologias de tratamento dos resíduos classificados nos primeiros módulos. Assim, a etapa em questão consiste na digestão anaeróbia em planta piloto de túneis de metanização.
- Módulo IV: consistido de aplicação das tecnologias de tratamento térmico nos resíduos classificados nos primeiros módulos. Assim, a etapa em questão consiste em ensaios em escala de bancada e em equipamentos nacionais para gaseificação, pirólise e incineração de resíduos sólidos urbanos.

Os resultados do projeto possibilitaram:

- Propor e estabelecer diretrizes estaduais para a Gestão de Resíduos, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tendo como meta a redução de massa para os aterros sanitários, recuperação de materiais e energia;
- Criar condições de apoiar os municípios, fornecendo a expertise e testes laboratoriais para responder questões específicas sobre os RSU;
- Capacitar os laboratórios do IPT para atender assuntos específicos em RSU; e



- Definir procedimentos e método de tomada de decisão para a definição de alternativas tecnológicas de processamento de RSU.

As principais capacitações e infraestruturas instaladas foram direcionadas para avaliar e propor soluções que aumentem a adesão aos programas de segregação na origem, como a coleta seletiva. Além disso, houve um foco na análise do impacto dessa segregação sobre o potencial de reciclabilidade dos materiais e na eficiência de outras tecnologias. Paralelamente, foram desenvolvidas competências específicas para a elaboração de planos municipais e regionais de resíduos sólidos. Os principais desafios e oportunidades na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos envolvem a necessidade premente de aumentar a adesão aos programas de segregação na origem, melhorar a reciclabilidade dos materiais e incrementar a eficiência das tecnologias disponíveis. As competências adquiridas concentram-se na separação de rejeitos, recicláveis e orgânicos, promovendo a reciclagem e os tratamentos térmicos e biológicos, além da valorização dos resíduos.

As competências desenvolvidas na avaliação destas rotas tecnológicas incluíram a proposição de fluxogramas de triagem mecanizada de resíduos sólidos, avaliação da semimecanização na qualidade dos materiais, melhorias operacionais em unidades de triagem, desenvolvimento da cadeia produtiva de reciclagem, agregação de valor a produtos reciclados, promoção da economia circular, desenvolvimento de procedimentos para biodigestão anaeróbia, avaliação de segregação, adição de enzimas, produção e qualidade de biogás, operação de plantas de tratamento biológico, elaboração de projetos básicos, avaliação custo/benefício, valorização de resíduos (digestato), obtenção de dados experimentais de tratamento térmico, desenvolvimento de equipamentos, estudo de formação de poluentes, novos processos de limpeza de gases e avaliação energética e ambiental de equipamentos térmicos. As Figuras 2 e 3 apresentam parte da infraestrutura instalada para as avaliações.



ANTES



DEPOIS



Figura 2: Antes e Depois da instalação de equipamentos de triagem mecanizada na Cooperativa de Bertioiga.



Figura 3: Layout e Vista geral da planta de biodigestão em operação na cidade de Bertioga.

A planta de biodigestão é constituída por túneis de metanização em sistema de tratamento por batelada, via extra-seca, com capacidade de tratamento de 40 a 70 t/mês e geração mensal em torno de 4.800 Nm³ de biogás com conversão do metano em energia. Conforme o MMA, (2022), é a primeira planta de digestão anaeróbia em contêineres do Brasil. Possui 4 túneis de metanização e 1 Unidade de Produção de Inóculo (UPI), todos com capacidade de geração de biogás, reaproveitamento energético e controle automatizado. Cada túnel de metanização tem capacidade de tratamento de cerca de 14 toneladas de resíduos e, após serem preenchidos, estes são fechados hermeticamente, assegurando a contenção dos gases dentro da pressão de operação prevista. É possível a injeção de ar para o interior dos túneis de metanização, pela parte inferior, para promover um processo de digestão aeróbia, com conseqüente elevação da temperatura para faixas termofílicas antes do início do processo de metanização, e também para sanitização e secagem do resíduo estabilizado no final do processo.

