

**Os desafios e oportunidades do planejamento regional de resíduos sólidos na região metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil**

**Fermanda Peixoto Manéo**

*Palestra apresentada na SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANNITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2024, Recife. 16 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública. **PROIBIDO REPRODUÇÃO**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo  
S/A - IPT  
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Cidade Universitária ou  
Caixa Postal 0141 | CEP 01064-970  
São Paulo | SP | Brasil | CEP 05508-901  
Tel 11 3767 4374/4000 | Fax 11 3767-4099

[www.ipt.br](http://www.ipt.br)



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

## Autores:

Letícia dos Santos Macedo  
Cláudia Echevengúá Teixeira  
Fernanda Peixoto Manéo  
Cecília Emi Yamanaka Matsumura



# SUMÁRIO



**Objetivo**



**Introdução: contextualização do problema**



**Estudos de caso**



**Análise SWOT**



**Conclusões**



**Referências e Agradecimentos**

**Objetivo:** apresentar 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.

# INTRODUÇÃO

## CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA



- Geração mundial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU): 2 bilhões de t/ano

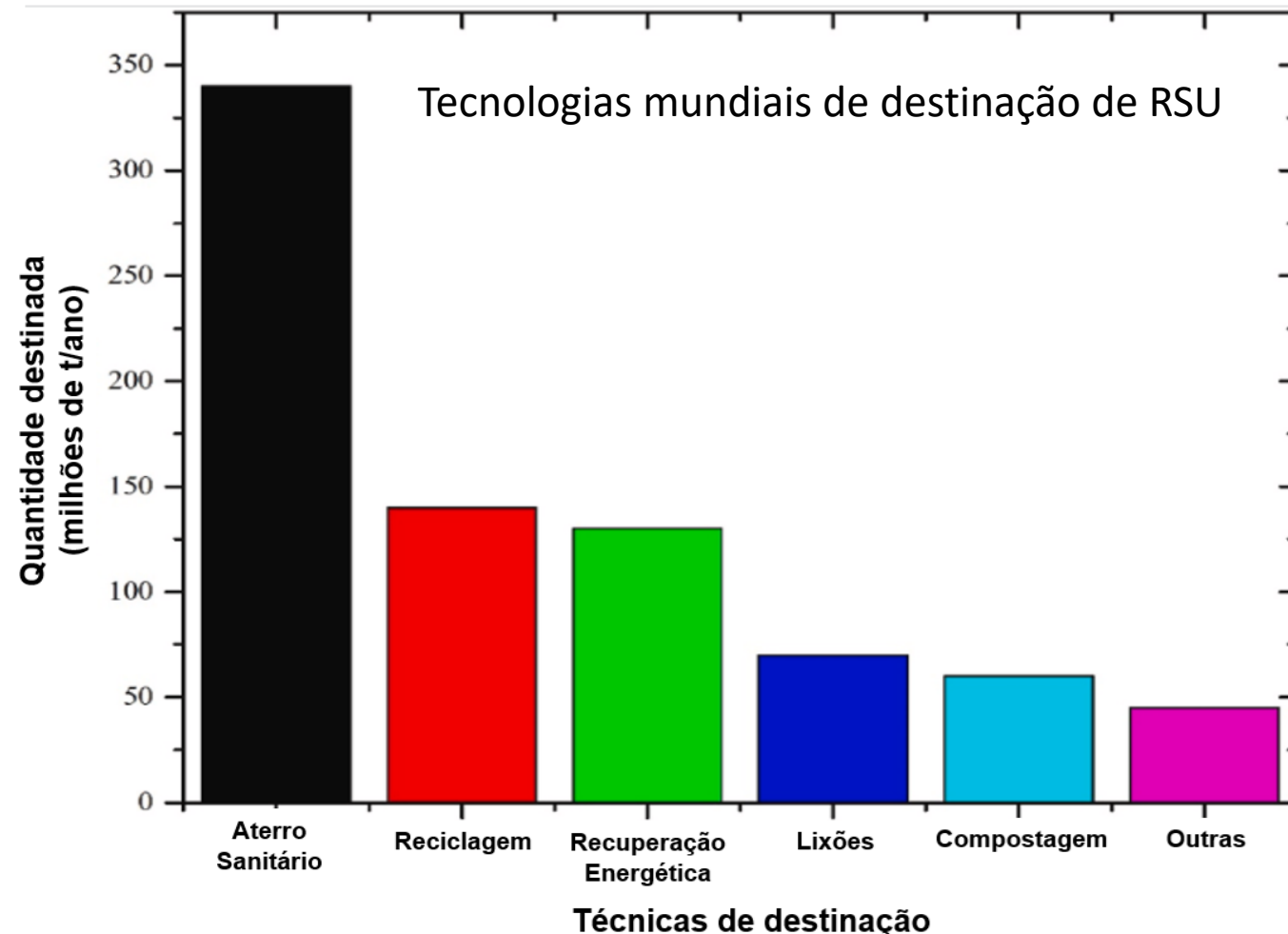
- 2050 será 3,4 bilhões t/ano



- Menor complexidade técnica.  
Alta emissão de CH<sub>4</sub>



**ECONOMIA CIRCULAR**



# INTRODUÇÃO CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Economia Circular      Ecodesign      Logística Reversa

Adaptação às mudanças climáticas

Redução (minimização) da geração

Redução de emissões

Reutilização

Tecnologias de baixo carbono

Reciclagem

Novo Marco do Saneamento (Lei 14.026)

Tratamento/processamento



Disposição final

- Valorização dos resíduos:**
- Recuperação de materiais;
  - Valorização de resíduos orgânicos;
  - Recuperação energética.

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

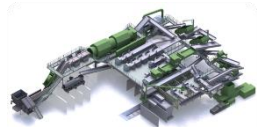


- A melhoria dos sistemas de gerenciamento de resíduos é, e foi desde o princípio, um dos motivadores da EC, o principal tema da economia circular e continua sendo um desafio para a gestão pública (DEUS *et al.*, 2022).