Durante os primeiros ciclos de operação, o material utilizado para tratamento era oriundos da coleta regular de resíduos domiciliares de uma área amostral na qual foi orientada a separar os resíduos em 3 frações: Recicláveis, rejeito e orgânico. Entretanto, a segregação na fonte não se mostrou eficiente portanto, antes do material ser encaminhado para o biodigestor, este passava pelo sistema de segregação mecanizada.

Atualmente o biodigestor opera com resíduos orgânicos coletados em grandes geradores do município de Bertioga, com o apoio da Prefeitura na realização da coleta. Devido ao resíduo já vir segregado na fonte, este é descarregado diretamente nos túneis de metanização, após ser misturado com resíduo de poda, em uma proporção de, respectivamente, 70 % e 30 %, não necessitando a realização da segregação mecanizada.

Considerando os enormes desafios que persistem nas questões relacionadas à recuperação dos resíduos orgânicos, este tema foi considerado prioritário e está sendo abordado no Centro de Ciência para o Desenvolvimento de Soluções para os Resíduos Pós-Consumo: Embalagens e Produtos (CCD Circula), que tem como princípio a atuação colaborativa em projetos de pesquisa internacionalmente competitivos e orientados à solução de problemas com transferência de resultados e conhecimento. Aprovado em junho de 2022 para receber apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por cinco anos, o CCD Circula é liderado pelo Instituto de Tecnologia de Alimentos (Ital), instituição sede, por meio do Cetea (Centro de Tecnologia para Embalagem), e embasado no modelo Tríplice Hélice, em que governo, institutos de pesquisa, universidades e empresas inovam juntos.

As soluções necessárias para a situação dos RSU são bastante complexas. Por estes motivos, o gerenciamento dos resíduos sólidos pós-consumo requer visão de cadeia desde o fabricante até o consumidor; viabilidade econômica nos processos de tratamento de resíduos; educação dos consumidores para o descarte correto dos resíduos de modo a atender a logística reversa; atuação em relação a questões relativas aos catadores e às cooperativas que atuam na coleta e separação dos recicláveis; economia circular aplicada às embalagens e resíduos de alimentos descartados que retornam ao ciclo por meio dos processos de reciclagem, compostagem ou biometanização.



A Missão do CCD Circula é ser um Centro de Ciência para o Desenvolvimento de soluções inovadoras voltadas ao problema dos resíduos pós-consumo para reduzir ou eliminar o seu impacto negativo, com base nos princípios da economia circular e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Por meio de inovações tecnológicas, sociais, de modelos de negócio e de proposições de políticas públicas, o CCD | Soluções para os resíduos pós-consumo: embalagens e produtos irá gerar e difundir conhecimento aplicado para servir de apoio ao desenvolvimento sustentável de interesse do setor produtivo e da sociedade. De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2023), estima-se que foram coletados, no ano de 2021, 65,6 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), sendo 73 % destinados adequadamente (aterro sanitário e outros), o restante vão para aterro controlado e para lixões. Deste total de resíduos, 45 % dos RSU referem-se à Fração Orgânica, estima-se que foram encaminhados para aterro cerca de 29,5 milhões de toneladas deste resíduo no Brasil aos quais são responsáveis pela geração de efluentes e de emissões atmosféricas e quando não captados são liberados para o ambiente, causando impactos ambientais.

Dentro deste contexto, coordenado pelo IPT, a Plataforma 2 visa mitigar os impactos ambientais da fração orgânica de resíduos, propondo dois eixos de projetos: um voltado à redução do desperdício de resíduos de frutas com a extração de compostos nutricionais para fins alimentícios e o segundo voltado à reciclagem para outros fins com recuperação de energia. No eixo 1 dois projetos estão sendo executados em parceria com a USP voltados ao aproveitamento de resíduos de frutas para design de produtos bioenriquecidos com vitaminas e pectinas desenvolvendo um produto lácteo fermentado, estimando o efeito do produto desenvolvido na redução das deficiências vitamínicas estudadas e no eixo 2 um projeto que propõe uma rota de tratamento anaeróbico de restos alimentares provenientes de grandes geradores, visando a recuperação energética, assim como a aplicação do material tratado na forma de biofertilizante.