# ESTUDOS DE CASO



## RECICLOS 2014 a 2018



**I** Recicláveis Orgânicos Rejeito  $\pm 3$  t/dia



**II** Capacidade de processamento **0,5 t/h**



**I**

Segregação na fonte

**III**

Estimativa de redução da fração orgânica **43 %**  
**20 t/túnel**



**IV**

Tratamento térmico

Capacidade de processamento **5 kg/h**



## PRGIRS e Implementação 2017 - 2018 2020 - 2024

AGEM  
AGÊNCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA

gestão integrada de resíduos sólidos

ipt  
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

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

Resíduos Sólidos Urbanos



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

SÃO PAULO GOVERNO DO ESTADO

CONDERSB  
CONSELHO DE DESENVOLVIMENTO DA BAIXADA METROPOLITANA DE BAIXADA SANTISTA

FEHPRC

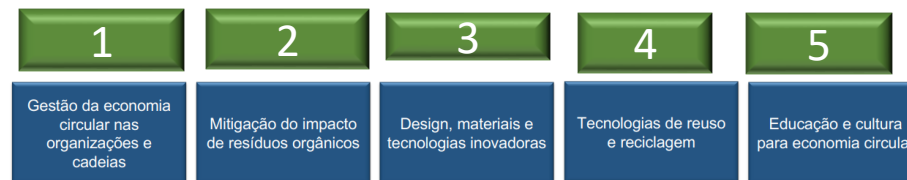
## CCD *circula* 2023 - 2027

Centro de Ciência para o Desenvolvimento: Soluções para os resíduos pós-consumo



PLATAFORMAS

Mitigação do impacto de resíduos orgânicos



# RESULTADOS DIAGNÓSTICO

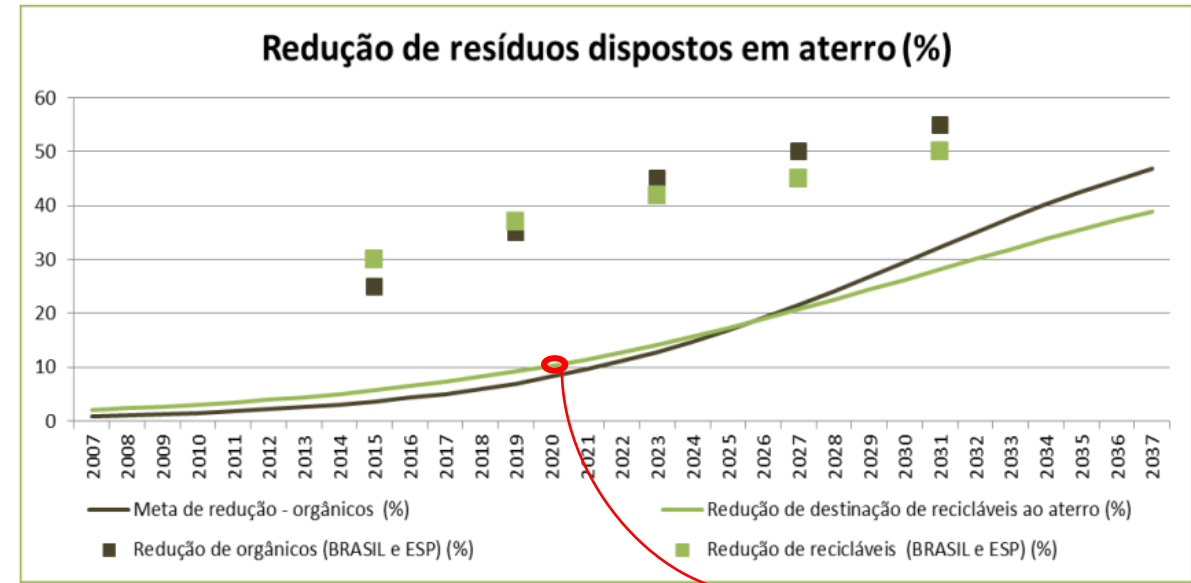
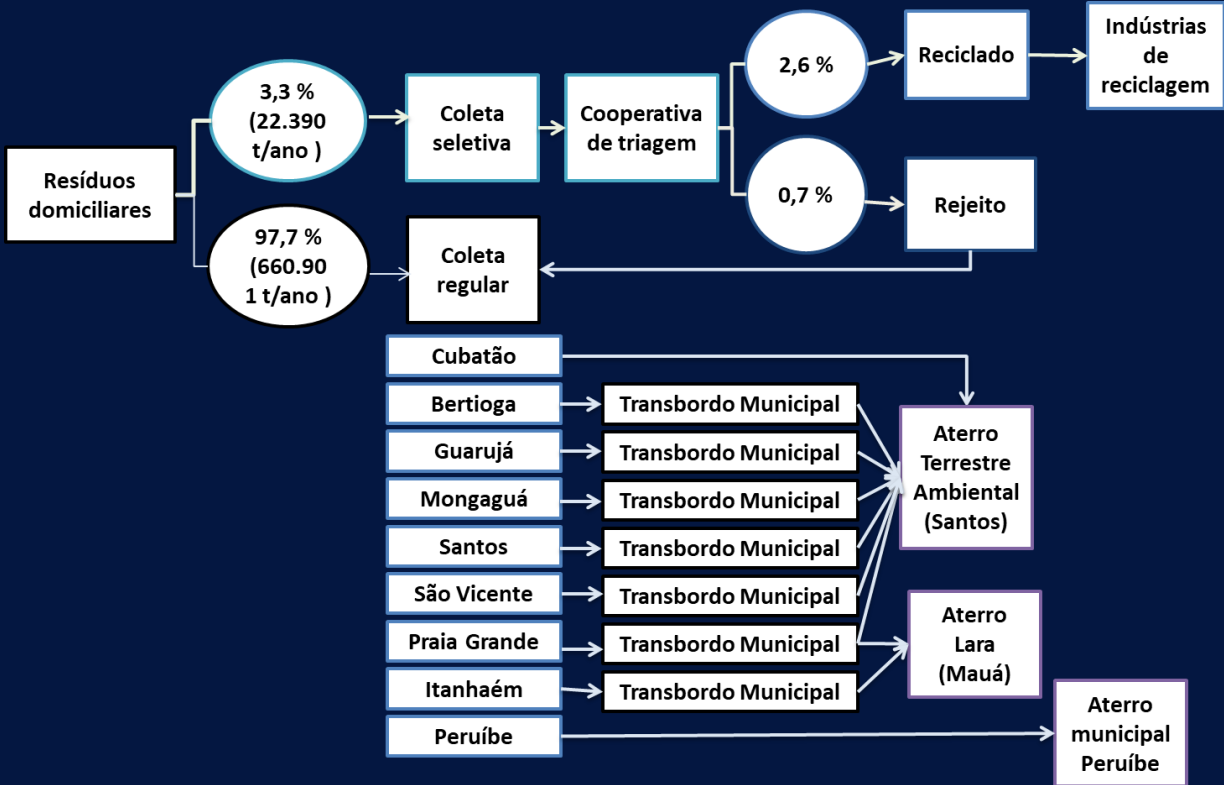


Figura 40 – Metas de redução de resíduos dispostos em aterro

## BAIXADA SANTISTA EM NÚMEROS (2020)

**População**  
2016\*: 1.765.431  
2020: 1.829.026

**Geração de resíduos (t/ano)**  
2016\*: 680.868  
2020: 660.901  
**Projeção (2020)\*: 767.674**

**Geração per capita (kg/hab/dia)**  
2016\*: 1,06  
2020: 0,99  
**Projeção (2020)\*: 1,14**

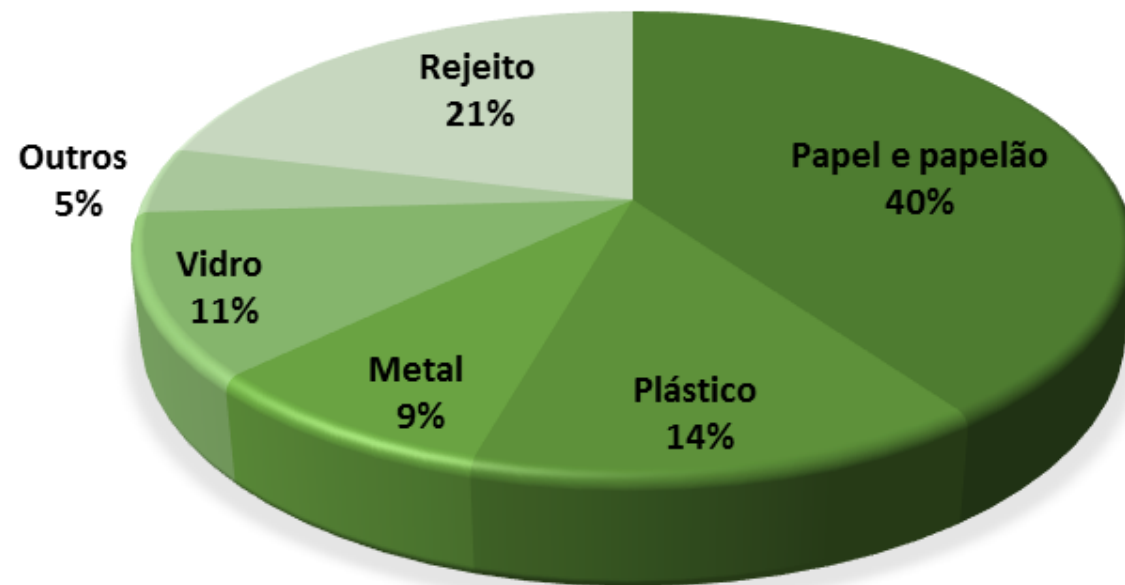
**Cooperativas**  
2016\*: 11  
2020: 15  
**Meta para 2020\*: 27**