O tratamento anaeróbico dos resíduos será realizado na planta de biodigestão instalada no município de Bertioxa e, a partir dos resultados, serão realizados estudos do potencial energético do processo e da aplicação do substrato na forma de biofertilizante, assim como da viabilidade técnico-econômica da aplicação deste tipo de tratamento pela municipalidade, e do potencial de redução de massa de resíduos destinados ao aterro.

Estudos de gerenciamento de resíduos sólidos enfrentam desafios significativos em sua implementação, mas também apresentam inúmeras oportunidades para aprimoramento e inovação. Nas Tabelas 3, 4 e 5 é apresentado de maneira abrangente os principais obstáculos e as possibilidades identificadas em cada um dos estudos, bem como as soluções propostas para superá-los. O que há em comum entre esses projetos é a busca por maior eficiência, sustentabilidade e a necessidade de coordenação entre múltiplas partes interessadas. Para ilustrar, aplicamos a análise SWOT a cada um dos estudos mencionados, seguido de uma análise crítica que identifica padrões comuns e lições aprendidas.

A análise SWOT aplicada a cada um dos projetos revela padrões comuns: a necessidade de uma infraestrutura sólida, o papel crucial da conscientização pública, e a importância de um suporte contínuo de políticas e financiamentos. Apesar das diferenças nas especificidades de cada projeto, todos compartilham o desafio de equilibrar custos operacionais com a eficiência e sustentabilidade dos programas. As oportunidades geralmente se concentram na inovação tecnológica e nas parcerias estratégicas, enquanto as ameaças frequentemente decorrem de fatores econômicos e mudanças nas políticas governamentais.

Em conclusão, a aplicação da análise SWOT aos estudos fornece uma compreensão clara dos fatores internos e externos que influenciam o sucesso dos projetos de gerenciamento de resíduos sólidos. A partir dessa análise, é possível desenvolver estratégias mais robustas e adaptáveis, garantindo que os desafios sejam superados e que as oportunidades sejam plenamente aproveitadas para um futuro mais sustentável.

Tabela 3: Análise SWOT do estudo de Elaboração e implementação do PRGIRS/BS.

Projeto de Elaboração e Implementação do PRGIRS/BS	
INTERNOS	
PONTOS FORTES +	PONTOS FRACOS -
<ul style="list-style-type: none"> • Processo estruturado e metodológico para a construção do PRGIRS e participação social. • Redução da geração de resíduos • Melhora na coleta seletiva com aumento significativo em alguns municípios. • Inclusão social com mecanismos para a implementação de logística reversa com esse foco. • Estimativa de Financiamento, com requisitos necessários para implementar as soluções propostas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de triagem insuficiente, apontando a necessidade de ampliação e melhoria dessa infraestrutura. • Desafios na coleta seletiva, com alguns municípios ainda com baixos índices de separação de materiais recicláveis. • Rejeitos nas cooperativas que enfrentam desafios com materiais não comercializados por falta de compradores na região, resultando em armazenamento prolongado ou descarte. • Custo elevado dos serviços. • Não alcance de metas.
EXTERNOS	
OPORTUNIDADES +	AMEAÇAS -
<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria nas práticas de gestão de resíduos e redução da quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários. • Estabelecer um órgão de governança. • Aumentar a recuperação de materiais e energia adotando novas tecnologias. • Melhorar os resultados ambientais e sociais. • Economia ao reduzir a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários, diminuir a necessidade de novos aterros e melhorar a eficiência das operações de gestão de resíduos. • Ganho de escala e melhoria na qualidade dos serviços. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de cooperação entre várias cidades. • Descontinuidade política e administrativa. • Engajamento da população. • Equilíbrio entre preocupações ambientais, econômicas e sociais • Financiamento, limitações financeiras, como orçamentos inadequados, fluxos de caixa desequilibrados, tarifas desatualizadas, receitas insuficientes e a falta de linhas de crédito específicas. • Regulamentação, é um desafio desenvolver padrões regulatórios que convergem as diferentes realidades das cidades e os diferentes regimes de fornecimento de serviços. • Sazonalidade e população flutuante podendo impactar na geração e a gestão de resíduos.