**Cooperados**  
2016\*: 305  
2020: 535  
**Meta para 2020\*: 959**

**Coleta seletiva (t/ano)**  
2016\*: 11.298 (1,6%)  
2020: 22.390 (3,3%)  
**Meta para 2020\*: 35.494 (4,6%)**

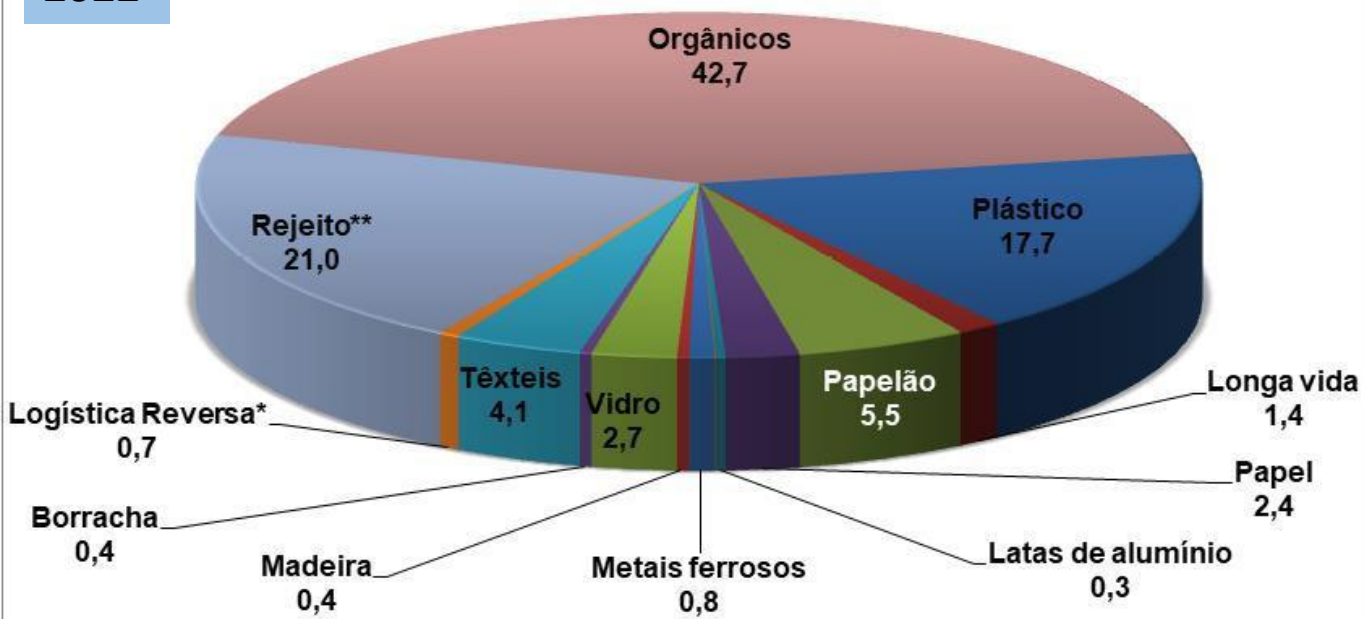
\*Fonte de dados do ano de 2016, metas e projeções: PRGIRS/BS, (2018)