Tabela 4: Análise SWOT do Projeto Reciclos

Projeto Reciclos	
INTERNOS	
PONTOS FORTES +	PONTOS FRACOS -
<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria na gestão de resíduos por meio da implementação de processos que minimizam a massa/volume destinada a aterros, além de recuperar energia e materiais valiosos. • Utilização e integração de tecnologias modernas para recuperação desses materiais e energia. • Capacitação tecnológica por meio do desenvolvimento de competências específicas nos laboratórios do IPT para tratar de questões de RSU, incluindo triagem mecanizada, biodigestão anaeróbia, e processos térmicos. • Infraestrutura piloto de tratamento de resíduos para validar e desenvolver novas tecnologias com parceria com município e pesquisa na realidade local. • Redução de custos com foco na diminuição de custos associados à gestão de resíduos com tecnologias inovadoras e eficientes. • Proposição alinhada à Política Nacional de Resíduos Sólidos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dependência de financiamento externo para a continuidade. • Falta de infraestrutura adequada em algumas áreas. • Necessidade de treinamento contínuo para a equipe. • Sustentabilidade financeira pode ser um desafio se depender unicamente de recursos públicos. • Complexidade de implementação devido à heterogeneidade dos resíduos e à necessidade de coordenação entre múltiplos atores. • Capacidade limitada por ser uma unidade piloto de tratamento de resíduos com capacidade inferior às plantas comerciais, limitando a aplicação em larga escala. • Falta de critérios padronizados para avaliação de soluções de mercado para RSU, o que pode afetar a uniformidade e eficácia das práticas implementadas.
EXTERNOS	
OPORTUNIDADES +	AMEAÇAS -
<ul style="list-style-type: none"> • Expansão tecnológica sustentável com o desenvolvimento de novas tecnologias como oportunidades para aplicação em outros municípios e estados. • Incentivos à economia circular para promover a reciclagem e a valorização de resíduos, criando novos mercados e oportunidades econômicas. • Formação de profissionais capacitados em gestão de resíduos fortalecendo a infraestrutura local e regional. • Alinhamento com a Política Nacional de Resíduos Sólidos para atrair apoio e financiamentos governamentais para projetos de economia circular. • Parcerias Público-Privadas para a expansão e implementação das tecnologias desenvolvidas. • Crescente interesse da população por práticas sustentáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudanças políticas podem afetar o suporte e financiamento do projeto e/ou mudanças na legislação que possam limitar as operações. • Resistência à mudança de alguns setores à implementação de novas tecnologias e práticas de gestão de resíduos. • Sustentabilidade econômica enfrentando desafios na manutenção financeira sem fontes contínuas de financiamento. • Impactos ambientais e sociais com riscos associados e não previstos durante a implementação das novas tecnologias. • Desafios na logística de coleta e transporte de resíduos.

**Tabela 5: Análise SWOT do estudo de Elaboração e implementação do PRGIRS/BS.
Projeto CCD CIRCULA**

INTERNOS	
PONTOS FORTES +	PONTOS FRACOS -
<ul style="list-style-type: none"> Utilização de materiais considerados resíduos, como insumos/matéria prima para novos produtos Geração de energia renovável por meio da produção do biogás Apoio à economia circular 	<ul style="list-style-type: none"> Alto custo com transporte e armazenagem dos insumos utilizados para abastecimento do biodigestor e do produto final: o biofertilizante e o biogás Alto custo com infraestrutura para construção e manutenção periódica do biodigestor e da rede de distribuição do biogás Coleta seletiva inadequada
EXTERNOS	
OPORTUNIDADES +	AMEAÇAS -
<ul style="list-style-type: none"> Melhoria da qualidade de vida da população local; Preservação do meio ambiente; Conscientização da população local Redução de resíduos enviados ao aterro sanitário 	<ul style="list-style-type: none"> Falta de incentivo governamental, como por exemplo: leis de subsídio para construção do biodigestor; leis de incentivo fiscal para o uso do biodigestor; maior infraestrutura para utilização do biogás Surgimento de fontes de energias renováveis mais atraentes Possibilidade de declínio na produção de insumos. Seja por exemplos como: problemas com transporte; utilização dos resíduos para outra finalidade

CONCLUSÕES

A busca pelo planejamento regional de resíduos sólidos na Baixada Santista reflete um reconhecimento crescente da importância de práticas sustentáveis de gerenciamento de resíduos. Ela enfatiza a necessidade de colaboração entre diversos interessados, incluindo agências governamentais, comunidades locais e o setor privado, para criar sistemas de gerenciamento de resíduos mais eficientes, equitativos e ambientalmente amigáveis. Esta abordagem inclui a adoção de tecnologias de tratamento de resíduos ambientalmente, economicamente e tecnicamente viáveis, a integração de sistemas de gerenciamento de resíduos e a adoção de práticas de economia circular.

O PRGIRS da Baixada Santista representa um marco significativo no enfrentamento dos problemas de resíduos sólidos na região. Embora tenha enfrentado vários desafios, como coordenar múltiplos municípios, transições políticas, engajamento comunitário e questões de financiamento, também permitiu enxergar diversas oportunidades. Essas oportunidades incluem a adoção de tecnologias e melhoria das práticas de gerenciamento de resíduos, a necessidade do estabelecimento de órgãos de governança para continuidade a longo prazo, o aumento da recuperação de materiais e energia e o aprimoramento da qualidade dos serviços para as comunidades. O plano reconhece os desafios e oportunidades existentes, fornecendo uma plataforma para ação colaborativa pelos municípios..

A aplicação prática da análise SWOT nos estudos de caso revelou padrões comuns e lições valiosas. Entre os principais desafios enfrentados, destacam-se a necessidade de uma infraestrutura sólida, a conscientização pública e o suporte contínuo de políticas e financiamentos. As oportunidades geralmente se concentram na inovação tecnológica e nas parcerias estratégicas, enquanto as ameaças frequentemente decorrem de fatores econômicos e mudanças nas políticas governamentais. Demonstra que os projetos de gerenciamento de resíduos sólidos têm o potencial de transformar desafios em oportunidades. A integração de tecnologias



avançadas, práticas de economia circular e a colaboração entre os setores público e privado são essenciais para o sucesso.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IPT, AGEM e aos 9 municípios por disponibilizarem os dados durante todo o projeto e à FEHIDRO pelo financiamento do projeto. E a continuidade desta pesquisa, que tem sido apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp, Brasil) por meio do Centro de Ciência e Desenvolvimento de Soluções para os Resíduos Pós Consumo: Embalagens e Produtos – CCD Circula (Processo N° 2021/ 11967-6).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1979.
2. 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, DF, 02 ago. 2010a.
3. BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil, 2010b.
4. BRESCOVIT, S.J. **Aplicação da matriz de análise multicritério na seleção e priorização de projetos inovadores na área de pesquisa e desenvolvimento de produtos (P&D) de uma empresa de construção civil**. Artigo (Título de especialista em Engenharia de produção e sistemas – Engenharia de Produção na Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS. São Leopoldo, p. 23. 2016.
5. 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. <https://doi-org.ez67.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s10163-022-01396-8>.
6. 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.
7. EUROPEAN COMMISSION. **A new Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe**. Brussels: European Commission, 2020.
8. EUROPEAN COMMISSION. **Closing the loop—an EU action plan for the circular economy**. Brussels: European Commission, 2015.
9. FUNDACAO SEADE. **Informações sobre os Município Paulistas (IPM)**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>. Acesso em: 2 jun. 2021.
10. GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1999.
11. 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.
12. 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**. São Paulo: IPT 2018. (Publicação). Disponível em: http://www.ipt.br/download.php?filename=1654-PRGIRS_BS.pdf. Acesso em: 05 maio 2024.
13. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Implementação do Plano Regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista, PRGIRS/BS. Resíduos Sólidos Urbanos**. São Paulo: IPT, Santos: AGEM, 2018. Disponível em: https://ipt.br/wp-content/uploads/2024/03/2_EbookImplementacaoAcoesPRGIRS-BS.pdf. Acesso em: 05 junho 2024.
14. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2023**. Brasília: SNIS, 2023.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO
DE ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL



15. MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. MMA 2022. (Publicação). Disponível em: <https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/07/Planares-B.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2024.
16. SANTOS. Lei complementar nº 952 de 30 de dezembro de 2016. Disciplina o gerenciamento dos resíduos sólidos que especifica e da outras providencias. **Diário Oficial da Cidade**, Santos, 2 jan. 2017.