# Composição dos resíduos gerados baixada santista



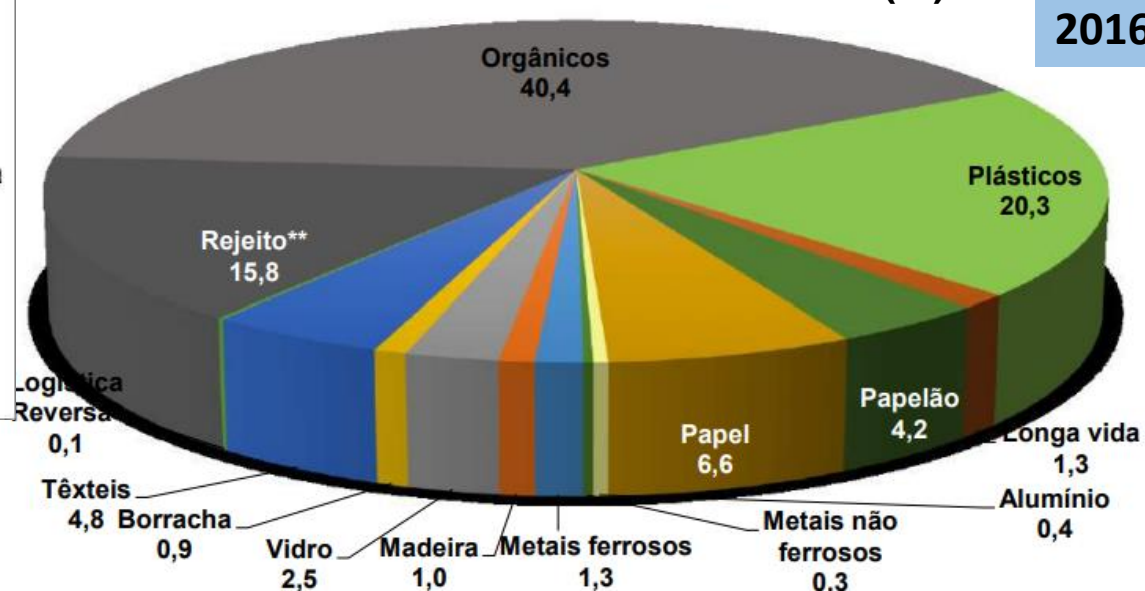
Composição Gravimétrica dos Resíduos da Baixada Santista (%)

2022



Composição Gravimétrica dos Resíduos da Baixada Santista no ano de 2016 (%)

2016



Dados disponibilizados no hotsite:

<https://www.ipt.br/residuossolidosbaixadasantista/>



ANTES



DEPOIS



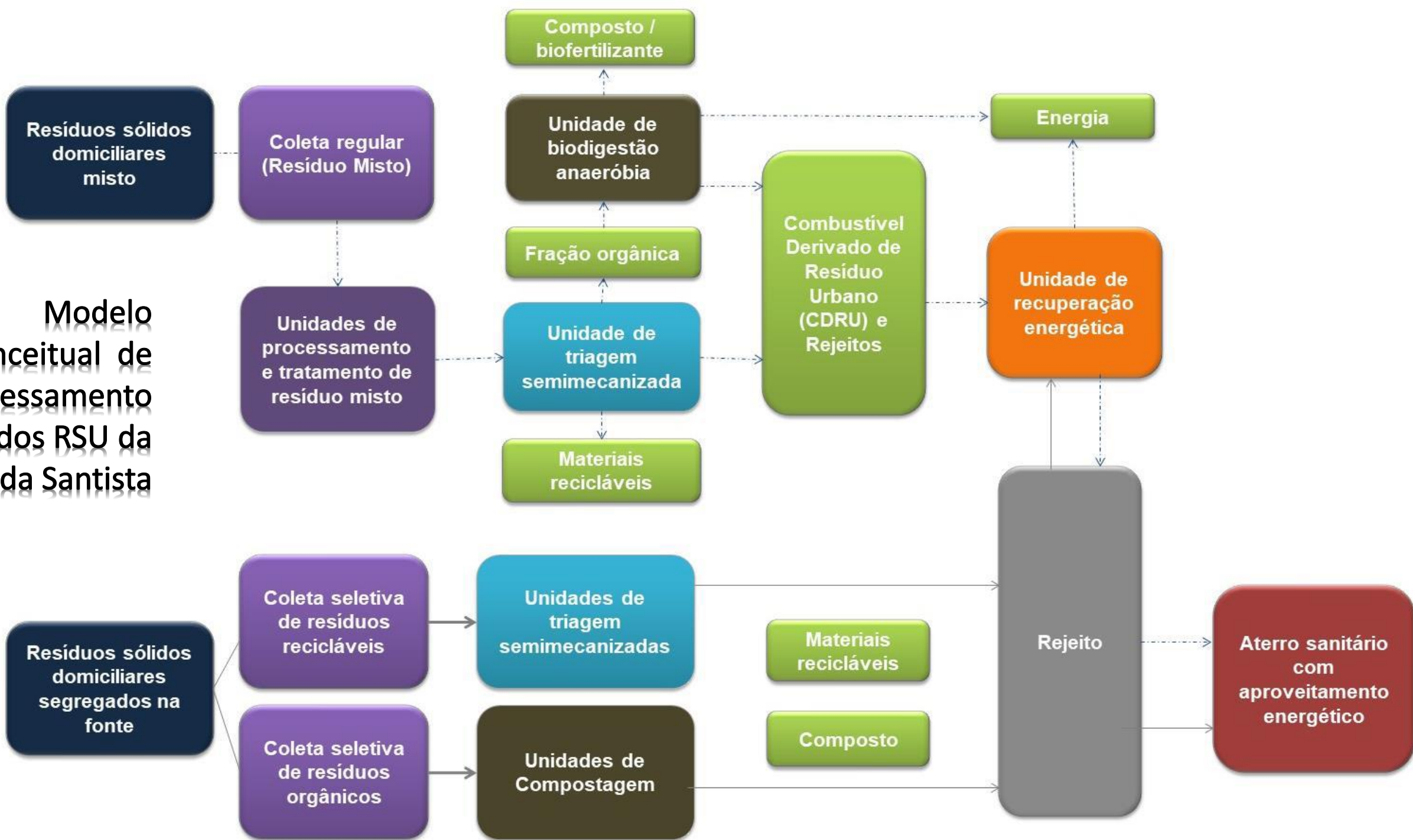
*Dados de Projeto*

### **Processo de Biodigestão Via Extrasseca (ST - 25 - 50%)**

- 80 t/mês de FORSU
- 4800 Nm<sup>3</sup> de Biogás
- ~ 32 t/mês de digestato
- 5,3 MWh (CHP)

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

**Modelo conceitual de processamento dos RSU da Baixada Santista**



**INTERNOS**

**PONTOS FORTES +**

- 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.

**PONTOS FRACOS -**

- 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 +**

- 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.

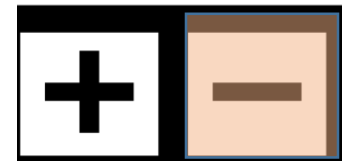
**AMEAÇAS -**

- 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.



Processo estruturado e metodológico para a construção do PRGIRS e participação social.

Ganho de escala e melhoria na qualidade dos serviços.



Capacidade de triagem insuficiente, apontando a necessidade de ampliação e melhoria dessa infraestrutura.

Descontinuidade política e administrativa.

Financiamento, limitações financeiras, como orçamentos inadequados, fluxos de caixa desequilibrados, tarifas desatualizadas, receitas insuficientes e a falta de linhas de crédito específicas.



PONTOS FORTES +

- 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.

PONTOS FRACOS -

- 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 +

- 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.

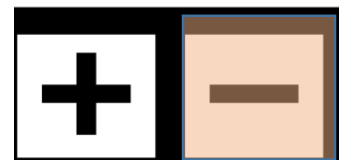
AMEAÇAS -

- 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.



Infraestrutura piloto de tratamento de resíduos para validar e desenvolver novas tecnologias com parceria com município e pesquisa na realidade local.

Expansão tecnológica sustentável com o desenvolvimento de novas tecnologias como oportunidades para aplicação em outros municípios e estados.



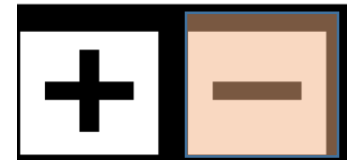
Capacidade limitada por ser uma unidade piloto de tratamento de resíduos com capacidade inferior às plantas comerciais, limitando a aplicação em larga escala.

Desafios na logística de coleta e transporte de resíduos.



Geração de energia renovável por meio da produção do biogás.

Redução de resíduos enviados ao aterro sanitário.



Coleta seletiva inadequada.

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.

## Projeto CCD CIRCULA

### INTERNOS

#### PONTOS FORTES +

- 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

#### PONTOS FRACOS -

- 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 +

- Melhoria da qualidade de vida da população local;
- Preservação do meio ambiente;
- Conscientização da população local
- Redução de resíduos enviados ao aterro sanitário

#### AMEAÇAS -

- 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



A **integração** de tecnologias, práticas de **economia circular** e a **colaboração** entre os setores público e privado são essenciais para o sucesso.

## OPORTUNIDADES

- Melhoria das práticas de gestão de resíduos;
- Aprimoramento na recuperação de materiais e energia;
- Obtenção de melhores resultados ambientais e sociais;
- Redução de custos e melhoria da qualidade dos serviços prestados;
- Inovação tecnológica e nas parcerias estratégicas.

## DESAFIOS

- Necessidade de uma infraestrutura sólida, a conscientização pública e o suporte contínuo de políticas e financiamentos.
- Fatores econômicos e mudanças nas políticas governamentais.
- Equilibrar custos operacionais com a eficiência e sustentabilidade dos programas.

# TECA

TRICOTANDO  
COMCIÊNCIA

21º SILUBESA



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL

TECA  
TRICOTANDO  
COMCIÊNCIA

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!  
GENTE!  
CHEGA  
MAIS!



...E COLOCA A  
AUTOESTIMA LÁ  
EM CIMA!



TECA  
TRICOTANDO  
COMCIÊNCIA

QUANDO  
ME DISSERAM PRA  
VER DE PERTO UM  
BIODIGESTOR,  
PENSEI QUE IA SER  
BIODIGERIDA!



QUE  
BOBAAGEM!  
BIODIGESTOR  
É SÓ UM  
EQUIPAMENTO  
BEM LEGAL!



UM POUCO  
DE FOLHAS,  
CASCAS DE  
FRUTAS E DE  
LEGUMES...



RESTOS  
DE ALIMENTOS,  
RESÍDUOS DE  
PODA E DE JARDIM  
ENTRAM NA  
COMPOSTAGEM!



MAS ELA TEM  
QUE FICAR BEM  
AERADA, SENÃO  
ATRAI INSETOS...



...E DEIXA UM  
CHEIRIIINHO!!!



...DENTRO  
DELE BICHINHOS  
MUITO PEQUENOS  
TRANSFORMAM  
LIXO ORGÂNICO EM  
COISAS ÚTEIS COMO  
GÁS DE COZINHA!



QUER SABER?!...  
AMEI ESSE TAL DE  
BIODIGESTOR!





SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL

- 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. FUNDAÇÃO 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. GUÉRRERO, L. A.; MAAS, G.; HOGGLAND, 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](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](https://ipt.br/wp-content/uploads/2024/03/2_EbookImplementacaoAcoesPRGIRS-BS.pdf). Acesso em: 05 junho 2024.
- 14. MINISTÉRIO DAS CIDADÊS. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2023. Brasília: SNIS, 2023.
- 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 dá outras providências. Diário Oficial da Cidade, Santos, 2 jan. 2017.

## 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 Nº 2021/11967-6).



# Agradeço pela atenção!

Letícia dos Santos Macedo

[leticiasm@ipt.br](mailto:leticiasm@ipt.br)

[reciclos@ipt.br](mailto:reciclos@ipt.br)



Site do PRGIRS/BS

<https://www.ipt.br/residuossolidosbaixadasantista/>

Ações em gestão de resíduos na Baixada Santista

<https://padlet.com/PRGIRSBS/a-es-de-melhoria-na-gest-o-de-res-duos-s-lidos-na-baixada-sa-9kazjwuw41x0kkx9>

Site do CCD Circula

<https://ccdcircula.org.br/>



21º SILUBESA



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL

