

# 14

## ANOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

*Instrumentos de implementação,  
inovação e reflexões críticas*

**org.**

**Gina Rizpah Besen,  
Christian Luiz da Silva,  
Pedro Roberto Jacobi,  
Jacques Demajorovic  
e Sandro Benedito Sguarezi**

**COLETA  
SELETIVA**



# 14

## ANOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

*Instrumentos de implementação,  
inovação e reflexões críticas*

*org.*

Gina Rizpah Besen  
Christian Luiz da Silva  
Pedro Roberto Jacobi  
Jacques Demajorovic  
Sandro Benedito Sguarezi

DOI: 10.11606/9786588109571



## Organizadores

Gina Rizpah Besen  
Christian Luiz da Silva  
Pedro Roberto Jacobi  
Jacques Demajorovic  
Sandro Benedito Sguarezi

Esta obra é de acesso aberto. É permitida a reprodução parcial ou total desta obra, desde que citada a fonte e autoria e respeitando a Licença Creative Commons indicada.

Attribution-NonCommercial 4.0  
International (CC BY-NC 4.0)

## Capa e Projeto Gráfico

Igor Matheus Santana Chaves



## Ilustrações

Thiago Paz

## Universidade de São Paulo

Reitor: Prof. Dr. Carlos Gilberto Carlotti Junior  
Vice-reitor: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Arminda do Nascimento Arruda

## Instituto de Engenharia e Ambiente

Diretor: Prof. Dr. Tércio Ambrizzi  
Vice-diretor: Prof. Dr. Ildo Luís Sauer

*As ideias apresentadas nos artigos são de inteira responsabilidade de seus respectivos autores, não representando, necessariamente, a visão dos organizadores.*

## Ficha Catalográfica

---

Q1 14 Anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: instrumentos de implementação inovação e reflexões críticas. [recurso eletrônico] / organizadores: Gina Rizpah Besen, Christian Luiz da Silva, Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic e Sandro Benedito Sguarezi. - São Paulo: IEE-USP : OPNRS, 2025

322p: il. 30 cm.

ISBN: 978-65-88109-57-1

DOI: 10.11606/9786588109571

1. Resíduos sólidos. 2. Monitoramento ambiental. 3. Catadores de material reciclável. 4. Desenvolvimento sustentável. 5. Compostagem. I. Besen, Gina Rizpah. II. Silva, Christian Luiz da. III. Jacobi, Pedro Roberto. IV. Demajorovic, Jacques. V. Sguarezi, Sandro Benedito. VI. Título.



*Às catadoras e catadores de materiais recicláveis pelo importante trabalho que prestam à sociedade e ao meio ambiente, pela sua resiliência e coragem diante dos desafios diários que enfrentam.*

# Sumário

## **Apresentação**

Gina Rizpah Besen, Christian Luiz da Silva, Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic e Sandro Benedito Sguarezi **9**

## *Parte I - Balanço da Política Nacional de Resíduos Sólidos: avanços e limites*

### **Capítulo 1**

**14 anos da política nacional de resíduos sólidos: retrocessos, avanços e perspectivas** **20**

Gina Rizpah Besen, Christian Luiz da Silva, Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic e Sandro Benedito Sguarezi

### **Capítulo 2**

**Consórcios Intermunicipais na gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos: limites e as possibilidades da PNRS** **52**

Sandro Benedito Sguarezi, Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo e Frankielle Alline Pereira Corrêa

### **Capítulo 3**

**Análise institucional e o papel dos atores na cadeia de Resíduos Elétricos e Eletrônicos no Brasil** **75**

Nádia Mara Franz & Christian Luiz da Silva

### **Capítulo 4**

**Política nacional de resíduos sólidos e política nacional de saneamento básico: análise de suas contribuições para a gestão de resíduos sólidos em praias do litoral nordestino** **98**

Luiza Eugênia da Mota Rocha Cirne, Gilberlando Gomes da Silva, Rafael Santos Lobato; Adriana Salete Dantas de Farias, Ana Tamyres Sousa Abreu, Jaciara Gomes de Araújo e Simone Ferreira Teixeira

## *Parte II - Logística Reversa e Economia Circular*

### **Capítulo 5**

**Licenciamento ambiental da logística reversa e PNRS: desafios para o aprimoramento da responsabilização pós-consumo no setor de embalagens em geral** **118**

Sueli Ferreira Colona e Jacques Demajorovic

### **Capítulo 6**

**Os desafios da logística reversa do plástico: como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?** **135**

Joice Pinho Maciel e Carlos Alberto Mendes Moraes

### **Capítulo 7**

**Modelo de logística reversa individual com créditos de reciclagem: o programa “Reciclar é Fazer Mágica”** **159**

Arlinda César-Matos, Francisco Luiz Biazini Filho e Jeferson Alberton

<b>Capítulo 8</b> <b>Desafios da compostagem da economia circular no Brasil e na cidade de São Paulo</b> Mônica Pilz Borba e Pedro Roberto Jacobi	<b>182</b>
<b>Capítulo 9</b> <b>Modelos de negócio para a gestão de resíduos eletroeletrônicos baseados nos princípios da economia circular</b> Luciana Harue Yamane, Luciana Contador, Genyr Kappler, Suzana das Neves Silva e Lúcia Helena Xavier	<b>207</b>
<b>Parte III - Dimensões Socioeconômicas e Impactos Socioambientais</b>	
<b>Capítulo 10</b> <b>Pagamento por serviços ambientais urbanos para catadores de materiais recicláveis: estado da arte no Brasil e perspectivas</b> Pollyana Ferreira da Silva, Keith Richard Brauer Sales, Gina Rizpah Besen e Helena Ribeiro	<b>230</b>
<b>Capítulo 11</b> <b>Disposição a pagar pelo manejo de resíduos sólidos comerciais: um estudo de caso em Vitória e Aracruz-ES</b> Juliana Salomão das Neves e Renato Ribeiro Siman	<b>251</b>
<b>Capítulo 12</b> <b>A problemática da importação e exportação de resíduos poliméricos e sua influência na reciclagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil</b> Joice Pinho Maciel, Andrielle Brizola Bueno, Ecimara dos Santos Silva, Jessica Duquini dos Santos e Carlos Alberto Mendes Moraes	<b>267</b>
<b>Capítulo 13</b> <b>Impactos da incineração de resíduos sólidos urbanos</b> Fernanda Penteado Balera, Surrailly Fernandes Youssef, Cecilia Nascimento Ferreira, Paulo Fernando Esteves de Alvarenga II, Davi Quintanilha Failde de Azevedo e Caroline Pereira dos Santos	<b>287</b>
<b>Autores</b>	<b>313</b>



# APRESENTAÇÃO

Gina Rizpah Besen, Christian Luiz da Silva,  
Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic  
e Sandro Benedito Sguarezi

O Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos é um coletivo de instituições criado para que a sociedade civil possa monitorar a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), promovendo transparência e assegurando o cumprimento de seus princípios, diretrizes, objetivos e metas.

Desde 2014, o Observatório monitora a implementação da PNRS no Brasil, publicando os livros “Política Nacional de Resíduos Sólidos: Implementação e Monitoramento de Resíduos Urbanos”, em 2017<sup>1</sup> e “10 Anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Caminhos e Agendas para um Futuro Sustentável” em 2021<sup>2</sup>. O PNRS organiza seminários, palestras e workshops, como o “Inter-

1 - Disponível em: <https://www.energia.usp.br/?q=en/node/570>.

2 - Disponível em: <https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/614>.

câmbio de Práticas e Ferramentas de Gestão em Organizações de Catadores”, “Diálogos com os Autores” e parcerias em eventos como o de “Justiça Climática na Gestão de Resíduos Sólidos e Economia Circular Inclusiva em parceria com a Defensoria Pública de São Paulo, por meio do Núcleo de Cidadania e Direitos Humanos (NCDH) e da Escola da Defensoria Pública (EDEPE) e outros parceiros. Desde 2015, apoia a realização anual do Fórum Internacional de Resíduos Sólidos (FIRS) e participa de ações de advocacy junto à Aliança Resíduo Zero Brasil, à Campanha São Paulo Composta e Cultiva, à Campanha Pare o Tsunami de Plásticos e outras instituições.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em vigência desde agosto de 2010, representa um marco regulatório importante para a gestão de resíduos no Brasil, estabelecendo diretrizes e responsabilidades compartilhadas entre o governo, empresas e cidadãos, com o objetivo de reduzir a geração de resíduos e promover a reciclagem e reutilização de materiais e reduzir a sua disposição no solo. A sua implementação trouxe um cenário de expectativas de avanços e aplicação de instrumentos inovadores de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos que buscam a superação dos desafios da cadeia produtiva brasileira de resíduos.

Passados 14 anos, o cenário otimista foi substituído por uma realidade caracterizada por poucos avanços e a persistência de uma série de problemas para alcançarmos uma gestão adequada e comprometida com uma transição para uma Economia Circular e com as metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os lixões e aterros controlados continuam a ser uma realidade nos municípios brasileiros. Dados do IBGE 2023, mostram que 33 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos tem destinação inadequada, representando cerca de 40% do total gerado no país. Já a coleta seletiva implantada em 60% dos municípios brasileiros não promoveu um crescimento significativo da reciclagem. As taxas de reciclagem dos sistemas municipais de coleta seletiva variam de 3% a 4%, segundo o SNIS e 8% segundo o Panorama da ABREMA de 2024, cuja metodologia de cálculo da taxa foi modificada. A compostagem

de resíduos representa menos de 2% do total de material orgânico gerado no país. Já a logística reversa de embalagens, eletroeletrônicos, entre outros materiais e produtos, continuam em níveis abaixo das metas estipuladas nos acordos setoriais e o desenvolvimento de materiais e produtos que favoreçam sua reciclabilidade ao final de sua vida útil continua uma distante prioridade das decisões de mercado, da sociedade civil e também do estado nas três esferas: municípios, estados e governo federal.

Contudo, os desafios para uma gestão eficaz e sustentável dos resíduos sólidos permanecem significativos, especialmente em termos de financiamento, infraestrutura e cumprimento de metas. O fechamento completo dos lixões, assim como a ampliação efetiva de investimento nos sistemas de coleta seletiva municipais e na logística reversa do setor empresarial operados por catadores de materiais recicláveis, avulsos e organizados em cooperativas e associações, que possibilitem que eles avancem de fato na cadeia de reciclagem são questões que ainda demandam soluções efetivas e políticas mais robustas.

Para o futuro, o Brasil precisará intensificar investimentos e adotar uma abordagem mais integrada e abrangente, com participação mais ativa de todos os setores da sociedade, para consolidar os ganhos e enfrentar os desafios remanescentes. Nesse contexto, avaliar os avanços, limites, possibilidades e as contradições da PNRS se torna imperativo para reavaliar a sua forma de implementação para alcançar seus objetivos traçados em 2010 e sinalizar futuros caminhos para o aprimoramento desta importante política pública.

A publicação está organizada em três partes. A Parte 1 apresenta um Balanço da PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos: avanços e limites, a Parte 2 trata da Logística Reversa e Economia Circular e a Parte 3 aborda as Dimensões Socioeconômicas e Impactos Socioambientais.

## **Parte I**

### **Balço da PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos: avanços e limites**

No primeiro capítulo “14 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: retrocessos, avanços e perspectivas”, os organizadores da publicação, Gina Rizpah Besen, Christian Luiz da Silva, Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic e Sandro Benedito Sguarezi, destacam que face à emergência climática existe a necessidade da implementação de ações urgentes de adaptação e pautadas pelo princípio de consumo responsável e economia circular, mostram avanços e retrocessos da legislação e de mecanismos de implementação da PNRS nos governos Jair Messias Bolsonaro (2018-2022) e Luiz Inácio Lula da Silva (2023-2026). Avaliam alguns indicadores de resíduos sólidos urbanos do Sistema Nacional de Informação -SNIS - 2023 ano base 2022 e apontam que após 14 anos da promulgação da PNRS os avanços na gestão sustentável, integrada e inclusiva dos resíduos sólidos ainda são tímidos e persistem múltiplos problemas para sua efetiva implementação notadamente nos municípios, em relação às cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis e aos catadores avulsos, e a responsabilidade do setor empresarial com relação aos produtos colocados no mercado e às embalagens e produtos descartados.

Os autores Sandro Benedito Sguarezi, Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo e Frankielle Alline Pereira Corrêa em “Consórcios intermunicipais na gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos: limites e as possibilidades da PNRS” abordam a importância dos consórcios públicos para viabilizar alternativas de gestão de resíduos., Os resultados apontam que os consórcios e concessões de parcerias público privadas podem contribuir de forma significativa oferecendo serviços à sociedade, minimizando o impacto ambiental dos resíduos propondo soluções sustentáveis que dialogam com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Porém, existe uma defasagem quando se trata da coleta seletiva realizada por organização de Catadoras/es de materiais recicláveis que sofre com as injustiças socioeconômicas ambientais.

No artigo “Análise institucional e o papel dos atores na cadeia de Resíduos

Elétricos e Eletrônicos no Brasil” Nádia Mara Franz e Christian Luiz da Silva, apresentam as composições legais e institucionais da gestão dos REEE e o papel dos atores, funções e características da cadeia de valor de REEE. Mostram que os REEE são descartados pela população de diferentes formas, como é caso da coleta domiciliar comum, coleta seletiva, PEVs, doações para instituições filantrópicas, caçambas para entulhos e em locais como praças, terrenos vazios, rios ou em vias públicas. A maior parte dos resíduos eletroeletrônicos gerados no Brasil é destinada a aterros ou enviada para reciclagem em outros países, como Bélgica e Canadá. Os autores mostram que a gestão adequada dos REEE no país é uma grande oportunidade de formação de um mercado secundário, que pode viabilizar a geração de renda em várias camadas sociais. Observam que os processos que envolvem a reciclagem de materiais no país geram renda a vários grupos sociais, desde catadores, revendedores e recicladores.

Fechando a parte 1, o capítulo “Política Nacional de Resíduos Sólidos e Política Nacional de Saneamento Básico: análise de suas contribuições para a gestão de resíduos sólidos em praias do litoral nordestino”, elaborado por Luiza Eugênia da Mota Rocha Cirne, Gilberlando Gomes da Silva, Rafael Santos Lobato; Adriana Salete Dantas de Faria, Ana Tamyres Sousa Abreu, Jaciara Gomes de Araújo, Simone Ferreira Teixeira. destaca a importância da PNRS e o PNSB relacionadas à preservação dos Oceanos e praias e traz um panorama dos resíduos sólidos em praias brasileiras. Se aponta que controlar a poluição marinha é um desafio, pois o mar tem sido usado como depósito de contaminantes, resultando em efeitos de grande risco à vida marinha, em particular e, à vida humana e das demais espécies. Para mitigar a poluição nas praias brasileiras, se defende uma maior conscientização e melhor gestão da limpeza local para a redução deste processo de degradação. Se enfatiza a necessidade de controle para evitar que o descarte de resíduos sólidos aconteça de forma inadequada, principalmente em relação aos materiais plásticos, que são a grande ameaça ao equilíbrio da vida marinha.

## **Parte II**

### **Logística Reversa e Economia Circular**

Sueli Ferreira Colona e Jacques Demajorovic em “Licenciamento ambiental da Logística Reversa e a PNRS: desafios para o aprimoramento da responsabilização pós-consumo no setor de embalagens em geral”, tratam da expansão da embalagem no mundo e no Brasil, da evolução da PNRS e a LR de embalagens em geral, da experiência de São Paulo no licenciamento da LR de embalagens em geral e mostram os resultados sobre o setor de embalagens como um todo. Apesar da importância da exigência para que as empresas implementem um programa de LR para as embalagens, o avanço da coleta tem ocorrido em uma velocidade menor do que a esperada, não sendo compatível com o aumento da quantidade de embalagens colocadas no mercado. As metas de coleta e reciclagem não têm sido alcançadas, e demanda processos inovadores que ampliem as iniciativas públicas de fiscalização e conformidade das empresas, visando aprimorar a gestão dos resíduos pós-consumo e incentivar um maior engajamento dos consumidores nessa atividade.

Em “Os desafios da logística reversa do plástico: como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem” Joice Pinho Maciel, Carlos Alberto Mendes Moraes analisam os desafios enfrentados para a implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral de Produtos não Perigosos, que inclui o plástico. Os autores mostram em pesquisa realizada que mais da metade das embalagens plásticas flexíveis avaliadas dificilmente poderia ser reciclada, ou pelo menos apresentou sérias dificuldades para o processo de separação dos materiais, uma vez que as embalagens não apresentam sequer a identificação do tipo de plástico utilizado em sua composição. Apontam a dificuldade desses resíduos serem colocados novamente na cadeia produtiva da reciclagem, atendendo ao acordo setorial e a implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral da PNRS. Isto gera cada vez mais rejeitos, seja pela ausência de um mercado consolidado para comercialização, seja pela inviabilidade técnica para o tratamento e beneficiamento de diferentes tipos de resinas na cadeia da reciclagem do plástico.

Arlinda César-Matos, Francisco Luiz Biazini Filho, Jeferson Alberton em “Modelo de Logística Reversa Individual com Créditos de Reciclagem: o Programa Reciclar é Fazer Mágica os autores mostram a viabilidade da implementação de um modelo de logística reversa individual eficiente e economicamente viável, com foco na educação ambiental, na economia circular e na inclusão dos catadores conforme a PNRS. Destacam a importância das parcerias e da integração da educação ambiental ao processo de reciclagem, por meio da formação de professores e da conscientização da comunidade escolar, mostrou-se fundamental para o sucesso do programa, promovendo a mudança de comportamento e o engajamento da população em relação à gestão de resíduos e à economia circular.

Em “Os Desafios da compostagem e da economia circular no Brasil e em São Paulo” Mônica Pilz Borba e Pedro Roberto Jacobi. abordam os desafios da economia circular integrados à gestão dos resíduos orgânicos urbanos no Brasil e no município de São Paulo, apresentando informações no contexto nacional e referências internacionais, trazendo dois casos de sucesso de compostagem em duas capitais brasileiras, além de um balanço nas legislações de âmbito federal, do Estado de São Paulo e do município de São Paulo, com foco nos problemas e potenciais que a compostagem pode trazer à cidade paulistana e as demais de grande porte. Tratam das potencialidades dos resíduos orgânicos urbanos e do desperdício dos resíduos orgânicos no Brasil. Os desafios da compostagem nos grandes centros urbanos são ligados à separação na fonte, espaço físico, logística e mercado, que exigem estudos e adaptações junto às realidades locais.

No capítulo Modelos de negócios para a gestão de resíduos eletroeletrônicos baseados nos princípios da economia circular, os autores: Luciana Harue Yamane, Luciana Contador, Genyr Kappler, Suzana das Neves Silva, Lúcia Helena Xavier procuram identificar e analisar os principais modelos de negócio constituídos no Brasil para a estruturação e operacionalização da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), em atendimento aos requisitos legais e normativos. O artigo busca contribuir com estratégias

empresariais e a estruturação de políticas públicas que devem priorizar mecanismos de incentivo econômico e consolidação de infraestrutura com potencial de rastreabilidade. Mais da metade das embalagens plásticas flexíveis avaliadas dificilmente poderia ser reciclada, ou pelo menos apresenta sérias dificuldades para o processo de separação dos materiais, uma vez que as embalagens não apresentam sequer a identificação do tipo de plástico utilizado em sua composição. Isto aponta a dificuldade desses resíduos serem colocados novamente na cadeia produtiva da reciclagem, atendendo ao acordo setorial e a implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral da PNRS.

### **Parte III**

#### **Dimensões Socioeconômicas e Impactos Socioambientais**

As autoras Pollyana Ferreira da Silva, Keith Richard Brauer Salles, Gina Rizpah Besen e Helena Ribeiro trazem para a discussão o texto: Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos (PSAU) para catadores de materiais recicláveis: estado da arte no Brasil e perspectivas mostra a emergência climática planetária em curso e os desafios de avançar para atingir as metas acordadas nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), indicando que o PSAU, se implementado vai gerar medidas efetivas de mitigação no âmbito da geração e da gestão de resíduos sólidos. Entretanto, dada a complexidade da precificação dos serviços ambientais prestados por catadores é importante que se definam indicadores e índices que poderiam mais facilmente ser inseridos em contratos entre prefeituras, entidades privadas e associações de catadores para a sua justa remuneração por serviços ambientais prestados. Ainda há um reconhecimento muito incipiente dos serviços ambientais prestados pelos catadores, pois a simples menção aos serviços ambientais prestados por eles é escassa e a precificação e pagamento por estes serviços é praticamente inexistente no Brasil. Destaca-se a necessidade de fortalecer a política de resíduos sólidos com o fortalecimento de catadores e catadoras de materiais recicláveis na cadeia produtiva da reciclagem no Brasil e avançar no alcance das metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

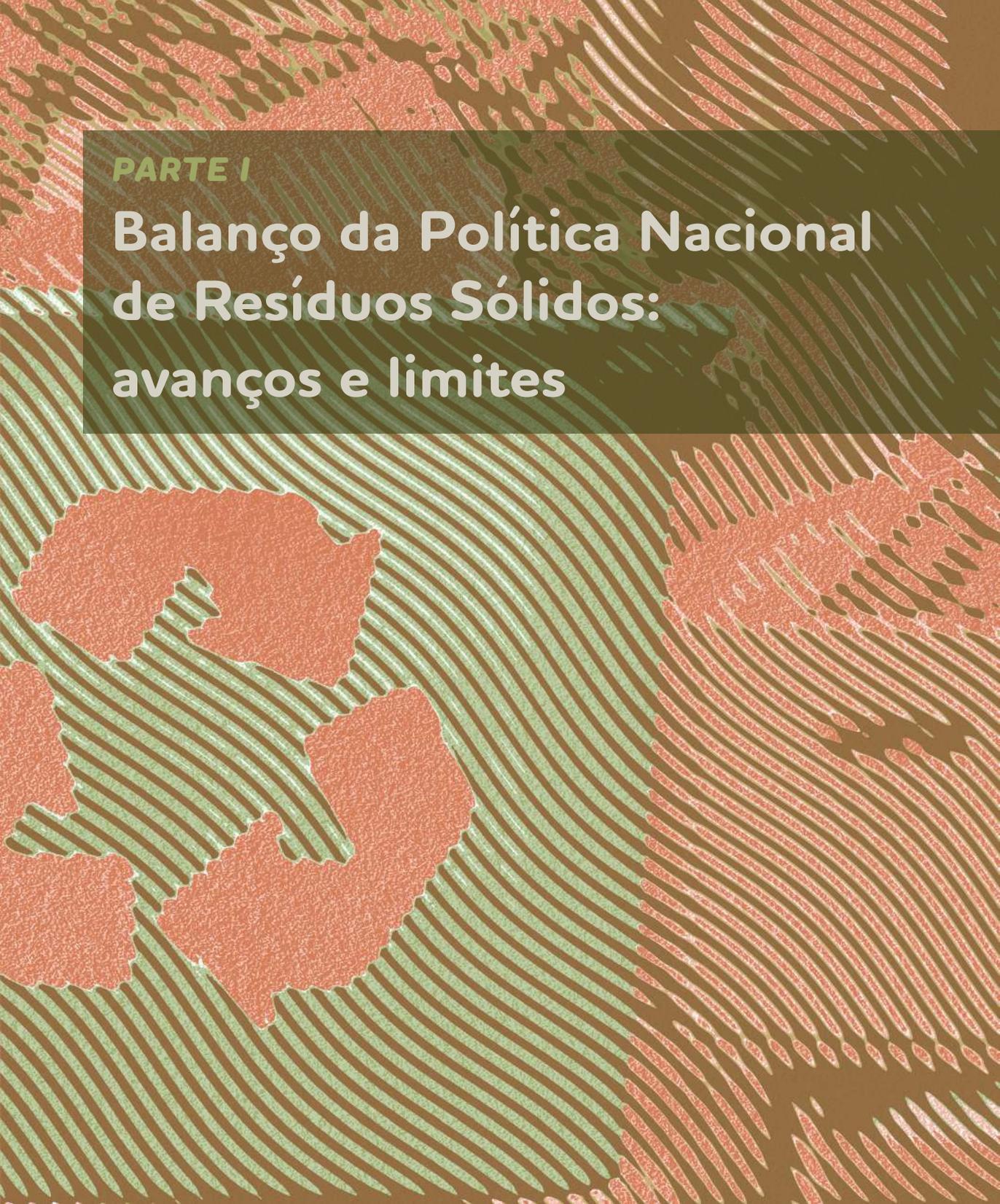
## *Apresentação*

Os autores Juliana Salomão das Neves e Renato Ribeiro Siman trazem os resultados de um estudo sobre a Disposição a pagar pelo manejo de resíduos sólidos comerciais: um estudo de caso em Vitória e Aracruz – ES. Se avalia a disposição a pagar pelo manejo de resíduos sólidos comerciais com base nas legislações de Vitória e Aracruz, ambos municípios do Espírito Santo e que estabelecem um limite de geração para os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, a partir do qual ocorre a responsabilização em relação ao manejo de resíduos. Os autores mostram a importância de desonerar o setor público, e estabelecer legislações municipais acerca da cobrança dos grandes geradores de resíduos sólidos.

A problemática da importação e exportação de resíduos poliméricos e sua influência na reciclagem de resíduos sólidos urbanos no Brasil é tratada pelos autores: Joice Pinho Maciel, Andriele Brizola Bueno, Ecimara dos Santos Silva, Jessica Duquini dos Santos e Carlos Alberto Mendes Moraes apresentam resultados de uma pesquisa sobre a Importação e Exportação de Resíduos Poliméricos no Brasil no período de 2021 a 2023, utilizando a base Comex Stat, que é um sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro (SICOMEX, 2024). Se destaca o desalinhamento das políticas de importação e exportação de resíduos e a PNRS, pois o Brasil com o volume de resíduos gerados, teria que priorizar as políticas de gerenciamento, a exemplo da promoção da coleta seletiva municipal com a inclusão de catadores e catadoras para aumentar o percentual de resíduos plásticos recuperados na cadeia produtiva da reciclagem.

Os autores Fernanda Penteado Balera, Surrailly Fernandes Youssef, Cecilia Nascimento Ferreira, Paulo Fernando Esteves de Alvarenga II, Davi Quintanilha Failde de Azevedo e Caroline Pereira dos Santos trazem um texto baseado na Nota Técnica publicada pela Defensoria Pública do Estado de São Paulo, Núcleo Especializado de Cidadania e Direito Humanos (NCDH), em 31 de janeiro de 2024. Apresenta-se que muito embora tenha havido avanços tecnológicos nas práticas de incineração, a atividade permanece apresentando riscos para a saúde humana e o meio ambiente, além de impactar diretamente o

trabalho desenvolvido pelas catadoras(es). A incineração de RSU também se coloca em contrariedade às atuais práticas internacionais direcionadas à economia circular, que priorizam as atividades de reciclagem e reutilização dos resíduos. A prática de incineração é contrária à hierarquia de ações prioritárias que devem ser adotadas na gestão integrada de resíduos sólidos, eis que deve ser priorizada a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos sólidos. Além dos impactos econômicos decorrentes da incineração de materiais que poderiam ser reinseridos no setor produtivo, a gestão de resíduos no Brasil fundamenta-se historicamente no trabalho desenvolvido pelos catadores e catadoras de materiais recicláveis, de modo que as atividades de incineração impactam diretamente o seu trabalho.



*PARTE I*

# Balanço da Política Nacional de Resíduos Sólidos: avanços e limites

## Capítulo 1

# 14 ANOS DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS:

## *retrocessos, avanços e perspectivas*

Gina Rizpah Besen, Christian Luiz da Silva,  
Pedro Roberto Jacobi, Jacques Demajorovic  
e Sandro Benedito Sguarezi

### **Introdução**

Vivemos uma crise civilizatória sem precedentes, o consumismo alinhado à lógica hegemônica aumenta de maneira significativa o volume global de resíduos que contribui para o aquecimento global e o desperdício de recursos naturais e econômicos. Isto mostra a urgência de ações para seu enfrentamento. Este cenário demanda que as políticas públicas e a gestão empresarial avancem na redução das emissões de gases de efeito estufa, revertam o esgotamento de recursos naturais e reduzam os impactos da poluição ambiental, tanto no que se refere à poluição do ar e dos oceanos. (Kaza et al., 2018; Sadhukhan et al. 2020; Yang et al., 2023). A geração de resíduos sólidos está diretamente ligada a estes problemas.

Assim, o sistema de produção e consumo que promove o persistente crescimento dos resíduos precisa ser revertido de forma a diminuir sua contribuição para os gases efeito estufa, esgotamento dos recursos naturais, a de-

gradação dos ecossistemas e amplia as desigualdades. Estima-se que mais de dois bilhões de toneladas de resíduos são geradas anualmente, das quais 33% não são coletadas e gerenciadas adequadamente afetando cerca de dois 2 bilhões de pessoas a um custo total estimado, para o ano de 2020, de US\$ 361 bilhões (UNEP, 2024). Já o Banco Mundial estima que até 2050 o mundo produzirá cerca de 3,88 bilhões de toneladas de resíduos, o que representa um aumento de 73% em relação a 2020. Nesse contexto, a gestão sustentável dos resíduos do ponto de vista econômico, ambiental e social é um desafio tanto para países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (UNEP, 2024).

A gestão adequada dos resíduos sólidos pode contribuir enquanto medida de mitigação e de adaptação para a redução da emissão de gases de efeito estufa (Wilson, and Ramola, 2023; Gama, Jucá and Firmo, 2024). Ao mesmo tempo, os serviços e a infraestrutura de coleta, transporte, reciclagem, tratamento e descarte de resíduos sólidos são altamente vulneráveis aos fatores de estresse climático, como eventos climáticos extremos. Portanto, melhorar a forma como as cidades gerenciam os resíduos sólidos pode, ao mesmo tempo, mitigar as mudanças climáticas e aumentar a resiliência local aos impactos das mudanças climáticas (EPA, 2023).

Nesse sentido, é urgente estabelecer um círculo virtuoso dos resíduos por meio da implementação de estratégias e práticas de transição para uma economia verde e circular (Circle Economy, 2019; Osman et al. 2022; Yang et al., 2023). No entanto, verifica-se que apenas 9% da economia global é circular (Circle Economy, 2019). Considera-se que esta transição pode possibilitar a minimização do desperdício, a maximização da utilização e da reciclagem, o fortalecimento da bioeconomia, a criação de postos de trabalho e de gestão de resíduos integradas, inclusivas e sustentáveis na direção de construir cidades resíduos zero, circulares, resilientes, inclusivas e justas (Cosenza et al., 2020; UNEP/UN-Habitat, 2021, UNEP, 2024).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) promulgada em 2010 foi reconhecida como um grande avanço na gestão pública e privada dos resíduos sólidos. Tendo alguns de seus principais objetivos como diminuir a geração de resíduos, eliminar os lixões do cenário brasileiro, estimular a logística reversa dos produtos pós-consumo e valorizar a inclusão socioproductiva dos catadores que prometia uma superação dos vários dos desafios e gargalos da gestão de resíduos sólidos no país. No entanto, após um prazo

de 14 anos, passou por quatro mudanças de governos nacionais com diferentes visões sobre mudanças climáticas, gestão e rotas tecnológicas de resíduos. Isto contribuiu para que as metas estabelecidas pela PNRS não fossem atingidas. Ainda não se verifica a sustentabilidade econômica da gestão de resíduos na maior parte dos municípios brasileiros. Destaca-se que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos apenas foi aprovado em 2022. Observa-se que alguns de seus principais objetivos como encerramento de lixões, aumento da recuperação de resíduos por meio de reciclagem e compostagem nos próximos 20 anos e aumento da reciclagem de resíduos da construção indicam a persistência dos desafios enfrentados para uma gestão de resíduos adequados no país (MMA, 2024).

Embora o momento seja comprovadamente de emergência climática, conforme mostra o IPCC (2023) e com inúmeros impactos negativos no país, tais como as recentes enchentes no Rio Grande do Sul e as secas na Amazônia, ainda se verifica no país a falta de articulação da Política Nacional de Resíduos Sólidos com a Política Nacional de Mudanças do Clima. Prevalece o desrespeito à hierarquia dos resíduos proposta na PNRS, a falta de aprendizagem com os processos de gestão de resíduos da União Europeia, ao longo dos últimos 20 anos, a baixa efetividade dos Acordos Setoriais, como de Embalagens em Geral e eletroeletrônicos e o reduzido investimento na coleta seletiva nas cidades brasileiras. Isto gera uma difícil situação para os catadores de materiais recicláveis, organizados em associações e cooperativas, assim como dos autônomos/avulsos. Nesse contexto, a coleta seletiva se apresenta como uma oportunidade para ampliar o percentual de reciclagem e redução das desigualdades quando insere os catadores organizados e avulsos na cadeia produtiva da reciclagem.

Este capítulo analisa inicialmente o “Estado da Arte” da PNRS, com ênfase nas mudanças da legislação, iniciativas e outras ações administrativas que ocorreram na transição entre os últimos dois governos (Jair Messias Bolsonaro e Luiz Inácio Lula da Silva, embora o último governo ainda esteja no seu segundo ano e tenha o seu término em 2026) para mostrar o contexto no final do ano de 2024. A seguir se apresenta o levantamento e a análise de indicadores de resíduos sólidos urbanos com base nos últimos dados oficiais do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS) SNIS 2023 ano base 2022– Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos, e se finaliza com recomendações para contribuir para a efetiva implementação da PNRS.

## *14 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: retrocessos, avanços e perspectivas*

Para tanto foi realizado um levantamento não sistemático de legislações, estudos e publicações acadêmicas, técnicas e matérias de imprensa e em sítios da internet.

Frente a inexistência de indicadores de logística reversa de embalagens em geral no SNIS-2023, as informações mais recentes sobre os resultados do Acordo Setorial de Embalagens e da logística reversa foram publicados pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA,2024), ano de referência de 2023, baseado em dados do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e dos setores responsáveis.

### ***Evolução da Legislação da PNRS***

Ao longo destes 14 anos de vigência da PNRS houve mudanças em Leis Federais e foram promulgados Decretos Federais e Portarias visando avançar nos mecanismos e instrumentos de implementação da PNRS.

A gestão de resíduos sólidos no Brasil evoluiu ao longo dos governos, sendo marcada por diferentes políticas e abordagens nos períodos de Luís Inácio Lula da Silva (2003-2010), Jair Messias Bolsonaro (2019-2022) e novamente Lula (2022 -2026) até o presente momento (dezembro de 2024).

Durante os dois primeiros mandatos de Lula, houve um esforço para estruturar a gestão de resíduos sólidos no Brasil, que culminou na criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Devido à complexidade do tema e aos interesses econômicos envolvidos, sua tramitação tardou 20 anos sendo aprovada apenas em 2010, no último ano do governo Lula. A PNRS foi sancionada estabelecendo um marco regulatório abrangente para a gestão de resíduos sólidos, constituindo a principal legislação brasileira sobre o tema até hoje. No entanto, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, um importante e obrigatório instrumento de alavancagem da PNRS, embora discutido em audiências públicas regionais, não foi aprovado. Em 2021, foi elaborado um novo Plano (Planares) por meio de uma Cooperação entre o Ministério do Meio Ambiente e a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e de Resíduos Especiais (Abrelpe, atual ABREMA) e em 13 de abril de 2022 foi instituído por Decreto.

A inexistência do Plano Nacional por mais de 12 anos enfraqueceu a implementação da PNRS e possibilitou que os estados e municípios legislassem

sem diretrizes e metas convergentes. O foco neste período foi na consolidação de uma estrutura legal com a criação da PNRS, em políticas de inclusão social e fortalecimento das cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, no fortalecimento do papel do Estado e na criação de incentivos para a responsabilidade compartilhada.

Da PNRS destaca-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incluindo fabricantes, comerciantes, consumidores e o poder público. Também introduziu o conceito de logística reversa, obrigando as empresas a garantir o retorno de produtos como eletroeletrônicos, embalagens e pneus para tratamento adequado após o uso. Também definiu prazos para o fechamento dos lixões e a substituição por aterros sanitários até 2014, além de incentivar a coleta seletiva, a hierarquia no tratamento de resíduos e a valorização dos catadores de materiais recicláveis.ental na criação de um arcabouço legal robusto e organizado para a gestão de resíduos sólidos, algo qu

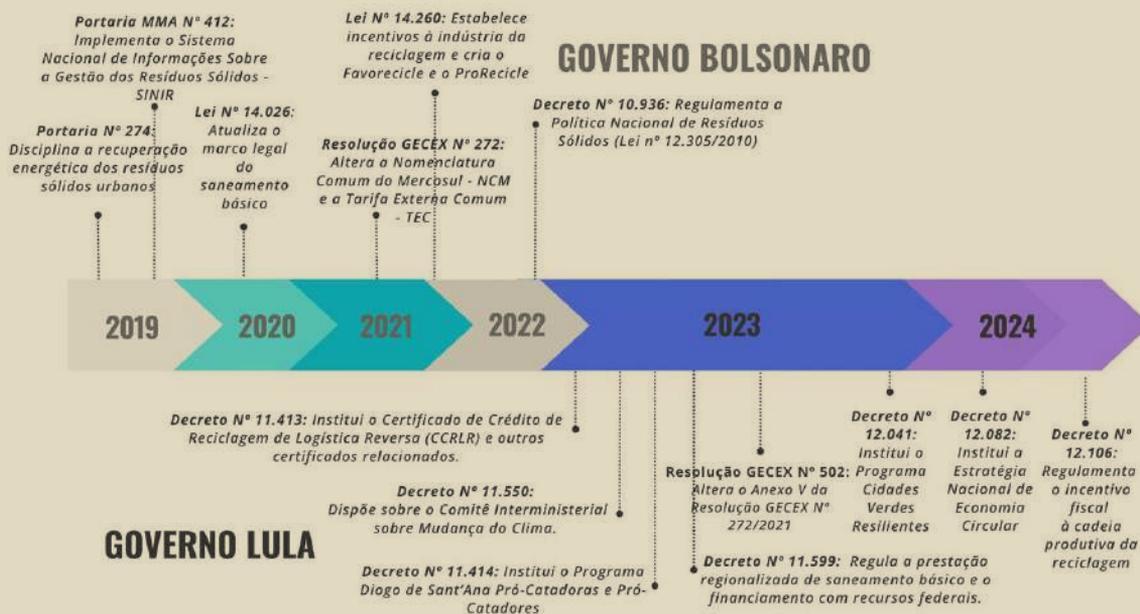
A PNRS configurou um marco legal fundamental que não existia antes de forma consolidada no país, no entanto mudanças de políticas governamentais podem impactar de forma significativa a sua implementação (Jambeiro, 2020, Santiago, et al. (2023).

A seguir se estabelece a linha do tempo da legislação, mecanismos e instrumentos da PNRS nos dois governos (Figura 1) e se compara os principais aspectos em relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e outras iniciativas relevantes para a gestão dos resíduos sólidos (Quadro 1).

Esta análise se foca nas principais mudanças que ocorreram na transição entre os dois últimos governos, Jair Messias Bolsonaro e Luiz Inácio Lula da Silva.

## 14 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: retrocessos, avanços e perspectivas

Figura 1 | Linha do Tempo da legislação, mecanismos e instrumentos da PNRS



Elaborado pelos autores.

Fonte: Portal da Legislação, 2024 e Portal legisweb, 2024.

O governo Bolsonaro (2019-2022) herdou a estrutura legal consolidada pela PNRS, mas adotou uma abordagem diferente em alguns aspectos. O principal foco foi na desburocratização, no incentivo à participação da iniciativa privada em parcerias públicas privadas e principalmente no estímulo ao fortalecimento da tecnologia da incineração de resíduos enquanto rota tecnológica de gestão de resíduos sólidos urbanos, e também mudanças na fiscalização ambiental.

Em 2022, já no final do governo Bolsonaro, foi editado o Decreto nº 10.936, que regulamentou de forma mais detalhada a PNRS. Esse decreto revisou e consolidou normativas que estavam em vigor desde 2010, com foco na implementação dos sistemas de logística reversa, na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e no estabelecimento de critérios

mais claros para o planejamento, fiscalização e monitoramento da gestão de resíduos sólidos, assim como tornar as metas mais exequíveis e com prazos adequados, ajustando algumas previsões que não foram cumpridas dentro dos prazos iniciais da PNRS. A aproximação com o agronegócio e resíduos de agrotóxicos priorizou a gestão de embalagens de agrotóxicos e o fortalecimento do sistema de logística reversa de produtos perigosos, uma demanda frequente do agronegócio e o programa de devolução de embalagens vazias de agrotóxicos foi expandido, e o Brasil manteve um dos maiores índices de recuperação desse tipo de resíduo no mundo (Carvalho, 2021).

Outra iniciativa na contramão da política previamente implantada foi a redução no apoio à fiscalização ambiental com cortes no orçamento de órgãos como o IBAMA e do Ministério do Meio Ambiente. Isto foi criticado por especialistas e ONGs, que apontaram impactos negativos na implementação efetiva da PNRS em municípios que ainda dependem do apoio federal para estruturar sua gestão de resíduos.

A seguir se apresentam as principais diferenças e abordagem na questão da implementação da PNRS pelos dois governos, organizadas por categorias e aspectos para a análise (Quadro 1).

14 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:  
retrocessos, avanços e perspectivas

<b>Aspecto</b>	<b>Governo Bolsonaro (2019-2022)</b>	<b>Governo Lula (2023-2024)</b>
<b>Abordagem Geral</b>	Foco em desburocratização e participação privada na gestão.	Retomada de uma abordagem mais social, com foco na inclusão e fortalecimento dos catadores.
<b>Legislação Principal</b>	Nova regulamentação da PNRS Decreto 10.936/2022 com foco em responsabilidade compartilhada e expansão da logística reversa.	Decreto No 11.413/2023 Continuidade da regulamentação da PNRS, mas com foco em melhorias na fiscalização e execução de metas.
<b>Fiscalização Ambiental</b>	Redução de recursos para órgãos de fiscalização como IBAMA e ICMBio.	Fortalecimento das agências de fiscalização ambiental com novos recursos e contratação de pessoal.
<b>Incentivo ao Setor Privado</b>	Estímulo às Parcerias Público-Privadas (PPPs) para gestão de resíduos.	Continuação das PPPs, mas com proposta de maior controle estatal e participação social nas decisões.
<b>Catadoras(es) de Recicláveis</b>	Diminuição do foco nas cooperativas de catadores, maior ênfase no setor privado. A Resolução GECEX N° 272 DE 19/11/2021 alterou as alíquotas de taxas isentando papel e plástico.*	Foco no fortalecimento das cooperativas e inclusão dos catadores nas cadeias produtivas de resíduos, pagamento por serviços ambientais, remuneração pelo serviço para catadores individuais e organizados (Decreto N° 11.414/2023), dedução de imposto de renda para pessoas físicas e jurídicas no apoio a projetos de fortalecimento da infraestrutura, equipamentos e capacitação de catadores (Decreto N° 12.106, de 10.7.2024). Alterou as alíquotas da Resolução GECEX.

<b>Logística Reversa (LR)</b>	<p>Institui o Programa Nacional de Logística Reversa, integrado ao Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos e ao Planares (Decreto N° 10.936 12/01/2022). Expansão de programas de logística reversa, especialmente no agronegócio.</p>	<p>Ampliação da LR para vidros, plásticos e eletrônicos. Instituídos: o Certificado de Crédito de Reciclagem de LR a ser adquiridos por fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes para comprovação do cumprimento das metas, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral para investimentos em projetos estruturantes de recuperação de recicláveis, o Certificado de Crédito de Massa Futura para os que implementarem sistema de LR estruturante, define as entidades gestoras e suas competências e prazos para a adequação, da ferramenta de emissão dos MTR para o rastreamento e conexão dos sistemas de logística reversa, e da cadeia de reciclagem (Decreto N. 11.413 de 13/02/2023).</p>
<b>Erradicação de Lixões</b>	<p>Ajustes nas metas e prazos, mas com dificuldades no cumprimento integral. Poucos avanços; várias regiões ainda enfrentam problemas com lixões ativos.</p>	<p>Não tem novo prazo para a erradicação total dos lixões, previsto originalmente para 2024.</p>
<b>Política de Reciclagem</b>	<p>Incentivo ao setor privado, mas com baixa fiscalização e pouca expansão significativa da infraestrutura de reciclagem.</p>	<p>Foco na expansão da infraestrutura pública de reciclagem e aumento das metas de reciclagem em diferentes setores.</p>
<b>Plano Nacional de Resíduos Sólidos</b>	<p>Promulga o Planares (Decreto N° 11.043, de 13/04/2022).</p>	<p>Não houve revisão do Plano até dezembro de 2024</p>

Elaborado pelos autores.

Destacam-se cinco importantes aspectos a serem considerados:

1. No governo Bolsonaro a Lei N° 14.026 de 15/07/2020 que definiu prazos para a disposição final adequada de rejeitos até 31/12/2020, exceto para os Municípios com plano intermunicipal/ municipal de gestão integrada de resíduos sólidos que tenham mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira e define os prazos para os municípios de todos os portes encerrados em 02/08/2024, o que não ocorreu. Aguarda-se nova definição legal.
2. No governo Bolsonaro foi definida a disponibilização de informações atualizadas no SINIR como condição para que estados e municípios tenham acesso a recursos da União ou por ela controlados, destinados a empreendimentos, equipamentos e serviços relacionados com a gestão de resíduos sólidos (PNRS, o Decreto n. 10.936/2022 e a Portaria MMA n. 412/2019). Este mecanismo promoveu um aumento significativo de municípios participantes do SNIS cuja amostra foi de 3712 municípios em 2019 para 5060 em 2022, de um total de 5.570 municípios do país (SNIS , 2023, p. 3).
3. Houve o estímulo à queima de resíduos, da Incineração em especial e de recuperação energética de resíduos sólidos urbanos por meio da Portaria n° 274 de 30.04.2019 que definiu a URE – Usina das formas de destinação final ambientalmente adequada , observada a prioridade de não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento. Entretanto, não foram estabelecidos mecanismos efetivos para a implantação da logística reversa pelo setor privado e da coleta seletiva pelas administrações municipais.
4. Na gestão Bolsonaro foi promulgada a Resolução GECEX N° 272 19/11/2021 cujo Anexo V alterou as alíquotas de importação para papel e vidro que foram isentados da taxa, e os plásticos taxados em 11,2%, o que dificultou a venda dos materiais recicláveis para os catadores. GECEX N° 502 DE 21/07/2023. O governo Lula alterou a Resolução por meio da Resolução GECEX N. 502 de 21/07/2023 que promoveu o aumento da alíquota de importação de resíduos de papel, papelão, plástico e vidro para 18%.
5. Enquanto o Governo Bolsonaro foi pautado pelo negacionismo climático, o governo Lula vem pautando a questão dos resíduos sólidos numa perspec-

tiva de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, ao fortalecimento da Economia Circular (Decreto Nº 12.082, de 27.6.2024) que institui a Estratégia Nacional de Economia Circular com a finalidade de promover a transição do modelo de produção linear para uma economia circular, de modo a incentivar o uso eficiente dos recursos naturais e das práticas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva e institui o Programa Cidades Verdes Resilientes – PCVR com o objetivo de aumentar a qualidade ambiental e a resiliência das cidades brasileiras diante dos impactos da mudança do clima. Este é implementado por meio da integração de políticas urbanas, ambientais e climáticas, do estímulo às práticas sustentáveis e da valorização dos serviços ecossistêmicos do verde urbano, que contempla seis temáticas, sendo uma delas a gestão de resíduos urbanos pelo Decreto N. 12.041 de 05.06.2024 e o Plano Clima. Tudo isso, sem deixar de incluir os catadores de materiais recicláveis.

### ***Indicadores de resíduos urbanos selecionados do SNIS***

Foram selecionados alguns indicadores de resíduos urbanos do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Diagnóstico de Manejo de Resíduos Sólidos 2023- ano base 2022 (SNIS, 2023), última fonte oficial de informações, para análise frente às legislações e metas da PNRS e da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB).

Os indicadores selecionados foram: i) Representatividade da amostra ii) Políticas públicas e planos de resíduos. iii) Atendimento da coleta domiciliar e volume coletado, iv) Destinação de resíduos e unidades de processamento, v) Cobrança pelos serviços e formas de pagamento, vi) Coleta Seletiva e Recuperação de Recicláveis e Catadores de Materiais Recicláveis, e vii) Concessões de serviços e Consórcios intermunicipais.

#### ***i) Representatividade da amostra***

Observa-se que em relação ao universo de 5570 municípios brasileiros, o número de municípios respondentes do SNIS –RS apresentou um aumento significativo ao longo dos anos. A amostra em 2022 foi de 5060 municípios que correspondem a 90,80% municípios do país e a 96,80% da população total do país. Entretanto ainda falta a resposta de 510 municípios. Do total, 78,2% dos municípios com menos de 30 mil habitantes (20,8% da população total)

e ainda 100% dos 319 municípios com faixas populacionais acima de 250 mil habitantes (56,9% da população total do país).

Houve uma redução significativa das discrepâncias regionais de participação na pesquisa em relação aos anteriores, a macrorregião com maior participação em 2022 foi a Sul, com 97,4% de seus municípios, seguida pela Sudeste (94,5%), Centro Oeste (91,6%), Norte (88,9%) e a de menor participação foi a Nordeste, com 83,3% dos municípios.

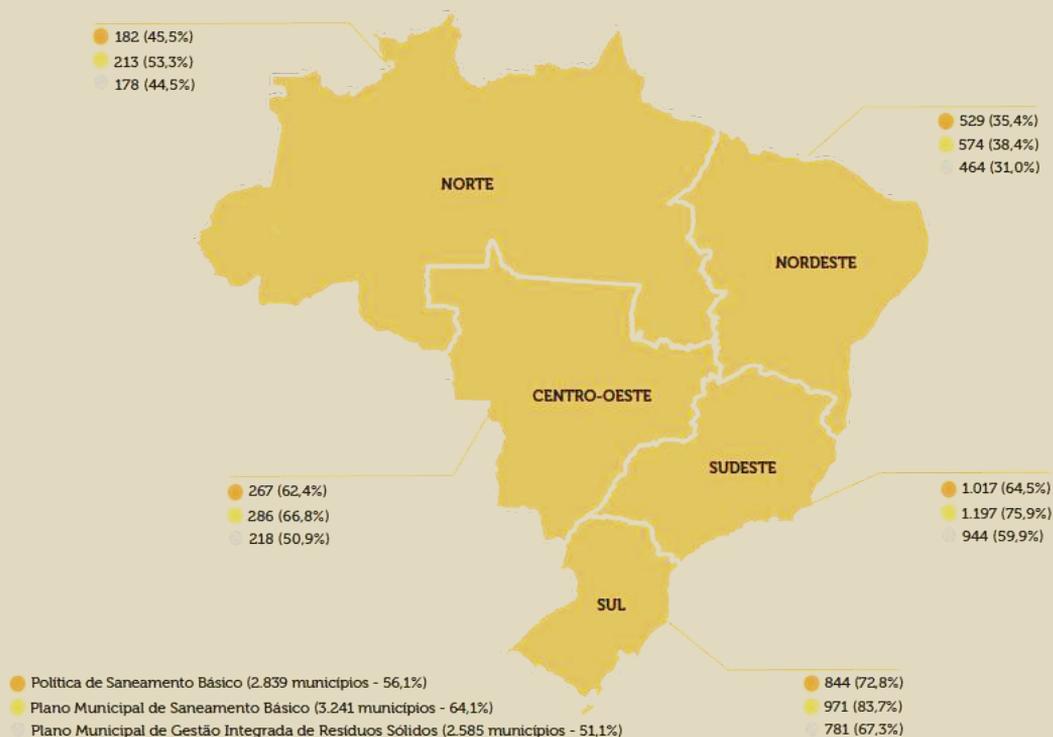
Uma das razões que justificam o aumento dos municípios participantes, em 2022, foi o uso de mecanismo de adimplência de municípios com o SNIS para recebimento de financiamentos da União como já mencionado anteriormente.

#### ***ii) Políticas públicas e planos de resíduos***

Segundo o SNIS 2023, em 2022, 2839 municípios (56,1%) afirmaram possuir Política de Saneamento Básico, 3241 municípios (64,1%) Plano Municipal de Saneamento básico e 2585 municípios (51,1 %) Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. O SNIS também abordou os tipos de serviços que são abrangidos pelos Planos Municipais de Saneamento Básico, sendo que de 3241 municípios respondentes 2035 (64,2% ) afirmaram abranger os serviços de limpeza pública e manejo de resíduos sólidos no escopo do Plano.

Em relação aos Planos Municipais de Gestão integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) que 2585 municípios afirmam possuir. Observa-se enormes diferenças regionais, pois compreende 67,3% dos municípios da região Sul, 59,9% na Sudeste, 50,9% na Centro-Oeste, e apenas 44,5% na Norte e 31,0% do Nordeste (Figura 2).

Figura 2 | Políticas e Planos de Resíduos Sólidos, em percentual de municípios por macrorregião



Extraído do SNIS-2023, p. 40.

Há dois aspectos importantes para se salientar. Primeiro, as discrepâncias regionais referente a existência de Planos Municipais, em especial de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Após 14 anos da PNRS, era esperado que este fosse um tópico vencido por conta da necessidade de Plano para nortear as ações de cada município e eventuais estratégias, inclusive, de integração regional. Se o município sequer tem um Plano para esta questão, as suas deficiências e falta de alinhamento com a PNRS tendem a ser significativas, assim

como as suas ações possivelmente se referem somente à coleta e disposição dos resíduos, sem necessariamente ter avançado na forma que essa disposição deveria ocorrer. Isso pode refletir nos avanços tímidos da PNRS se comparar ao tempo e recursos destinados para sua implementação.

Além disso, o segundo aspecto se refere à qualidade técnica dos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS). Destaca-se que ao analisar os PGIRS, estes nem sempre atendem às reais necessidades da região e do seu planejamento para um futuro próximo. Muitas vezes os planos buscam apenas atender uma demanda legal e se distanciam do seu real intuito que é propiciar um planejamento da gestão de resíduos para contribuir para o desenvolvimento municipal. Muitos planos são chamados de “planos de gaveta”, apenas para atender a burocracia ou buscar recursos e não são implementados de fato.

Neste aspecto, seria importante ampliar a capacidade do Ministério do Meio Ambiente e da Mudança do Clima para que execute a sua atribuição de coordenar a implementação da PNRS, ampliando esta ação para a capacitação para elaboração dos PGIRS, bem como monitorar a sua implementação. Esta ação pode ser de comando e controle ou de incentivo aos municípios para que avancem nesta questão, contudo é um ponto seminal para se alcançar os objetivos da PNRS.

### ***iii) Atendimento da coleta domiciliar e volume coletado***

A taxa média de cobertura do atendimento da coleta regular de resíduos domiciliares da população total, rural e urbana, foi de 90,40%, o correspondente a cerca de 178 milhões de habitantes, no ano de 2022. Dos 5060 municípios respondentes 37,0% (1872 municípios) indicaram 90% ou valor superior de taxa de cobertura em relação a população total do município. Nos níveis que apresentam os resultados de taxa de cobertura inferiores ou iguais a 70% da população se encontraram 35,5% dos municípios da amostra (1797 municípios).

Observa-se que até 70% de cobertura há predominância de municípios da Macrorregião Nordeste, enquanto na Macrorregião Sudeste, 45,1% dos municípios apresentaram coberturas de 100% da população total.

Embora a Política Nacional de Saneamento Básico - Lei Federal Nº 14.026 de

15/07/2020 (Brasil, 2020), preconize a universalização dos serviços, em 2022, não foram atendidos direta ou indiretamente pela coleta domiciliar cerca de 9,8 milhões de habitantes do país, representando um déficit de 9,7%. As macrorregiões Norte (79,2%), e Nordeste (84,5%), apresentam os patamares mais baixos de atendimento seguidos pelo Centro-Oeste (90,3%), Sul, (91,9% ) e Sudeste (95,7%) .

Nota-se que a região Nordeste tem 27,3% da massa coletada em relação ao país, contudo tem o menor número de municípios participantes da amostra. Além disso, observa-se que a região Sudeste possui 29,9% dos municípios em relação ao país, mas representa 44,8% da massa coletada. Tais discrepâncias regionais exigem estratégias diferenciadas, considerando o nível de desenvolvimento socioeconômico de cada um. Reforça-se, com isso, a necessidade dos PMGIRS para particularizar para cada situação municipal e regional, bem como estabelecer estratégias que não são únicas, mas próprias para cada realidade.

*Tabela 1 | Municípios participantes por macrorregião, percentual de massa coletada de resíduos domiciliares e públicos no ano de 2022*

Macrorregiões	N. de municípios	% de municípios em relação ao país	N. de municípios participantes	% de municípios na amostra em relação a macrorregião	Quantidade de massa coletada em milhões de toneladas / ano	% de massa coletada em relação ao país
<b>Norte</b>	450	8,1	400	88,9	5,17	8,1
<b>Nordeste</b>	1794	32,2	1.495	83,3	17,41	27,3
<b>Sudeste</b>	1668	29,9	1.577	94,5	28,61	44,8
<b>Sul</b>	1191	21,4	1160	97,4	7,79	12,2
<b>C-Oeste</b>	467	8,4	428	91,6	4,82	7,6
<b>Total</b>	<b>5.570</b>		<b>5.060</b>		<b>63,8</b>	

Fontes: SNIS-RS 2023 – ano base 2022 (Brasil, 2023).

Considerando-se a média *per capita* de resíduos coletados, em 2022 foi de

0,98 kg/hab./dia em 2022. Na macrorregião Norte o per capita médio foi de 1,08, na Nordeste de 1,12, na Sudeste de 0,98, na Sul de 0,78 e na Centro Oeste 0,92.

Destaca-se que a macrorregião Sul teve um per capita 20% menor do que a média nacional, por isso merece ser acompanhado e analisado, enquanto o Nordeste alcançou a maior massa (1,12 kg/hab./dia) seguida pela região Norte com 1,08, ambos acima do valor do indicador médio para o país de 0,98 kg/hab./dia.

O per capita é um indicador importante no controle da redução da massa coletada e pode apoiar o monitoramento da redução de resíduos, levando-se em conta a situação econômica do país no ano das coletas de dados. Cabe destacar que a primeira premissa é gerar menos resíduos. Ter um per capita menor pode significar um processo de fortalecimento dos princípios da economia circular na região, ou da inferência de uma maior presença do serviço de coleta seletiva na região que desviam maiores quantidades de resíduos dos aterros sanitários e dos lixões.

Contudo, é necessário mais estudos e avaliações em um horizonte maior para se compreender se se trata de uma mudança de comportamento ou de um fato conjuntural.

Além da geração per capita é interessante avaliar também outros aspectos como a existência de coleta seletiva e a aplicação dos princípios da economia circular de reuso, reaproveitamento e reciclagem.

#### ***iv) Destinação/disposição dos resíduos e unidades de processamento***

Segundo a PNSB, a partir de 2024 apenas rejeitos deveriam ter sido encaminhados aos aterros sanitários. A Tabela 2 mostra que isto não ocorreu, e que percentuais muito baixos são destinados para tratamento em centrais de triagem e compostagem, enquanto a maior parte dos resíduos coletada é encaminhada para aterros sanitários, e ainda 24,9% para lixões e aterros controlados.

Verifica-se que a maioria dos lixões é encontrada na macrorregião Nordeste, 56,2% do total de lixões cadastrados, seguida em número bem inferior das macrorregiões Norte (19%) Centro-Oeste ( 14,7%) , Sudeste ( 8,5%) e Sul ( 1,6%) (Tabela 5). Por outro lado, aos aterros sanitários se concentra nas ma-

corregiões Sudeste (48,6%) e Sul (31,5%). Destaca-se, também, a concentração de galpão/ usina de triagem na região Sul (35,5%) e Sudeste (41,5%).

Embora a região sudeste se destaque por um baixo número de lixões, apresenta um alto número de aterros controlados, que dependendo da eficiência da operação podem se tornarem lixões facilmente.

*Tabela 2 | Quantidade de unidades de destinação/disposição de resíduos no solo*

Unidades	Aterro controlado		Aterro sanitário		Lixão		Galpão/Usina de triagem	
	2022	%	2022	%	2022	%	2022	%
<b>Norte</b>	45	7,5	16	2,6	299	19,0	62	3,1
<b>Nordeste</b>	110	18,4	70	11,2	883	56,2	247	12,5
<b>Sudeste</b>	344	57,5	304	48,6	134	8,5	818	41,5
<b>Sul</b>	51	8,5	197	31,5	25	1,6	701	35,5
<b>Centro-Oeste</b>	48	8,0	39	6,2	231	14,7	144	7,3
<b>Total</b>	<b>598</b>		<b>626</b>		<b>1572</b>		<b>1972</b>	

As regiões Sudeste e Sul concentram a maior parte das unidades de triagem, decorrentes da existência de um número mais expressivo de municípios com coleta seletiva e por concentrar o maior número de empresas recicladoras. A proximidade entre os resíduos recicláveis coletados e unidades recicladoras são essenciais para viabilização da cadeia de reciclagem no país, o que ajuda a explicar o crescimento mais lento das taxas de reciclagem nas demais regiões do país.

Considerando-se dados quantitativos de disposição final destacam-se os lixões, aterros controlados e sanitários que totalizam 62,5 milhões de toneladas, dispostos em 1572 lixões (14,3%), 598 aterros controlados (11,9%) e 626 aterros sanitários (73,7%).

Quanto ao tratamento de resíduos orgânicos verificou-se a operação de apenas 76 unidades de compostagem (pátio ou usina) no país no ano de 2022. Sobre a distribuição espacial das unidades, há concentração do número de unidades na macrorregião Sudeste com 42 unidades de compostagem (55,3% do total em operação). As demais macrorregiões juntas congregam 44,7% das unidades de compostagem onde 21 delas se localizam na macrorregião Sul e

outras 13 nas demais macrorregiões Nordeste , Centro, Centro Oeste e Norte. Esses resultados mostram uma deficiência do país nesse campo, principalmente considerando o elevado percentual elevado de matéria orgânica (acima de 50%) nos resíduos domiciliares e públicos.

#### **v) Cobrança pelos serviços e formas de pagamento**

A cobrança pelos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos municipais, embora venha aumentando ao longo dos 14 anos de vigência da PNRS, ainda encontra obstáculos.

Segundo o SNIS-2023, o aumento pode estar relacionado com a resposta dos municípios diante da atualização do Marco Legal do Saneamento Básico (Lei Federal nº 14.026 de julho de 2020), cujo o artigo 35 e § 2º determina que a não proposição de instrumento de cobrança pelo titular do serviços no prazo de 12 meses de vigência da lei configura renúncia de receita. Isto exigirá a comprovação do cumprimento e que do contrário devem ser observadas as penalidades constantes no artigo 14 da Lei Complementar nº 101 de maio de 2000.

Foram identificados 2.226 municípios (44%) da amostra do total de 5.060 com cobrança pelos serviços de coleta, transbordo, tratamento e disposição final de resíduos.

Na região Sul, 87,8% dos municípios respondentes realizam a cobrança, na região Sudeste 53,4%, na Centro Oeste 33,2%, na Norte 19,8 % e na Nordeste 9,7 %.

Quanto a forma de pagamento, em 2022, predomina a taxa específica no boleto do IPTU em 81,9% dos municípios, seguida pela taxa específica no boleto do serviço de abastecimento de água, com 12,8 % de incidência, e em 4,9% dos municípios a taxa é cobrada em boleto específico. Apenas 0,4 % dos municípios afirmaram adotar o modelo de tarifa, tendo como referência de cobrança o volume (em m<sup>3</sup> ou litros) ou massa pesada (quilos ou toneladas).

A Sudeste é a que mais cobra os serviços na modalidade “taxa específica no boleto do IPTU”, 92,2%, acima da média nacional. A macrorregião Centro-Oeste é a que menos se utiliza do IPTU (66,3%), mas utiliza mais a cobrança através da taxa específica no boleto de água, 28,9% em relação à média nacional de 11,1%.

A Política Nacional de Saneamento Básico exige a cobrança de taxa ou tarifa para a sustentabilidade financeira que é fundamental para que os resíduos tenham uma gestão, ou seja, planejamento, coleta, tratamento e destinação final adequada dos resíduos sólidos.

**vi) Coleta Seletiva, Recuperação de Recicláveis e Catadores (as)**

Apenas 32,21% dos municípios respondentes realizam a coleta seletiva, e esta se concentra nas regiões Sul e Sudeste (57,5% e 40,7% respectivamente) como mostra a Tabela 3. Na região Centro-Oeste 24,8% dos municípios possuem serviços de coleta seletiva e na região Norte e Nordeste 11,3% e 11,4% respectivamente.

**Tabela 3 | Coleta seletiva de RSU nos municípios e por região 2022**

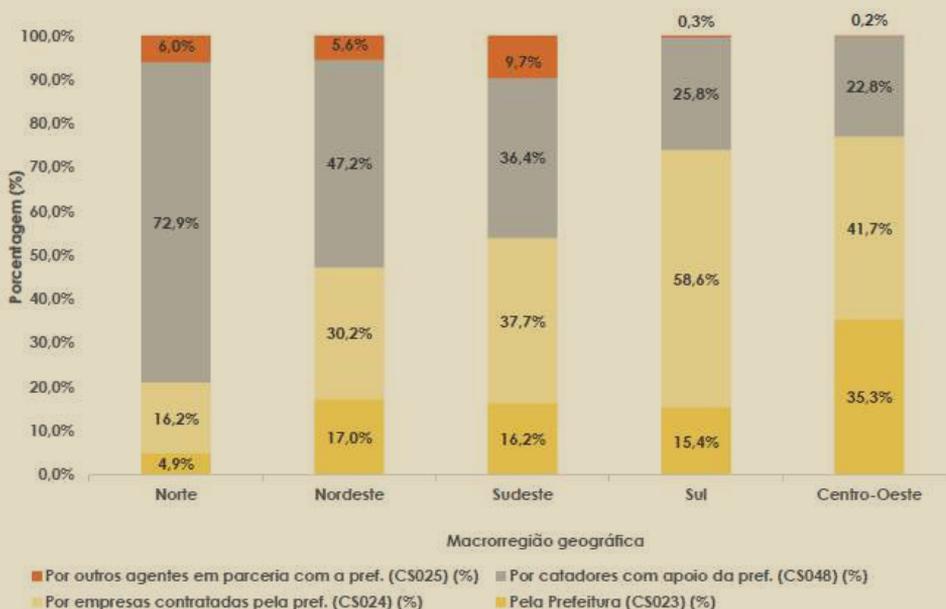
Macrorregião	SNIS 2022		
	Total	Coleta Seletiva	%
Norte	400	45	11,3
Nordeste	1495	170	11,4
Sudeste	1577	642	40,7
Sul	1160	667	57,5
C. oeste	428	106	24,8
<b>Total</b>	<b>5.060</b>	<b>1.630</b>	<b>32,21</b>

Com relação aos percentuais de massa coletada no país, por agente executor, 43,9% são coletados por empresas contratadas pelas prefeituras, 34% por catadores de materiais recicláveis com apoio das prefeituras, 17,2% pelas prefeituras e 4,9% por outros agentes em parceria com as prefeituras (Figura 3).

Figura 3 | Massa de resíduos coletada pelo serviço de coleta seletiva por executores

**Percentuais da massa de resíduos sólidos coletada pelo serviço de coleta seletiva de RDO dos municípios participantes do SNIS**

(por agente executor e macrorregião geográfica, em 2022)



Extraído de SNIS-2023, p. 90

Ou seja, os catadores de materiais recicláveis com o apoio das prefeituras já são responsáveis por cerca de um terço do percentual coletado seletivamente no país, o que mostra que conquistaram um espaço importante ao longo dos anos de vigência da PNRS, mas que é importante investir mais na sua organização e capacitação

As regiões Norte e Nordeste, a despeito dos baixos números de municípios que prestam o serviço de coleta seletiva, têm o maior percentual de massa de resíduos sólidos coletada por catadores de materiais recicláveis com o apoio da prefeitura.

Nas regiões Sudeste e Sul que prestam o serviço de coleta seletiva numa

quantidade maior de municípios os percentuais de massa coletada por catadores são de 36,4% e de 25,8% respectivamente, sendo na região Sul a maioria do percentual de massa coletada por empresas contratadas pelas prefeituras (58,6%). A região Centro Oeste, por sua vez, é aquela em que as prefeituras ainda realizam a coleta do maior percentual (35,3%) do que nas demais regiões.

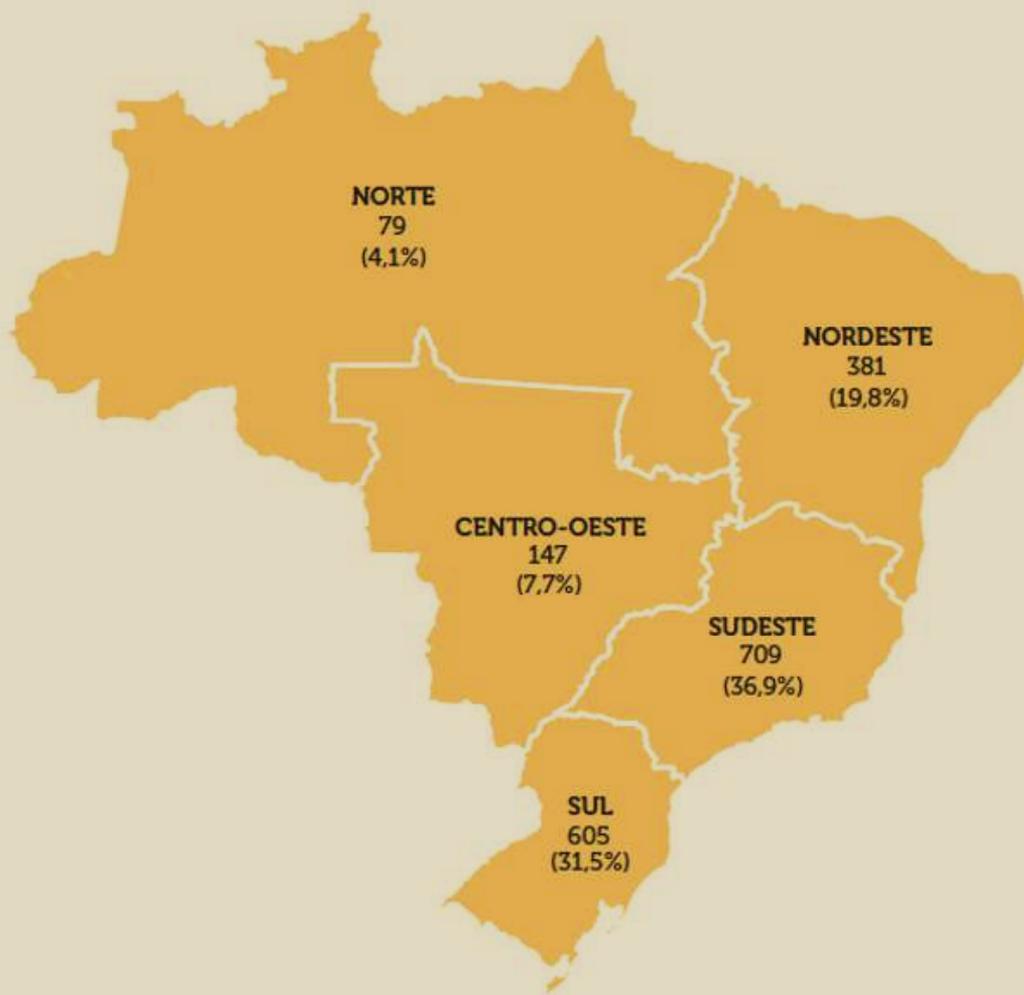
No entanto, a taxa de recuperação de materiais recicláveis (exceto matéria orgânica e rejeitos) em relação à quantidade total (RDO+RPU) coletada, em 2022, foi de apenas **2,37%**.

O valor relativo do percentual de ocorrência de coleta seletiva porta a porta cresce com as faixas populacionais dos municípios independentemente dos seus executores, prefeitura, empresa contratada ou por catadores com apoio da prefeitura.

Segundo o levantamento do SNIS-2023, foram identificadas 1921 organizações de catadores, cooperativas e associações atuando no país, envolvendo 38.999 catadores e com um número médio de 20,3 integrantes.

14 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:  
retrocessos, avanços e perspectivas

Figura 4 | Cooperativas e Associações de Catadores no país e por macrorregião  
**COOPERATIVAS E ASSOCIAÇÕES DE CATADORES**  
(total por macrorregião e % em relação ao país, em 2022)



Extraído do SNIS-2023 p. 108

Destacam-se as regiões Sudeste e Sul com o maior número de organizações e de catadores envolvidos (Figura 4). Isto mostra que apesar das dificuldades enfrentadas pelas Organizações de Catadores ao longo do período do governo Bolsonaro estes se mantiveram resilientes e atuando com escassos recursos tanto públicos quanto das empresas no âmbito do Acordo Setorial de Embalagens, e, que as organizações de catadores estão adquirindo e/ou já têm competência para gestão de coleta seletiva.

A ampliação da coleta seletiva executada pelos catadores, apesar das dificuldades políticas e técnicas enfrentadas pode ser destacada como um dos resultados importantes do SNIS 2023 e deveria corroborar uma estratégia pública de ação, unindo municípios, catadores, governos federal e empresas responsáveis pela logística reversa para financiar os investimentos necessários, uma vez que a responsabilidade de recolhimento da embalagem pós consumo do meio ambiente é do setor empresarial.

Esta responsabilidade do setor empresarial deve ser cumprida por meio dos Acordos Setoriais. Trata-se de um instrumento importante previsto na PNRS no qual fabricantes, importadores, comerciantes e distribuidores de embalagens se comprometem por meio de uma gestão compartilhada a garantir a coleta e destinação adequada. Além disso, o acordo prevê investimento dessas organizações na expansão dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) e na modernização da infraestrutura e equipamentos para ampliação da triagem de materiais recicláveis nas cooperativas. Foram assinados referentes aos resíduos urbanos os seguintes documentos em vigência: i) Acordo Setorial de Embalagens em geral, com diversas entidades, em 2015, ii) O Termo de Compromisso de embalagens de aço com a PROLATA, em 2018 e iii) o Decreto n. 11.300 de embalagens de vidro com a Circula Vidro, em 2022.

Os Acordos Setoriais preveem metas da logística reversa a serem cumpridas, no entanto, possibilitam sua revisão. O decreto 11.043 de 2022 estabeleceu uma meta crescente de recuperação embalagens que deveria ser 30% do total de materiais colocados no mercado em 2024 chegando a 50% em 2040 (SINIR, 2024). No entanto, em função de alguns estados já possuírem metas próprias e existência de algumas embalagens com metas próprias como o do vidro, o Ministério do Meio Ambiente por meio do comunicado 001/20024-DGR/MMA definiu como meta mínima de 22% para 2024 e 30% para 2025. Na falta de indicadores mais confiáveis há bastante controvérsia se as metas es-

tão sendo efetivamente cumpridas. No entanto, dados recentes mostram um resultado bem aquém do esperado. Segundo a ABREMA (2024) foram recuperadas 901.182 toneladas de embalagens (equivalente a 7% das embalagens). A massa recuperada foi de 28% de papel, 23% plástico, 34% de vidro, 13% de metal e 2% de outros materiais.

### **vii) Concessões e Consórcios intermunicipais**

Na prestação de serviços de água e de esgotamento sanitário existem várias concessões plenas, mas para os serviços de manejo de resíduos sólidos foram identificados, em 2022, apenas 85 municípios e com concessões parciais dos serviços.

O SNIS 2022 concluiu que no escopo destes serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos, a destinação de aterro sanitário é modalidade serviço mais delegada pelos municípios e realizada em 80% deles, seguida pelos serviços de coleta de resíduos domiciliares com 65,9%, coleta de resíduos públicos com 49,4%, coleta de resíduos de saúde com 40,0%, capina e roçada com 35,3%, e varrição de logradouros públicos com 34,1% dos concedentes. Os demais serviços não ultrapassam 25,0% dos municípios.

Destacam-se as regiões Sul e Sudeste com 62 municípios, que representam conjuntamente 49,4% das concessões do serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares como o mais concedido. O menor número de concessões, a menos concedida a Macrorregião Norte com apenas 2,35% municípios que possuem delegações para os serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

### **Consórcios Intermunicipais**

Foram identificados 252 consórcios intermunicipais em atividade, em 2022, envolvendo 1.491 municípios consorciados.

Figura 5 | Consórcios Públicos Intermunicipais e municípios consorciados no país



Extraído de SNIS -2023 p. 34.

Destacam-se as macrorregiões Nordeste e Sudeste com os maiores números de consórcios e de municípios consorciados (Figura 5).

A quantidade de arranjos é apurada com base em informações de 1.233 municípios com número e data da lei municipal que o consórcio público (não inclui os que estão “em fase de elaboração”). Este levantamento identifica outros 258 municípios integrantes de consórcios, mas que não participaram da coleta de dados do SNIS, em 2022. Portanto são 1.491 municípios consorciados para o manejo de resíduos sólidos urbanos que abrangem para o manejo de resíduos sólidos urbanos que abrangem cerca 26,8% dos 5.570 municípios do país e 16,5% da população total correspondendo a 33 milhões de habitantes.

Dentre os serviços públicos prestados de forma associada, destaca-se que a disposição final em aterro sanitário é o tipo mais compartilhado entre os municípios via consórcios públicos em 58,7% dos municípios.

### **Considerações Finais**

A partir da análise da legislação, dos mecanismos e de alguns indicadores de resíduos sólidos urbanos selecionados do SNIS é possível afirmar que os instrumentos para a implementação da PNRS; Erradicação de Lixões, Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos, a Coleta Seletiva, a Logística Reversa, bem como os Incentivos Fiscais, Financeiros e Creditício, embora acertadamente previstos na lei, estão insuficientemente implementados.

Cabem aqui várias discussões importantes, no entanto podemos focar em três questões. A primeira é o impacto das mudanças de políticas governamentais nas políticas públicas. A segunda a ênfase na realização de consórcios públicos entre municípios para a implementação de aterros sanitários, e a incipiência da compostagem dos resíduos orgânicos apesar de sua importância. A terceira são os resultados obtidos pelo Acordo Setorial de Embalagens em Geral firmado em 25 de novembro de 2015 e conseqüentemente, sua baixa capacidade de promover mudanças nos padrões de produção e consumo de embalagens, ampliar os índices de reciclagem e de remunerar os catadores de materiais recicláveis pelos serviços prestados na logística reversa. O modelo de logística reversa vigente, compromete também o pagamento dos catadores pelos serviços de coleta seletiva prestados às prefeituras pela au-

sência de indicadores de logística reversa e de ressarcimento das prefeituras pelo material coletado de responsabilidade do setor privado.

A implementação da PNRS está lenta e muito aquém das metas estabelecidas. Persistem os lixões e aterros controlados como forma de destinação final dos resíduos em milhares de municípios, principalmente em pequenos municípios do país. Diante da emergência climática que vivemos fica cada vez mais evidente a necessidade urgente da implementação de consumo responsável, de uma economia circular, e de medidas de mitigação e de adaptação nas cidades.

Já a substituição dos aterros controlados e lixões nos municípios de pequeno porte se mostram inviáveis pelos custos de implantação e operação deste equipamento para destinação de resíduos. Os aterros sanitários como solução de destinação final adequada só se farão viáveis economicamente para municípios pequenos, quando os consórcios públicos se viabilizarem, possibilitando um compartilhamento dos custos entre os municípios. Também alternativas de gestão de resíduos previstas na PNRS, e que muito poderiam contribuir, ainda são pouco implementadas como a separação em três frações: resíduos secos, resíduos úmidos e rejeitos poderiam aumentar a escala da coleta seletiva e diminuir custos, e a necessidade de uso dos aterros sanitários, indo ao encontro do propósito da lei: Reduzir, Reutilizar, Reciclar.

Outro importante desafio que permanece é a sustentabilidade financeira dos sistemas de gestão de resíduos sólidos que é ainda uma realidade distante nos municípios brasileiros. A maioria não cobra pelos serviços prestados aos munícipes, com o agravante de que mesmo quando cobram, o valor cobre baixos percentuais dos custos reais dos sistemas.

Como resultado das fragilidades apontadas ainda se está distante da universalização da coleta seletiva, da eficiência dos sistemas e dos consequentes índices de recuperação de recicláveis, além das imensas desigualdades regionais.

Destaca-se como resultado positivo na implementação da PNRS um crescimento das organizações de catadores de materiais recicláveis operando a coleta seletiva municipal com resultados expressivos, principalmente nas cidades de menor porte.

Ainda que o número maior de organizações se concentre nas regiões Sul e

Sudeste, observa-se um crescimento também nas demais regiões que poderiam viabilizar sistemas descentralizados de reaproveitamento de resíduos. A ampliação da infraestrutura de reciclagem para além das regiões Sul e Sudeste é fundamental para garantir a expansão do reaproveitamento dos materiais pós-consumo no país.

Outro aspecto positivo recente foi a retomada dos investimentos do governo federal que apoiam cooperativas de catadores e redes de cooperativas de catadores. Os R\$400 milhões anunciados em 2024 preveem recursos para assessoria técnica e equipamentos para modernização das atividades feitas pelas cooperativas de forma aumentar sua produtividade. Recursos também estão previstos para fortalecimento das redes de cooperativas, uma alternativa para aumentar o poder de negociação das organizações de catadores por meio da comercialização conjunta dos materiais recicláveis favorecendo. Destaca-se ainda a publicação do Decreto Federal 12.106/2024 que regulamentou a Lei Federal 14.260/2021 de incentivo fiscal da cadeia produtiva de reciclagem que poderá se constituir em importante incentivo para a ampliação do uso de materiais recicláveis nos processos produtivos.

Por fim, cabe destacar que dados recentes publicados em 2024 no relatório Panorama de Resíduos Sólidos Brasil (ABREMA, 2024) reforçam a importância de ampliar e de melhorar os serviços de coleta seletiva prestados pelo setor público, fortalecer o serviço prestado por catadores organizados, integrar os catadores avulsos e promulgar os Decretos de Embalagens em Geral. Segundo dados do documento, em 2023, 6,7 milhões de toneladas de material seco foram direcionadas à reciclagem, alcançando cerca de 8,3% do total de resíduos urbanos. Este valor é muito acima dos dados apontados pelo SNIS-2023 de 2,37%. A razão desta diferença seria explicada pela nova metodologia de cálculo da taxa de reciclagem com a inclusão de uma estimativa dos resíduos coletados informalmente no país. Foi considerado que dois terços dos resíduos coletados para a reciclagem tem origem no trabalho dos catadores informais e cerca de um terço seria coletado pelo serviço público. Ainda que esses dados possam ser considerados uma aceitável aproximação da quantidade de resíduos movimentados na cadeia de reciclagem brasileira, indicando o crescimento do reaproveitamento dos materiais recicláveis, revelam também a continuidade de problemas históricos deste mercado.

Em, primeiro lugar a expansão da coleta seletiva e da reciclagem no país con-

tinua a se dar partir de um cenário de desigualdade e exploração dos catadores informais que, por receberem a menor parcela dos valores financeiros gerados na cadeia de reciclagem, viabilizam economicamente esta atividade, concentrando os ganhos da venda de materiais nas grandes empresas recicladoras. Ou seja, se sua produção é computada também teriam que ser remunerados pelo serviço prestado.

Em segundo lugar, uma taxa de reciclagem 8,3%, mesmo indicando uma evolução do reaproveitamento de materiais, é muito inferior ao necessário já que o material seco reciclável representa cerca de 33% do total de RSU coletado no país. Em terceiro lugar, o relatório mostra também a elevada ineficiência dos serviços de coleta seletiva nos municípios, considerando o nível de rejeitos dos materiais recicláveis nas centrais de triagem. Estima-se que cerca de 48% do total do material coletado é encaminhado para disposição final como rejeito. Este problema de longa data revela, de um lado, as deficiências no processo de separação de materiais recicláveis para posterior coleta pelo serviço público devido aos reduzidos e ineficientes processos de educação e comunicação dos serviços de coleta seletiva municipal e dos programas de logística reversa.

De outro, esta quantidade de rejeitos também está relacionada à deficiência da PNRS em garantir que as empresas priorizem a produção de embalagens com materiais em condições de serem reinseridos na cadeia produtiva. No entanto, a realidade do processo de desenvolvimento de embalagens por parte das empresas tem privilegiado o uso de embalagens complexas ou multi-camadas que não podem ser reaproveitadas no mercado devido ao elevado custo de separação dos materiais para a viabilização econômica do processo de reciclagem. Os acordos setoriais reforçaram esta característica pois todas as embalagens são recolhidas conjuntamente sem qualquer vinculação entre a empresa as colocam no mercado e a complexidade deste material para viabilizar a economia circular e a reciclagem. Nesse sentido, os acordos setoriais, além de avançarem lentamente, acabaram priorizando a coleta de materiais e não sua reciclagem. Em 2023, a meta do acordo setorial de embalagens previa a redução de 22% das embalagens encaminhadas para os aterros sanitários, mas apenas 7% foram efetivamente desviadas e a meta para 2024 continua a mesma.

No contexto apresentado, este balanço dos 14 anos da PNRS indica a evolu-

ção lenta de avanços e déficits importantes da gestão de resíduos sólidos no país. Desafios permanecem ainda em relação a destinação final de resíduos, a implementação da prestação do serviço de coleta seletiva, da gestão pública e privada, do financiamento dos serviços de gerenciamento de RSU, dos incentivos tributários à reciclagem, do pagamento pelos serviços prestados pelos catadores avulsos e organizados e da implementação de programas efetivos e permanentes de educação e sensibilização indicam os limites da PNRS em cumprir a promessa de construir uma gestão de resíduos comprometida com os pilares econômico, ambiental e social no país.

As legislações aprovadas recentemente e os Decretos de Embalagens em geral, ainda não publicados, são promissoras e os avanços diante da emergência climática são necessários.

## **Referências**

ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2024- ano base 2023.

Brasil. Lei Federal no 12.305 Política Nacional de Resíduos Sólidos. 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: 12 de novembro de 2024.

Brasil. Lei Federal 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, dentre outras alterações. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm). Acesso em: 12 de novembro de 2024.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares [recurso eletrônico] / coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022.

Brasil. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informação de Saneamento.

Diagnóstico Temático de Manejo de Resíduos Sólidos - SNIS 2023- ano de referência 2022. Brasília.

Carvalho, P. G. M. (2021). A logística reversa como política pública: um estudo sobre o impacto do agronegócio no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59(1), 122-138.

Cosenza, J. P.; Andrade, E. M. d., & Assunção, G. M. (2020). A circular economy as an alternative for Brazil's sustainable growth: analysis of the National Solid Waste Policy. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade* 9(1), 1-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.5585/geas.v9i1.16147>

Circle Economy. (2019). The Circularity Gap Report 2019. Closing the Circularity Gap in a 9% World. Disponível em: [https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circularity\\_gap\\_report\\_2019.pdf](https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circularity_gap_report_2019.pdf). Acesso em: 3 de setembro de 2024.

EPA. United States Environmental Protection Agency (2023). Best Practices for Solid Waste Management: A Guide for Decision-Makers in Developing Countries Solid Waste Management and Climate Change. Office of Resource Conservation and Recovery.

Farghali, M., Osman, A.I., Umetsu, K. et al (2022). Integration of biogas systems into a carbon zero and hydrogen economy: a review. *Environ Chem Lett* 20, 2853–2927 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01468-z>

Gama, A.M.C de F; Jucá, J.F.T.; Firmo, A.B.L (2024). Greenhouse gas mitigation scenarios in the solid waste sector for compliance with the Brazilian NDC: Case study of the Recife metropolitan area, Brazil. *Waste Management & Research*. 42(1):81-92. doi:10.1177/0734242X231168053

IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. [S.l.]: IPCC, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 21 out. 2024.

Jambeiro, F. A. S. (2020). Governança ambiental e a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil: uma análise crítica. *Revista Brasileira de Políticas Públicas*, 10(2), 56-78.

Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a Waste 2.0 : A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank. <https://openk>

*14 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos:  
retrocessos, avanços e perspectivas*

[knowledge.worldbank.org/handle/10986/30317](https://knowledge.worldbank.org/handle/10986/30317)

Portal do Governo Brasileiro. Portal da Legislação. disponível em: <https://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: 9 de novembro de 2024.

Portal legisweb. disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=447896>. Acesso em: 9 de novembro de 2024.

Sadhukhan, J., Dugmore, T. I., Matharu, A., Martinez-Hernandez, E., Aburto, J., Rahman, P. K., & Lynch, J. (2020). Perspectives on “game changer” global challenges for sustainable 21st century: plant-based diet, unavoidable food waste biorefining, and circular economy. *Sustainability*, 12(5), 1976. <https://doi.org/10.3390/su12051976>

Santiago, C. D., et al. (2023). Política Nacional de Resíduos Sólidos: perspectivas após um decênio de sua promulgação. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 62, 152-177.

SINIR (2024). Comunicado 001/2024-DGR/MMA, Brasileira. [https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2024/05/Comunicado-1\\_2024\\_DGR-22.05.2024.pdf](https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2024/05/Comunicado-1_2024_DGR-22.05.2024.pdf)

UNEP/UN-Habitat. (2021). *Global Environment for Cities-GEO for Cities: Towards Green and Just Cities*. UNEP.

UNEP.(2024). *Global Waste Management Outlook 2024. Beyond an Age of Waste: Turning rubbish into a resource*. UNEP/ISWA. <http://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>

Wilson, D.C., Filho, C.S. and Ramola, A. (2023). The significant potential of better waste and resource management for climate mitigation. *Waste Management World*, 27 November. <https://waste-management-world.com/recycling/the-significant-potential-of-better-waste-and-resourcemanagement-for-climate-mitigation/>. Accessed 26 January 2024.

Yang, M. ; Chen, L. ; Wang, J. ; Msigwa, G. ; Ahmed, I. ;Osman, D. W. R.; Pow-Seng, Y. (2023). Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 55–80 <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01499-6>.

## Capítulo 2

# CONSÓRCIOS INTERMUNICIPAIS NA GESTÃO E O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: limites e as possibilidades da PNRS

Sandro Benedito Sguarezi, Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo e Frankielle Aline Pereira Corrêa

### **Introdução**

O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos tem se destacado como um dos maiores desafios da administração pública no Brasil, em função do crescimento contínuo na geração de resíduos e da necessidade de cumprimento das normativas ambientais. Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, constitui um marco regulatório essencial, estabelecendo diretrizes para o manejo adequado de resíduos, promovendo a responsabilidade compartilhada e incentivando práticas sustentáveis, como a redução, reutilização, reciclagem e destinação final ambiental adequada (Brasil, 2010).

Embora a PNRS tenha promovido diversos avanços, incluindo a regulamentação de aterros sanitários, ainda persiste uma lacuna expressiva na gestão de resíduos sólidos no país (Melo, 2021). Dados do Ministério do Meio Ambiente, de 2024, indicam que apenas cerca de 40% dos municípios brasileiros rea-

lizam o descarte de resíduos sólidos de forma ambientalmente adequada. Este cenário reflete barreiras estruturais e operacionais que comprometem a universalização das práticas de gerenciamento sustentável de resíduos, limitando a eficácia das políticas públicas e intensificando os riscos ambientais e de saúde pública.

A plena implementação da PNRS, sobretudo em municípios de pequeno e médio porte, enfrenta obstáculos consideráveis, incluindo restrições financeiras, tecnológicas e gerenciais (Celeri, 2012; Miranda Primo, 2017; Sampaio, 2022; Silva, 2015; Souza, 2017). A coleta seletiva e o encerramento dos lixões, locais de descarte sem controle adequado, continuam a ser desafios prementes (Araujo, 2020; Bozzini, 2019). Esses contaminação do solo e das águas, afetando diretamente a saúde humana e os ecossistemas (Melo, 2021).

A formação de consórcios intermunicipais apresenta-se como uma estratégia promissora para a gestão integrada de resíduos sólidos, pois permite que os municípios unam esforços para superar as limitações financeiras e técnicas associadas à prestação desses serviços. Considerando a autonomia constitucional dos municípios, esses consórcios viabilizam a cooperação entre entes federativos, possibilitando a criação de uma escala operacional adequada para a execução eficiente das competências municipais no que se refere ao gerenciamento de resíduos (Novakowski; Trindade; Piovezana, 2017).

Regulamentados pela Lei nº 11.107/2005 (Lei de Consórcios Públicos), os consórcios viabilizam a cooperação entre municípios, possibilitando a otimização de recursos, compartilhamento de infraestrutura e tecnologias, e a mitigação dos altos custos associados à construção e operação de aterros sanitários. Assim, os consórcios intermunicipais representam uma alternativa para a superação das limitações financeiras e técnicas, especialmente em municípios com escassez de recursos.

Entretanto, mesmo com o potencial dos consórcios, desafios de ordem operacional, política e institucional podem comprometer sua eficácia e sustentabilidade a longo prazo. Diante desse cenário, o presente estudo visa analisar os limites e as possibilidades da PNRS em relação aos consórcios intermunicipais na gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos. Possibilita perceber como os consórcios intermunicipais podem superar as barreiras de implementação da PNRS e contribuir para uma gestão mais eficiente e sustentável dos resíduos sólidos no Brasil.

### **Referencial Teórico**

A problemática do encerramento dos lixões, local onde são depositados os resíduos urbanos sem planejamento, sem medidas de proteção ao meio ambiente, sem a devida separação, com falta de impermeabilização das valas e, na maioria das vezes, deixados a céu aberto, vem sendo permanentemente discutida pelo Governo Federal, Estadual, Municipal e órgãos reguladores que impacta na saúde pública, no aumento da degradação do meio ambiente.

Nesse sentido, a extinção dos lixões a céu aberto passou a ser uma política pública, através da sanção da Lei Federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 instituindo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), fixando a data limite para o encerramento dos lixões a céu aberto, sendo que este prazo foi prorrogado para períodos que variam entre 2021 a 2024, condicionadas ao número de habitantes do Censo 2010, estabelecidos na Lei Federal nº 14.026/2020 (Brasil, 2010; Brasil, 2020). A PNRS organiza de forma sistemática a gestão dos resíduos sólidos produzidos no país, estabelecendo aos setores públicos e privados as diretrizes no tratamento dos seus resíduos, bem como, reconhecendo as camadas que fazem parte de todo o processo de gestão de resíduos sólidos, como o papel das catadoras e catadores de material reciclável na coleta seletiva.

A alternativa prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos refere-se a gestão dos resíduos sólidos de forma consorciada entre os municípios como previsto na Lei Federal nº 11.107/2005, sendo ratificada na Lei Federal nº 12.305/2010 como forma de redução de investimentos, custos de operacionalização para cumprimento da política pública pelos municípios, como prevista no artigo Brasil (2010, p. 06 e p. 21):

Art. 8º São instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros:

[...]

XIX - o incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos.

Art. 45. Os consórcios públicos constituídos, nos termos da Lei no 11.107, de 2005, com o objetivo de viabilizar a descentraliza-

ção e a prestação de serviços públicos que envolvam resíduos sólidos, têm prioridade na obtenção dos incentivos instituídos pelo Governo Federal.

Através do consórcio intermunicipal fomentado de forma regional na implementação do manejo dos resíduos sólidos, serviços de limpeza urbana como forma de atender mais municípios, principalmente os de pequeno porte para a destinação ambientalmente adequada dos resíduos sólidos urbanos, possibilitando diminuir custos, investimentos para cada ente público com infraestrutura, equipe técnica, equipamentos, maquinários, entre outros.

Através da gestão integrada e sustentável de resíduos sólidos, a PNRS propõe como forma de fortalecimento a gestão regionalizada com a formação de consórcios públicos para fortalecer pequenos municípios que não dispõem de capacidade financeira para implementar esta política pública (Jacobi; Besen, 2011).

No Brasil mais de 75% dos municípios são classificados como de pequeno porte, contando com até 50 mil habitantes (Calvo *et al.*, 2016). Essa é uma das características que explica a necessidade dos municípios a trabalhar de forma regional as políticas públicas, complementando com o déficit técnico e recursos financeiros para investimento. Esse cenário é o que está aparente e vem sendo negligenciado pelo poder público, pois demanda investimentos vultosos e profissionais qualificados, como por exemplo a implementação efetiva da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Duarte, 2023).

A problemática que os municípios vivenciam com ínfimo de recursos financeiros para implementar políticas públicas que impactarão mensalmente o erário municipal, insuficiência de corpo técnico qualificado, torna-se dificultoso equacionar essas métricas. A PNRS objetiva equilibrar essa temática e os municípios através do consórcio intermunicipal e com coordenação das ações torna-se mais coeso e substancial para realização dos investimentos necessários, como afirmado por Batista *et al.* (2011, p. 50): “O Consórcio Público responde adequadamente a este desafio, pois sua estrutura é uma das poucas instituições com personalidade jurídica pública que possibilita a interação e a participação de todos estes atores”.

Há a necessidade da vontade política e do comprometimento no cumprimento das metas preestabelecidas, mesmo que as bandeiras partidárias sejam

distintas, situação que muitos gestores públicos não conseguem colocar em prática, pois os consórcios públicos para o município e no gerenciamento de resíduos sólidos representam uma estratégia eficaz para enfrentar os desafios da gestão sustentável de resíduos, promovendo economia de escala, maior eficiência administrativa e o fortalecimento das políticas públicas ambientais.

### **Metodologia**

O estudo adotou uma abordagem qualitativa, descritiva, baseada em revisão bibliográfica e análise de conteúdo, com dados obtidos a partir do Catálogo de Teses e Dissertações. A pesquisa qualitativa foca em aspectos da realidade que não podem ser quantificados, onde o pesquisador atua tanto como sujeito quanto objeto de sua investigação (Gerhardt; Silveira, 2009). A pesquisa descritiva busca caracterizar e estabelecer relações entre as variáveis envolvidas (Triviños, 1987). A revisão bibliográfica se baseou em livros, artigos científicos e relatórios, com o objetivo de ampliar o conhecimento disponível sobre o tema.

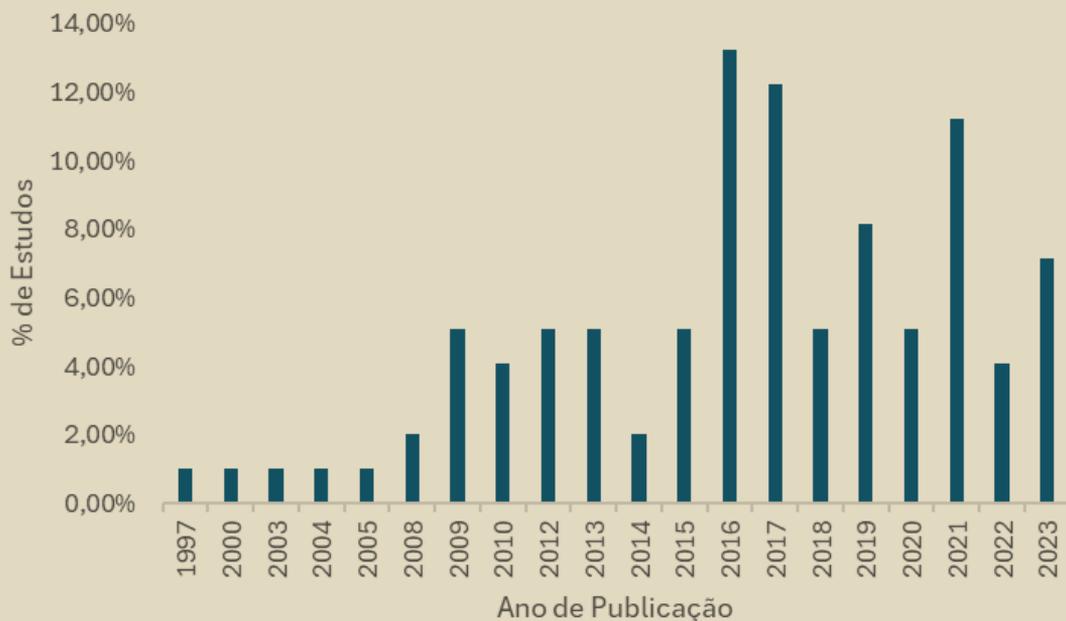
Para a coleta de dados, foram utilizadas pesquisas documental e bibliográfica no Portal da CAPES, em junho de 2024, utilizando os descritores “consórcio” AND “resíduos sólidos”. Foram identificados 150 documentos, dos quais foram excluídos aqueles que não respondiam à questão de pesquisa ou não estavam disponíveis para consulta, totalizando 98. A leitura preliminar dos documentos permitiu identificar seus objetivos e limitações, estabelecendo a base para a análise.

A técnica de Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2011), foi aplicada para descrever e quantificar os fenômenos investigados. Essa técnica utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos para a inferência de conhecimentos a partir do conteúdo das mensagens analisadas.

### **Resultados**

A distribuição percentual ao longo dos anos apresenta variações na produção ou publicação de dados (Figura 1).

Figura 1 | Tendência temporal das pesquisas



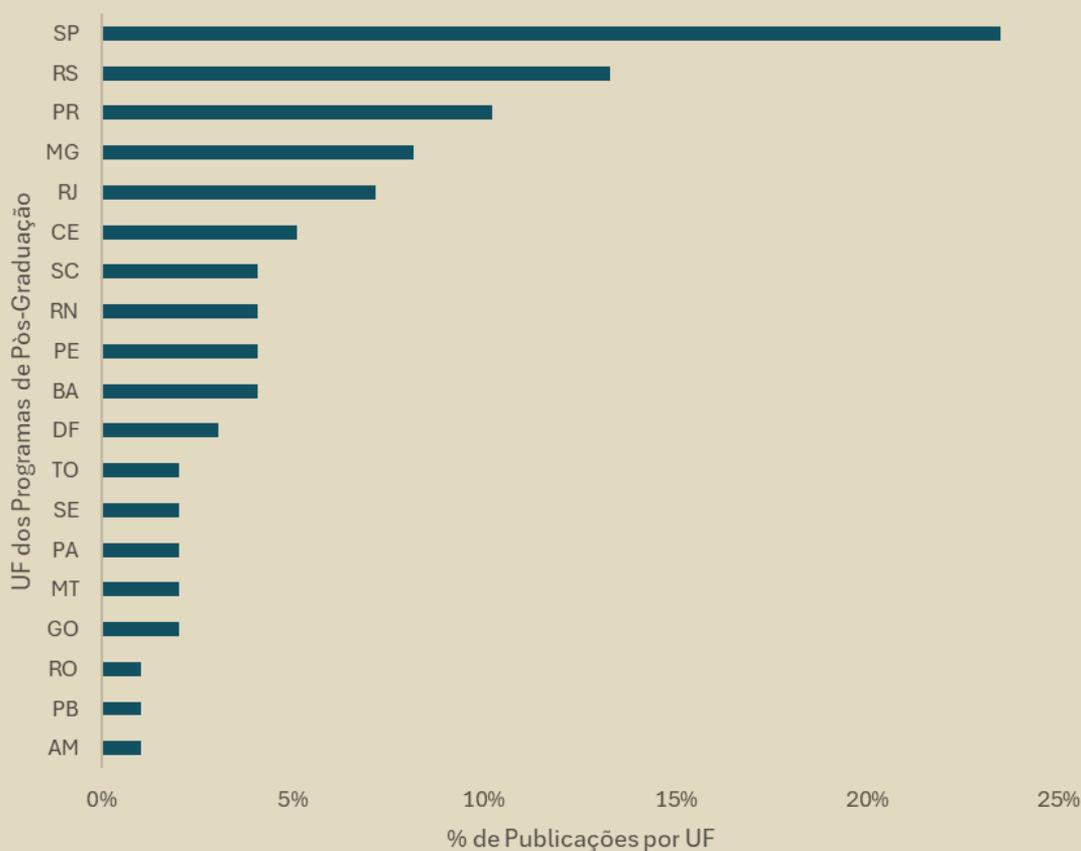
Fonte: Autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2024).

Observa-se uma estabilidade nas porcentagens nos anos de 1997 a 2005, com 1,02% de contribuição anual. A partir de 2008, há um aumento gradual, com picos notáveis em 2016 (13,27%) e 2017 (12,24%), indicando um período de maior atividade ou volume de dados. O ano de 2019 também apresenta um aumento considerável (8,16%), enquanto 2021 segue com uma alta contribuição (11,22%). Após 2021, a porcentagem diminuiu, com valores variados nos anos seguintes. Essa tendência sugere que houve um crescimento na produção ou na publicação de dados entre 2016 e 2021, seguido por uma estabilização ou diminuição nos anos mais recentes.

A distribuição percentual dos estados revela uma concentração de dados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. São Paulo (23%) lidera, seguido por Rio Grande do Sul (13%) e Paraná (10%), evidenciando uma predominância de produção ou publicação nessas áreas. As regiões Sudeste (38%) e Sul (27%)

juntas representam a maior parte da amostra, sugerindo uma forte atividade de pesquisa ou uma maior disponibilidade de dados nessas regiões. Em contraste, os estados do Norte e Nordeste têm menor representatividade, com Amazonas (1%), Paraíba (1%) e Rondônia (1%) destacando-se como os de menor contribuição. Esta distribuição geográfica reflete variações na infraestrutura de pesquisa, recursos e porte de instituições acadêmicas entre as regiões do país.

Figura 2 | Pesquisa por Unidades da Federação dos Programas de Pós-Graduação



Fonte: Autores com base no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (2024).

Os enfoques apresentados nos estudos incluem:

**Formação e Avaliação de Consórcios Intermunicipais:** Universidades como UFMG, UFPR, e UEM analisam a formação e operacionalização de consórcios intermunicipais para gestão de resíduos sólidos, abordando aspectos técnicos e legais. Unimontes e UNIR estudam a formação e a gestão de consórcios intermunicipais em regiões específicas (Norte de Minas Gerais e Rondônia, respectivamente).

**Análise de Modelos e Metodologias de Gestão:** a FURB e UNESP investigam as metodologias de gestão de resíduos sólidos, focando na interação dos sistemas e a viabilidade de diferentes abordagens, como a gestão integrada e a aplicação de indicadores. USP e UEL avaliam a aplicação de metodologias e modelos para a gestão de resíduos, incluindo o uso de ferramentas como a matriz SWOT e a análise de viabilidade técnica e econômica.

**Aspectos Econômicos e Sustentabilidade:** Unifei e UFSCAR focam na viabilidade econômica e sustentável da gestão de resíduos, investigando o aproveitamento de biogás e a comparação de práticas de gestão financeira. A UNESP Araraquara e UNICAMP exploram a sustentabilidade e o impacto econômico dos consórcios intermunicipais, abordando a eficácia dos consórcios na gestão de resíduos.

**Legislação e Políticas Públicas:** PUCPR e PUCRIO analisam como a legislação vigente e as políticas públicas impactam a gestão de resíduos sólidos, com foco no cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A UNICEF e UFBA discutem a implementação da PNRS e a legislação relacionada aos consórcios públicos, avaliando a conformidade e os desafios enfrentados.

**Aspectos Técnicos e Operacionais:** A UFPE e UFS estudam a gestão técnica e operacional dos resíduos sólidos, incluindo a caracterização de resíduos e a identificação de rotas tecnológicas. A UNISINOS e UFSC investigam técnicas específicas de tratamento de resíduos, como a adsorção em carvão ativado e o uso de vegetação para pós-tratamento.

**Avaliação e Diagnóstico de Experiências Práticas:** A UERN e UNEMAT realizam diagnósticos e análises das práticas de gestão em consórcios específicos, buscando entender a eficácia e os desafios enfrentados. A UFV e UFSCAR comparam diferentes consórcios e experiências práticas para identificar melhores práticas e áreas para melhoria.

Os estudos frequentemente se cruzam ao abordar temas semelhantes relacionados à gestão de resíduos sólidos, como a formação e operação de consórcios intermunicipais, a análise de metodologias e modelos, a conformidade com a legislação e a sustentabilidade econômica. Essas inter-relações ajudam a construir um quadro mais completo e integrado sobre os desafios e soluções na gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil.

Os estudos apresentam diversos métodos de pesquisa, incluindo quantitativos, qualitativos e mistos. Métodos quantitativos como a Regressão Logística e a Análise Fatorial são utilizados para modelar e otimizar aspectos técnicos e econômicos, enquanto métodos qualitativos, como estudos de caso e entrevistas, são aplicados para entender aspectos mais subjetivos e contextuais das práticas de gestão. Sendo Predomínio de Métodos Bibliográficos e Documentais; A utilização de abordagens quali-quantitativas e métodos mistos significativa, como a combinação de pesquisa de campo com análise documental e bibliográfica permite uma triangulação de dados que pode enriquecer a análise; Métodos exploratórios e descritivo, como estudos de caso e análise de dados multivariados;

A aplicação de ferramentas computacionais e softwares, como SIG-T TransCAD e ArcGIS; Realização de pesquisas de campo e entrevistas com gestores e especialistas; A abordagem por estudo de caso é prevalente, permitindo uma análise detalhada e contextualizada de situações específicas. Isso pode proporcionar uma compreensão mais profunda das dinâmicas e desafios enfrentados por diferentes consórcios e sistemas de gestão de resíduos.

### ***Estudos Antes e Após a PNRS/2010***

Até 2010, os estudos sobre gestão de resíduos sólidos no Brasil concentravam-se em programas de Engenharia e Ciências Ambientais, com foco em áreas como Engenharia de Transporte, Ambiental e Civil, além de abordagens em Ciências Humanas e Sociais, especialmente na governança e territorialidade da gestão de resíduos. Havia uma forte presença de consórcios intermunicipais como solução coordenada para desafios regionais, buscando tecnologias sustentáveis, como geração de energia a partir de resíduos e tratamento avançado.

Analisando o conteúdo das teses e dissertações após 2010, observa-se várias tendências e padrões nos estudos sobre gestão de resíduos sólidos intermu-

nicipais no Brasil. A maioria dos estudos provém de instituições acadêmicas de prestígio, como a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Estadual Paulista (Unesp), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e Universidade Federal da Bahia (UFBA), que possuem programas de pós-graduação consolidados nas áreas de Engenharia Ambiental, Geografia, Administração e Ciências Ambientais. Destacam-se os programas de Engenharia Ambiental, Ciências Ambientais, Geografia, Administração e Direito, que frequentemente exploram a gestão de resíduos sólidos e consórcios intermunicipais sob diversas perspectivas.

A literatura sobre gestão de resíduos sólidos enfatiza o planejamento e a eficiência dos consórcios intermunicipais, com foco na integração regional, sustentabilidade e políticas públicas. A avaliação de impactos ambientais, modelagem de processos e viabilidade técnica e econômica também são temas relevantes, assim como a implementação e os desafios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Os estudos cobrem diversas regiões do Brasil, como São Paulo, Minas Gerais, Amazônia e Nordeste, destacando a diversidade de contextos. Casos como o Vale do Café e a Região Metropolitana do Cariri-Ceará exploram a implementação de consórcios intermunicipais. Tecnologias inovadoras, como biofiltros e carvão ativado, também aparecem com frequência, reforçando a centralidade da sustentabilidade.

Antes de 2010, as pesquisas focavam em otimizar a gestão de resíduos em um contexto de regulamentação limitada. Trabalhos de Santos (1997) e Naruo (2003) abordavam a eficiência logística e a análise de consórcios intermunicipais, enquanto Freire (2009) e Rocha (2010) exploravam alternativas tecnológicas para tratamento de lixiviados e reabilitação de áreas degradadas. Essas abordagens prepararam o terreno para as mudanças trazidas pela PNRS.

Os estudos pós-2010 mostram um esforço crescente para aprimorar a gestão integrada de resíduos sólidos por meio de consórcios intermunicipais, focando na eficiência operacional, sustentabilidade ambiental e implementação de políticas públicas. A adoção da Lei 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ampliou o escopo das pesquisas, incorporando tecnologias inovadoras e práticas sustentáveis. A partir daí, estudos passaram a utilizar metodologias avançadas, como modelagem complexa e análise multicritério, explorando com mais profundidade as realidades regio-

nais.

Celeri (2012) e Moraes (2013) analisam os consórcios como ferramentas de gestão para municípios pequenos. Silva (2015; 2022) e Furtado (2017) examinam como esses consórcios contribuem para a implementação da PNRS. Moraes (2013) e Furtado (2017) ressaltam as vantagens e desafios dessa cooperação, enquanto Macedo (2021) e Silva (2023) propõem indicadores para avaliar o desempenho dos consórcios. Pestana (2023) e Colla (2018) sugerem ferramentas para melhorar a gestão dos resíduos.

Estudos como os de Hengdes (2019) e Falgetano (2021) comparam a eficácia dos consórcios no Brasil e na Argentina. Barroso (2013) e Teixeira Junior (2012) analisam casos específicos, enquanto Tavares (2016) e Costa (2016) discutem os desafios jurídicos na formação desses consórcios. Santos (2016) e Gomes (2021) avaliam o fortalecimento institucional e a cooperação entre municípios.

Rocha (2017) e Silva (2012) abordam a viabilidade econômica de projetos de consórcios, como a geração de energia a partir de biogás. Nascimento (2012) e Rikils (2015) exploram aterros sanitários consorciados, enquanto Alves (2020) e Melo (2015) propõem planos para a regionalização da gestão de resíduos, considerando as particularidades locais.

### ***Limites, Possibilidades e Oportunidades abordadas nos estudos***

As principais limitações na gestão dos resíduos sólidos urbanos estão em três grandes áreas: operacionais, financeiras e institucionais. As limitações operacionais incluem a complexidade na implementação dos sistemas de gestão, a necessidade de manutenção contínua e a falta de capacitação técnica. No aspecto financeiro, destaca-se o elevado custo inicial para a infraestrutura, a insuficiência de recursos para a continuidade dos projetos e a dependência de subvenções. No campo institucional, há falta de participação social, instabilidade política que prejudica a continuidade dos planos, e pouca integração entre municípios, dificultando a formação de consórcios intermunicipais. Essas áreas se interconectam, criando desafios para a eficácia das políticas de gestão de resíduos sólidos no Brasil (Quadro 1).

**Quadro 1 – Categorização dos principais limites apresentados nas pesquisas**

<b>Categorias</b>	<b>Limites</b>
<b>1. Limitações Financeiras e Econômicas</b>	“Custo Inicial Elevado no investimento inicial”; “Dependência de Recursos Externos”; “Falta de recursos financeiros”; “Escassez de recursos”; “Falta de recursos financeiros para implantação”; “Inexistência de linhas de crédito específicas”; “Dificuldade em financiar o empreendimento”; “Recursos Limitados”; “Estrutura do federalismo”; “Redução orçamentária”; “Instabilidade de direção”
<b>2. Aspectos Técnicos e Operacionais</b>	“Complexidade de Implementação”; “Capacidade Técnica e Administrativa”; “Manutenção e Operação constante e ajustes periódicos”; “Capacidade de Armazenamento”; “Dificuldades técnicas ou financeiras”; “Dificuldades com o controle da quantidade e da qualidade do gás”; “Problemas de operação e manejo de resíduos”; “Falta de Unidades de Triagem de Materiais Recicláveis Secos (UTMRS) e Unidades de Compostagem (UC)”.
<b>3. Aspectos Ambientais</b>	“Restrições ambientais”; “Passivo Ambiental”; “Degradação ambiental”; “Falta de disposição final ambientalmente adequada”; “A degradação física, química e biológica da matéria orgânica”; “Mineração de aterros de resíduos sólidos”; “Confinamento de resíduos sólidos urbanos em aterros”; “Dificuldade no tratamento de lixiviados”.
<b>4. Aspectos Políticos e Institucionais</b>	“Conflitos Intermunicipais”; “Conflitos Políticos e Institucionais”; “Apoio Político e Financeiro”; “Questões político-partidárias, conflitos, interesses”; “Ausência de processos democráticos”; “Instabilidade de administração”; “Descontinuidade política”; “Falta de políticas públicas”.
<b>5. Aspectos Sociais e Inclusão</b>	“Falta de Inclusão Social”; “Condições inadequadas de trabalhadores catadores”; “Risco à saúde dos trabalhadores”; “Falta de sensibilização da sociedade”; “Carecem de educação e formação para o cooperativismo”.
<b>6. Aspectos Legais e Regulatórios</b>	Requisitos Legais e Organizacionais”; “Falta de um plano de gerenciamento adequado”; “Ausência de regulamentação/normativa detalhada”; “Insuficiência do arcabouço jurídico-institucional”.
<b>7. Problemas de Implementação e Adesão</b>	“Formalização Sem Plenitude”; “Falta de Implementação de Políticas”; “Eficácia do IDGRSU”; “Adaptação Cultural”; “Resistência significativa”.

Fonte: Autores (2024).

Pestana (2023, p. 45) analisou o consórcio entre municípios como Álvares Machado, Caiabu, Martinópolis, Paraguaçu Paulista, e outros, destacando que, apesar da atuação consorciada, não há um aterro sanitário compartilhado entre todos. Apenas cinco dos dez municípios do Consórcio Intermunicipal de Resíduos Sólidos do Oeste Paulista (CIRSOP) destinam seus resíduos a um aterro comum, enquanto os demais utilizam aterros controlados locais. Esse dado evidencia que somente 50% dos municípios consorciados realizam uma destinação adequada, refletindo a dificuldade de atingir uma gestão integrada eficiente, mesmo dentro de consórcios estabelecidos.

Colla (2018, p. 106) reforça esses desafios, apontando que a instabilidade na liderança, devido à presidência dos consórcios estar vinculada ao ciclo eleitoral, compromete a continuidade dos planos de trabalho. A insuficiência de recursos financeiros também é uma barreira significativa à gestão eficaz dos resíduos sólidos.

Apesar dessas dificuldades, os consórcios intermunicipais têm ajudado alguns municípios a atingir metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), sugerindo que a atuação consorciada é essencial em certos contextos. A cooperação intermunicipal é crucial, especialmente onde faltam recursos técnicos e operacionais, possibilitando avanços nas políticas públicas de resíduos sólidos.

Os consórcios intermunicipais oferecem vantagens como otimização logística, redução de custos operacionais e melhoria da eficiência, promovendo a eliminação de lixões, implementação de educação ambiental e tecnologias avançadas, como a geração de energia por biogás. A colaboração entre municípios fortalece a capacidade técnica e a participação da sociedade civil, resultando em políticas mais inclusivas e sustentáveis (Quadro 2).

Quadro 2 | *Categorização das principais possibilidades apresentados nas pesquisas*

<b>Categorias</b>	<b>Possibilidades</b>
<b>1. Otimização Logística e Infraestrutura</b>	Otimização Logística: Uso de ferramentas logísticas para otimizar rotas de coleta e transporte de resíduos; Infraestrutura: Existência de vias de acesso em bom estado para facilitar a logística de transporte dos resíduos; Localização Estratégica: Escolha bem-sucedida do local para instalação de aterros sanitários.
<b>2. Economia de Escala e Reorganização</b>	Economia de Escala: União de municípios para compartilhar custos e otimizar recursos na gestão de resíduos; Ganho de Escala: Pequenos municípios obtêm benefícios econômicos através da operação consorciada de aterros sanitários; Reorganização dos Consórcios: Consórcios podem ser reorganizados com base em aspectos legais, operacionais e orçamentários.
<b>3. Educação e Capacitação</b>	Educação Ambiental: Implantação de programas de educação ambiental e coleta seletiva, promovendo compostagem e reciclagem; Capacitação de Funcionários: Melhorar a qualificação dos serviços através da formação de equipes técnicas e coordenadores municipais.
<b>4. Modelos de Gestão e Avaliação</b>	Modelo de Avaliação do Sistema de Gestão: Desenvolvimento de modelos de avaliação contínua, incluindo novos indicadores. Instrumento de Consórcio Público Intermunicipal: Contribuição na gestão dos RSU, minimizando limitações.
<b>5. Parcerias e Cooperação</b>	Parcerias Público-Privadas: Integração de consórcios com o setor privado para melhor gestão de resíduos.; Cooperação Intermunicipal: Gerenciamento de RSU em colaboração entre municípios, enfrentando dificuldades municipais.
<b>6. Inovação e Sustentabilidade</b>	Gestão Integrada e Sustentabilidade: Consórcios públicos intermunicipais como ferramenta eficaz para gestão integrada de resíduos sólidos; Geração de Energia e Biogás: Aproveitamento do biogás e biometano como soluções energeticamente viáveis e economicamente sustentáveis.

Fonte: Autores (2024).

As oportunidades para consórcios públicos de resíduos sólidos urbanos incluem o planejamento integrado, acesso a tecnologias avançadas, sustentabilidade ambiental, parcerias para captação de recursos, e fortalecimento da educação ambiental. Além disso, há potencial para geração de emprego e

renda, desenvolvimento econômico, fortalecimento institucional, compliance com a PNRS, e melhoria da qualidade de vida. A infraestrutura eficiente e a responsabilidade social também se destacam, promovendo uma imagem positiva e sustentável para os municípios consorciados (Quadro 3).

*Quadro 3 – Categorização das principais oportunidades apresentados nas pesquisas*

<b>Categorias</b>	<b>Oportunidade</b>
<b>1 Planejamento e Gestão Integrada</b>	Planejamento Regional Integrado; Viabilidade de planejamento integrado entre os municípios consorciados; Consolidação de Práticas de Gestão; melhorar o gerenciamento dos resíduos sólidos frente à PNRS.
<b>2. Tecnologia e Inovação</b>	Acesso a Tecnologias Avançadas; Redução do RSU para produção de energia elétrica; Aproveitamento do biogás; Uso de tecnologias em equipamentos de beneficiamento de plástico e adubo orgânico.
<b>3. Sustentabilidade Ambiental</b>	Sustentabilidade Ambiental; Minimização dos riscos e impactos ambientais; alternativa viável para a consolidação da PNRS; Proposição do melhor arranjo exequível de consorciamento dos municípios.
<b>4. Parcerias e Cooperação</b>	Parcerias Público-Privadas; Iniciativa conjunta de resolução de problemas; Reforço da cooperação entre municípios para a gestão de resíduos; Possibilidade de acesso a recursos externos e parcerias internacionais.
<b>5. Educação e Conscientização</b>	Educação e Conscientização; População mais consciente; Implementação de programas de educação ambiental e conscientização; Inserção da educação ambiental na agenda política.
<b>6. Geração de Emprego e Renda</b>	Geração de Emprego; Capacitação dos Catadores; Enfrentamento da pobreza através da coleta seletiva; Implementação de soluções sustentáveis que geram emprego e renda.
<b>7. Desenvolvimento Econômico</b>	Benefícios Econômicos; Aumento de Investimentos; Fortalecimento da Governança Local; Melhoria da Infraestrutura; Redução de custos operacionais.
<b>8. Fortalecimento Institucional</b>	Fortalecimento da Gestão Regionalizada; Desenvolvimento de Políticas Públicas; Base para Reorganização; Fortalecimento da capacidade técnica e institucional nas três esferas governamentais.

*Consórcios intermunicipais na gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos:  
limites e as possibilidades da PNRS*

<b>9. Compliance com a PNRS</b>	Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); Plano Intermunicipal de gerenciamento de resíduos sólidos; Cumprimento das metas da PNRS.
<b>10. Acesso a Recursos e Financiamentos</b>	Captação de Recursos; Possibilidade de acessar recursos para implementar a PNRS; Implementação de PPP's e Consórcios.
<b>11. Melhoria da Qualidade de Vida</b>	Melhoria na Qualidade de Vida; Promoção de um ambiente sadio e equilibrado; Redução de impactos ambientais associados à disposição inadequada dos resíduos.
<b>12. Infraestrutura e Logística</b>	Otimização do uso de áreas para a disposição final de RSU; Logística eficiente na escolha de áreas de maior geração de resíduos sólidos; Possibilidade de licitações únicas para a coleta e transporte de resíduos.
<b>13. Responsabilidade Social</b>	Incrementar a participação social; Formação para o cooperativismo e associativismo; Valorização da biotecnologia associada à recuperação de resíduos aterrados.
<b>14. Melhoria da Imagem Municipal</b>	Melhoria na Imagem das Cidades; Cidades mais limpas e organizadas através de uma gestão de resíduos eficiente.

Fonte: Autores (2024).

O estudo de Celeri (2012) destaca o papel dos consórcios intermunicipais na facilitação do diálogo com órgãos externos e na representação dos municípios junto a instâncias governamentais. Ele enfatiza que a criação de bases legais, operacionais e orçamentárias sólidas pode fortalecer a solidariedade entre os membros e melhorar a organização interna dos consórcios. Moraes (2013) complementa essa visão ao abordar a geração de empregos, a melhoria da imagem urbana e a implementação de políticas ambientais sustentáveis, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Macedo (2021) reforça a importância dos consórcios na capacitação técnica e no desenvolvimento de políticas públicas, o que aumenta os investimentos e promove estratégias sustentáveis. Gonçalves (2021) observa que parcerias com instituições externas, incluindo a cooperação internacional, são oportunidades importantes para aprimorar a gestão de resíduos sólidos.

Sampaio (2022) e Hendges (2019) destacam que a gestão consorciada é cru-

cial para municípios de pequeno porte, que enfrentam limitações financeiras e técnicas. A implementação de estratégias sustentáveis e o fortalecimento da infraestrutura local podem estimular o desenvolvimento regional, criar empregos e reduzir os impactos ambientais. Os autores, como Barroso (2013), compartilham o consenso de que a gestão compartilhada de resíduos sólidos, focada em capacitação técnica, fortalecimento institucional e instrumentos legais, é essencial para o cumprimento das diretrizes da PNRS e o desenvolvimento sustentável a longo prazo.

### **Considerações finais**

A pesquisa em questão examina a relevância dos consórcios intermunicipais na gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, destacando como essa forma de cooperação é fundamental para superar os desafios enfrentados na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A análise, baseada em dados do Catálogo de Teses e Dissertações, indica que mais de 70% das unidades federativas estão representadas em estudos sobre o tema, evidenciando a abrangência e importância da questão.

O estudo tem como principal objetivo identificar as limitações e potencialidades da gestão de resíduos sólidos por meio de consórcios, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais eficientes. Os consórcios emergem como uma solução para municípios com restrições orçamentárias e falta de recursos humanos, possibilitando uma gestão mais integrada e alinhada às diretrizes da PNRS, como a disposição final adequada dos resíduos.

Entretanto, a pesquisa ressalta que, apesar da colaboração intermunicipal, há uma ausência de consenso entre os entes políticos, que tendem a tratar a gestão de resíduos mais como uma questão política do que técnica. A influência de interesses políticos, particularmente em municípios de pequeno porte, compromete a eficácia da gestão consorciada, com decisões sendo tomadas com base em interesses individuais e eleitorais. Além disso, os altos custos de infraestrutura, capacitação técnica e licenciamento ambiental para aterros sanitários desmotivam o engajamento político, já que os ganhos eleitorais são vistos como limitados.

A pesquisa aponta para a necessidade de diretrizes mais claras e práticas para incentivar a adesão dos municípios que ainda não estão em conformidade com a PNRS. Essas diretrizes devem especificar os papéis de cada ente

público, destacando os benefícios da gestão integrada de resíduos, especialmente no que se refere à coleta seletiva, que pode reduzir significativamente o volume de resíduos destinados a aterros e aumentar sua vida útil.

Apesar dos desafios, os consórcios intermunicipais representam uma oportunidade estratégica para enfrentar as complexidades da gestão de resíduos, otimizando recursos e facilitando o acesso a tecnologias avançadas, capacitação e financiamento. A colaboração entre municípios permite não apenas a superação de limitações financeiras e técnicas, mas também o fortalecimento da educação ambiental e o cumprimento das metas da PNRS, resultando em um desenvolvimento urbano mais sustentável e na melhoria da qualidade de vida das populações locais.

A continuidade e o fortalecimento dessa colaboração intermunicipal, aliada à implementação de políticas públicas eficazes, são essenciais para garantir uma gestão sustentável dos resíduos sólidos no Brasil. A consolidação dos consórcios intermunicipais pode, assim, ser vista como uma oportunidade para promover cidades mais inclusivas, comprometidas com a preservação ambiental e com o bem-estar da população.

## **Referências**

- ALVES, Roberta Janini da Silva. **O gerenciamento de resíduos sólidos urbanos municipais: viabilidade do sistema de consórcios públicos no Vale do Café**. 2022. 50 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Ambientais) – Universidade de Vassouras, Vassouras, 2021.
- ALVES, Rodrigo Souto. **A (in)viabilidade de consórcios intermunicipais para a gestão de resíduos sólidos no Amazonas**. 2020. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.
- ARAUJO, Francisco Ildisvan de. **Governança e território: uma análise institucional dos consórcios públicos intermunicipais para gestão de resíduos sólidos em cidades médias do estado do Ceará**. 2020. 368 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília.
- BARDIN, Laurence. **Content analysis**. v. 70, n. 279, p. 978-8562938047, São Paulo:

Edições, 2011.

- BARROSO, Luiz Fernando de Lemos. **Contribuições ao Plano de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo**. 2013. 276 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.
- BATISTA, S. *et al.* **O papel dos prefeitos e das prefeitas na criação e na gestão dos consórcios públicos**. 1. ed. v. 1. Brasília, DF: Caixa Econômica Federal, 2011, 115 p.
- BRASIL, **Lei Federal nº 11.107, de 06 de abril de 2005**. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências, Brasília, DF, DOU, 2005.
- BRASIL. **Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Brasília, DF, DOU, 2010.
- BRASIL. **Lei Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, [...]. 2020.
- CALVO, M. C. M; LACERDA, J. T. de; COLUSSI, C. F.; SCHNEIDER, I. J. C.; ROCHA, T. A. H. Estratificação de municípios brasileiros para avaliação de desempenho da saúde. **Epidemiol. Serv. Saúde**. v. 25, n. 4, p. 767 – 776 Brasília-DF, out. 2016.
- CELERI, Márcio José. **A política nacional de resíduos sólidos: proposta de adequação para a gestão e o gerenciamento dos consórcios intermunicipais**. 2012. 169 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2012.
- COLLA, Edinara Regina. **Gestão consorciada de resíduos sólidos urbanos no Estado de Rondônia**. 2018. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal de Rondônia - Núcleo de Ciências Sociais Aplicadas, Porto Velho, 2018.
- COSTA, Vanda Azevedo. **Consórcios públicos para gestão de resíduos sólidos urbanos: análise do processo de estruturação e implantação no Estado do Rio de Janeiro**. 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

*Consórcios intermunicipais na gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos: limites e as possibilidades da PNRS*

- DUARTE, P. A. Potencialidades e desafios dos consórcios intermunicipais de resíduos sólidos. **Boletim regional, urbano e ambiental**. Rio de Janeiro: Ipea, n. 29, jan./jun. 2023. p. 69-83.
- FALGETANO, Piero Pucci. **Políticas públicas de resíduos sólidos no Estado do Ceará: uma estratégia de valorização de resíduos**. 2021. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo, 2021.
- FREIRE, Gerson José de Mattos. **Análise dos municípios mineiros quanto à situação dos seus lixões**. Dissertação (Mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- FURTADO, Eliana Dias. **Consórcios intermunicipais para gestão de resíduos sólidos urbanos: uma análise da implantação na Região Norte de Goiás (CIDERNOORTE)**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Tocantins, Porto Nacional, 2017.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.
- GOMES, Aline Pimentel. **Proposta de regionalização para constituição de consórcios públicos para gestão integrada de resíduos sólidos urbanos**. 2021. 369 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.
- HENDGES, Cristina Solange. **Gestão de resíduos sólidos: comparação do sistema consorciado e individual da área programa regional de Gurupi - TO**. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) - Fundação Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2019.
- JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Solid waste management in São Paulo: the challenges of sustainability. **Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.
- MACEDO, Luciana Alves Rodrigues. **Regionalização da gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: uma análise do desempenho em consórcios operantes e seus municípios no Brasil e na Argentina**. 2021. 365 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021.

- MELO, S. A. B. X. **Política Nacional de Resíduos Sólidos no Estado de Mato Grosso:** inclusão socioprodutiva de catadores de materiais recicláveis. 253f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais). Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Gross, Cáceres, MT, Brasil, 2021.
- MIRANDA PRIMO, Núbia Karina. **Os consórcios públicos intermunicipais no norte de Minas Gerais:** desafios do consórcio de desenvolvimento ambiental sustentável do norte de Minas Gerais. 118 fls. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social). Universidade Estadual de Montes Claros. Montes Claros, 2017.
- MORAES, José Laécio de. **Consórcios intermunicipais: alternativa para o manejo integrado dos resíduos sólidos na região centro-sul do Ceará.** 2013. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2013.
- NARUO, Mauro Kenji. **O estudo do consórcio entre os municípios de pequeno porte para disposição final de resíduos sólidos urbanos utilizando sistema de informações geográficas.** 287 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Transportes). Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.
- NASCIMENTO, Victor Fernandes. **Proposta para indicação de áreas para a implantação de aterro sanitário no município de Bauru-SP, utilizando análise multicritério de decisão e técnicas de geoprocessamento.** 2012. 228 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2012.
- NOVAKOWSKI, G. A. B.; TRINDADE, V.; PIOVEZANA, L. Consórcios intermunicipais para gestão de resíduos sólidos: estudo da viabilidade econômica no município de Formosa do Sul (SC). In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, v. 7, 2017. **Anais** [...]. Santa Cruz do Sul, RS, 2017.
- PESTANA, Laura de Oliveira Battistini. **Avaliação de iniciativas para gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios integrantes do Consórcio Intermunicipal do Oeste Paulista (CIRSOP).** 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2023.
- MIRANDA PRIMO, Núbia Karina. **Os consórcios públicos intermunicipais no nor-**

- te de Minas Gerais:** desafios do consórcio de desenvolvimento ambiental sustentável do norte de Minas Gerais. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Social) – Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2017.
- RIKILS, Vanuscleia Silva Santos. **Estudo de viabilidade de um consórcio público intermunicipal de resíduos sólidos urbanos na região do sul do estado de Roraima, RR, Brasil.** 2015. 170 f. Dissertação (Mestrado em Ambiente e Desenvolvimento) – Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, 2015.
- ROCHA, Déri Calvete da. **Pós-tratamento de lixiviado de aterro sanitário consorciado com esgoto doméstico utilizando biofiltro aerado submerso multiestágio** – avaliação da etapa de partida.’ 31/03/2010 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Do Vale do Rio Dos Sinos, São Leopoldo, 2010.
- ROCHA, Enoque Alves de. **Uma visão do gerenciamento de resíduos sólidos em pequenos municípios paranaenses.** 2017. 128 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia) – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, Faculdade Cidade Verde, Curitiba, 2017.
- SAMPAIO, Gislan Santos. **Consórcios de resíduos sólidos em regiões metropolitanas no Brasil: fatores institucionais de ação coletiva.** 2022. 52 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2022.
- SÁNCHEZ-PÉREZ, Manuel *et al.* Bibliometric articles in business and management: Factors affecting production and scholarly impact. **Journal of Business Research**, v. 186, p. 114950, 2025.
- SANTOS, Ana Helena Lopes dos. **Consórcios intermunicipais de resíduos sólidos: expectativa e realidade nos aspectos de fortalecimento institucional.** 2016. 113 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade de Araraquara, Araraquara, 2016.
- SANTOS, Ronaldo Marinho dos. **Localização de centrais de resíduos sólidos para consórcios intermunicipais através da utilização de perramentas logísticas e restrições de fatores ambientais.** 1997. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

- SILVA, Olga Cardoso da. **Planejamento territorial e a gestão dos resíduos sólidos urbanos:** o consórcio intermunicipal para o desenvolvimento ambiental sustentável do norte de Minas. 2016. 156 Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Montes, Montes Claros, 2016.
- SILVA, Rayane Felix. **Relações intergovernamentais de cooperação em resíduos sólidos no Brasil.** 2022. 93 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022.
- SILVA, Regiane de Oliveira. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos da região Cariri Oeste (CE) utilizando o ICGRA.** 2023. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência Ambientais) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2023.
- SILVA, Wanessa de Matos Firmino. **Consórcios públicos na gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Economia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.
- SOUZA, Cláudio Maximiano Muniz de. **Perspectivas para gestão de resíduos sólidos em áreas urbanas:** o caso do consórcio público intermunicipal Vale do Café no Estado do Rio de Janeiro. 2017. 179 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- TAVARES, Simone Beralda. **O consorciamento intermunicipal e a disposição final dos resíduos sólidos:** o caso do Consórcio Intermunicipal Grande ABC. 2016. 168 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) - Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, 2016.
- TEIXEIRA JUNIOR, Luiz Carlos. **Gerenciamento de resíduos: avaliação do potencial de geração de energia do biogás produzido pelos resíduos sólidos urbanos dos municípios de Arraial do Cabo, Armação dos Búzios, Cabo Frio e São Pedro da Aldeia.** 2012. 69 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2012.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

### Capítulo 3

# ANÁLISE INSTITUCIONAL E O PAPEL DOS ATORES NA CADEIA DE RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS NO BRASIL

Nádia Mara Franz & Christian Luiz da Silva

## Introdução

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) institui objetivos para lidar com problemas crescentes, como a geração e o descarte inadequado de resíduos eletroeletrônicos. O setor de eletroeletrônicos é um dos mais relevantes do mercado brasileiro e apresenta forte crescimento nos últimos dez anos. É responsável por cerca de 4,1% do Produto Interno Bruto (PIB) do país, que se situa entre os maiores produtores globais de EEE (VALENTE *et al.*, 2021). Em 2020, a indústria eletroeletrônica faturou R\$ 173,2 bilhões, resultado da recuperação do setor a partir do terceiro trimestre do ano, mesmo com a retração de 1% decorrentes dos impactos econômicos da pandemia Covid 19 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA, 2021, *online*).

Contudo, o Brasil era o quinto maior gerador de REEE do mundo com cerca de 2.143 kt (quilotonelada) em 2019. As quatro primeiras posições são ocupadas pela China com 10.129 kt, Estados Unidos com 6.918 kt, Índia com 3.230 kt e

Japão com 2.569kt. Calcula-se que no mesmo ano a geração por habitante de REEE no Brasil era de 10,2 kg per capita (FORTI et al., 2020) e estimava-se que a reciclagem dos REEE não alcançasse 2% do total gerado, o que demonstra o enorme desafio, mas também de oportunidades a todas as partes envolvidas (DE ALBUQUERQUE et al., 2020). Pondera-se que o país precise 4 mil pontos de coleta de REEE para recuperar 70% desses resíduos e cada cidade com mais de 150 mil habitantes tenha no mínimo um Ponto de Entrega Voluntária (PEV) de REEE (VALENTE et al., 2021).

Em 2020, os REEE mais descartados no país foram cabos e acessórios, aparelhos de áudio e vídeo, aparelhos celulares, geladeiras, ferros de passar e liquidificadores; sendo todos esses possíveis de serem reciclados (GREEN ELETRON, 2022, online, RODRIGUES; BOSCOV; GÜNTHER, 2020). De acordo com Xavier, Veit e Bernardes (2017) os REEE são descartados pela população de diferentes formas entre a coleta domiciliar comum, coleta seletiva, PEVs, doações para instituições filantrópicas, caçambas para entulhos e em locais como praças, terrenos vazios, rios ou em vias públicas.

A maioria do resíduo eletroeletrônico gerado no Brasil tem sua destinação para aterros e exportações para reciclagem em outros países, como Bélgica e Canadá. Apesar do país ter uma geração crescente de REEE, não detêm um sistema formal eficaz que cubra todas as fases e materiais para reciclagem desses resíduos, dando margem a informalidade e impactando o meio ambiente e a saúde humana (DE ALBUQUERQUE et al., 2020, PEDRO et al., 2021).

Segundo Valente et al. (2021) somente 10% dos catadores de recicláveis estão formalizados em cooperativas no Brasil. Ferreira, Gonçalves-Dias e De Carvalho Vallin (2019) expõem que uma parcela significativa da população mais vulnerável da sociedade atua no mercado de reciclagem como meio de sobrevivência e inclusão social. Esses autores observam que como os REEE muitas vezes são descartados conjuntamente com os demais produtos recicláveis, os catadores informais os coletam, separam e vendem às cooperativas de reciclagem.

O volume e a forma do descarte de REEE é resultado também dos hábitos do consumidor. Rodrigues, Boscov e Günther (2020) conduziram pesquisa na cidade de São Paulo revelando que 72,6% das famílias possuem REEE armazenados em suas casas e 24% dos respondentes alegaram não saber onde descartar os REEE. Todavia, 50,6% dos entrevistados buscaram reparar os

EEE, mas os altos custos de reparo fazem com que 65% desses decidam por não realizar o conserto. A pesquisa também revelou que 95,3% do público não está disposto a comprar EEE usados.

Assim, o objetivo deste capítulo é identificar as composições legais, institucionais e atores da gestão dos REEE no Brasil, considerando a sua importância para implementação da PNRS e a representatividade deste tipo de resíduos. A metodologia de pesquisa é qualitativa, fundamentada em uma análise sistemática de dados documentais e bibliográficos de acordo com o Protocolo Prisma. Nesse contexto, em mercados de materiais secundários como os de REEE no Brasil, legislações e diretrizes nacionais são relevantes para definir atribuições e custos de cada parte envolvida (ANNA; MACHADO; DE BRITO, 2015). A segunda seção apresenta as composições legais e institucionais da gestão de resíduos eletroeletrônicos. A terceira seção apresenta os atores nos processos inerentes aos REEE, introduzindo a cadeia de valor de REEE para o caso brasileiro. Por fim, alinha-se às considerações finais.

## **2. Composições legais e institucionais da gestão dos REEE**

A Política Nacional do Meio Ambiente foi instituída pela Lei Nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 que dispôs sobre os fins e mecanismos de formatação e aplicação da política ambiental. Em 1993 o Brasil tornou-se signatário da Convenção de Basileia sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e sua disposição final (BASEL CONVENTION, 2022, online). Em 02 de agosto de 2010 a Lei Nº 12.305 instituiu no Brasil a atual Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), alinhando os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas, ações e responsabilidades à gestão integrada dos resíduos sólidos no país.

A PNRS instituiu a responsabilidade compartilhada no ciclo de vida dos produtos, formada pelo conjunto de ações coordenadas pelos produtores e comerciantes, importadores e distribuidores, pelos consumidores e responsáveis pelos serviços de limpeza e manejo dos resíduos sólidos com a finalidade de reduzir o volume de resíduos gerados e minimizar os impactos à saúde pública e à qualidade do meio ambiente (BRASIL, 2010a). O Art. 25 da Lei Nº 12.305 (BRASIL, 2010a) ressalta que “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos”.

Os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE) são classificados pela PNRS (BRASIL, 2010a) quanto à origem em resíduos sólidos urbanos domiciliares, cuja geração advém do meio residencial urbano. Além disso, a PNRS estabelece em seu Art. 33 a obrigação aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes em implantar redes de logística reversa aos produtos elétricos eletrônicos, paralelo ao serviço de limpeza pública. A logística reversa é definida na PNRS (BRASIL, 2010a), em seu Art. 3º inciso XII como um:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

Os sistemas de logística reversa podem ser legislados por regulamentos, acordos setoriais ou termos de compromisso que definam as regras para a implementação das redes de logística reversa, desde os pontos de entrega dos produtos pelo consumidor até o retorno ao fabricante. Os serviços de limpeza pública municipais podem atuar nesses processos de logística reversa, mas devem ser remunerados pela atividade, bem como os serviços de cooperativas e associações de catadores (BRASIL, 2010a).

O Decreto Nº 7.404 de 23 de setembro de 2010 regulamenta a Lei Nº 12.305, cria o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa e detalha os instrumentos e a implantação da logística reversa. O Ministério do Meio Ambiente preside e compõem o Comitê Orientador em conjunto com o Ministro da Saúde, da Fazenda, do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O Comitê Orientador tem a função de nortear as estratégias de implementação, examinar a viabilidade técnica e econômica, os impactos sociais e ambientais dos sistemas de logística reversa.

### **2.1 Acordos Setoriais e Logística Reversa dos REEE**

Os acordos setoriais podem surgir por iniciativas do setor privado ou do poder público, mas em ambos os casos devem englobar a participação dos di-

ferentes atores envolvidos: órgãos públicos, fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, catadores e consumidores. Os sistemas de logística reversa devem possibilitar a integração dos serviços dos catadores de recicláveis como meio de inclusão social e geração de renda, assim como devem examinar com a devida cautela técnica o manuseio dos REEE perigosos. O manejo deve ser tratado por empresas registradas no Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (BRASIL, 2010b).

Em 31 de outubro de 2019 foi firmado o Acordo Setorial para a Implantação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico e seus Componentes entre o Ministério do Meio Ambiente, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), a Associação Brasileira da Distribuição de Produtos e Serviços de Tecnologia da Informação (ABRADISTI), a Federação das Associações das Empresas Brasileiras de Tecnologia da Informação (ASSESPRO NACIONAL) e a Green Eletron – Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2019, online).

Esse acordo setorial foi transposto no Decreto Nº 10.240 de 12 de fevereiro de 2020, que define normas para estruturar, implantar e operacionalizar as redes de logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. O objetivo é estabelecer uma rede de PEVs nas cidades para o descarte de equipamentos eletroeletrônicos e posterior destinação ambientalmente apropriada. O art. 33 inciso I deste decreto detalha a destinação ambientalmente adequada em “[...] preferencialmente para reciclagem, a cem por cento dos produtos eletroeletrônicos que forem recebidos pelo sistema” (BRASIL, 2020).

A estruturação e implementação do sistema de logística reversa previa duas fases. A primeira, findou em dezembro de 2020, trata entre outros da criação do Grupo de Acompanhamento de Performance, da adesão dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes ao acordo setorial, da formatação de base para a disponibilização de dados da logística reversa e do encaminhamento para a regulamentação e simplificação fiscal do transporte dos equipamentos e resíduos entre os Estados brasileiros. Cabe ao Grupo de Acompanhamento de Performance acompanhar e propor melhorias à estruturação, implementação, operacionalização e gestão dos sistemas de logística reversa, sendo constituído por representantes dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e entidades gestoras.

A segunda fase, iniciada em janeiro de 2021, tem a finalidade de habilitar prestadores de serviços a atuar no sistema de logística reversa, estruturar programas de comunicação e educação ambiental e instalar os PEVs dos REEE nas cidades de acordo com o cronograma estabelecido no Decreto Nº 10.240. Esse decreto também relaciona os produtos eletroeletrônicos que podem ser descartados nos pontos de recebimento. A meta definida no decreto é ao quinto ano as redes de logística reversa estarem coletando e destinando de forma ambientalmente adequada 17% (em peso) dos equipamentos eletroeletrônicos inseridos no mercado nacional, tendo o ano de 2018 como base de cálculo do volume (BRASIL, 2020).

De acordo com o Decreto Nº 10.240 (BRASIL, 2020) a operacionalização das redes de logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos inicia com o descarte pelos consumidores nos pontos de recebimentos dispostos nas cidades, o armazenamento temporário nesses locais ou em pontos de consolidação, transporte desses equipamentos para os centros de reciclagem e a destinação final ambientalmente adequada. Nessas redes, as cooperativas e associações de catadores, assim como os encarregados pela limpeza pública urbana podem atuar, desde que estejam habilitados juntos aos órgãos ambientais de competência e acordados legalmente.

Além disso, o Decreto Nº 10.240 fixa as obrigações dos atores envolvidos no processo de logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos. Os fabricantes e importadores são responsáveis pela destinação ambientalmente adequada dos produtos, fornecer dados sobre os resultados e atuar nos programas de conscientização da sociedade, bem como lhes compete arcar com os recursos financeiros necessários à sustentabilidade do sistema na proporção de sua fatia de mercado. Os distribuidores devem contribuir nas atividades dos fabricantes e importadores, bem como dos comerciantes, disponibilizando locais para os centros de consolidação do descarte dos equipamentos.

Essas atividades podem ser desempenhadas por entidades gestoras formadas pela associação de fabricantes e importadores. Os comerciantes têm a obrigação de informar os consumidores acerca da logística reversa e receber o descarte dos equipamentos. Os consumidores devem separar e descartar de forma adequada os equipamentos eletroeletrônicos, removendo informações pessoais que estejam armazenados nesses produtos (BRASIL, 2020). Por outro lado, o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017 estabelece a isono-

mia de obrigação da logística reversa prevista na Lei Nº 12.305 a todos os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes signatários ou não de acordos setoriais. Partes não signatárias de acordos setoriais devem estruturar seus próprios sistemas de logística reversa (BRASIL, 2017) – Quadro 1.

**Quadro 1 | Brasil: legislação nacional**

<b>Legislação</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Convenção da Basiléia - 1993</b> <b>Acordo internacional multilateral</b>	Adoção à Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua Disposição Final.
<b>Decreto Nº 875 – 19/07/1993</b> <b>Decreto Nº 4.581 – 27/01/2003.</b>	Decreta o texto e a emenda da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e sua Disposição Final.
<b>Lei Nº 12.305 – 02/08/2010</b>	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
<b>Decreto Nº 7.404 – 23/12/2010</b>	Regulamenta a PNRS, cria o Comitê Interdisciplinar da PNRS, cria o Comitê para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa.
<b>Decreto Nº 9.177 – 23/10/17</b>	Estabelece a isonomia de obrigação da logística reversa das partes envolvidas signatárias ou não de acordos setoriais.
<b>Acordo Setorial – 31/10/2019</b>	Instaura o acordo setorial para a implementação da logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos.
<b>Decreto Nº 10.240 – 12/02/2020</b>	Estabelece normas para a implementação da logística reversa dos equipamentos eletroeletrônicos a que se refere o acordo setorial.

Fonte: Brasil (1993, 2003, 2010a, 2010b, 2017, 2020) e Ministério do Meio Ambiente (2019)

Constata-se que em 1993, o país passa a adotar a Convenção de Basileia, mas o marco legal para políticas acerca de resíduos sólidos no país ocorreu em 2010 com a instituição da Lei Nº 12.305 que legisla sobre a política nacional de resíduos sólidos, regulamentada pelos Decretos Nº 7.404 e 9.177. Estes instrumentos legais englobam políticas nacionais também para a gestão dos REEE e abriram caminho para o acordo setorial de logística reversa dos REEE.

Nesses instrumentos legais se identifica o arcabouço institucional utilizado no Brasil para a implementação, execução, coordenação e fiscalização das políticas sobre os resíduos sólidos, inclusive dos REEE. Os Quadro 2 e 3 apre-

sentam a função das estruturas institucionais por nível de abrangência e os instrumentos legais e de conformidade para a gestão dos resíduos sólidos relacionados aos REEE, citando o ano de sua instituição.

Quadro 2 | Brasil: estruturas legais

<b>Estruturas legais</b>	<b>Nível</b>	<b>Função</b>
<b>Ministério do Meio Ambiente (MMA) - 1992</b>	Nacional	Formatar e implantar políticas públicas ambientais nacionais, articulando e pactuando com as partes envolvidas. Articular as partes envolvidas para a assinatura do acordo setorial do sistema de logística reversa dos EEE (2019). Apoiar à simplificação das atividades de recebimento e transporte de REEE. Gerir o cronograma, as metas e os dados dos sistemas de logística reversa dos REEE.
<b>Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) - 1981</b>	Nacional	Estabelecer normas e critérios às políticas públicas ambientais.
<b>Instituto Nacional do Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA) - 1989</b>	Nacional	Implementar políticas públicas ambientais. Conceder licenciamento ambiental às atividades de reciclagem. Regular o transporte interestadual de EEE e seus resíduos.
<b>Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa - 2010</b>	Nacional	Orientar a implementação, analisar a viabilidade técnica e econômica, os impactos sociais e ambientais dos sistemas para a logística reversa.
<b>Grupo de Acompanhamento de Performance - 2010</b>	Nacional	Acompanhar a implementação, operacionalização e gestão dos sistemas de logística reversa dos EEE.
<b>Órgãos Seccionais - 1981</b>	Estadual	Controlar, fiscalizar e implementar programas relacionados ao meio ambiente.
<b>Órgãos Colegiados - Conselhos Municipais - 1981</b>	Municipal	Atuar de forma deliberativa e consultiva nas questões ambientais. É formado por representantes do governo, empresas e sociedade.
<b>Órgãos Locais - 1981</b>	Municipal	Controlar e fiscalizar atividades relacionadas ao meio ambiente.

Fonte: Brasil (1981, 2010a, 2010b, 2020) e Ministério do Meio Ambiente (2021)

**Quadro 3 | Brasil: instrumentos legais e de conformidade**

<b>Instrumentos Legais e de Conformidade</b>	<b>Função</b>
Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - 2010	Institui os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes e responsabilidades da política nacional de resíduos sólidos. Institui a responsabilidade compartilhada e sistemas de logística reversa aos REEE.
Planos Estaduais de Resíduos Sólidos - 2010	Fornecer as diretrizes para a gestão dos resíduos nos municípios, incentivando a gestão consorciada e compartilhada, bem como formas de inclusão e progresso social dos catadores de materiais recicláveis.
Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos - 2010	Define estratégias para a coleta seletiva e sistemas de reciclagem de resíduos sólidos urbanos de regiões metropolitanas e de outras microrregiões, em consonância aos planos estaduais.
Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - 2010	Regula a gestão dos resíduos sólidos, priorizando o consórcio intermunicipal e a participação dos catadores de materiais recicláveis via cooperativas e associações.
Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - 2010	Formata plano de ação para a gestão dos resíduos sólidos pelos geradores e os sistemas de logística reversa dos REEE pelos produtores, importadores, distribuidores e comerciantes.
Agenda Nacional de Qualidade Ambiental Urbana - 2019	Institui agenda de ações para a melhoria da qualidade de vida urbana. Os resíduos sólidos formam um dos eixos de atuação, que destaca a disposição final segura e o fortalecimento dos sistemas de logística reversa.
Acordos setoriais, regulamentos e termos de compromissos	Institui acordos entre o poder público e o setor empresarial em qualquer esfera de atuação.
Acordo setorial de logística reversa para os REEE - 2019	Acordo entre o Ministério do Meio Ambiente e produtores/importadores de EEE para estruturar e implementar a logística reversa dos REEE.
Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) - 1981	Assegura o cumprimento das leis e normas ambientais. É formado por órgãos públicos e não-governamentais responsáveis pela gestão ambiental em todas as esferas do país.
Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) - 2010	Agrega e disponibiliza informações e dados sobre resíduos sólidos à nível nacional e estadual. Fornecer orientações e dados sobre a logística reversa de EEE e seus componentes, bem como de agrotóxicos, medicamentos, baterias, lâmpadas, embalagens e pneus.

Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (SINMETRO) - 1973	Exerce funções relacionadas à qualidade, metrologia, normalização e certificação de conformidade de produtos entre eles EEE. É formado por entidades privadas e órgãos públicos como o INMETRO, CONMETRO e ABNT.
NBR 16.156 – Resíduos de equipamentos eletro-eletrônicos – ABNT - 2013	Estabelece normas para as atividades de manufatura reversa de REEE.

Fonte: Brasil (1981, 2010a, 2010b, 2020), Ministério do Meio Ambiente (2019) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2021)

Identifica-se nos quadros 1 a 3 que políticas mais específicas para os resíduos eletroeletrônicos foram instituídas no Brasil com a PNRS em 2010. Entretanto, a partir da década de 1970 o país começou a buscar a qualidade e segurança dos produtos industrializados com a fundação do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) e do SINMETRO (Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). Na década de 1980 o país avançou para a instituição de políticas e estruturas para a gestão ambiental e em 1992 constituiu o Ministério do Meio Ambiente. Em paralelo, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) expediu em 2013 a NBR16156 sobre resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, requisitos para atividade de manufatura reversa e participa do comitê internacional para estruturação da norma técnica sobre a economia circular (ABNT/CEE-323) a ser aplicada no país.

A partir da relevância dada pela PNRS à responsabilidade compartilhada e aos sistemas de logística reversa dos REEE surgiram outras regulamentações detalhando o tema e os REEE passaram a ocupar ações em agendas nacionais, estaduais e municipais. As estruturas federais e o plano nacional de resíduos sólidos destacam a gestão dos REEE como um dos seus eixos de atuação, enquanto nas estruturas e instrumentos legais estaduais e municipais o tema permanece em sua maioria integrado na gestão de resíduos sólidos, sem ações específicas. O governo federal estimula as operações consorciadas intermunicipais e a participação de cooperativas e associações de catadores na coleta seletiva e reciclagem de produtos em geral como ponto de priorização no recebimento de recursos da União.

### 3. Cadeia de valor de REEE: Atores, funções e características

Estudos de Monteiro (2019) e Vieira *et al.* (2020) categorizam os atores nos sistemas de gestão de REEE em três grupos: (i) governo, (ii) mercado e (iii) sociedade. O Quadro 4 apresenta e classifica os atores identificados no estudo do caso Brasil e a Figura 1 demonstra os atores na cadeia de valor dos REEE presentes no país.

Quadro 4 | Brasil: atores envolvidos nos sistemas de gestão dos REEE

Atores	Função na gestão de resíduos e de REEE
<b>Governo</b>	
Governo federal	Instituir leis, regulamentos e diretrizes específicas aos processos e agentes envolvidos na gestão dos REEE. Plano de fiscalizar, controlar a gestão dos resíduos como os REEE.
Governo estadual	Plano de Gestão dos resíduos.
Administrações municipais	Plano de Gerenciamento e manejo dos resíduos.
Titulares da limpeza pública urbana e de manejo de resíduos sólidos	Participar da conscientização da sociedade. Podem atuar em redes de logística reversa desde que habilitados.
<b>Mercado</b>	
Fabricantes, importadores	Dar a destinação final ambientalmente adequada aos REEE. Participar da conscientização da sociedade.
Distribuidores	Participar de redes de logística reversa. Dispor locais de consolidação do descarte.
Entidades gestoras: Green Eletron e ABREE	Estruturar, implantar, operacionalizar e gerir redes de logística reversa de REEE.
Comerciantes	Informar os consumidores. Dispor locais de recebimento de REEE.
Empresas recicladoras	Coletar, desmontar, separar e reciclar REEE.
Cooperativas e Associações de Catadores	Podem atuar em redes de logística reversa desde que habilitados.
Catadores individuais	Coletar recicláveis nas vias públicas e vender às cooperativas e associações de catadores. Proceder a destinação adequada dos REEE.

<b>Sociedade</b>	
<b>Consumidor</b>	Compradores de EEE. Separar e descartar os REEE adequadamente.
<b>Organizações Não Governamentais (ONGs)</b>	Atuar na melhoria das condições de trabalho dos catadores. Sensibilizar a sociedade no reconhecimento do trabalho dos catadores e no consumo sustentável e descarte adequado.
<b>Instituições de ensino e de pesquisa</b>	Fomentar a realização de pesquisas. Atuar em programas de sensibilização da sociedade.
<b>Meios de comunicação tradicionais e sociais</b>	Meios de difusão da informação. Sensibilizar a sociedade ao consumo sustentável e descarte adequado.

Fonte: Elaborado a partir de Abalansa et al. (2021), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2012), Associação Brasileira de Normas Técnicas (2021), Brasil (1981, 2010a, 2010b, 2020), CETEM (2021), GM&C (2021), Green Eletron (2022), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2013), Lopes dos Santos (2020), Lopes dos Santos e Jacobi (2021), Ministério do Meio Ambiente (2019), Sinctronics (2021).

Observa-se no Quadro 4 e na Figura 1 que as esferas de governo são responsáveis por regular a cadeia de valor dos resíduos eletroeletrônicos, bem como promover a conscientização da sociedade. O governo federal instituiu diretrizes específicas para REEE através da PNRS, do Acordo Setorial e do Decreto Nº 10.240. Os governos estaduais e municipais vêm ampliando ações de logística reversa em seus planos de gestão de resíduos, como é o caso do Estado e da cidade de São Paulo, que possuem ações específicas aos REEE em seus planos de resíduos sólidos.

Figura 1 | Brasil: cadeia de valor dos REEE



Fonte: Elaborado a partir de Abalansa et al. (2021), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (2012), Associação Brasileira de Normas Técnicas (2021), Brasil (1981, 2010a, 2010b, 2020), CETEM (2021), GM&C (2021), Green Eletron (2022), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (2013), Lopes dos Santos (2020), Lopes dos Santos e Jacobi (2021), Ministério do Meio Ambiente (2019), Sinctronics (2021).

### 3.1. Gestão da logística reversa dos REEE

Após a instituição da PNRS (2010) foram fundadas duas entidades gestoras com o propósito de realizar a gestão da logística reversa dos REEE: a ABREE - Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos e a Green Eletron - Gestora Nacional para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos vinculada à Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee). Estas entidades gestoras têm o objetivo de atender a demanda de coleta e reciclagem dos REEE, bem como de pilhas e baterias, alinhada à legislação nacional e às metas de logística reversa estabelecidas pelo acordo setorial (BRASIL, 2022).

A Green Eletron possui 82 empresas associadas (fabricantes, importadores, distribuidores) em 2021, que patrocinam suas operações e atende 13 Estados brasileiros: SP, RJ, DF, BA, CE, ES, GO, MG, MS, PE, PR, RS e SC. A coleta de REEE, segundo uma lista disponibilizada pela gestora, é realizada através de Pontos de Entrega Voluntária (PEV) dispostos em locais estratégicos como lojas de varejo (Ex: Casas Bahia, Magazine Luiza), shoppings centers, instituições de ensino e em drive-thru. A gestora também promove campanhas de sensibilização do consumidor ao descarte adequado dos REEE pelo programa Eletrônico não é Lixo (GREEN ELETRON, 2021, *online*). A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos pela gestora desde o início de suas atividades em 2017.

**Tabela 1 – Green Eletron: resultados 2017 a 2020**

	2017	2018	2019	2020
Nº Coletores	16	36	170	600
Cidades abrangidas	7	8	70	189
kt coletados e tratados	2.500	102.400	342.900	88.000

Fonte: Green Eletron (2021)

Constata-se que no período analisado a gestora ampliou o quantitativo de cidades atendidas, bem como do número de PEVs. De 2017 a 2019, os REEE coletados e tratados cresceram de 2.500 kt para 342.900 kt, que de acordo com a gestora reciclou em torno de 100t de metais e 47,5t de plástico em 2019.

No entanto, a pandemia do Covid 19 comprometeu o resultado de 2020, pois diversos pontos de coleta permaneceram fechados em boa parte do ano. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, até 2025 está prevista a instalação de mais de 5.000 pontos de entrega no país, nos 400 maiores municípios, que representam 60% da população. Os municípios menores poderão ser atendidos por meio de campanhas móveis de coleta (BRASIL, 2022).

A Green Eletron mantém parceria com empresas certificadas para a coleta e reciclagem dos materiais: como a Sinctronics e a GM&C, ambas no Estado de São Paulo. A recicladora Sinctronics, realiza a coleta, desmonta e separa os materiais de acordo com suas propriedades. A empresa recicla plásticos, cartuchos e trabalha em parceria com seus clientes para a reintrodução dos materiais na cadeia produtiva (SINCTRONICS, 2021, *online*). De outra parte, a recicladora GM&C coleta e desmonta, recicla fios e cabos, separa metais ferrosos e não ferrosos em parceria com empresa italiana e, separa metais finos transformando-os em matéria-prima em parceria com empresa alemã (GM&C, 2021, *online*).

Em 2012, havia um total de 94 recicladoras de REEE instaladas e operando formalmente no país com maior concentração na região sudeste e no Estado de São Paulo com 37 recicladoras (AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL, 2012). Em 2021, o Centro de Tecnologia Mineral (CETEM, 2021, *online*), através do Projeto DATARE, rastreou 272 organizações atuando na reciclagem dos REEE.

A formalização de empresas recicladoras é realizada junto ao IBAMA e aos órgãos estaduais do meio ambiente. As recicladoras obtêm a matéria-prima por três meios: (i) PEVs; (ii) coleta nos domicílios e empresas e (iii) entrega voluntária na empresa recicladora. A fim de garantir fluxos maiores e constantes de matéria-prima, as recicladoras costumam estabelecer parcerias com empresas, instituições de ensino e governos locais (LOPES DOS SANTOS; JACOBI, 2021).

### **3.2. A dinâmica do mercado de REEE**

O mercado brasileiro de reciclagem de resíduos, que incluem os REEE, é formado historicamente por atores que desenvolvem atividades formais e in-

formais. Conforme Abalansa et al. (2021) essa é uma característica presente sobretudo nos mercados de reciclagem de REEE dos países em desenvolvimento. A PNRS (2010) incluiu a atividade dos catadores de material reciclável e estimula a organização coletiva desses em cooperativas e associações para atuar desde que habilitados na logística reversa dos REEE. Os catadores estão inseridos na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) do Ministério do Trabalho como trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável (Código 5192), mas em sua maioria ainda desempenham a atividade na informalidade (DA SILVA; WEINS; POTINKARA, 2019).

No Brasil, a PNRS reconheceu a atuação dos catadores de recicláveis e legitimou a atuação das cooperativas e associações de catadores no processo de logística reversa de resíduos e de REEE desde que habilitados (VIEIRA et al., 2020). Conforme o PLANARES (2022) o alto nível de informalidade presente entre os catadores de recicláveis no país dificulta o seu real dimensionamento, mas o governo reconhece a importância socioeconômica dessa atividade informal como forma de amenizar a situação de pobreza extrema e vulnerabilidade social, além de somar às cadeias de suprimento da indústria de reciclagem e reduzir os impactos ambientais pela canalização adequada dos resíduos, sobretudo quando associados às cooperativas de catadores (BRASIL, 2022).

Entretanto, o manejo e tratamento dos resíduos, assim como as condições de trabalho são precários em grande parte das cooperativas brasileiras, se limitando ao desmonte e separação dos materiais por processos manuais e com poucos equipamentos de segurança para posterior venda às empresas recicladoras. Todavia, é crescente a adoção de técnicas de aquecimento e de banhos ácidos para separar metais preciosos dos REEE, como o ouro, pois tem maior valor de mercado (GOUVEIA et al., 2019). As parcerias entre o setor empresarial de EEE e formas coletivas de catadores carecem de maior articulação e cooperação entre as partes envolvidas para a qualificação e inclusão dos catadores nos sistemas de logística reversa de REEE no Brasil (ANNA; MACHADO; DE BRITO, 2015, PEDRO et al., 2021).

O Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR, 2021, *online*) formado por 1829 organizações de catadores (cooperativas e associações) estima que atualmente há em torno de 800 mil catadores ativos no Brasil, sendo a maioria formada por mulheres (55%). Conforme o SNIS-RS em

2017 foram contabilizadas 1.152 entidades associativas e 28.880 catadores organizados (BRASIL, 2022). Anna, Machado e De Brito (2015), Ferreira, Gonçalves-Dias e De Carvalho Vallin (2019), Ghisolfi et al. (2017) expõem que a legislação nacional incluiu a atuação dos catadores de recicláveis nos sistemas de logística reversa, entre eles os de REEE, porém dado a complexidade e toxicidade desses resíduos faltam ações para a qualificação e a efetiva inclusão desses trabalhadores.

Alves et al. (2019), Pedro et al. (2021) expõem que os sistemas de reciclagem dos REEE são complexos e envolvem diversos atores que conflitam em princípios e interesses. Há uma dicotomia entre a lógica de mercado e a aplicação dos princípios de sustentabilidade, que se estende do mercado formal ao informal, tanto a nível da metrópole paulistana como a nível Brasil.

As organizações não governamentais e instituições de ensino e pesquisa no Brasil apoiam muitas dessas cooperativas e associações, bem como os catadores individuais, realizando programas de treinamento técnico e de gestão e promovendo pesquisas relacionadas à reciclagem, inclusive específicas aos REEE. Além disso, essas organizações contribuem para a sensibilização da sociedade ao consumo e descarte sustentável através de campanhas e projetos de educação ambiental.

O consumo de EEE no país foi majorado nas últimas décadas por políticas públicas que incentivaram o acesso a EEE novos através de linhas de crédito específicas para a aquisição de equipamento de informática e de eletrodomésticos da linha branca, sobretudo nas classes sociais C e D (LOPES DOS SANTOS; JACOBI, 2021). Soma-se a esses a capilarização de meios de acesso ao crédito e crediário, a obsolescência programada e a maior publicidade dos eletroeletrônicos (LOPES DOS SANTOS, 2020). Além disso, observa-se no país que os meios de comunicação tradicionais e sociais exercem grande influência nas escolhas do consumidor e são utilizadas em sua maioria para a venda de mais EEE, porém também noticiam campanhas de descarte patrocinadas por organizações públicas ou privadas.

### ***Considerações finais***

A PNRS instituiu a responsabilidade compartilhada na gestão dos resíduos sólidos no país, divergindo de legislações nacionais de outros países inclusive das diretivas europeias que atribuíram a responsabilidade estendida ao pro-

dutor. Contudo, trata-se de um modelo complexo e não atribui com clareza a responsabilidade de cada parte envolvida.

As falhas de regulação, fiscalização e controle favorecem a informalidade das operações, que tendem a separar os materiais com melhores preços de mercado e descartam o restante no meio ambiente. O tratamento e o descarte inadequado dos REEE causam impactos ao meio ambiente e incorrem em riscos à saúde humana.

O Brasil possui legislação nacional específica aos REEE, mas sua devida implementação carece de ações mais efetivas, que deem o tratamento e destinação adequada a esses resíduos e que promovam a inclusão e progresso social dos catadores de recicláveis.

Todavia, a gestão adequada dos REEE no país é uma grande oportunidade de formação de um mercado secundário, que pode viabilizar a geração de renda em várias camadas sociais. Os processos que envolvem a reciclagem de materiais no país geram renda a vários grupos sociais, desde catadores, revendedores e recicladores. Muitas vezes a atividade envolve todo o núcleo familiar, até mesmo as crianças.

O descarte inadequado e o manejo dos REEE sem equipamentos e técnicas seguras de trabalho são barreiras à gestão dos REEE no Brasil e impactam negativamente o meio ambiente e a saúde humana, além de comprometer as potencialidades deste mercado.

Por outro lado, as divergências e insuficiência de dados no que se refere aos REEE se devem ao gigantesco mercado informal de coleta e reciclagem de materiais no país e entram o fechamento dos ciclos produtivos com o retorno dos materiais à cadeia produtiva. Soma-se ao tamanho do mercado informal, a falta de infraestrutura integrada nacional, diferenças tributárias entre os Estados brasileiros e a concentração de indústrias de reciclagem na região sul e sudeste do país, que oneram e dificultam a logística dos REEE aos centros de reciclagem

As dificuldades de infraestrutura são em parte resultado da falta de acesso a investimentos e a tecnologias avançadas. Por outra parte, não há subsídios financeiros e legais às cooperativas ou associações de catadores seja para sua formalização, qualificação e operacionalização. Além disso, falta sinergia entre as partes envolvidas (governo, mercado e sociedade) para a implemen-

tação de processos de reciclagem em circuito fechado, que associados às fragilidades institucionais de regulação, fiscalização e controle comprometem a responsabilização compartilhada. Muitos são ainda os desafios para serem superados nesta área, contudo a resposta e os caminhos são conhecidos. Para isso, precisa-se fazer com que a PNRS seja provida de intenção e ação para ser uma política pública de fato.

### **Agradecimento**

Esta pesquisa foi financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) processo número 304937/2022-3.

### **Referências**

ABALANSA, Samuel et al. Electronic Waste, an Environmental Problem Exported to Developing Countries: The GOOD, the BAD and the UGLY. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 5302, 2021.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos**: análise de viabilidade técnica e econômica. 2012. Disponível em: [https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA\\_REVERSA/EVTE\\_ELETROELETRONICO](https://sinir.gov.br/images/sinir/LOGISTICA_REVERSA/EVTE_ELETROELETRONICO). Acesso em: 19 jul 2021.

ALVES, Roberta et al. An action research study for elaborating and implementing an electronic waste collection program in Brazil. **Systemic Practice and Action Research**, p. 1-18, 2019.

ANNA, Lindsay Teixeira; MACHADO, Rosa Teresa Moreira; DE BRITO, Mozar José. Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil e no Mundo: O Desafio da Desarticulação dos Atores. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 2, 2015.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE)**. Desempenho do Setor - Dados atualizados em março de 2021. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>. Acesso em: 15 jul 2021.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).** Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/>. Acesso em: 06 jul 2021.

**BASEL CONVENTION.** Disponível em: <http://www.basel.int/Countries/>. Acesso em: 24 jan 2022.

**BRASIL. Decreto nº 10.240,** de 12 de fevereiro de 2020. Implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Decreto/D10240.htm) . Acesso em 24 jun 2021.

**BRASIL. Decreto Nº 4.581, de 27 de janeiro de 2003.** Adoção dos Anexos VIII e IX à Convenção de Basiléia sobre o Controle do Movimento Transfronteiriço de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/d4581.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4581.htm) . Acesso em: 13 jul 2021.

**BRASIL. Decreto nº 7.404,** de 23 de dezembro de 2010 (b). Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm) . Acesso em: 22 jun 2021.

**BRASIL. Decreto Nº 875,** de 19 de julho de 1993. Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D0875.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D0875.htm). Acesso em: 13 jul 2021.

**BRASIL. Decreto nº 9.177,** de 23 de outubro de 2017. Isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações imputadas aos fabricantes, aos importadores, aos distribuidores e aos comerciantes de produtos, seus resíduos e suas embalagens sujeitos à logística reversa obrigatória. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2017/decreto/d9177.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9177.htm). Acesso em 22 jun 2021.

**BRASIL. Lei Nº 12.305,** de 2 de agosto de 2010 (a). Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Presidência da República, 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: 22 jun 2021.

**BRASIL. Lei Nº 6.938,** de 31 de agosto de 1981. Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 06 jul 2021.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares** [recurso eletrônico] / coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022.
- CAETANO, Marcelo Oliveira et al. Análises de risco na operação de usinas de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos (REEE). **Gestão & Produção**, v. 26, 2019.
- DA SILVA, Christian Luiz. Política pública para o planejamento urbano territorial a partir da economia circular: reflexões e alinhamentos propositivos para as cidades brasileiras. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 15, n. 6, 2019.
- DA SILVA, Christian Luiz; WEINS, Niklas; POTINKARA, Maija. Formalizing the informal? A perspective on informal waste management in the BRICS through the lens of institutional economics. **Waste Management**, v. 99, p. 79-89, 2019.
- DE ALBUQUERQUE, Carlos Alberto et al. E-waste in the world today: An overview of problems and a proposal for improvement in Brazil. **Environmental Quality Management**, v. 29, n. 3, p. 63-72, 2020.
- DE OLIVEIRA, José Diego et al. E-Waste Mistakenly Disposed of as Recyclable Waste: A Case Study from Brazil. **CLEAN–Soil, Air, Water**, v. 48, n. 11, p. 2000115, 2020.
- FERREIRA, Vivian Fernandes Marinho; GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; DE CARVALHO VALLIN, Isabella. Inclusion of waste pickers in the reverse logistics of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE)–the case study of Projeto Eco Eletro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 51, 2019.
- FORTI, Vanessa et al. The Global E-waste Monitor 2020. **United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA)**, Bonn/Geneva/Rotterdam, 2020.
- GHISOLFI, Verônica et al. System dynamics applied to closed loop supply chains of desktops and laptops in Brazil: A perspective for social inclusion of waste pickers. **Waste Management**, v. 60, p. 14-31, 2017.
- GM&C**. Disponível em: <https://www.gmclog.com.br/site/>. Acesso em: 08 jul 2021.
- GOUVEIA, Nelson et al. Exposição ocupacional ao mercúrio em cooperativas de triagem de materiais recicláveis da região metropolitana de São Paulo, SP, Bra-

sil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 1517-1526, 2019.

**GREEN ELETRON**. Disponível em: <https://www.greeneletron.org.br/>. Acesso em: 28 set 2022.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Situação social das catadoras e dos catadores de material reciclável e reutilizável – Brasil**. Brasília. 2013. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao\\_social/131219\\_relatorio\\_situacaosocial\\_mat\\_recicavel\\_brasil.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/situacao_social/131219_relatorio_situacaosocial_mat_recicavel_brasil.pdf). Acesso em: 26 jul 2021.

LOPES DOS SANTOS, Kauê. The recycling of e-waste in the Industrialised Global South: the case of Sao Paulo Macrometropolis. **International Journal of Urban Sustainable Development**, p. 1-14, 2020

LOPES DOS SANTOS, Kauê; JACOBI, Pedro Roberto. O acordo setorial para gestão de resíduos eletroeletrônicos: desafios e possibilidades. **10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável**. Organizadores: Gina Rizpah Besen, Pedro Roberto Jacobi, Christian Luiz Silva. São Paulo: IEE-USP: OPNRS, 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Acordo Setorial para a Implantação do Sistema de Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos de Uso Doméstico e seus Componentes**, de 31 de outubro de 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/centrais-de-conteudo/acordo-20setorial-20-20eletroeletronicos-pdf>. Acesso em: 24 jun 2021.

MONTEIRO, Marcones Da Silva. Panorama da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos no Brasil. **10º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos. 2019**. Disponível em: <http://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/issue/view/Anais-FIRS-2019>. Acesso em 29 jun 2021.

**MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (MNCR)**. Disponível em: <http://www.mncr.org.br/>. Acesso em 23 jul 2021.

PEDRO, Fernanda *et al*. Constructed Governance as Solution to Conflicts in E-Waste Recycling Networks. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 1701, 2021. [https://www.gov.za/sites/default/files/gcis\\_document/201409/32087392.pdf](https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201409/32087392.pdf). Acesso em: 31 jan 2022.

*Análise institucional e o papel dos atores na cadeia de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos no Brasil*

RODRIGUES, Angela C.; BOSCOV, Maria EG; GÜNTHER, Wanda MR. Domestic flow of e-waste in São Paulo, Brazil: Characterization to support public policies. **Waste Management**, v. 102, p. 474-485, 2020.

**SINCTRONICS**. Disponível em: <https://sinctronics.com.br/>. Acesso em: 08 jul 2021.

VALENTE, Daniel Baratieri et al. Economic analysis of waste electrical and electronic equipment management: a study involving recycling cooperatives in Brazil. **Environment, Development and Sustainability**, p. 1-22, 2021.

VIEIRA, Barbara de Oliveira et al. Prioritizing barriers to be solved to the implementation of reverse logistics of e-waste in brazil under a multicriteria decision aid approach. **Sustainability**, v. 12, n. 10, p. 4337, 2020.

**WORLD BANK DATA**. Disponível em: <https://data.worldbank.org/>. Acesso em: 09 mai 2022.

XAVIER, José Luis Neves; VEIT, Hugo Marcelo; BERNARDES, Andrea Moura. Possibilidades de inclusão social na cadeia produtiva de reciclagem de resíduos eletroeletrônicos (REEE). **8º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**. Instituto Venturi Para Estudos Ambientais. 2017.

## Capítulo 4

# POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E POLÍTICA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO:

## análise de suas contribuições para a gestão de resíduos sólidos em praias do litoral nordestino

Luiza Eugênia da Mota Rocha Cirne, Gilberlando Gomes da Silva, Rafael Santos Lobato; Adriana Salette Dantas de Farias, Ana Tamyres Sousa Abreu, Jaciara Gomes de Araújo e Simone Ferreira Teixeira

### **Introdução**

Controlar a poluição marinha é um desafio, pois o mar tem sido usado como depósito de contaminantes, resultando em efeitos de grande risco à vida marinha, em particular e, à vida humana e das demais espécies.

A UNESCO instituiu oficialmente a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030). O termo “oceano” foi usado no singular com a finalidade de reforçar a importância de pensar em um “oceano global”, o maior bioma do planeta, responsável por proporcionar segurança alimentar e regulação climática, entre outros serviços essenciais para a humanidade. Essa conscientização é fundamental para o cumprimento dos 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, especialmente o ODS 14 – Vida na Água (Diederichsen et al., 2024).

A Fundação Mamíferos Aquáticos (2024), destaca que o lixo nas praias é o maior desafio para a Década do Oceano e afirma que o descarte incorreto de

resíduos é um problema alarmante no mundo todo, e uma de suas consequências é o aumento da poluição nas praias.

De acordo com o site da Ecycle (2024), estudo realizado pela Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) e pela ONU Meio Ambiente em 2018, constatou que, por ano, 25 milhões de toneladas de lixo são descartadas no oceano. Desse volume, 13 milhões de toneladas correspondem a lixo plástico.

O lixo, sem o descarte adequado, vai parar em lixões, muitos deles à beira de corpos d'água, de onde seguem para o mar (Andriolo; Gonçalves, 2024). Por isto, as políticas de saneamento básico são tão importantes, para que os resíduos descartados de forma inadequada, em rios e praias, não cheguem aos oceanos. No Brasil, 279 municípios são “defrontantes ao mar” ou possuem linha de costa, distribuídos em 17 estados, todos banhados pelo Oceano Atlântico (Teixeira et al, 2024).

Quando descartados nas praias, o lixo afeta todos os seres vivos, ameaçando tanto a saúde humana quanto a vida marinha (Pegado et al., 2024). Os efeitos da falta de saneamento não ficam restritos aos ambientes naturais, sendo também sentidos no ecossistema urbano, afetando principalmente a parte mais vulnerável da população que, por ocupar ambientes sem o mínimo de saneamento, vive com a saúde constantemente ameaçada (Nascimento et al., 2020).

Torna-se necessária a efetiva aplicação das políticas nacionais de resíduos sólidos e de saneamento básico nas áreas litorâneas, rios e de corpos d'água a fim de contribuir com o alcance do Desafio 1 (do ODS 14): Compreender e vencer a poluição marinha, mapeando as fontes terrestres e marítimas de poluentes e contaminantes e os seus potenciais impactos na saúde humana e nos ecossistemas oceânicos (UNESCO, 2024).

As políticas de saneamento básico e de gestão de resíduos sólidos são importantes para o controle da poluição dos oceanos, visando à manutenção da qualidade de vida das populações.

Neste contexto, se faz necessário investigar os principais resíduos encontrados em praias brasileiras e, identificar ações relacionadas à PNRS e à PNSB que estão presentes nestes espaços, as quais podem contribuir para minimizar a poluição dos oceanos.

Este artigo analisa a situação do descarte de resíduos sólidos em duas praias do Nordeste brasileiro e verifica a presença de ações/instrumentos relacionados à aplicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e da Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) nas praias observadas.

### ***PNRS e PNSB relacionadas à preservação dos Oceanos e praias***

A Política Nacional de Saneamento Básico - PNSB, instituída em 2007, pela Lei 11.445 estabeleceu como os objetivos do saneamento os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, incluindo serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, tratamento, limpeza e fiscalização preventiva das redes. Em 2020, a Lei 11.445 foi revisada e atualizada, passando a vigorar conforme a Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020 (Alochio, 2007).

A Lei 14026/2020 visa aprimorar as condições estruturais de saneamento básico no País, através do trabalho da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). A ANA tem a responsabilidade de assegurar a prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. Além disso, a ANA tem a função de contribuir para a articulação entre o Plano Nacional de Saneamento Básico, o Plano Nacional de Resíduos Sólidos e o Plano Nacional de Recursos Hídricos (Brasil 2020).

A universalização do acesso e a efetiva prestação dos serviços de saneamento são desafios para os municípios brasileiros, sobretudo no que diz respeito à necessária integração de ações dos serviços de abastecimento de água, tratamento de esgotos, coleta e destinação de resíduos e redes de drenagem eficientes (Pessoa; Ribeiro, 2024).

A Lei 12.305 (Brasil, 2010), que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, define, em seu Art. 3º, X, o gerenciamento de resíduos sólidos que consiste em um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

Verifica-se, então, que as políticas nacionais de resíduos sólidos e de saneamento básico são complementares em objetivos e versam sobre complexas

especificidades, exemplificada pelas exigências dos planos municipais de resíduos sólidos para gerenciar a coleta, o tratamento e o descarte seguro de resíduos domiciliares, de resíduos de varrição, de resíduos industriais, entre outros, para evitar ou mitigar a poluição dos ambientes naturais, dentre os quais destacam-se oceanos e praias.

Seguindo estas diretrizes e com foco na preservação dos oceanos, a partir do estabelecimento da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável, foi criado o Grupo de Apoio à Mobilização Nordeste (GAM-NE), que atua desde 2020. O GAM-NE é um grupo de especialistas que trabalha para disseminar e compartilhar informações, mobilizar e engajar pessoas nos objetivos da Década do Oceano (MCTI, 2024). Como parte das ações do GAM-NE está o trabalho de pesquisas colaborativas entre pesquisadores e membros dos estados da Paraíba, Pernambuco e Maranhão, com a finalidade de realizar análises do atendimento das políticas nacionais de saneamento básico e de resíduos sólidos em praias do litoral nordestino, do qual resultou a elaboração deste artigo.

### ***Panorama dos resíduos sólidos em praias brasileiras***

A Sea Shepherd Brasil, uma organização sem fins lucrativos de proteção à vida marinha, recentemente publicou resultados preliminares de uma expedição visitou 308 praias do Brasil, localizadas em 17 Estados, cobrindo uma extensão de mais de 7 mil quilômetros de praia, abrangente do Chuí ao Oiapoque, com a finalidade de mapear a poluição por plástico e outros resíduos em praias brasileiras. Como principais resultados desta pesquisa tem-se a constatação de que 100% das praias brasileiras possuem macro resíduos e 91% dos resíduos coletados nas praias são plásticos. Na região Sul esse número é ainda maior, chegando a 95% (Gonçalves, et al., 2024).

Os pesquisadores encontraram 16 mil fragmentos de microplástico e 72 mil macro resíduos na área total estudada e avaliaram que existem, em média, 4,5 microplásticos por m<sup>2</sup> e 0,5 macro resíduo por m<sup>2</sup> de praia na orla marítima brasileira. O estudo chama atenção para a crescente poluição por microplásticos e para os perigos que isso pode significar para a vida marinha, já que os microplásticos podem ser consumidos na cadeia alimentar (Idem). Outros estudos também tratam da poluição em praias brasileiras e, juntos, podem ajudar a desenhar um panorama dos resíduos sólidos nestas áreas.

Assim, tomando como referência o artigo intitulado “Estudo Sazonal da Poluição por Resíduos Sólidos nas Praias das Éguas e de Jacuecanga, Angra Dos Reis, Rio De Janeiro, Brasil”, de autoria de Costa e Rangel (2023), que teve como objetivo compreender a distribuição e a composição dos resíduos sólidos considerando a influência da sazonalidade no processo de poluição nas Praias continentais das Éguas e de Jacuecanga, no verão e inverno. Para alcançar este objetivo, os autores delimitaram geograficamente e, caracterizaram a área de estudo. A coleta de dados ocorreu no inverno de 2018 e no verão de 2019.

Como resultados da coleta e análise do material encontrado nas duas praias indicadas, observou-se a seguinte composição: matéria orgânica (52%), plástico (14%), isopor (10%), cigarro (7%) e madeira (7%). Foi verificada elevada concentração de matéria orgânica, principalmente na Praia de Jacuecanga, que os autores relacionam à presença dos canais de drenagem que deságuam nas duas extremidades da praia.

Nestas praias, a principal origem destes fragmentos está associada não somente às atividades turísticas, mas também às atividades do cotidiano das comunidades situadas no entorno, à ineficiência do sistema de coletas e à contribuição da hidrodinâmica marinha, sendo esta última mais proeminente no inverno.

Os autores (idem) concluem que estas praias encontram-se impactadas pela poluição por resíduos sólidos descartados principalmente pelos banhistas e frequentadores de forma geral. Finalmente, consideram que uma maior conscientização e melhor gestão da limpeza local consistiram em importantes ferramentas para a redução deste processo de degradação como fator aliado às ações das autoridades que seriam: Implementação de um maior número lixeiras ao longo do arco praiial, realização de coletas periódicas dos resíduos (das lixeiras), varreduras mais constantes nas faixas de areia ,placas de sinalização, conscientização e outras medidas possíveis para se mitigar este tipo de poluição nestas praias estudadas.

Outro artigo aqui destacado tem o título: “Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos e percepção ambiental dos usuários da praia da Ponta Negra, Manaus/ AM, de autoria de Nascimento e Teixeira (2023). O objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento gravimétrico dos resíduos sólidos encontrados na Praia da Ponta Negra, Manaus-AM e avaliar a percepção am-

biental dos seus usuários.

A Praia da Ponta Negra, localizada à margem esquerda do rio negro e aproximadamente a 13 km do centro de Manaus-AM, possui uma orla urbanizada com quadras para prática de esporte e um anfiteatro onde são realizadas apresentações musicais, espetáculos teatrais e outras atrações, tornando-a um dos principais pontos turísticos da cidade de Manaus. Desta forma, a praia possui uma população flutuante que varia de acordo com os dias de eventos culturais, finais de semana e feriados e meses do ano, contando com barracas de vendedores credenciados, que comercializam bebidas alcoólicas, refrigerantes e alimentos. As coletas dos resíduos foram realizadas no período de março a maio, na cheia do Rio Negro.

Como principais resultados tem-se que, das sete categorias presentes, o plástico foi o tipo de resíduo mais abundante nas três coletas (42,90% do volume total coletado).

Os autores concluem que, para obter um controle da problemática do descarte dos resíduos sólidos em áreas de praias e de proteção ambiental, é necessária a realização de ações de educação ambiental que devem ser planejadas de forma racional e integradas com a população, somente desta forma.

Traçando um panorama da situação do descarte de resíduo sólidos em praias brasileiras, verifica-se a significativa presença de resíduos plásticos descartados e a necessidade de efetivamente haver a implementação das políticas nacionais de resíduos sólidos e de saneamento básico nas áreas de praias, envolvendo instituições públicas, empresas e a população, para garantir a preservação ambiental e a contenção dos níveis crescentes de poluição em rios, praias e oceanos, tão prejudicial à vida humana e marinha.

As comunidades costeiras geralmente carecem de instalações sanitárias adequadas, levando a riscos significativos à saúde e à degradação ambiental (Cahyawati, 2023). Estima-se que mais de 80% do esgoto gerado nas áreas costeiras não é tratado, contribuindo para problemas graves de poluição e saúde (Rangel-Buitrago et al., 2024). Muitos residentes costeiros descartam seus resíduos diretamente no mar, refletindo a falta de conscientização e também, de infraestrutura de esgotamento sanitário nestas áreas (Prastiwi e Rosariawari, 2023).

### **Metodologia da Pesquisa**

Foram escolhidas duas praias nordestinas para observação e caracterização dos resíduos sólidos descartados e para verificação dos recursos e ações desenvolvidas em cada área observada, relacionadas à PNRS e à PNSB. Em função do objetivo proposto, esta pesquisa é descritiva e exploratória. Quanto à estratégia de pesquisa, foram utilizados estudos de casos (Gil, 2010).

As praias escolhidas foram Intermares, localizada na cidade de Cabedelo/PB e, a praia de São José de Ribamar, município do Estado do Maranhão. A seguir apresenta-se a caracterização de cada caso, a forma de operacionalização das pesquisas nas áreas observadas e os resultados encontrados.

### **Resultados**

#### **- Praia de Intermares – Cabedelo - Paraíba**

##### *Caracterização da área de estudo*

O município de Cabedelo - PB-Brasil é uma cidade portuária, localizada numa península entre o Oceano Atlântico e o Rio Paraíba, sendo o Porto de Cabedelo responsável pela movimentação de importantes produtos para a economia do Estado. O município congrega seis praias urbanas consideradas como preferenciais para moradias permanentes e temporadas de veraneio. Dentre elas, destaca-se a Praia de Intermares que se conurba com João Pessoa e é classificada como área de preservação ambiental por abrigar ninhos e desovas de tartarugas de pente, monitoradas pelo Projeto Tartarugas Urbanas.

##### *Procedimentos Metodológicos*

A coleta dos resíduos plásticos foi realizada em 1,5 Km de área de passeio e em 500 metros das redes de drenagem a fim de identificar o descarte e/ou fluxo de resíduos do continente para o oceano. As coletas ocorreram no mês de outubro de 2023, nas quais os resíduos coletados foram identificados por sua posição geográfica no momento da coleta e encaminhados para o laboratório de tecnologias agroambientais da Universidade Federal de Campina

Grande para realização de classificação e caracterização. Inicialmente, os resíduos foram separados por dimensões de partículas, pesados e classificados considerando sua semelhança a um objeto. Devido à maior abundância de material plástico verificada nas coletas, o trabalho deu maior ênfase aos plásticos que foram classificados de acordo com a identificação original da embalagem, do objeto ou de fragmento do objeto, utilizando-se a norma da ABNT NBR 13230 (2008), que estabelece os símbolos para identificação da resina termoplástica, utilizada na fabricação de embalagens: BOPP; PEAD; PET; PS e PP.

#### *Resultados Praia de Intermares – Cabedelo - Paraíba*

A praia de Intermares possui rede de drenagem coletora de águas pluviais e de águas de córregos naturais que se comunicam continuamente com o continente e a área de passeio e arrebentação das ondas. Os quadros 1 e 2 apresentam informações sobre os materiais coletados nas amostras de área utilizadas para coleta em rede de drenagem e na rede de passeio, respectivamente.

**Quadro 1 | Materiais coletados e classificados em redes de drenagem**

<b>Amostras</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Data da coleta</b>	<b>Local</b>	<b>Material</b>
01	0.4	11/10/2023	Redes de drenagem	Madeira, isopor e fragmentos plásticos (micro plásticos)
02	0.32	12/10/2023	Redes de drenagem	Embalagens e cordas plásticas e fragmentos de PVC.
03	0.52	11/10/2023	Redes de drenagem	Tampas e sacolas plásticas, isopor e borracha
04	1,2	12/10/2023	Redes de drenagem	Tampas e fragmentos plásticos

05	0,84	11/10/2023	Redes de drenagem	Hastes plásticas, canudos, sargaços presos em fragmentos plásticos.
06	0,90	12/10/2023	Redes de drenagem	Algas e sargaço diversos
Total	4,180			

Figura 1 | Localização dos resíduos coletados em redes de drenagem



Fonte: Autores (2023)

Figura 2 | Amostragem dos materiais coletados em redes de passeio



Fonte: Autores (2023)

**Quadro 2 | Caracterização dos materiais coletados e classificados em área de passeio**

<b>Amostras</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Data da coleta</b>	<b>Local</b>	<b>Material</b>
07	1,69	11/10/2023	Área de passeio	Latas de alumínio, embalagens plásticas e papéis.
08	5,32	11/10/2023	Área de passeio	Latas de alumínio, garrafas e restos plásticos e papel alumínio.
09	6,87	11/10/2023	Área de passeio	Restos plásticos, sargaço e papéis.
10	1.4	11/10/2023	Área de passeio	Fragmentos de plásticos e isopor.
11	4,78	11/10/2023	Área de passeio	Garrafas plásticas, latas de alumínio e restos plásticos
12	1,290	11/10/2023	Área de passeio	Fragmentos de prancha de isopor e plástico
13	8,94	11/10/2023	Área de passeio	Garrafas plásticas, cordas plásticas, fragmentos plásticos e papéis
<b>Total</b>	<b>30,290</b>			

Em relação à presença de recursos de saneamento básico na Praia de Intermares – Cabedelo - PB, foi possível observar coletores de resíduos distribuídos em locais de maior fluxo de banhistas, assim como a existência de rede de drenagem artificial e desobstrução da drenagem natural (Figura 3).

**Figura 3 | Redes de drenagem pluvial e de córregos naturais**



Fonte: Autores (2023)

Coletores de resíduos sólidos foram distribuídos na faixa de areia da praia de Intermares, indicando o local para direcionar os descartes de resíduos. Placas sinalizadoras reforçam que a área de proteção ambiental é de desova de tartarugas marinhas, devendo ser cuidada com maior rigor ambiental, sobretudo nos descartes de resíduos sólidos.

Particularmente, na praia de Intermares, as tartarugas marinhas sofrem diretamente com o impacto negativo das ações antrópicas, fazendo necessário voltar a atenção para a importância de preservá-las, relatando o seu papel ecológico dentro de suas comunidades e ecossistemas, e que os mantém em equilíbrio, considerando que se tratam de animais amplamente ameaçados e que são entendidas como “espécie chaves” ou “espécies guarda-chuva”, ou seja, espécies que desempenham um papel ecológico fundamental ao ecossistema do qual fazem parte, de acordo com Guajiru (2021).

### ***- Praia de São José de Ribamar - São José de Ribamar - Maranhão***

#### *Caracterização da área de estudo*

A praia de São José de Ribamar foi escolhida devido ao seu tamanho, acessibilidade e intensa utilização por diversos usuários. Localizada na porção leste e sul da baía de São José, e a oeste com o município de São Luís, essa praia desempenha um papel significativo na região. São José de Ribamar está localizada nas coordenadas geográficas: Latitude: 2° 33' 47" Sul, Longitude: 44° 3' 45" Oeste. Nesta praia existem restaurantes, residências, além de bares em toda sua extensão. Também conta com a presença de vegetações rasteiras.

#### *Procedimentos Metodológicos*

A obtenção de dados para o projeto foi realizada por meio de coletas, no formato presencial de acordo com os protocolos estabelecidos. A abordagem aplicada para determinar a distribuição espacial e temporal dos resíduos foi realizada através de coletas em pontos distintos após obtenção de coordenadas geográficas de toda extensão da praia. A amostragem foi realizada com

transecto de 10m de largura, se estendendo da linha de maré baixa até o limite superior da praia, como proposto por Cheshire et al. (2009).

Os pontos de coleta foram divididos em 3 linhas (L1, L2 e L3) com três quadrantes, de 1 metro quadrado, em cada, totalizando nove áreas de amostragem por ponto de coleta. As distâncias entre cada linha e entre cada quadrante foram de dois metros. Após a coleta, os resíduos foram levados para o laboratório LAGERCOMA/UEMA, onde de cada amostra foram mensurados comprimento, largura e altura (mm) com paquímetro manual, fita métrica e pesados (g) com balança digital.

As atividades tiveram início de forma preliminar em 17 de fevereiro de 2024, no formato presencial. Até o momento, foram realizadas quatro coletas, nas datas de 20 de abril de 2024, 31 de maio de 2024, 15 de junho de 2024 e 13 de julho de 2024. Nessas coletas, foi possível observar a presença de resíduos sólidos ao longo de toda a extensão da praia.

#### *Resultados Praia de Intermares – Cabedelo - Paraíba*

A praia de São José de Ribamar é influenciada por marés semi-diurnas, apresentando duas marés altas e duas marés baixas ao longo do dia. Durante as marés de sizígia, as amplitudes podem ultrapassar 6 metros, o que impacta significativamente a distribuição dos resíduos sólidos. Essa variação de maré facilita o transporte e a dispersão dos resíduos pela praia, aumentando o risco de interação dos detritos com a fauna marinha.

A maioria desses resíduos apresenta um risco significativo para a fauna marinha, especialmente para animais como tartarugas e peixes, que podem ingerir acidentalmente esses materiais. A ingestão dos resíduos pode levar à obstrução intestinal e, conseqüentemente, à morte dos animais.

A importância da maré e a dinâmica de maré alta e baixa no município de São José de Ribamar são fundamentais para entender a distribuição dos resíduos sólidos, especialmente dos macros plásticos, na região costeira. A variação das marés, com ciclos de maré alta e baixa, influencia diretamente a quantidade e a localização dos detritos que chegam à praia. Durante a maré alta, as ondas trazem mais resíduos do oceano para a costa, enquanto a maré baixa expõe áreas normalmente submersas, revelando resíduos acumulados.

Como resultados das coletas de resíduos sólidos nesta Praia, foram coletados 449 itens nas categorias: plásticos, garrafas pet, embalagens, isopor, tampinhas, borracha, PVC e itens com composição mista (Quadro 3).

**Quadro 3 | Composição dos resíduos sólidos encontrados na praia de São José de Ribamar – MA. Classificação de acordo com a composição e quantidade dos resíduos encontrados.**

<b>Coleta do dia 20 de abril de 2024</b>	
<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
Plástico transparente (incluído copos, sacolas, pedaços, canudos etc.)	92
Isopor	1
Borracha	3
PVC	3
Total	<b>99</b>
<b>Coleta do dia 31 de maio de 2024</b>	
<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
Plástico transparente (incluído copos, sacolas, pedaços, canudos etc.)	89
Isopor	12
Borracha	3
Escova de dente	1
Pedaço de Nylon	5
Recipiente de óleo de embarcação na cor preto	7
Embalagem de bombom	9
Copo pequeno para tomar remédio líquido	1
Pote de sorvete	3
Embalagem de descolorante	3
PVC	7
Total	<b>140</b>

*Política Nacional de Resíduos Sólidos e Política Nacional de Saneamento Básico:  
análise de suas contribuições para a gestão de resíduos sólidos em praias do litoral nordestino*

**Coleta do dia 15 de junho de 2024**

<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
Plástico transparente (incluído copos, sacolas, pedaços, canudos etc.)	82
Isopor	2
Borracha	1
PVC	2
Total	<b>87</b>

**Coleta do dia 13 de julho de 2024**

<b>COMPOSIÇÃO</b>	<b>QUANTITATIVO</b>
Plástico transparente (incluído copos, sacolas, pedaços, canudos etc.)	78
Recipiente de óleo de embarcação na cor preto	3
Pote de sorvete	3
Pá de brinquedo	1
Embalagem de Danone	1
Embalagem de bombom	1
Embalagem de desodorante	3
Embalagem de extrato	1
Embalagem de álcool	1
Embalagem de cigarro	1
Cartela de comprimido	1
Isopor	24
Borracha	2
PVC	3
Total	<b>123</b>

Fonte: LAGERCOMA/UMA (2024).

No Quadro 3, estão apresentadas as frequências das principais classes de macro plásticos. O plástico transparente foi o tipo de resíduo predominante durante a coleta. Do total de 449 itens observados, sendo classificados como fragmentos, canudos, embalagens, garrafas pet, copos, entre outros. Esses

são os mais persistentes, visto que são recolhidos durante a limpeza manual e são perdidos durante a limpeza.

Borrachas e PVC constituíram a segunda classe mais frequente de resíduos. Embora muito usadas pelos usuários, pois são bem comuns em construção e por crianças que moram na região. Assim como os pequenos itens de papel, o que conferiu um péssimo aspecto estético para uma praia turística.

Os resíduos encontrados oferecem um risco maior a animais como tartarugas que acidentalmente os ingerem e que acabam ficando acumulados em seu intestino obstruindo-o e posteriormente ocasionando a morte do animal.

A praia São José de Ribamar apresenta algumas estruturas relacionadas ao manejo ambiental, mas a presença de uma rede de drenagem pluvial formalmente exigida é limitada. A distribuição das águas pluviais ocorre, em grande parte, por meio de córregos naturais que deságuam no mar. Em termos de infraestrutura de saneamento, como lixeiras e sinalização para o cuidado com resíduos, a situação varia ao longo da extensão da praia. Em áreas mais urbanizadas, há lixeiras instaladas e, ocasionalmente, placas que incentivam a destinação correta de resíduos, mas essas medidas ainda são insuficientes para garantir um manejo ambiental adequado.

Ao término das apresentações dos dois casos observados, verifica-se que os resultados obtidos revelam semelhanças, sobretudo quanto à presença e proporção de fragmentos de macro e micro plásticos nas praias de Intermares/PB e de São José de Ribamar/MA. Constatando-se também negligências no rigor do atendimento das políticas de saneamento e de resíduos sólidos em ambas as localidades, o que também converge com o panorama dos resíduos sólidos delineados a partir dos estudos de Costa e Rangel (2024) e Nascimento e Teixeira (2023).

Com base no panorama dos resíduos sólidos em praias brasileiras, aqui desenvolvido e, nos estudos de casos realizados nas praias de Intermares/PB e de São José de Ribamar/MA, verifica-se que as ações e planos para implementar a PNRS e a PNSB, articuladas pela ANA, na tentativa de realizar a gestão integrada de bacias hidrográficas e de promover a melhoria da infraestrutura de saneamento básico, ainda se mostra insuficiente para mitigar os níveis de poluição em praias brasileiras.

## **Conclusões**

Frequentemente são veiculadas nas mídias informações referentes à presença de resíduos em estuários, mangues e praias urbanas, tanto na área de passeio (areia seca ou úmida) quanto na área de arrebentação das ondas próximo à costa, em espaços de vegetação de restinga e em áreas urbanizadas, representando riscos para a vida dos ecossistemas, além do comprometimento estético e ambiental.

Com a realização dos estudos na praia de Intermares – PB e na Praia de São José do Ribamar – MA, foi possível compreender a organização e o percentual dos resíduos encontrados nas áreas pesquisadas e gerar informações para que a gestão pública de cada localidade possa e implementar ações de saneamento básico que são essenciais para mitigar os efeitos da poluição por resíduos sólidos, principalmente, por macro e micro plásticos, nas praias estudadas, devendo-se ampliar essa prática para outras localidades próxima a rios, mares e demais corpos d'água.

Uma maior conscientização e melhor gestão da limpeza local consistiram em importantes ferramentas para a redução deste processo de degradação. Assim, nota-se a importância da aplicação de ações relativas PNSB, tais como disponibilização de um maior número lixeiras ao longo de arcos praias, realização de coletas frequentes dos resíduos dispostos nas lixeiras, varreduras mais constantes nas faixas de areia, placas de sinalização, e outras medidas possíveis para mitigar a poluição nas praias brasileiras, como sugerem Costa e Rangel (2024) e Nascimento e Teixeira (2023).

Os resultados encontrados nos dois estudos de praias do Nordeste confirmam o panorama inicialmente descrito e, chamam atenção para a grande contribuição que a Política de Saneamento Básico pode proporcionar para preservação ambiental marítima, notadamente para as áreas litorâneas, considerando que boa parte da poluição plástica marinha vem de fontes terrestres, tendo origem do escoamento urbano, de hábitos inadequados de turistas, e da falta de gerenciamento adequados de resíduos urbanos, entre outras fontes.

De fato, há uma importante contribuição da implementação de ações de saneamento básico nas praias brasileiras para assegurar que o descarte de resíduos sólidos aconteça de forma adequada, principalmente em relação aos materiais plásticos, que são a grande ameaça ao equilíbrio da vida marinha,

cuja falta de gerenciamento efetivo é um obstáculo ao atendimento dos objetivos da PNRS.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALOCHIO, L. H. A. Direito do saneamento: introdução à lei de diretrizes nacionais de saneamento básico. Lei Federal n. 11.445/2007. In: **Direito do saneamento: introdução à lei de diretrizes nacionais de saneamento básico. Lei Federal n. 11.445/2007**. 2007. p. 194-194.

ANDRIOLO, U.; GONÇALVES, G. How Much Does Marine Litter Weigh? A literature review to improve monitoring, support modelling and optimize clean-up activities. **Environmental Pollution**, p. 124863, 2024.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 13230, 2ª ed. , 2008 - São Paulo. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/7929/abnt-nbr13230-embalagens-e-acondicionamento-plasticos-reciclaveis-identificacao-e-simbologia> . Acesso em: 13 de Setembro de 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Brasil: Planalto da República, [2024]. 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 15 de abr. 2024.

BRASIL, Lei 14.026, de 15 de Julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Brasil: Planalto da República, 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.%E2%80%9D](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20o%20Quadro%20de,%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.%E2%80%9D) acesso em: 20 de outubro de 2024.

CAHYAWATI, S. Analisis Sanitasi Dasar Wilayah Pesisir Dusun Talaga Ratu. **Detector: Jurnal Inovasi Riset Ilmu Kesehatan**, 1 (2), 251–263, 2023. Disponível em: <https://ejurnal.politeknikpratama.ac.id/index.php/Detector/article/view/2461> Acesso em: 15 de Outubro de 2024.

*Política Nacional de Resíduos Sólidos e Política Nacional de Saneamento Básico:  
análise de suas contribuições para a gestão de resíduos sólidos em praias do litoral nordestino*

COSTA, M.; RANGEL, C. M. A. Estudo sazonal da poluição por resíduos sólidos nas praias das éguas e de jacuecanga, Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brasil. Caderno de Estudos Geoambientais CADEGEO v. 12, n. 01, Janeiro de 2023. Disponível em: <http://www.cadegeo.uff.br/index.php/cadegeo/article/view/97> Acesso em: 10 de Setembro de 2024.

DIEDERICHSEN, S. D. P. et al. Opportunities to overcome the Ocean Decade Challenges in Brazil's ocean and coastal governance system. **Ocean & Coastal Management**, v. 247, p. 106907, 2024.

ECYCLE. Disponível em: 25 milhões de toneladas de lixo vão para os oceanos todo ano - eCycle Acesso em: 20 de Junho de 2024.

FUNDAÇÃO MAMÍFEROS AQUÁTICOS. Lixo nas praias: o maior desafio da Década do Oceano. Disponível em: <https://mamiferosaquaticos.org.br/blog/lixonas-praias/> Acesso em: 10 de Maio de 2024.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5.ed . São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, J. V.; TORRES-FLOREZ, J. P.; FAGUNDES, L.; BARBOSA, L.; FRANCO-ASSIS, M.; RAMOS, M. A. B.; FERNANDES, M. F.; GIL, N. Raio X dos resíduos da Costa brasileira: DESCOBERTAS DA 1ª EXPEDIÇÃO ONDAS LIMPAS NA ESTRADA Edição brasileira. SP, Brasil, 2024 Disponível em: <https://seashepherd.org.br/ondas-limpas-na-estrada/> Acesso em 20 de Outubro de 2024.

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Grupo de Apoio à Mobilização Nordeste . 2024. Disponível em: <https://decada.ciencianomar.mctic.gov.br/grupo-de-apoio-a-mobilizacao-nordeste/> . Acesso em: 26 ago. 2024.

NASCIMENTO, C. F. G.; SILVA, F. G. A.; LAFAYETTE, K. P. V.; SANTOS, M.J.P. Diagnóstico dos impactos físico-ambientais, utilizando a matriz GUT no Campo da União em Recife - PE. In: SANTANA, R. F.; JÚNIOR, W. R. A.; EL-DEIR, S. G. (Orgs.). Resíduos sólidos: Desenvolvimento e sustentabilidade. 1ª ed. Recife: EDUFURPE: Gampe, 2020. p. 112-122.

NASCIMENTO, M. dos S.; TEIXEIRA, G. G. de L. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos e percepção ambiental dos usuários da PRAIA DA PONTA NEGRA, MANAUS-AM. **Revista Eletrônica Multidisciplinar de Investigação Científica**, Brasil, v. 2, n. 2, 2023. DOI: 10.56166/remici.2023.5.v2n2.4.12. Disponível em: <https://remici.com.br/index.php/revista/article/view/68> . Acesso em: 10 set. 2024.

- PEGADO, T. et al. Meso-and microplastic composition, distribution patterns and drivers: A snapshot of plastic pollution on Brazilian beaches. **Science of The Total Environment**, v. 907, p. 167769, 2024.
- PESSOA, C. F. F; RIBEIRO, T. G. Um Ambiente Construído: Aportes da Sociologia Ambiental para Refletir a Prática de Fazer Saneamento no Brasil. **Nova Revista Amazônica**, v. 11, n. 3, p. 47-61, 2024.
- PRASTIWI, A. C.; ROSARIAWARI, F. Identifikasi dan Penentuan Strategi Pengelolaan Limbah Domestik Pada Kawasan Pesisir Dusun Kisik, Kabupaten Pasuruan. **INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi.**, Vol. 2 No. 5 (947-957), 2023. Disponível em; [https://www.researchgate.net/publication/379458060\\_Identifikasi\\_dan\\_Penentuan\\_Strategi\\_Pengelolaan\\_Limbah\\_Domestik\\_Pada\\_Kawasan\\_Pesisir\\_Dusun\\_Kisik\\_Kabupaten\\_Pasuruan](https://www.researchgate.net/publication/379458060_Identifikasi_dan_Penentuan_Strategi_Pengelolaan_Limbah_Domestik_Pada_Kawasan_Pesisir_Dusun_Kisik_Kabupaten_Pasuruan) Acesso em: 15 de Outubro de 2024.
- RANGEL-BUITRAGO, N.; GALGANI, F.; NEAL, W. J. Addressing the global challenge of coastal sewage pollution. **Marine Pollution Bulletin**, V. 201, 2024. Disponível em; <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X24002091> Acesso em: 12 de Outubro de 2024.
- TEIXEIRA, L. C. M. et al. Territorialidades em foco: análise do Índice de Vulnerabilidade Social em diferentes contextos brasileiros. 2024.
- TEIXIDÓ, N. et al. Functional changes across marine habitats due to ocean acidification. **Global Change Biology**, v. 30, n. 1, p. e 17105, 2024.
- UNESCO. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 14: conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/os-17-ods/objetivo-de-desenvolvimento-sustentavel-14-conservar-e-usar-de-forma-sustentavel-os-oceanos-mares-e-os-recursos-marinhos-para-o-desenvolvimento-sustentavel> Acesso em 13 de Setembro de 2024.

*PARTE 2*

# Logística Reversa e Economia Circular

## Capítulo 5

# LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA LOGÍSTICA REVERSA E PNRS: desafios para o aprimoramento da responsabilização pós-consumo no setor de embalagens em geral

Sueli Ferreira Colona e Jacques Demajorovic

As empresas têm buscado reduzir os impactos ambientais dos resíduos pós-consumo devido à crescente preocupação ambiental global. Apesar dos avanços da Logística Reversa (LR) no cenário nacional, com surgimento de legislações, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída em 2010, os desafios persistem, incluindo a dificuldade de desenvolver o eco-design, infraestrutura de coleta e destinação, indicadores de gestão e tecnologias para lidar com a complexidade crescente dos resíduos. No Brasil, destaca-se o pioneirismo do Estado de São Paulo que, paralelamente às ações em âmbito federal, estabeleceu por meio de uma regulamentação a obrigatoriedade das empresas no Estado a estruturarem e implementarem seus Sistemas de Logística Reversa (SLR) como condicionante para o licenciamento ambiental junto à Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). No entanto, até esse momento pouco se sabe como essa regulamentação tem contribuído efetivamente para a estruturação e implementação dos SLR no Estado de São Paulo. Nesse contexto, este capítulo aborda o funcionamento

do processo de licenciamento ambiental da LR e seus reflexos e limites para a ampliação e melhoria da responsabilização pós-consumo de embalagens em geral no Estado de São Paulo.

### ***A expansão da embalagem no mundo e no Brasil***

Nas últimas décadas, a preocupação global com o meio ambiente tem crescido, desafiando governos, empresas e a sociedade a encontrar estratégias para reduzir os impactos ambientais dos resíduos pós-consumo. O setor de embalagens, importante tanto em nível mundial quanto no cenário nacional, tem registrado crescimento contínuo no Brasil segundo dados da Associação Brasileira de Embalagens (ABRE, 2022). Esse aumento foi impulsionado pela pandemia de COVID-19, que elevou a demanda devido ao crescimento do delivery e do comércio eletrônico (LEAL FILHO et al., 2021).

De acordo com a Mastercard SpendingPulse, as vendas do comércio eletrônico aumentaram 75% em 2021 em relação a 2020 (ALVES, 2021). A Fundação Getúlio Vargas (FGV), em relatório solicitado pela ABRE, mostrou que o valor bruto da produção de embalagens no Brasil cresceu significativamente de 2016 a 2022. Em 2020, o setor alcançou R\$ 92,9 bilhões, um aumento de 22,3% em relação a 2019, e em 2022 chegou a R\$ 123,2 bilhões, um crescimento de 3,9% em comparação a 2021 (ABRE, 2020, 2021, 2022).

O Gráfico 1 apresenta uma síntese dos dados coletados por esse estudo entre os anos de 2016 e 2022.

Gráfico 1 | Valor Bruto da Produção Física de Embalagens em Bilhões de Reais



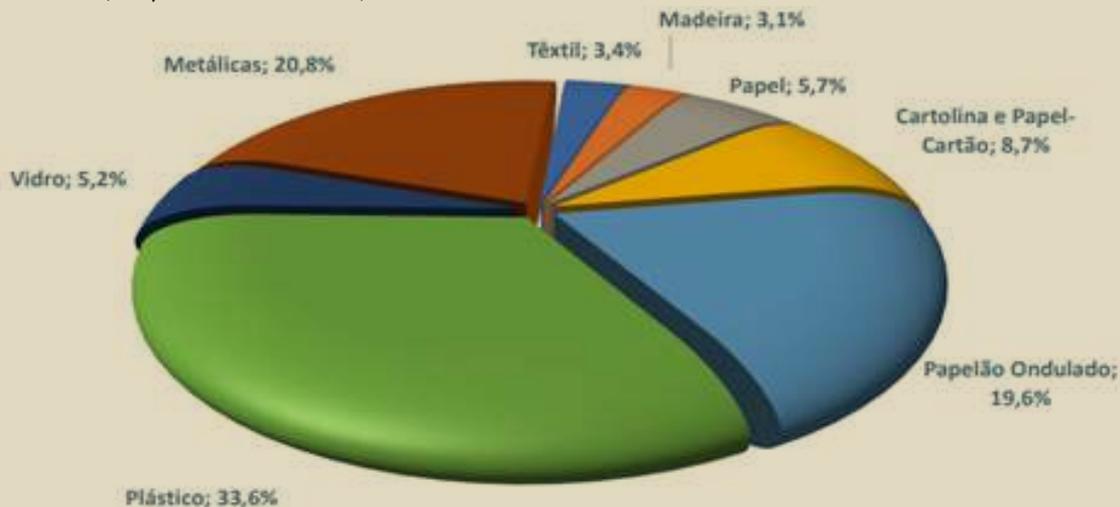
\*Projeção (Dados Estimados)

Fonte: Autora

Nota: Elaborado com base em ABRE 2020, 2021, 2022.

Segundo o estudo, embora embalagens plásticas e metálicas dominassem o mercado em 2021, com 57,7% do valor total, sua participação diminuiu para 54,4 % em 2022, conforme mostrado na Figura 1. Enquanto isso, as embalagens de vidro cresceram 8% em relação a 2021.

Figura 1 – Distribuição do Valor Bruto da Produção em 2022\*  
(Em percentual do total)



Fonte: ABRE, 2022.

Este estudo da ABRE ainda destacou o crescimento na produção e o aumento da demanda em setores como alimentação fora de casa, varejo, bebidas e outros produtos químicos, após o término das restrições da pandemia, com crescimento de 24,4% em 2022, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 | Crescimento de setores destaques em 2022

Setores	Crescimento no Ano
Alimentação fora de casa (S)	24,4%
Varejo de não duráveis (C)	4,3%
Bebidas	3%
Alimentos	2,4%
Outros produtos químicos	2,3%
Varejo (C)	1%

\* Dados da Indústria exceto onde indicado. (C) = Comércio e (S) Serviços

Fonte: Autora “adaptado de” ABRE, 2022.

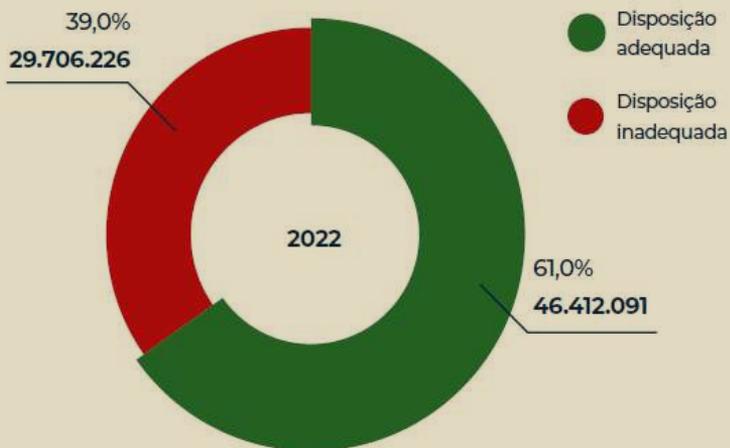
Portanto, o setor de embalagens no Brasil é um dos mais dinâmicos da economia, com previsão de crescimento anual de 3,2% entre 2021 e 2026 (MORDOR INTELLIGENCE, 2023). No entanto, tanto nacional quanto globalmente, o setor enfrentou desafios em 2023 devido à crescente demanda por práticas sustentáveis e embalagens ecológicas. O relatório Global de Compras Sustentáveis da Trivium Packaging 2022 indica que 86% dos entrevistados com menos de 45 anos estariam dispostos a pagar mais por embalagens sustentáveis (PR NEWSWIRE BRASIL, 2022).

Durante a pandemia COVID-19, entre 2021 e 2022, o Brasil gerou aproximadamente 82,5 milhões de toneladas de RSU, das quais 16,8%, cerca de 13,8 milhões de toneladas por ano, eram embalagens plásticas. Apesar de produzir 27,7 milhões de toneladas anuais de resíduos recicláveis, a taxa de reciclagem foi de apenas 4% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE, 2021).

A pandemia também evidenciou a importância da circularidade das embalagens usadas nas operações comerciais, com um aumento significativo na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (STREIT et al., 2023). Isso devido principalmente ao crescimento dos serviços de delivery (CHIU; YANG; MA, 2023).

Em 2022, o Brasil registrou cerca de 81,8 milhões de toneladas de RSU, uma redução atribuída às mudanças sociais pós-pandemia, incluindo menor uso de serviços de delivery e variações no poder de compra da população (ABRELPE, 2022). Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos 2022, a cobertura de coleta de RSU atingiu 93%, totalizando 76,1 milhões de toneladas coletadas. No entanto, a maioria desses resíduos, aproximadamente 61%, ainda é enviada para aterros sanitários, enquanto 39% são destinados de forma ambientalmente adequada, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 | Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2022



Fonte: ABRELPE, 2022.

### **A evolução da PNRS e a LR de embalagens em geral**

No Brasil, o aumento do consumo e da geração de resíduos trouxe como consequência a necessidade de transição para uma economia circular. Nesse contexto, as autoridades brasileiras se empenharam em encontrar maneiras de realizar essa transição, com a LR sendo uma das principais abordagens exploradas (SILVA; MORAIS, 2021).

Após duas décadas de debates no Congresso Nacional, pressões das agendas internacionais e ação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o Projeto de Lei 354 instituiu a PNRS no país em 2 de agosto de 2010, através da Lei nº 12.305, com o objetivo de regulamentar a gestão de resíduos sólidos, visando em seu art. 7º: *i)* a proteção da saúde pública e ambiental, *ii)* a redução de resíduos, *iii)* o incentivo a práticas sustentáveis, *iv)* desenvolvimento e aperfeiçoamento de tecnologias limpas e *v)* a promoção à indústria de reciclagem (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA, 2010).

A PNRS estabeleceu a obrigatoriedade da LR, impondo a responsabilidade

compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos entre fabricantes, varejistas, consumidores e governo (VIEIRA et al., 2020). Ao integrar cooperativas de catadores no processo, tornou os procedimentos mais eficientes e trouxe vantagens econômicas e ambientais (DEMAJOROVIC et al., 2014).

Outro aspecto positivo associado à PNRS foi o estabelecimento de metas. Ela prevê metas de valorização dessas embalagens pela LR de 22% em 2015, 30% em 2024 e até 45% em 2040 (MMA, 2010). Já o Acordo Setorial (AS) de Embalagens em Geral, assinado pela Coalizão Embalagens em 2015, delineou metas de coleta de 22% em seu ano inicial, 28% em 2019; 34% em 2023; 40% em 2027 e 45% em 2031 (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - SINIR, 2015).

Além disso, houve avanços regulatórios em 2022, como a criação do Programa Nacional de Logística Reversa pelo Decreto 10.936/2022, assim como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES), instituído pelo Decreto nº 11.043/2022. Outro decreto importante foi o de nº 11.044/22, que criou o programa de formalização dos créditos de reciclagem, o Recicla+. Finalmente, o Decreto nº 11.300/2022 instituiu o SLR das embalagens de vidro ao ciclo produtivo (PORTAL SUSTENTABILIDADE, 2022). Todos esses avanços visam melhorar a gestão de resíduos.

Outras iniciativas, como o programa Mãos pro Futuro da Associação Brasileira das Indústrias de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC) e ações de entidades como o Instituto Giro, a Eureciclo e o Instituto Rever, bem como os programas Recupera e Cidade + Recicleiros, têm contribuído para a inclusão socioeconômica de catadores e o aumento da reciclagem, atendendo ao Decreto nº 11.414/2023. A Eureciclo e o Instituto Rever também avançaram na emissão de Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa (CCRLR), cumprindo assim o Decreto Federal nº 11.413/2023, que revogou o certificado Recicla+.

Apesar desses avanços, os resultados efetivamente alcançados em termos de coleta e reciclagem foram bem menores do que o esperado. Entre os desafios citam-se a dificuldade de ampliar a reciclabilidade de diversos tipos de embalagem, questões de infraestrutura de coleta e destinação, indicadores de gestão, tecnologias para lidar com a complexidade crescente dos resíduos, dificuldades na integração da cadeia reversa, baixa remuneração dos catadores de embalagem, conscientização dos consumidores, políticas claras de

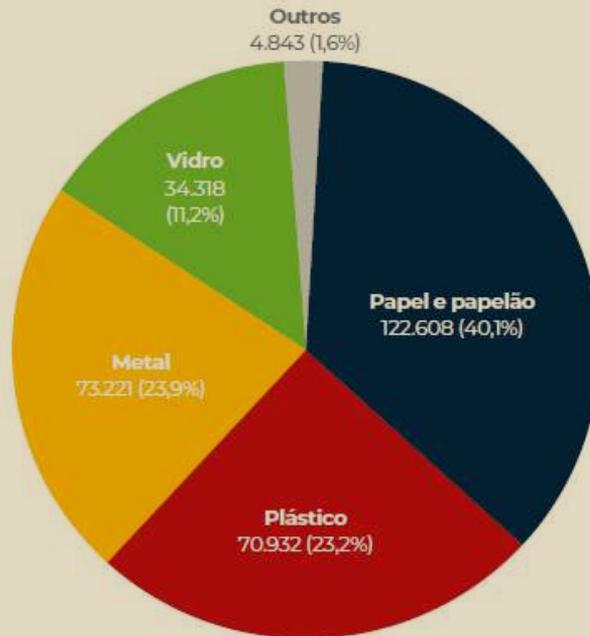
implementação da LR e a informalidade do mercado de resíduos (BOUZON;-GOVINDAN; RODRIGUEZ, 2015; GUARNIERI; STREIT; BATISTA, 2020).

A implementação do AS de embalagens em geral tem mostrado resultados limitados, devido à falta de incentivos econômicos para fabricação de embalagens recicladas e sanções por descumprimento (STEIGLEDER, 2021). Tal AS limita-se aos resíduos com valor econômico, sem abordar externalidades como a inclusão social dos catadores e a transferência de custos para os municípios. A falta de progresso para fase 2 e a saída de grandes empresas multinacionais do AS evidenciam suas limitações (STEIGLEDER, 2021). Apesar de avanços em alguns estados para implementar a LR de embalagens e a instituição do PLANARES, que sinalizam um esforço para superar as deficiências do AS de embalagens, a efetividade da LR no Brasil neste setor permanece comprometida por desafios significativos.

De fato, segundo o relatório do SINIR (2022), outro desafio é que o relatório mais recente de implantação fornecido pela Coalizão Embalagens se refere aos anos de 2018 e 2019. Esse relatório revela a recuperação de embalagens pós-consumo equivalente a 146.770,34 toneladas em 2018, sobre as 1.997.638,01 toneladas colocadas no mercado. Enquanto em 2019, das 2.033.085,03 toneladas colocadas no mercado, foram recuperadas somente 306.557,92 toneladas. Já dados de 2020 indicam a abrangência da coleta em 374 municípios (SINIR, [2023]). Em 2022, de acordo com a ABRELPE (2022), foram recuperadas 306 mil toneladas de embalagens, com papel e papelão representando 40,1%, metal 23,9%, plásticos 23,2%, vidro 11,2% e outros materiais 1,6%, como demonstrado na Figura 3.

A Fase 2 do AS deverá estabelecer novas metas e expandir o sistema. No entanto, o Portal Saneamento Básico (2023) sugere que em 2022 a coleta seletiva atingiu metade da meta estabelecida pela PNRS para a recuperação de embalagens pós-consumo pelo SLR.

Figura 3 | Gravimetria do total de materiais recuperados pelos programas de LR de embalagens em geral no ano de 2022 (t/ano e %)



Fonte: ABRELPE, 2022.

Alguns tipos de embalagens, como as plásticas de óleo lubrificante, têm acordos específicos que envolvem a devolução e reciclagem das embalagens, destacando a importância da participação do consumidor e dos pontos de coleta (SINIR, 2012). Segundo dados do SINIR (2021), 4.926 toneladas de embalagens plásticas de óleo lubrificante foram destinadas à reciclagem.

A partir dos números apresentados, fica evidente a necessidade de pensar em alternativas para que as metas possam ser efetivamente cumpridas, favorecendo uma maior coleta e reciclagem dos resíduos pós-consumo.

Apesar dos desafios no caso brasileiro, estados como São Paulo lideram iniciativas de LR, vinculando o licenciamento ambiental à implementação dos SLR dos setores produtivos, como o de embalagens, buscando superar esses desafios existentes e melhorar a gestão de resíduos sólidos (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2020). No entanto, até o momento, há pouca compreensão sobre

como essa regulamentação tem contribuído efetivamente para a melhoria dos SLR no Estado de São Paulo.

### ***A experiência de São Paulo no licenciamento da LR de embalagens em geral***

O Estado de São Paulo tem uma longa história de discussões sobre responsabilidade pós-consumo, anteriores à PNRS de 2010. As propostas de regulamentação ganharam força com o Decreto nº 54.645/2009, que regulamentou a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) estabelecida pela Lei 12.300/2006, antecedendo assim a norma federal. Em 2010, a Resolução da Secretaria do Meio Ambiente (SMA) nº 24 foi promulgada, alterada pela resolução SMA 131, que incluiu uma lista inicial de produtos e setores sujeitos à LR, mas enfrentou resistência da indústria. Consequentemente, esses marcos regulatórios levaram a SMA a realizar reuniões técnicas com a indústria, que fundamentaram a implementação da responsabilidade pós-consumo (RIBEIRO, 2012).

Com a regulamentação da PNRS e a necessidade de novas nomeações para a Comissão Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos, a SMA, que junto com a CETESB implementava a PERS, revogou marcos legais anteriores por meio da Resolução SMA nº 11 de 2011 e introduziu a Resolução SMA nº 38/2011, que determinou a lista de produtos referentes ao Artigo 19 do Decreto 54.645/2009. Dessa forma, os fabricantes, distribuidores e importadores deveriam enviar uma proposta de SLR em até 60 dias, e os representantes setoriais assinariam Termos de Compromisso (TCs) voluntários como sinal de comprometimento. Após a assinatura, cada setor desenvolveria seus sistemas de acompanhamento junto à CETESB (RIBEIRO, 2012).

Esta estratégia de implementação da LR pela CETESB e SMA, iniciada com a Resolução SMA nº 38/2011, marcou o início da Fase 1, que durou de 2011 a 2014. Com a promulgação da Resolução SMA nº 45/2015, iniciou-se a Fase 2 da estratégia, com a cobrança gradual da LR no licenciamento ambiental pela CETESB (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2020). Esta fase está em vigor atualmente (CETESB, [2023a]).

A Decisão de Diretoria (DD) nº 076/2018/C trouxe o novo regulamento de LR

no contexto do licenciamento ambiental, exigindo a estruturação e a implementação de SLR como condição para a emissão ou renovação das licenças de operação. Além disso, introduziu detalhes sobre a implementação da LR, incluindo metas quantitativas e requisitos de relatórios anuais e demais critérios (CETESB, 2018). A regulamentação foi revogada e substituída pela DD nº 114/2019/P/C (CETESB, 2019), que estabeleceu mudanças nos prazos das linhas de corte, novas metas para o SLR, com no caso de embalagens em geral, e incluiu os Certificados de Reciclagem de Embalagens (CRE) (RIBEIRO, 2022). A DD nº 127/2021/P revogou e substituiu a DD nº 114/2019/P/C (CETESB, 2021), entrando em vigor em 2022. A nova regulamentação define diretrizes para a segunda fase de implementação da LR, cobrindo o período de 2022 a 2025, incluindo desinfetantes domissanitários na relação de produtos/embalagens passíveis de LR e isentando pequenas empresas fabricantes de produtos alimentícios, de limpeza, higiene pessoal, bebidas e cosméticos de algumas obrigações. No entanto, exige o cadastro de planos e declarações no Sistema de Gerenciamento Online de Resíduos (SIGOR) (PEREIRA; RIBEIRO; GÜNTHER, 2022).

Esta experiência de São Paulo resultou em uma abordagem inovadora de responsabilidade pós-consumo de embalagens em geral, mas ainda carece de pesquisas sobre a efetividade, os reflexos e limites da inclusão dos requisitos de LR no licenciamento ambiental do Estado (RIBEIRO; KRUGLIANSKAS, 2020). Dessa forma, discute-se a seguir o impacto desse novo instrumento considerando os resultados da pesquisa de Colona (2024) que se dedicou a entender os principais reflexos do licenciamento ambiental sobre o setor de embalagens em geral, mostrando, por meio de entrevistas com os *stakeholders* deste setor, alguns dos principais avanços e desafios na implementação dos SLR das empresas para obtenção deste licenciamento junto à CETESB.

### ***Discussão dos resultados sobre o setor de embalagens em geral***

Um dos principais resultados da pesquisa de Colona (2024) mostra que o impulsionador para a adoção de SLR é a capacidade do Estado, em nível federal ou estadual, de influenciar os envolvidos na cadeia reversa de embalagens em geral.

Os *stakeholders* entrevistados mencionaram aspectos positivos do licenciamento, como a integração das cooperativas nos SLR, o que sugere que a longa tradição de colaboração do setor de embalagens com cooperativas é favorecida pelo licenciamento. Outro ponto positivo é que o licenciamento foi visto como um motivador significativo para a estruturação e implementação dos SLR, evidenciado pelo aumento de empresas aderentes a partir da fase 2, com a publicação da SMA 45/2015 e das posteriores DDs 076/2018, 114/2019 e 127/2021 (Tabela 1).

**Tabela 1 - Quantidade de empresas aderentes aos SLR**

<b>Setor</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Fases</b>
Embalagens em geral	289	1
	7263	2

Fonte: Autora.

Nota: elaborado com base em CETESB, [2023b], [2023c].

Nota-se que a ampliação do número de empresas aderentes do setor de embalagens em geral ultrapassou 7000, representando um aumento de 25 vezes. Entretanto, segundo Pereira, Ribeiro e Günther (2022), um desafio contínuo envolve a responsabilização de empresas cujo licenciamento é municipal, além de empresas situadas em outros estados, bem como importadores e comerciantes, que frequentemente não estão sujeitos ao licenciamento ambiental estadual. Já o AS de embalagens em geral (SINIR, 2015) foi apontado como o segundo motivador da expansão dos SLR. Para os *stakeholders* entrevistados, o setor atingiu a meta de 22% de redução de embalagens dispostas em aterros, e essa meta tem sido mantida. Entretanto, a ausência de uma fase 2 no AS levanta questões sobre a continuidade e eficácia desta iniciativa para garantir a gestão sustentável de embalagens. Os entrevistados também reconheceram os marcos legais, como a PNRS e os decretos federais como motivadores para a implementação dos SLR de embalagens em geral. Os resultados indicaram que o processo de licenciamento, apesar de pouco valorizado como estratégico, foi considerado como um aspecto positivo para agregar valor à imagem corporativa do setor. Apesar dos aspectos positivos do licenciamento, alguns desafios foram destacados pelos entrevistados

para implementação dos SLR de embalagens em geral. Entre eles, incluem-se a necessidade de um maior comprometimento setorial, a conscientização do consumidores sobre a importância dos SLR, a disponibilidade de indicadores de gestão confiáveis para validar a efetividade da nova regulamentação; especialmente nas negociações entre cooperativas de catadores e recicladoras mediadas por intermediários; a insuficiente infraestrutura de coleta e destinação em áreas remotas, a falta de incentivos econômicos para o ecodesign e a reciclagem, a baixa remuneração dos catadores, a ausência de tecnologias para lidar com o aumento da complexidade dos resíduos, e a ineficácia na aplicação da legislação. Esta última, ao vincular o licenciamento às empresas, permitiu que o varejo se isentasse de sua responsabilidade na gestão compartilhada de RSU, prevista na PNRS.

### ***Considerações finais***

Dado que a PNRS está em vigor há aproximadamente 14 anos, percebe-se a necessidade de melhorar os SLR no Brasil. Apesar da importância da exigência para que as empresas implementem um programa de LR para as embalagens, as informações sistematizadas neste capítulo mostram que o avanço da coleta tem ocorrido em uma velocidade menor do que a esperada, não sendo compatível com o aumento da quantidade de embalagens colocadas no mercado. As metas de coleta e reciclagem não tem sido alcançadas. Isso exige processos inovadores que ampliem as iniciativas públicas de fiscalização e conformidade das empresas, visando aprimorar a gestão dos resíduos pós-consumo e incentivar um maior engajamento dos consumidores nessa atividade.

No contexto nacional, uma das iniciativas mais promissoras em alguns estados brasileiros foi vincular os planos de LR das empresas ao processo de licenciamento ambiental. São Paulo se destaca como um estado pioneiro ao exigir a estruturação e implementação dos SLR para que as empresas possam obter o licenciamento ambiental pela CETESB. Esta regulamentação, que complementa as exigências da PNRS e do AS de embalagens em geral, serve como um instrumento adicional de fiscalização e conformidade, para superar os desafios dos modelos tradicionais de implementação da LR. Este estudo conclui que, apesar das limitações discutidas, o modelo pioneiro implantado em São Paulo, que inspirou outros estados, pode ser aprimorado para trans-

formar a gestão dos resíduos pós-consumo de embalagens, favorecendo o maior engajamento das empresas em programas de LR.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) para a pesquisa de mestrado, da qual este trabalho é um recorte.

### **Referências**

ABRE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Estudo ABRE Macroecômico da Embalagem e Cadeia de Consumo**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2020-2/>>. Acesso em: 02 set. 2023.

ABRE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Estudo ABRE Macroecômico da Embalagem e Cadeia de Consumo**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2021-2/>>. Acesso em: 02 set. 2023.

ABRE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS. **Estudo ABRE Macroecômico da Embalagem e Cadeia de Consumo**. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2022-2/>>. Acesso em: 02 set. 2023.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2021/>>. Acesso em: 02 set. 2023.

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

ALVES, Pedro. **E-commerce brasileiro registrou 75% de expansão em 2020, indica Mastercard SpendingPulse**. Mastercard, São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://www.mastercard.com/news/latin-america/pt-br/noticias/comuni->

cados-de-imprensa/pr-pt/2021/fevereiro/e-commerce-brasileiro-registrou-75-de-expansao-em-2020-indica-mastercard-spendingpulse/>. Acesso em: 07 out. 2023.

BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T. Reducing the extraction of minerals: Reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach. **Resources Policy**, [s. l.], v. 46, p. 27–36, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2015.02.001>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Contexto legal da Logística Reversa em São Paulo**. São Paulo, [2023a]. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/logistica-reversa/contexto-legal-da-logistica-reversa-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 18 maio 2023.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de Diretoria Nº 076/2018/C, de 03 de abril de 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/DD-076-2018-C.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2022.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de Diretoria Nº 114/2019/P/C, de 23 de outubro de 2019**. São Paulo, 2019. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/10/DD-114-2019-P-C-Procedimento-para-a-incorpora%C3%A7%C3%A3o-da-Log%C3%ADs-tica-Reversa-no-%C3%A2mbito-do-licenciamento-ambiental.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2022.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Decisão de Diretoria Nº 127/2021/P, de 16 de dezembro de 2021**. São Paulo, 2021. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/12/DD-127-2021-P-Procedimento-para-a-demonstracao-da-logistica-reversa-no-ambito-do-licenciamento.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2022.

CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fase 1 – Termos de Compromisso para a Responsabilidade Pós consumo de Resíduos (2011-2014)**. São Paulo, [2023b]. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/fase-1-termos-de-compromisso-para-a-responsabilidade-pos-consumo-de-residuos-2011-2014/>>. Acesso em: 06 nov. 2023.

- CETESB - COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fase 2 – Termos de Compromisso para a Logística Reversa de Resíduos Pós consumo (2015 – em andamento)**. São Paulo, [2023c]. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/logisticareversa/fase-2-termos-de-compromisso-para-a-logistica-reversa-de-residuos-pos-consumo-2015-em-andamento/>>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- CHIU, T.-P.; YANG, D. J.; MA, M.-Y. The Intertwining Effect of Visual Perception of the Reusable Packaging and Type of Logo Simplification on Consumers' Sustainable Awareness. **Sustainability**, Switzerland, v. 15, n. 17, p. 1-11, 31 ago. 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su151713115>>. Acesso em: 19 nov. 2023.
- COLONA, S. F. **O licenciamento ambiental e a efetividade dos sistemas de logística reversa: estudo de caso nos setores de eletroeletrônicos de uso doméstico e de embalagens em geral no Estado de São Paulo. 2024. 172 f. Dissertação (Mestrado em Administração)** - Centro Universitário FEI, São Paulo, 2024.
- DEMAJOROVIC, J. et al. Integrando empresas e cooperativas de catadores em fluxos reversos de resíduos sólidos pós-consumo: o caso Vira-Lata. **Cadernos EBAPE.BR**, [s. l.], v. 12, n. special, p. 513–532, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1679-39519020>>. Acesso em: 30 mar. 2023.
- GUARNIERI, P.; STREIT, J. A. C.; BATISTA, L. C. Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 153, p. 1-12, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104541>>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- LEAL FILHO, W. L. et al. COVID-19 and waste production in households: A trend analysis. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 777, p. 1-7, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145997>>. Acesso em: 2 set. 2023.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, 2010. Disponível em: <<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos.html>>. Acesso em: 15 maio 2022.
- MORDOR INTELLIGENCE. **Indústria de Embalagens no Brasil - Crescimento,**

**Tendências, Impacto da Covid-19 e Previsões (2023 - 2028).** Índia, 2023. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/packaging-industry-in-brazil>>. Acesso em: 02 set. 2023.

PEREIRA, R. S. de C.; RIBEIRO, F. de M.; GÜNTHER, W. M. R. Incorporação da Logística Reversa no Licenciamento Ambiental: Uma análise preliminar dos resultados no estado de São Paulo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO AMBIENTAL E MEIO AMBIENTE, 24., 2022, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: ENGEMA, 2022. p. 1-15. Disponível em: <<https://engemausp.submissao.com.br/24/anais/arquivos/419.pdf?v=1710718552>>. Acesso em: 17 mar. 2024.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. **Setor de embalagens corre atrás de metas.** São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://saneamentobasico.com.br/residuos-solidos/setor-embalagens-metas/>>. Acesso em: 18 set. 2023.

PORTAL SUSTENTABILIDADE. **Decretos instituídos em 2022 que mudam a Gestão de Resíduos no Brasil.** Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <<https://portal-sustentabilidade.com/2022/05/03/decretos-instituidos-em-2022-que-mudam-a-gestao-de-residuos-no-brasil/>>. Acesso em: 13 nov. 2023.

PR NEWSWIRE BRASIL. **Novos dados revelam que preferência por embalagens sustentáveis continua forte em um mundo em mudança.** Estádio conteúdo, 2022. Disponível em: <<http://broadcast.com.br/cadernos/pr-newswire-brasil/?id=azhhZzV3VXE4ZTE1U1JOMU1KSkRDZz09>>. Acesso em: 02 set. 2023.

RIBEIRO, F de M. Licenciamento ambiental e logística reversa: Conceituação e o caso do estado de São Paulo. In: GRANZIERA, M. L. M.; REI, F. C. F. (Org.). **Licenciamento Ambiental: Abordagens no estado de São Paulo.** São Paulo: Editora Foco, 2022. p. 199-221. <Disponível em: <https://vlex.com.br/vid/licenciamento-ambiental-logistica-reversa-942230437>>. Acesso em: 23 mar. 2022.

RIBEIRO, F. de M. Responsabilidade Pós-Consumo na Política de Resíduos Sólidos: visão, estratégia e resultados até o momento no Estado de São Paulo. **Conexão Acadêmica - A Revista Científica sobre Resíduos Sólidos**, [s. l.], v. 2, p. 9-16, 2012.

RIBEIRO, F. de M.; KRUGLIANSKAS, I. Critical factors for environmental regulation change management: Evidences from an extended producer responsibility

case study. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 246, p. 1-14, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119013>>. Acesso em: 02 nov. 2022.

SILVA, W. D. O.; MORAIS, D. C. Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 319, n. May, p. 1-14, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128703>>. Acesso em: 15 maio 2022.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Acordo Setorial para Implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral**. Brasília, 2015. Disponível em: <[https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Acordo\\_embalagens.pdf](https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Acordo_embalagens.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2023.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Acordo Setorial para Implantação de Sistema de Logística Reversa de Embalagens Plásticas Usadas Lubrificantes**. Brasília, 2012. Disponível em: <[https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Acordo\\_Setorial\\_Emb\\_Lubrificantes-assinado.pdf](https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Acordo_Setorial_Emb_Lubrificantes-assinado.pdf)>. Acesso em: 13 nov. 2022.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Embalagens Plásticas de Óleos Lubrificantes**. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa/embalagens-plasticas-oleos-lubrificantes/>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Logística Reversa Embalagens em Geral**. Brasília, [2023]. Disponível em: <<https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa/embalagens-em-geral/>>. Acesso em: 02 set. 2023.

SINIR - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS. **Relatório Técnico: Ações realizadas no Período Entre Fases - 2019 Acordo Setorial de Embalagens em geral – PNRS Coalizão Embalagens**. Brasília, 2022. Disponível em: <[https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Entre-Fases-2018\\_2019-Coalizao-Embalagens.pdf](https://portal-api.sinir.gov.br/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Entre-Fases-2018_2019-Coalizao-Embalagens.pdf)>. Acesso em: 09 jul. 2023.

- STEIGLEDER, A. M. Logística Reversa de embalagens em geral e a coleta seletiva: uma correlação necessária. In: BESEN, G. R.; JACOBI, P. R.; SILVA, C. L. (Org.). **10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos**: caminhos e agendas para um futuro sustentável. São Paulo: IEE-USP: OPNRS, 2021. cap. 2, p. 30–41. Disponível em: <<https://www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/view/614/545/2093>>. Acesso em: 20 mar. 2024.
- STREIT, J. A. C. et al. From Trash to Profit: How Packaging Waste Management Has Driven the Circular Economy - An Integrative Literature Review. **Logistics**, [s. l.], v. 7, n. 3, p. 1-19, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/logistics7030066>>. Acesso em: 07 out. 2023.
- VIEIRA, B. de O. et al. Prioritizing barriers to be solved to the implementation of reverse logistics of e-waste in Brazil under a multicriteria decision aid approach. **Sustainability**, Switzerland, v. 12, n. 10, p. 1-30, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12104337>>. Acesso em: 15 maio 2022.

## Capítulo 6

# OS DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA DO PLÁSTICO: como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?

Joice Pinho Maciel e Carlos Alberto Mendes Moraes

### **Introdução**

Este capítulo aborda os desafios enfrentados para a implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral de Produtos não Perigosos, que inclui o plástico, em atendimento à Política Nacional de Resíduos, - PNRS (BRASIL, 2010), que desde 2015, compõem uma Coalizão de Embalagens representadas empresas. E, até 2018, prevista para iniciar, a eficácia das ações são contestadas pelo ministério público. Entre os desafios, um balanço de informações consolidadas dos tipos, e massa das embalagens plásticas produzidas e a massa total reciclada no país anualmente.

Outro fator que limita o alcance desses resultados, é a variabilidade das resinas poliméricas (plásticas), que não podem ser triadas e destinadas utilizando os mesmos processos, considerando as diferentes tipologias, gerando cada vez mais rejeitos, seja pela ausência de um mercado consolidado para comercialização, seja pela inviabilidade técnica para o tratamento e benefi-

ciamento de diferentes tipos de resinas na cadeia da reciclagem do plástico.

A pesquisa foi desenvolvida por meio do Programa Doutorado Acadêmico em Inovação do CNPq (Chamada Pública CNPq Nº 23/2018) do Núcleo de Caracterização de Materiais – NucMat – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. E, aborda os tipos e quantidades (estudo gravimétrico) de polímeros encontrados nos contêineres de rejeitos de Unidades de Triagem de Resíduos Recicláveis (UTRR) no estado do Rio Grande do Sul e foi realizada no período de março de 2019 a abril de 2023.

Apresentamos também os resultados de uma auditoria de marca, considerando o tipo do produto, tipologia e características do material que compõe o produto. Essa classificação teve como base a metodologia de auditoria de marcas utilizada pela organização internacional Break Free From Plastic nos anos de 2021 e 2022 (BFFP, 2022).

As auditorias de marcas ou coletas amostrais de resíduos sólidos urbanos têm sido cada vez mais comuns nas cidades, seja por iniciativas voluntárias ou de instituições que atuam nesse segmento. Essa ação direciona esforços para identificar e classificar que tipos de produtos e suas embalagens estão resultando em rejeitos ou gerando impacto em rios e oceanos. Além disso, entender outras características que tornam os resíduos com menor potencial de reciclabilidade, tem sido importante para contribuir no direcionamento de soluções e para o desenvolvimento de novas políticas públicas para a redução ou substituição desses materiais pelas indústrias.

Em Porto Alegre, de acordo com o acompanhamento de 12 unidades de triagem (UTs) em 2021, foi registrado uma média de 30% de rejeitos triados por essas unidades (Maciel et al., 2021). Esses resultados convergem com outro estudo realizado nas UTs, que identificou quais os tipos de resíduos estavam sendo comercializados ou enviados para aterros sanitários. (Maciel et al., 2021). Entre os resíduos que mais são destinados aos aterros sanitários conforme a declaração dos gestores das Uts estão: tipo polipropileno PP (82% de Filme colorido ou laminado por dentro; 68% de Filme colorido e opaco por dentro), Poliestireno PS (85% isopor em geral, incluindo bandejas e viandas; 50% de carcaças de impressoras) outras misturas de resinas (82% de BOPP, filme multicamadas laminados; 32% de outras embalagens poliméricas coloridas) (MACIEL et al., 2021).

*Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?*

Embora não sejam encaminhadas para reciclagem, é importante ressaltar que muitas destas embalagens continham as simbologias de rotulagem ambiental entre 1 e 5, de materiais poliméricos recicláveis.

Conforme estudos de gravimetria de resíduos de rejeitos realizados em cooperativas de triagem e entrepostos das regiões sul e sudeste do Brasil, o percentual de rejeito identificados foram: cooperativa da cidade de Caçador-SC de 10,98%, Cooper Região-PR de 13%, e chegando a 43% em uma unidade de triagem em Itaúna-MG.

Destaca-se o grande percentual de rejeitos produzidos nessas cidades, e que os estudos de caso apontaram que um dos principais fatores para esse aumento dos rejeitos em unidades de triagem teve relação com a falta de ações de educação ambiental junto à população (CAMPOS; BORGA, 2015; VARELLA; LIMA 2011; ZONER; BONGIOVANNI, 2012).

Quanto a gravimetria realizada na Cooper Região-PR foi identificada uma taxa de 13% de rejeito, e desses, foi realizada nova gravimetria tendo sido identificados: 32% de Tecido; 28% de Plástico (polímero); 8% de Papel; 8% de Madeira; 7% Orgânicos; 6% de Mangueira; 3% Isopor; 2% vidro; 2% Material de Limpeza; 2% Eletroeletrônicos; 2% fraldas (HOMSE, 2017).

Globalmente, o plástico (polímero) representa 12% da geração total de resíduos (em massa). Percebe-se que o percentual de resíduos de rejeitos poliméricos é superior aos demais resíduos como papel e orgânicos. Ainda no levantamento realizado por Homse (2017), a composição gravimétrica por categoria de plástico encontrada nos rejeitos foram: 27% de Plástico P1; 16% Plástico Laminado; 28% Plástico (polímero) Estralador; 4% Plástico Fino; 25% Plástico Outros (WORLD BANK, 2021).

A geração dos resíduos poliméricos (plásticos) é uma preocupação crescente em escala global. A produção de resinas poliméricas no Brasil contribui com uma parcela significativa da produção global sendo responsável por 2% das resinas e 1,9% dos transformados poliméricos. O índice de Reciclagem mecânica pós-consumo no Brasil em 2022 ainda apresenta desafios, com apenas 25,6% em 2022. (Preview Perfil, 2023).

Portanto, rejeito é algo que deve ser disposto corretamente em face do esgotamento de suas possibilidades de reutilização ou reciclagem, seja porque está contaminado, ou porque não se tem tecnologia disponível para tanto.

Têm sido considerados como rejeitos alguns de resíduos como: papel higiênico usado, absorventes usados, fraldas usadas, guardanapos sujos, filme plástico com sangue que envolve a carne, entre outros (SILVA, 2016).

Atualmente em torno de 61% dos resíduos domiciliares são dispostos em aterros sanitários (ABRELPE, 2022). Os resíduos orgânicos presentes nos resíduos domiciliares possuem potencial de serem compostados. Dependendo do gerenciamento municipal, esses resíduos são coletados de forma misturada e são encaminhados para áreas de transbordo e depois para os aterros sanitários.

Apesar de muitos desses plásticos serem publicizados como recicláveis, em suas embalagens, de acordo com a NBR 13.230 (simbologia de 1 a 7), mais de 70% desses resíduos resultam em rejeitos e são destinados a aterros sanitários e lixões (SNIS, 2021).

Grande parte das embalagens plásticas, quando separadas pela população, podem ser encaminhados para a coleta seletiva, porém, uma realidade pouco discutida refere-se aos resíduos classificados como rejeitos em Unidades de Triagem de Resíduos Recicláveis (UTRR), e que não possuem mercado para a sua comercialização. Esses rejeitos são encaminhados para aterros sanitários, causando impactos negativos ao meio ambiente, entre eles o encaminhamento de resíduos recicláveis aos aterros e ocupação do uso do solo de forma indevida. (MACIEL et al., 2021), e com muitas cooperativas tendo que absorver este custo ambiental e econômico que é da sociedade.

### ***A Reciclabilidade de Embalagens Poliméricas***

Os dados sobre a reciclagem de resíduos plásticos divulgados no Brasil ou em outros países são divergentes. Isso ocorre devido às diferentes bases de dados e metodologias utilizadas na sua classificação, mas em geral este não passa de 4% em massa do total gerado no país (SNIS, 2021).

Para enfrentar esse cenário de baixos índices de recuperação e reciclagem de plásticos (polímero), foi desenvolvido pela Fundação Ellen Macarthur, o The New Plastics Economy, como um caminho para uma nova economia de plásticos. Assim, três ações são necessárias para alcançar esta visão, são elas: eliminar todos os itens de plástico problemáticos e desnecessários, inovar para garantir que os plásticos realmente necessários para a sociedade sejam reuti-

*Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?*

lizáveis, recicláveis ou compostáveis e circulares. Nesta ótica, é preciso manter todos os itens de plástico (polímero) na economia e fora do meio ambiente (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

A reciclagem do polipropileno é um desafio, pois, durante a reciclagem este sofre perdas e degradação térmica durante o processo de fusão, e é comumente mitigado pela incorporação de estabilizadores no polímero de base (WYPYCH, 2018). Além disso, o polímero polipropileno possui absorção rápida de oxigênio se comparado com outros tipos de resinas como, polietilenos, poliamidas e poliésteres, o que resulta no potencial de reações para sua degradação durante a reciclagem (WYPYCH, 2018).

O Polipropileno (PP) possui uma variação de resina chamada Polipropileno Biorientado, em inglês chamado de “biaxially oriented polypropylene”, formando a sigla (BOPP). Esse material apresenta algumas vantagens devido às suas propriedades como rigidez, barreira de gases, resistência a várias temperaturas, brilho, transparência e por ser flexível. Essa resina tem sido muito utilizada nas mais diversas aplicações industriais do segmento alimentício, na produção de fitas adesivas, rótulos e no segmento de higiene e limpeza (KARASKI et al., 2016).

Além de todas as características mencionadas, o plástico flexível, conhecido como filme de BOPP (se divide em quatro tipos: transparente, mate, opaco e metalizado, apresentam, porém, o mesmo princípio de fabricação, exceto que esse processo consiste na deposição de uma fina camada de alumínio sobre a superfície tratada de um filme de BOPP em uma câmara a vácuo (MORTARA, 2009).

As embalagens multicamadas são constituídas pela união de diversas camadas de diferentes matérias primas como polímeros, papel, alumínio, matérias orgânicas e inorgânicas, portanto deveriam ter a denominação de material composto polímero-metal. O método de co-extrusão processo usado para obter um produto que combina dois materiais, um material é extrudado e continuamente preenchido com outro para formar um único produto, é o processo dominante para a fabricação de embalagens multicamadas, pela praticidade e economia no processo (BAUER et al., 2021).

Outra resina polimérica composta por mais de um tipo de resina polimérica em um único produto, são classificadas conforme a NBR 13.230 como OU-

TROS de número 7, e conhecidas como de difícil reciclabilidade em decorrência da mistura de resinas poliméricas com diferentes propriedades.

Na classificação OUTROS, conforme a NBR 13.230:2008, podem ser citados os materiais identificados como BOPP nas variações: PP biorientado, PP biorientado impresso, PP biorientado metalizado, além de outros produtos com misturas de resinas poliméricas como: PET/PE (*stand up pouch*) comumente encontrado em embalagens de refis e sachês, (XPS) Poliestireno Extrudado, a exemplo de embalagens de isopor utilizadas para armazenamento de alimentos (ABIPLAST, 2019).

Tanto as embalagens de BOPP quanto as embalagens classificadas como 7 OUTROS, por não terem um mercado de reciclagem consolidado, e por possuírem característica de materiais de difícil reciclabilidade, acabam resultando em rejeito nas UTRR, e são encaminhados para disposição final em aterros sanitários (MACIEL et al., 2018).

Os indicadores de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (GRSU) do Brasil direcionam para resultados de desperdício de materiais encaminhados aos aterros, os primeiros são os resíduos orgânicos, e em segundo estão os resíduos plásticos, que por sua vez deveriam prioritariamente, conforme a PNRS (BRASIL, 2010) serem encaminhados à reciclagem ou para outras formas de beneficiamento, conforme Art. 8º, instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, III - a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

Segundo levantamento realizado pela instituição Break Free From Plastic, nos últimos 5 anos, os sistemas de reciclagem não acompanharam o volume de resíduos gerados. Conforme dados monitorados, mais de 90% de todo polímero produzido acabou incinerado, em aterros sanitários, exportados para outros países, ou descartados no meio ambiente em ruas, nos rios, lagos e oceanos. (BFFP, 2022)

É notório o desconhecimento por parte dos consumidores sobre tal problemática, uma vez que, quem consome, acredita que os resíduos gerados sejam reciclados no final do seu ciclo de vida, o que não é verdade, com base nos estudos realizados em cooperativas de reciclagem (MACIEL et al., 2021).

*Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?*

### **Metodologia**

A pesquisa foi realizada em uma Unidade de Triagem de Resíduos Recicláveis (UTRR), a Associação dos recicladores profetas da ecologia de Santiago (AR-PES), na cidade de Santiago, localizada no Rio Grande do Sul nos anos de 2021 e 2022. Ela iniciou as suas atividades informalmente em 2002 e se formalizou como associação apenas em agosto de 2004. No momento da pesquisa a associação contava com 25 trabalhadores (já teve em seu quadro mais de 33 pessoas) das quais 18 associados ficam alocados na CTT, onde é realizada a triagem dos resíduos que chegam da coleta doméstica domiciliar e comercial, misturados.

A cidade de Santiago faz parte do território missioneiro, localizada na região central do Rio Grande do Sul, há 446 km de Porto Alegre/RS. O município tem em sua história as raízes das reduções jesuítas em seu território. Em 31 de março de 1938 a cidade foi emancipada.

Como metodologia, foram realizados estudos gravimétricos, utilizando a norma de amostragem de resíduos, a NBR 10007/2004 de Amostragem de resíduos sólidos (quadro 1 – número de coletas e período) e, uma análise das embalagens considerando fabricante, tipo do produto, tipo e características do material, conhecida como Auditoria de marca. (NORMA BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ISO 10007, 2004).

Quadro 1 | Distribuição das coletas/amostras de rejeitos na ARPES

Coletas/ Amostras	Local	Qtde	Período	Ano
ARPES	Santiago/RS	3	Janeiro/Agosto/Dezembro	2021
ARPES	Santiago/RS	1	Dezembro	2022
Total de amostras		4	-	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

As etapas de pesquisas seguiram duas fases, sendo a primeira, a de identificação, caracterização física (gravimetria), classificação e reciclabilidade dos resíduos sólidos urbanos dos RSU (Rejeitos) de origem da coleta seletiva realizada por uma UTRR no Rio Grande do Sul.

Após a realização da amostragem dos resíduos, eles foram classificados, conforme o tipo de resíduo, a exemplo de papel, plástico ou orgânico, seguido da identificação da simbologia para os casos dos resíduos plásticos (polímeros), que possuem uma família de tipos de resinas diferentes, conforme a NBR ISO 13230:2008. E por fim, a pesagem em balança de precisão Marte, modelo MB16 e carga máxima de 16.200g. (NORMA BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ISO 13230, 2008).

Todas as amostras foram analisadas no laboratório de Materiais de Construção - Engenharia Civil da Unisinos, com auxílio de lona nas bancadas para espalhar os resíduos, bem como da utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) como, luvas e jaleco.

As amostras foram analisadas, conforme a Identificação, caracterização e classificação dos resíduos por tipo, bem como da pesagem, conforme classificação da NBR ISO 13230 (Tabela 1), incluindo as embalagens sem identificação. Para essas embalagens foi adotada uma categoria chamada de Sem Identificação (SI).

Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?

**Tabela 1 | Identificação, caracterização e classificação de RSU (rejeitos)**

Tipo do Resíduo	Simbologia e Identificação (NBR 13230:2008)	Peso (g)	% Resíduos
Ex: Orgânicos	Não aplicável	500g	50%
Ex: Plástico	PP (5)	500g	50%

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Na segunda etapa, foi realizada a identificação, caracterização física (gravimetria) e análise das embalagens considerando fabricante, tipo do produto, tipo e características do material.

Essa classificação teve como base a metodologia de auditoria de marca utilizada pela Break Free From Plastic (BFFP, 2022). Essa instituição possui uma rede global que atua frente às questões da poluição plástica no mundo. A Break Free From Plastic (BFFP) é uma organização que atua pautando soluções para os problemas causados pela poluição por plásticos e no combate à poluição plástica em toda a cadeia de valor, desde a extração ao descarte, com foco na prevenção (BFFP, 2022). As etapas da metodologia foram adaptadas para realização de ambiente interno (coleta e amostragem) da ARPES, considerando os rejeitos produzidos nesses pontos, uma vez que as experiências de auditorias realizadas utilizando essa metodologia tem sido direcionada para ambientes externos como praias, lagos, rios e litoral. As etapas de análise dos resíduos seguiram os seguintes passos:

- identificação do fabricante/marca (brand name);
- descrição do Item (Item description);
- tipo do Produto (Type of Product), identificação das embalagens por tipo de produto em sete categorias, sendo: Food Packaging (FP) (produtos alimentares); Personal Care (PC) - cuidado pessoal; Household Products (HP) (produtos do lar); Smoking Materials (SM) - material para fumar; Fishing Gear (FG) (material de pesca); Packing Material (PM) (material de empacotamento); Others (O) (outros).
- identificação das embalagens por tipo de resina polimérica conforme

NBR ISO 13230 (Type of material), sendo: Polietileno tereftalato (PET); Polietileno de alta densidade (HDPE); Policloreto de Vinila (PVC); Polietileno de baixa densidade (LDPE); Polipropileno (PP); Poliestireno (PS); Outros (O);

- identificação das características físicas, se as embalagens possuem camadas (Layers), camada única (exemplo: filme plástico flexível transparente, invólucros, sacos de polietileno) ou multicamada (exemplo de plástico com mais de um material usado para sachês, caixas de leite e sucos).

As informações das análises foram registradas, conforme a Tabela 2.

*Tabela 2 | Análise das embalagens considerando fabricante, tipo do produto, tipo e características do material (Auditoria de Marca)*

Fabricante	Descrição do item	*Tipo de Produto	Simbologia e Identificação (NBR 13230:2008)	Camadas	Quantidade
Ex: Zezé	Salgadinho	FP	PP (5)	Camada única	4
Ex: Cajamar	Molho de tomate	FP	OUTROS (7)	Multicamadas	15

Fonte: Adaptado de BFFP (2022) e NBR 13230 (ABNT, 2008).

### **Resultados**

Apresenta-se a seguir os resultados obtidos na auditoria de marcas na UTRR ARPES durante o período de 2021 a 2022.

### **Gravimetria dos Rejeitos - UTRR ARPES**

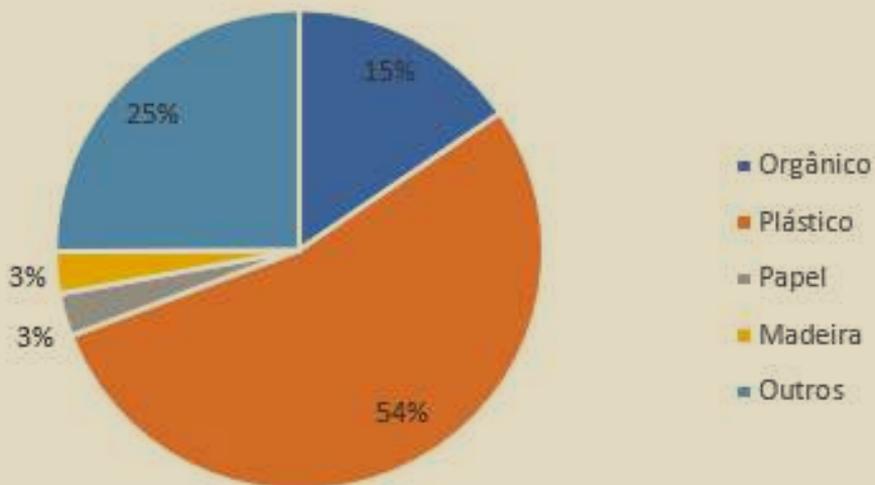
Com base no total de quatro amostras coletadas de rejeitos na UTRR ARPES, foram realizadas as gravimetrias conforme resultados que seguem.

Conforme gravimetria dos rejeitos realizadas em 4 campanhas de coleta entre

Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?

2021 e 2022 (Gráfico 1), destaca-se a maior quantidade de materiais plásticos (poliméricos) com 54% da amostra, representando mais da metade da amostra analisada, seguido de resíduos classificados como outros (resíduos como restos de tecidos e objetos sem identificação) com 25% e, com 15% os resíduos orgânicos (restos de alimentos, cascas de frutas e verduras varrição, entre outros).

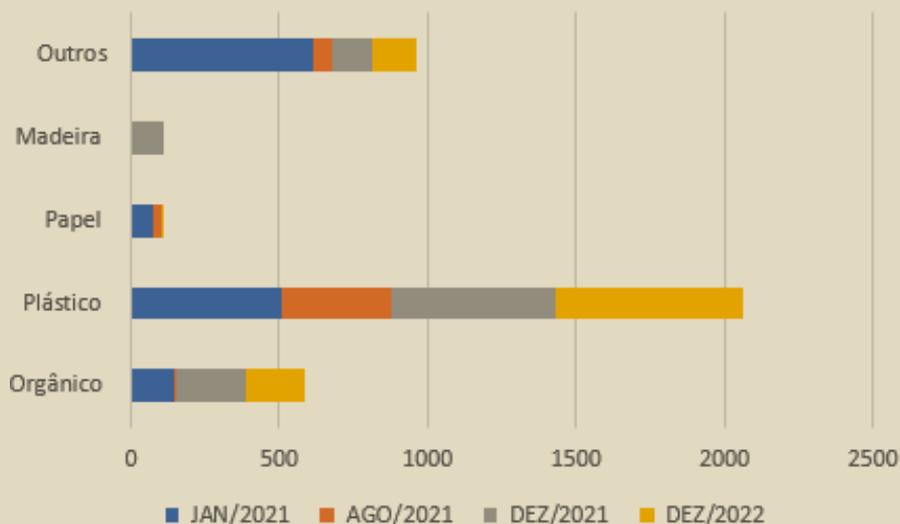
Gráfico 1 | Gravimetria de 4 Amostras de Rejeitos da Coleta Seletiva ARPES de 2021 e 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Observando o total de resíduos (gramas) coletados por amostras (Gráfico 2), percebe-se que a quantidade de plásticos além de ter sido a maior contribuição acima de 2000 (g), se manteve distribuído ao longo das amostras. Percebe-se um maior volume nos meses de janeiro e dezembro, meses de férias em que o consumo é potencializado.

Gráfico 2 | Gravimetria - Rejeitos da ARPES de 2021 e 2022 (em gramas)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Demais destaques referem-se aos resíduos classificados como outros com 959,83 (gramas) ou 25% em massa, composto por outros materiais a exemplo de tecidos, e outras embalagens fragmentadas sem identificação, e dos resíduos orgânicos (restos de alimentos, frutas, verduras e poda) com 587,49 gramas (15% em massa), o que foi superior a quantidade identificada em JAN/2021 em relação aos demais meses.

### **Auditoria de Marcas e Características dos Rejeitos – UTRR ARPES**

Com base na auditoria de marcas e características dos Rejeitos UTRR ARPES, são apresentadas e analisadas as informações consolidadas de todas as embalagens analisadas. Quanto a auditoria de marcas realizada, as informações referentes aos fabricantes dos produtos e suas embalagens foram omitidas no referido capítulo, considerando a quantidade de marcas avaliadas e a necessidade de aprofundamento sobre a temática que serão abordadas em um futuro artigo.

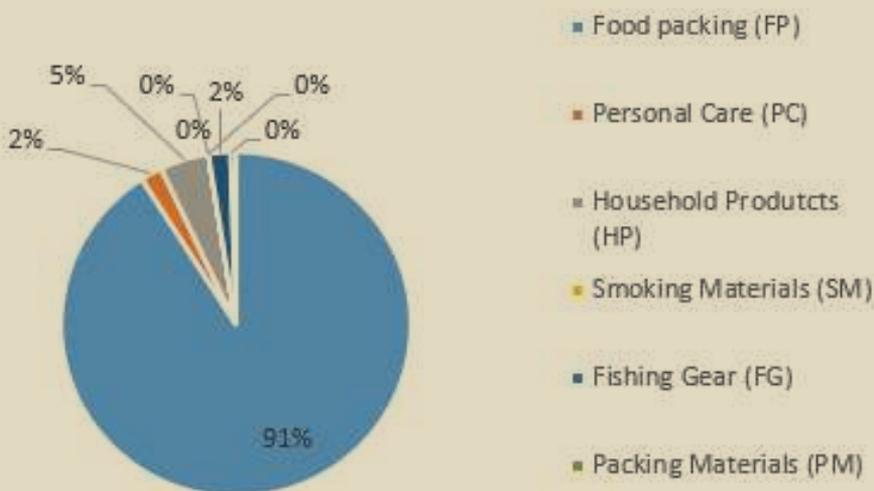
Foram destacadas informações quanto ao tipo de produtos, tipo de materiais

Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?

(resina polimérica) e as características das embalagens quanto as suas camadas, se camada única ou multicamadas.

Foram analisadas um total de 199 embalagens UTRR ARPES, sendo a maior contribuição as embalagens de alimentos (food packing) com 181 (91%), seguido de resíduos de embalagens de produtos para o lar (Household Products) com 9 embalagens (5%) (Gráfico 3).

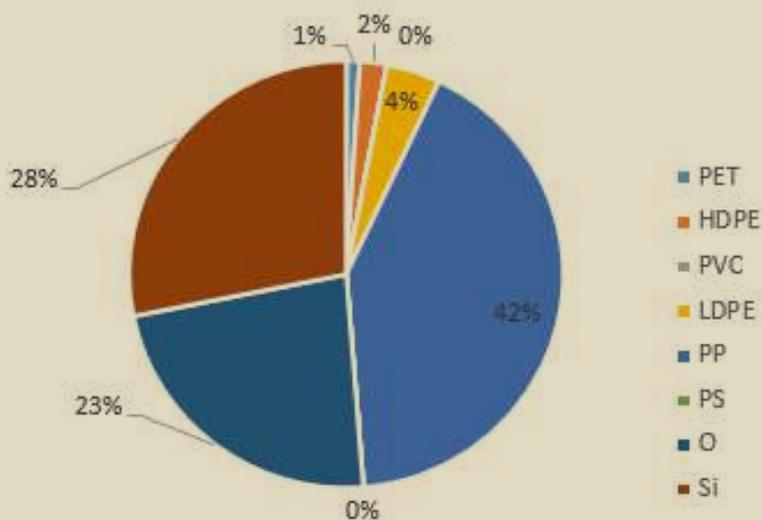
Gráfico 3 | Rejeitos da Coleta Seletiva ARPES - Tipo de produto (%) de 2021 e 2022



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Quanto aos rejeitos por tipo de materiais (resina polimérica) analisados, a maior contribuição foi para as embalagens de PP (5) com 83 (42%), seguido da sem identificação (SI) com 56 (28%), das embalagens com identificação Outros (7) com 46 (23%) (Gráfico 4).

Gráfico 4 | Rejeitos da Coleta Seletiva ARPES por tipo de material (Resina polimérica) (%) de 2021 e 2022

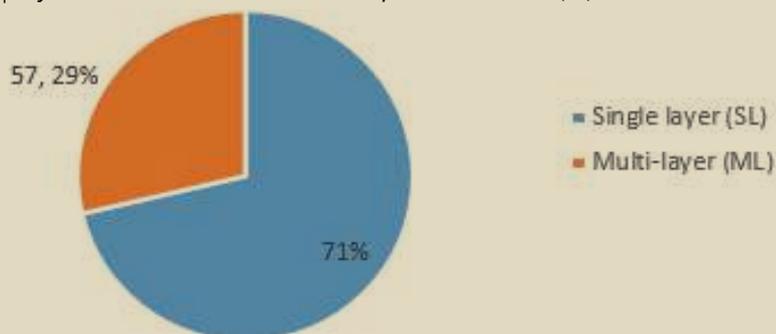


Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Quanto aos rejeitos por tipo de camadas (única camada ou multicamada), a maior contribuição foi para as embalagens de camada única com 142 (71%) das embalagens, seguido de 57 (29%) de embalagens do tipo multicamadas, conforme o Gráfico 5.

Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?

Gráfico 5 | Rejeitos Coleta Seletiva ARPES - Tipos de Camada (%)2021 a 2022



Fonte: Elaborado pelos autores,2022.

Na Tabela 2 segue em detalhes a Auditoria de Marca dos Rejeitos analisados da Coleta Seletiva ARPES.

Tabela 2 | Resumo da Auditoria de Marca dos Rejeitos da Coleta Seletiva ARPES de 2021 e 2022

Tipo de Produto	Total	%	Tipo de Material	Total	%	Camadas (Layers)	Total	%
Food packing (FP)	181	91%	PET	2	1%	Single layer (SL)	142	71%
Personal Care (PC)	4	2%	HDPE	4	2%	Multi-layer (ML)	57	29%
Household Products (HP)	9	5%	PVC	0	0%	-	199	100%
Smoking Materials (SM)	0	0%	LDPE	8	4%			
Fishing Gear (FG)	0	0%	PP	83	42%			
Packing Materials (PM)	0	0%	PS	0	0%			
Other (O)	4	2%	O	46	23%			
Sem identificação (SI)	1	1%	Si	56	28%			
	<b>199</b>	<b>100%</b>		<b>199</b>	<b>100%</b>			

Fonte: Elaborado pelos autores,2022.

### **Discussão dos Resultados**

Os resultados das gravimetrias realizadas dos rejeitos na UTRR ARPES (Gráfico 1), apontaram para a maior quantidade de plásticos (polímeros) presentes nas quatro amostras.

Em estudo anterior de gravimetria realizada por Homse (2017) na Cooper Região-PR foi identificado 13% de rejeito, e desses, foi realizada nova gravimetria por tipo de resíduos, tendo sido identificado: 32% de Tecido; 28% de Plástico; 8% de Papel; 8% de Madeira; 7% Orgânicos; 6% de Mangueira; 3% Isopor; 2% vidro; 2% Material de Limpeza; 2% Eletroeletrônicos; 2% fraldas (HOMSE, 2017). Neste estudo, os resíduos plásticos (poliméricos) foram o segundo maior percentual apresentado.

O questionamento é, se os resíduos plásticos (poliméricos) são recicláveis como informado em suas embalagens (rotulagem), por que estão presentes nos rejeitos dessas unidades? Um dos motivos é a ausência de mercado para a comercialização desses resíduos, conforme apontado em um estudo realizado em 2021 em Porto Alegre-RS, em que foram identificados quais os resíduos que mais são destinados aos aterros sanitários conforme a declaração dos gestores das Uts. Nesta pesquisa a relação de materiais destinados como rejeito foram dos tipos polipropileno PP (82% de Filme colorido ou laminado por dentro; 68% de Filme colorido e opaco por dentro), Poliestireno PS (85% isopor em geral, incluindo bandejas e viandas; 50% de carcaças de impressoras) outras misturas de resinas (82% de BOPP, filme multicamadas laminados; 32% de Outras embalagens plásticas coloridas. (MACIEL, et al., 2021).

A maioria dos materiais coletados na amostragem são provenientes de embalagens de alimentos, ou seja, de uso único, e por estarem dispostas como rejeito nas UTR, demonstram que há uma grande geração destes resíduos, mas que estes em grande parte não possuem comercialização para posterior reciclagem, assim observado também por BUENO, et al. (2021).

As observações feitas em diversas cooperativas, neste trabalho, nos trabalhos de Bueno et al (2021), e Reis (2023), nestas cooperativas vêm mostrando que essa realidade tem mudado de ano para ano, no sentido de determinados materiais passarem a ter mercado, e de repente não, conhecida como sazonalidade de mercado. Este dinamismo no setor carece de uma melhor análise para avaliar os motivos que levam a este fenômeno ocorrer, cujas hipóteses envolvem, mudança de mercado, compradores, de aplicações para

*Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?*

os polímeros, de modelo de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos pelas diferentes prefeituras, e até crescimento da importação de resíduos sólidos urbanos, reduzindo o valor pago pelo kg de material reciclável.

Para entender melhor, em especial os tipos de resíduos plásticos, das amostras de rejeitos da ARPES, foi realizada uma auditoria de marca para identificar as principais características sobre a sua reciclabilidade.

Quanto aos rejeitos por tipo de materiais (resina polimérica) analisados, a maior contribuição foi para as embalagens de PP (5) com 83 (42%), seguido da sem identificação (SI) com 56 (28%), das embalagens com identificação Outros (7) com 46 (23%).

A classificação SI não existe conforme a NBR ISO 13230, ou seja, essas embalagens analisadas não possuem qualquer informação sobre que tipo de resina está no corpo da embalagem. Ao mesmo tempo, muitas empresas ainda utilizam símbolos não normalizados, além da existência de muitas embalagens plásticas flexíveis sem a identificação da resina (48% das embalagens avaliadas), e de embalagens nas quais a localização do símbolo de identificação da resina é de difícil visibilidade e acesso.

O mesmo problema continua acontecendo como foi mencionado nos resultados da auditoria de marca realizada nas amostras de rejeitos ARPES, ou seja, cerca (39%) das embalagens estão sem identificação. Quanto ao tipo de produtos, a maioria das embalagens foram caracterizadas como embalagens de alimentos com 426 (84%) seguidas da segunda maior contribuição de embalagens de cuidados pessoais com 33 (7%). Assim, as resinas poliméricas aplicadas na produção de embalagens para o setor alimentício, são um potencial problema na geração de resíduos poliméricos que cresce nos últimos anos, pois 39,6% do total produzido possui curto ciclo de vida, em que são descartados em até 1 ano.

Considerando as características das embalagens quanto às suas camadas, foi encontrado 377 (75%) para aquelas de camada simples, e 129 (25%) de embalagens multi-camadas. Outro fator é que na prática, conforme acompanhamento na ARPES em 2022, a maioria das embalagens identificadas PP (mas que são de embalagens flexíveis laminadas, contendo camada de alumínio que a caracteriza como um material compósito) também conhecidas como BOPP metalizado/laminado; PS (viandas de marmitas, bandejas brancas e

coloridas); e outras embalagens (7) de erva mate, café, ração animal, extrato de tomate, sucos em pó, sachês em geral não estão sendo comercializadas porque não tem comprador.

### **Considerações Finais**

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que mais da metade das embalagens plásticas flexíveis avaliadas dificilmente poderia ser reciclada, ou pelo menos apresentou sérias dificuldades para o processo de separação dos materiais, uma vez que as embalagens não apresentam sequer a identificação do tipo de plástico utilizado em sua composição, e muitos denominados de PP são de fato BOPPs metalizados ou laminados, que deveriam ser considerados como materiais compósitos do tipo polímero-metal.

Tais resultados apontam a dificuldade desses resíduos serem colocados novamente na cadeia produtiva da reciclagem, atendendo ao acordo setorial e a implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral da PNRS (BRASIL, 2010).

Outro fator que limita o alcance desses resultados, é a variabilidade das resinas poliméricas (plásticas), que não podem ser triadas e destinadas utilizando os mesmos processos, considerando as diferentes tipologias, gerando cada vez mais rejeitos, seja pela ausência de um mercado consolidado para comercialização, seja pela inviabilidade técnica para o tratamento e beneficiamento de diferentes tipos de resinas na cadeia da reciclagem do plástico.

Desse modo, duas questões devem ser consideradas como fator chave para o aprimoramento do gerenciamento das embalagens plásticas produzidas e o atendimento do acordo Setorial das Embalagens em Geral: (1) a melhor identificação das embalagens pela indústria, que facilitaria a triagem das embalagens para a reciclagem, contribuindo para o aumento de renda nas UTs, e (2) a regulamentação do mercado para a reciclagem das embalagens plásticas (poliméricas) de difícil reciclabilidade, responsabilizando os produtores (fabricantes) dessas embalagens pelo tratamento e destinação final, que atualmente fica a cargo dos municípios, que absorvem esses custos com a destinação desses resíduos para os aterros sanitários, ou pelas Unidades de Triagem de Resíduos Recicláveis realizadas por cooperativas de catadores.

Tais questões estão alinhadas ao desafio de atender a PNRS (BRASIL, 2010),

*Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?*

Art. 8º - instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, com programas consolidados de coleta seletiva, e a implementação de sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos no Brasil, e que caminha a passos lentos.

### **Agradecimentos**

Ao CNPq pelo apoio e incentivo a esta pesquisa desenvolvida, pela bolsa de doutorado da autora Joice Pinho, e de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico – DT2 do autor Carlos Moraes. À Prefeitura municipal de Santiago, em especial as secretarias municipais de Meio Ambiente e Educação pelo acesso às informações e apoio a logísticas locais na cidade. À Andrielle Bueno pelo apoio durante a pesquisa, em especial na realização das gravimetrias e auditorias de marca. À Associação de Reciclagem Profetas de Ecologia de Santiago (ARPES), que nos abriu as portas e muito colaborou com esta pesquisa.

### **Referências**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2022**. São Paulo: ABRELPE, 2022. Disponível em: [file:///C:/Users/joice/Downloads/Panorama\\_Abrelpe\\_2022.pdf](file:///C:/Users/joice/Downloads/Panorama_Abrelpe_2022.pdf)/ Acesso em: 10 jul. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). Perfil 2019. São Paulo: ABIPLAST, 2019. Disponível em: [abiplast.org.br/publicacoes/perfil2019/](http://abiplast.org.br/publicacoes/perfil2019/). Acesso em: 7 out. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 13230: embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – Identificação e simbologia. Rio de Janeiro, 2008.

- BAUER, A-S. et al. Recyclability and redesign challenges in multilayer flexible food packaging—a review. *Foods*, [S. l.], v. 10, n. 2702, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112702>.
- BRASIL, 2010 BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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. Brasília, DF: Presidência da República, 2010a. 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: 25 abr. 2020.
- BREAK FREE FROM PLASTIC (BFFP). What is a brand audit? [S. l.]: BFFP, 2022. Disponível em: <https://brandaudit.breakfreefromplastic.org/>. Acesso em: 20 out. 2022.
- BUENO, A. et al. Avaliação de resíduos poliméricos de baixa reciclabilidade em unidades de triagem da coleta seletiva: parte 1 – gravimetria. In: SEMINÁRIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA DO IFSUL, 10., 2021. Sapucaia do Sul – RS. 2021. Anais [...]. [S. l.], 2021.
- CAMPOS, Roger Francisco Ferreira de; BORGIA, Tiago. Caracterização gravimétrica do material reciclável destinado à Coocima pelo programa de coleta seletiva do município de Caçador SC. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 325-338, set. 2015.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Uma economia circular no Brasil: uma abogagem exploratória: produto da inteligência coletiva dos membros da rede CE100 Brasil. *Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation*, jan. 2017. (CE100 Brasil). Disponível em: [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil\\_ Uma-Exploracao-Inicial.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_ Uma-Exploracao-Inicial.pdf). Acesso em: 29 out. 2019.
- HOMSE, Rafael Arrobas Martins. Resíduos descartados como rejeito por cooperativa de catadores: composição e análise da perda de receita. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso -- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Londrina, Curso de Engenharia Ambiental. Londrina, 2017. Disponível em: [https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12098/1/LD\\_COE-AM\\_2017\\_1\\_21.pdf](https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12098/1/LD_COE-AM_2017_1_21.pdf). Acesso em: 18 abr. 2021.
- KARASKI, T. U. et al. Embalagem e sustentabilidade: desafios e orientações no con-

*Os desafios da logística reversa do plástico:  
como viabilizar o retorno dos plásticos à cadeia produtiva da reciclagem?*

- texto da economia circular. 1 ed. São Paulo: CETESB/ABRE/CETEA/ITAL, 2016.
- MACIEL, J. et al. Valorização de Resíduos de Polipropileno Biorientado (BOPP) pós-consumo: em busca de soluções práticas e sustentáveis. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 9., 2018, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre: FIRS, 2018.
- MACIEL, Joice Pinho, et. al. Plásticos e suas embalagens, o que é reciclável e rejeito para o mercado da reciclagem em cooperativas de reciclagem. In: BESEN, Gina Rispah, et al. 10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável. São Paulo: IEE-USP, 2021. cap. 17, p. 217 - 227.
- MORTARA, Aldo. Filmes de BOPP. In: CAMILO, Assunta Napolitano (coord.). Embalagens: design, materiais, processos e máquinas. São Paulo, 2009. p. 187- 196.
- NORMA BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ISO 10007, 2004
- NORMA BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS ISO 13230, 2008
- REIS, D. V. (2023). AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE EMBALAGENS DE POLIPROPILENO BIORIENTADO METALIZADO (BOPP) PÓS CONSUMO. Dissertação de mestrado, UNISINOS, 105 p.
- WORLD BANK. What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- WYPYCH, George. Handbook of material weathering. 6th ed. Toronto: Chemtec Publishing, 2018.
- SILVA, Telma Bartholomeu. Resíduos sólidos: lei 12.305/2010 Política Nacional de Resíduos Sólidos Comentada. São Paulo: Nova Onda SP, 2016.
- SNIS, 2021 SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Diagnóstico temático manejo de resíduos sólidos urbanos. Brasília, DF: SNIS, dez. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antiores-do-snis/residuos-solidos-1/2020>. Acesso em: 07 jan. 2021.
- Preview Perfil, 2023. As Indústrias de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/publicacoes/preview-2023/>

assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-antiores-do-snis/residuos-solidos-1/2020. Acesso em: 07 ago. 2023.

VARELLA; LIMA 2011 - VARELLA, Cinthia Versiani Scott; LIMA, Francisco de Paula Antunes. O refugio da coleta seletiva: porque os materiais recicláveis não são reciclados. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. Anais [...]. Belo Horizonte, 2011.

ZONER, T.; BONGIOVANNI, S. Gestão de resíduos sólidos do município de TIBAGI-PR: desempenho da coleta seletiva. Rev. Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [S. l.], v. 8, n. 8, p. 1591-1601, set./dez. 2012. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/126956/ISSN2236-1170-2012-08-08-1591-1601.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 out. 2022.

## Capítulo 7

# MODELO DE LOGÍSTICA REVERSA INDIVIDUAL COM CRÉDITOS DE RECICLAGEM: o Programa “Reciclar é Fazer Mágica”

Arlinda César-Matos, Francisco Luiz Biazini Filho  
e Jeferson Alberton

### **Introdução**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010, define a logística reversa como um “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado pelo conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou para outra destinação final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010). O Decreto nº 11.413/2023, por sua vez, institui o Certificado de Crédito de Logística Reversa, incentivando a implementação de sistemas de logística reversa, tanto no modelo coletivo quanto no individual (BRASIL, 2023).

O plástico transformou o mundo moderno, oferecendo soluções leves, duráveis e econômicas para inúmeras aplicações. No entanto, a gestão inadequada dos resíduos plásticos resultou em uma crise ambiental de proporções

globais. Os plásticos acumulam-se nos oceanos e em aterros sanitários, afetando a vida marinha e os ecossistemas terrestres. Considerando, ainda, que os microplásticos entraram na cadeia alimentar, com potenciais riscos à saúde humana ainda sendo investigados.

O relatório da OCDE sobre o panorama global dos plásticos destaca um aumento significativo na produção de resíduos plásticos e a necessidade urgente de ações para mitigar seus impactos ambientais. A ênfase dada aos plásticos de vida útil curta, que representam quase 2/3 do resíduo plástico gerado, e a baixa taxa de reciclagem, apenas 9% são reciclados, apontam para a importância de se desenvolver tecnologias de reciclagem mais eficientes e econômicas. Além disso, a conexão entre a produção de plásticos e as emissões de gases de efeito estufa reforça a relevância deste problema no contexto das mudanças climáticas globais (OCDE, 2022).

Não restam dúvidas que a reciclagem é um passo importante para mitigar esses problemas, mas uma mudança mais ampla nos padrões de consumo e de comportamento da sociedade passam, necessariamente, pela educação ambiental. Ela atua como um instrumento essencial na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no Brasil, promovendo práticas sustentáveis que vão além da reciclagem. Incentivar a implementação desta nas escolas, tendo como base a elaboração de uma Matriz de Planejamento Curricular da Educação Ambiental por município é fundamental, não apenas para o atendimento a legislação, mas também para um futuro mais sustentável, alinhados aos esforços globais de proteção ao meio ambiente.

Neste contexto, a empresa Bellaforma Embalagens, diante dos poucos avanços do acordo setorial de embalagens em geral no Rio Grande do Sul, resolve em 2019 empreender esforços para começar a estruturar e implantar o seu próprio sistema de logística reversa de embalagens de plástico PET (Polietileno Tereftalato), surgindo inicialmente, um projeto de compra deste material nas escolas e sua conversão em recursos financeiros pagos diretamente para estas.

Em 2022, por meio de um termo de cooperação com o Instituto Venturi Para Estudos Ambientais, este projeto foi revisto e reestruturado em um modelo de logística reversa inovador, sem identificação de estudos anteriores publicados que possam servir de referências. Este modelo foi aplicado nos municípios de Bento Gonçalves, Garibaldi e Carlos Barbosa, tendo como diferencial

a inclusão da educação ambiental como pilar fundamental no currículo das escolas destes municípios. Desta forma, o programa além de se alinhar com o Decreto nº 11.413/2023, também se alinha à Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) que “dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências” (BRASIL, 1999).

### **Desenvolvimento**

O modelo abrange todo o funcionamento do programa, garantindo a rastreabilidade de toda a cadeia de valor do plástico PET, desde a coleta até a reinserção no mercado como nova embalagem. Essa rastreabilidade é um diferencial em relação a outros programas, uma vez que a Política Nacional de Resíduos Sólidos exige apenas que o resíduo seja coletado, enfardado e vendido para uma empresa que fará a reciclagem, sem garantir o acompanhamento do ciclo completo do resíduo (BRASIL, 2010). Já o programa “Reciclar é Fazer Mágica” completa 100% da cadeia da reciclagem - com a coleta, triagem, beneficiamento, reciclagem - e reintegração desse material no mercado, transformado em uma embalagem totalmente reciclada e reciclável, através do processo de termoformagem - técnica de moldagem por calor que consiste em aquecer a lâmina de PET em uma câmara fechada até que se torne maleável, aplicando vácuo para conformá-la ao molde de alumínio, com resfriamento subsequente para fixar a forma do material, garantindo que o produto final mantenha as características e formas desejadas.

O programa também avalia as etapas estratégicas para o processo de reciclagem, entendendo como cada etapa agrega valor ao material reciclado, buscando otimizar o uso de recursos e eliminando as etapas que não agregam valor ao processo de reciclagem, diferenciando-se do modelo tradicional de reciclagem, que muitas vezes inclui etapas redundantes e consome mais recursos. Esse modelo se baseia em três passos principais: engajamento, educação ambiental e logística reversa.

O engajamento é crucial para a longevidade e o sucesso de programas que visam a mudança de comportamento em relação ao descarte de resíduos, como o “Reciclar é Fazer Mágica”. A literatura sobre gestão de resíduos sólidos destaca a importância da participação ativa da comunidade na coleta seletiva e na reciclagem, sendo o engajamento um fator determinante para o

sucesso dessas iniciativas (LEITE, 2009).

A educação ambiental, por sua vez, é fundamental para garantir a participação das entidades e para gerar resultados a longo prazo. A Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) reforça a importância da educação ambiental na construção de uma sociedade sustentável, e o programa “Reciclar é Fazer Mágica” coloca isso em prática ao promover a formação de professores e a conscientização sobre o processo de reciclagem. <<https://reciclarfazermagica.com.br/sobre>>

Já a logística reversa garante a continuidade das ações e a construção dos resultados do programa, estruturando o ciclo reverso dos materiais e permitindo a rastreabilidade completa da cadeia de reciclagem. A rastreabilidade é um requisito cada vez mais importante na gestão de resíduos, pois permite o acompanhamento do ciclo de vida dos materiais e a responsabilização dos diferentes atores envolvidos (DONATO, V. L. R.; RIBEIRO, H.; DONATO, J. B., 2012).

### **Engajamento**

O engajamento, primeiro pilar do programa “Reciclar é Fazer Mágica” tem como objetivo envolver ativamente os participantes na rede de responsabilidade pelo descarte correto de resíduos, promovendo a conscientização sobre a importância da separação e pré-ciclagem, especialmente do plástico PET.

A pré-ciclagem, que consiste na separação de componentes como rótulos, lacres e tampas, é fundamental para garantir a qualidade do material reciclado e otimizar o processo de reciclagem. A remoção desses componentes antes do descarte evita a contaminação do plástico PET e reduz a necessidade de processos industriais complexos e intensivos em recursos para separação automatizada.

O programa utiliza diversas ferramentas para promover o engajamento, como palestras de sensibilização, atividades de gamificação, visitas técnicas e materiais educativos. Essas ações visam não apenas informar, mas também motivar a comunidade escolar a participar ativamente do processo de reciclagem, transformando a maneira como se comportam com relação ao descarte de resíduos e incentivando o consumo consciente. <<https://www.instagram.com/p/CrB2eJaPVWT/>> <<https://drive.google.com/file/d/1IU2S3P-YZS3h7Lp->

*Modelo de Logística Reversa Individual com Créditos de Reciclagem:  
o Programa “Reciclar é Fazer Mágica”*

ZDfbkKJOnIPWLaqJ-/view?usp=sharing>

Estudos demonstram que a participação ativa da comunidade é fundamental para o sucesso da coleta seletiva e da reciclagem, sendo o engajamento um fator determinante para a mudança de comportamento em relação ao descarte de resíduos (JACOBI, 2003).

### **Educação Ambiental**

A educação ambiental é o segundo pilar do programa “Reciclar é Fazer Mágica”, considerado o mais importante instrumento para garantir resultados a longo prazo em termos de gestão de resíduos, desenvolvimento de produtos sustentáveis e promoção da sustentabilidade. O programa busca desenvolver uma compreensão integrada do meio ambiente e suas complexas relações, aprofundando conceitos que muitas vezes são mal compreendidos pela população.

A falta de um nivelamento conceitual sobre o meio ambiente e suas inter-relações pode dificultar a implementação da educação ambiental, tanto no ambiente formal quanto no não formal. “Um dos maiores problemas que limita a inserção da Educação Ambiental na escola é a falta de professores capacitados” (César-Matos; Medina, 2017, p. 148). O programa busca preencher essa lacuna, promovendo o curso de formação de professores em Educação Ambiental Formal, ministrado pelo Instituto Venturi para Estudos Ambientais.

O curso, além de qualificar a visão dos professores para uma compreensão abrangente dos problemas e potencialidades ambientais, de suas complexidades estruturais e da dinâmica de suas inter-relações, também sistematiza as práticas dos professores em uma matriz de planejamento curricular da educação ambiental, implantando efetivamente a interdisciplinaridade no currículo da escola.

Outro instrumento importante são as palestras educativas ministradas nas escolas sobre o processo de reciclagem, fundamentais para o sucesso de programas como o “Reciclar é Fazer Mágica”. Ao esclarecer as diferenças entre os métodos convencionais e os inovadores adotados pelo programa, elas promovem uma compreensão mais profunda sobre a gestão de resíduos. Este programa se notabiliza por sua eficiência no uso de recursos e pela valoriza-

ção dos atores da cadeia de valor do plástico PET, além de assegurar a transparência de todo o processo, garantindo a sua rastreabilidade. A iniciativa vai além do cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, Lei nº 12.305/2010), incentivando a reflexão crítica sobre nossos hábitos de produção e consumo, destacando a importância de escolhas conscientes, desde a seleção de materiais recicláveis até o descarte adequado, combatendo práticas enganosas de marketing ambiental e fomentando a responsabilidade socioambiental.

### **Logística Reversa**

A logística reversa, terceiro pilar do programa, entra em ação após a consolidação de uma cultura de reciclagem nas entidades participantes. Seu objetivo é garantir a continuidade das ações, reforçar a participação da comunidade escolar e consolidar os resultados do programa. A estruturação de um ciclo reverso completo para o material PET permite a rastreabilidade de toda a cadeia de reciclagem, um feito inédito comparado a programas similares.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) define os critérios para que um resíduo seja considerado reciclado, incluindo a coleta, enfardamento e venda para uma empresa recicladora. O Decreto nº 11.413 (BRASIL, 2023) institui o sistema de créditos de reciclagem, um incentivo financeiro para a coleta e reciclagem de materiais. No entanto, o sistema ainda apresenta desafios, como o desvio de resíduos e a geração de créditos duplicados, que ocorrem quando o material reciclado gera créditos para mais de um reciclador devido a um desvio de material ou não verificação da geração de créditos anterior.

O programa “Reciclar é Fazer Mágica” se destaca nesse cenário ao acompanhar todo o ciclo do resíduo PET, desde a coleta até a transformação em nova embalagem, garantindo a efetiva reciclagem do material e a rastreabilidade total do processo.

Apesar dos custos envolvidos, a pré-ciclagem realizada pelos consumidores, a otimização do processo de reciclagem e a estruturação de uma cadeia de valor que remunera os parceiros acima do mercado, garantem a qualidade e a rastreabilidade do processo, tornando o custo do PET reciclado competitivo

em relação ao PET virgem.

Além disso, o programa contribui para a gestão municipal de resíduos, retirando da coleta seletiva um material de grande volume e pouco peso, e estimula a economia local, ao contratar recicladores e cooperativas da região. Essa abordagem se alinha aos princípios da logística reversa, que visa reduzir o impacto ambiental dos resíduos e promover o desenvolvimento sustentável (LEITE, 2009).

### **Metodologia**

O programa “Reciclar é Fazer Mágica” aplica conceitos modernos de reciclagem para garantir a máxima qualidade e o mínimo uso de recursos. As etapas do processo foram reduzidas, priorizando aquelas que agregam valor ao resíduo PET (Polietileno Tereftalato) na cadeia de reciclagem.

*Figura 1 | Símbolo de identificação do plástico PET*



A pré-ciclagem realizada pelos consumidores finais, a triagem cuidadosa e a otimização do processo de reciclagem resultam em um produto final de alta qualidade, com menor consumo de recursos naturais.

Embora o programa aceite qualquer embalagem que possua o símbolo de identificação do PET, conforme exemplificado na Figura 1 acima, o foco principal são as garrafas PET pós-consumo, devido a sua fácil identificação e ao fato de não haver no mercado produtos similares feitos de outros plásticos. Essa escolha facilita o processo de coleta e triagem, etapas cruciais para garantir a qualidade do material reciclado.

Após receberem informações sobre o programa por meio de palestras, materiais educativos e formações, as entidades participantes iniciam a coleta do material PET. A coleta é realizada de forma voluntária, com cada entidade tendo a liberdade de organizar suas próprias campanhas e atividades de incentivo.

O material coletado é armazenado em *bags*, sacos de aproximadamente um metro cúbico com capacidade para 12 a 18 kg de garrafas PET, separados por cor (transparente, verde e outras cores). Esses *bags* são coletados periodicamente por cooperativas e recicladores locais, que pesam o material e repassam as informações à gestão do programa para fins de pagamento às entidades.

Após a pesagem, o PET é prensado e encaminhado para empresas parceiras, onde passa pelos processos de lavagem, moagem e extrusão, transformando-se em bobinas de PET reciclado. Essas bobinas são então enviadas para a Bellaforma Embalagens, onde são utilizadas na produção de novas embalagens, que são reinseridas no mercado com a identificação padrão do plástico PET, conforme a Resolução CONAMA nº 291/2023, garantindo a possibilidade de reciclagem futura.

A metodologia do programa “Reciclar é Fazer Mágica” se destaca pela sua eficiência e sustentabilidade, buscando otimizar o uso de recursos e garantir a qualidade do material reciclado em todas as etapas do processo. A ênfase na coleta de garrafas PET pós-consumo e na pré-ciclagem realizada pelos consumidores contribui para a redução de custos e do impacto ambiental do processo de reciclagem.

Modelo de Logística Reversa Individual com Créditos de Reciclagem:  
o Programa “Reciclar é Fazer Mágica”

Figura 2 | Ciclo de vida do PET no programa Reciclar é fazer mágica

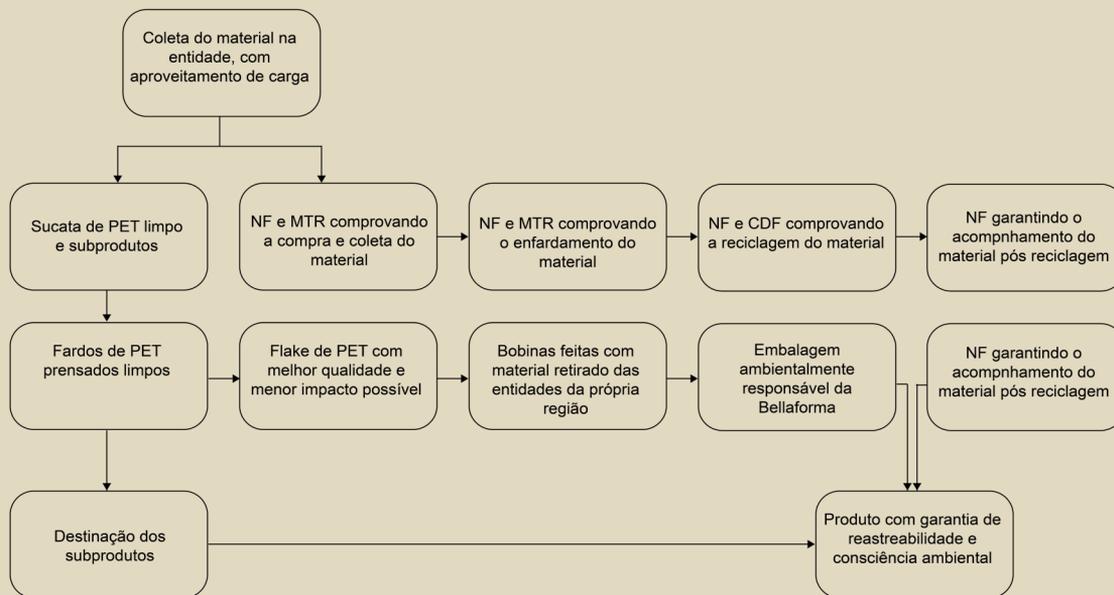


Fonte: Elaborado pelos autores.

### **Fluxograma e Atribuições no Programa**

Para compreender o funcionamento detalhado do programa “Reciclar é Fazer Mágica”, é fundamental analisar o fluxograma que ilustra os dois fluxos principais: o burocrático e o de processos.

Figura 3 | Fluxo de trabalho do programa



Fonte: Elaborado pelos autores

O **fluxo burocrático** garante a rastreabilidade do material, acompanhando os requisitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) até a emissão do Certificado de Destinação Final (CDF). A partir daí, o rastreamento continua por meio de Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e), até o retorno do material à Bellaforma Embalagens em forma de bobinas. O modelo permite, ainda, que a rastreabilidade total da cadeia seja entregue à indústria que compra as embalagens da Bellaforma, demonstrando o percurso completo de um lote de embalagens.

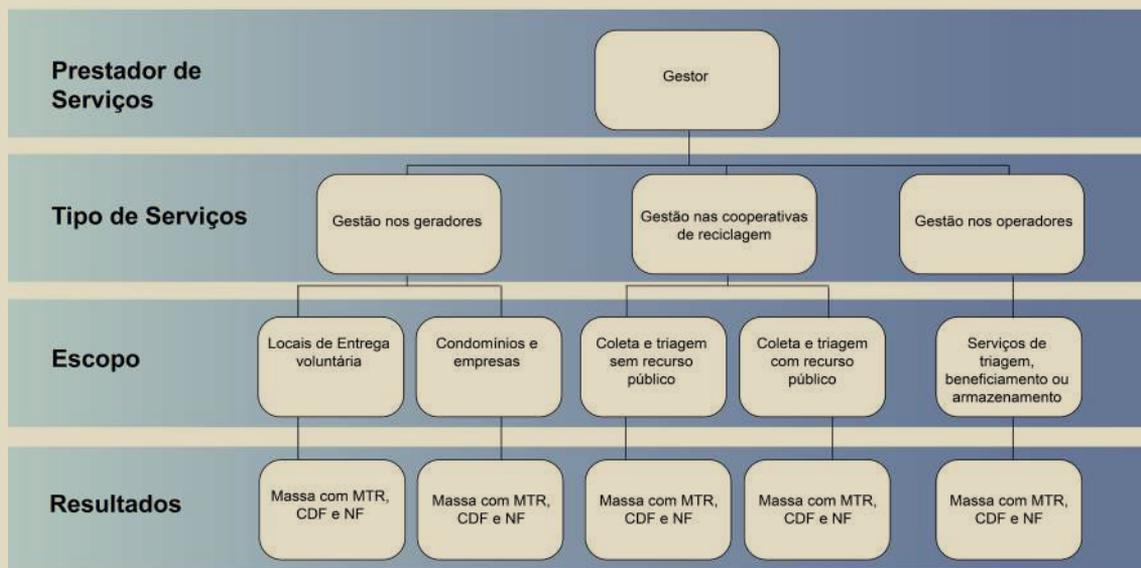
O **fluxo de processos** representa a transformação do resíduo PET pós-consumo em nova embalagem, seguindo o ciclo de vida do PET apresentado anteriormente. Esse fluxo detalha as entradas e saídas de cada processo, desde a coleta nas entidades até a produção de novas embalagens.

A **gestão do programa** é responsabilidade da equipe do “Reciclar é Fazer Má-

Modelo de Logística Reversa Individual com Créditos de Reciclagem:  
o Programa “Reciclar é Fazer Mágica”

gica”, que coordena as entidades geradoras de PET pós-consumo (escolas e outras entidades participantes) e a interação com a Bellaforma Embalagens. A equipe também gerencia o processo de reciclagem junto às cooperativas e operadores responsáveis pela transformação do resíduo em matéria-prima e produto final.

Figura 4 | Atribuições do programa Reciclar é fazer mágica



Fonte: Elaborado pelos autores

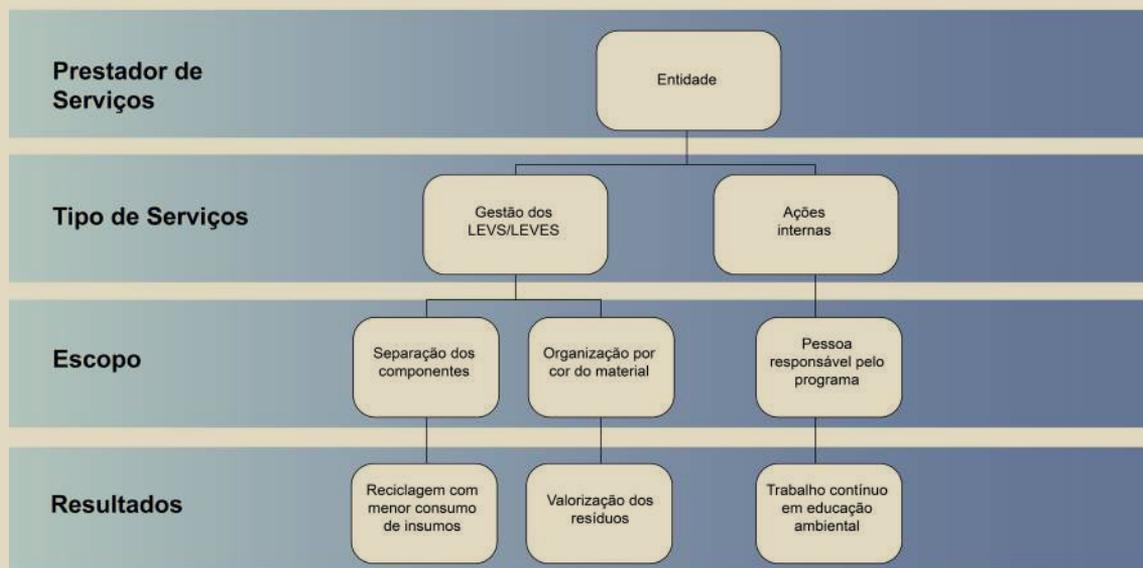
A **divisão de responsabilidades** entre a equipe do programa, as entidades participantes e os operadores da cadeia de reciclagem garantem a eficiência e a transparência do processo, além de promover a participação e o engajamento de todos os envolvidos.

### **Atribuições das Entidades**

As entidades participantes do programa “Reciclar é Fazer Mágica” desempenham um papel fundamental na gestão interna dos Locais de Entrega Voluntária Escolar (LEVE) e na organização de suas próprias ações de coleta de PET

pós-consumo. Além disso, as entidades são responsáveis por garantir a separação do material por cor e material a ser reciclado. Essa separação pode ser feita pelos próprios alunos, em casa ou na escola, incentivando a participação ativa da comunidade escolar no processo de reciclagem. A participação ativa das entidades na coleta e separação dos resíduos é essencial para o sucesso do programa, demonstrando o compromisso da comunidade escolar com a sustentabilidade e a economia circular.

Figura 5 | Atribuições das entidades



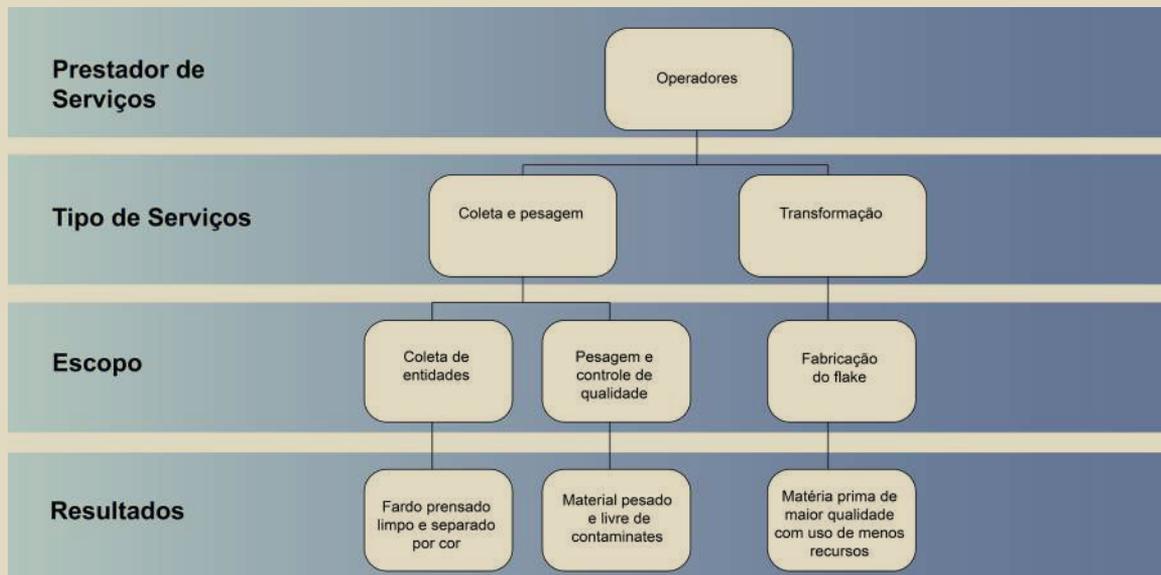
Fonte: Elaborado pelos autores

### ***Atribuições dos Operadores da Cadeia de Reciclagem***

Aos operadores da cadeia de reciclagem, incluindo cooperativas e empresas de reciclagem, compete a coleta do material PET nas entidades, a pesagem, a prensagem e o controle de qualidade do material coletado. Adicionalmente, os operadores responsáveis pela transformação do material realizam a industrialização necessária para converter o PET pós-consumo em bobinas

de plástico reciclado, prontas para serem utilizadas pela Bellaforma Embalagens. A eficiência e a qualidade dos processos realizados pelos operadores são cruciais para garantir a viabilidade econômica e ambiental do programa.

Figura 6 | Atribuições dos operadores da cadeia de reciclagem

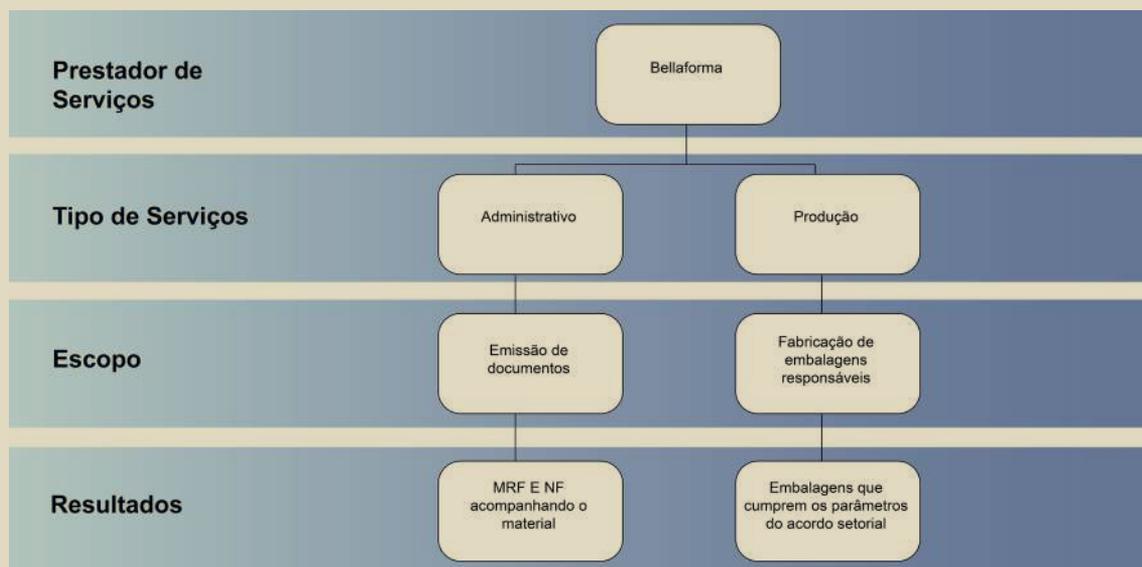


Fonte: Elaborado pelos autores

### **Atribuições da Bellaforma Embalagens**

À empresa Bellaforma Embalagens compete a gestão administrativa do programa, incluindo a compra, emissão de notas fiscais e pagamento do PET coletado pelas entidades. A empresa também é responsável pela remuneração dos operadores da cadeia de reciclagem e pela utilização do PET reciclado na produção de suas embalagens. A Bellaforma Embalagens desempenha um papel central na cadeia de valor do programa, garantindo a demanda pelo material reciclado e incentivando a economia circular.

Figura 7 | Atribuições da Bellaforma Embalagens

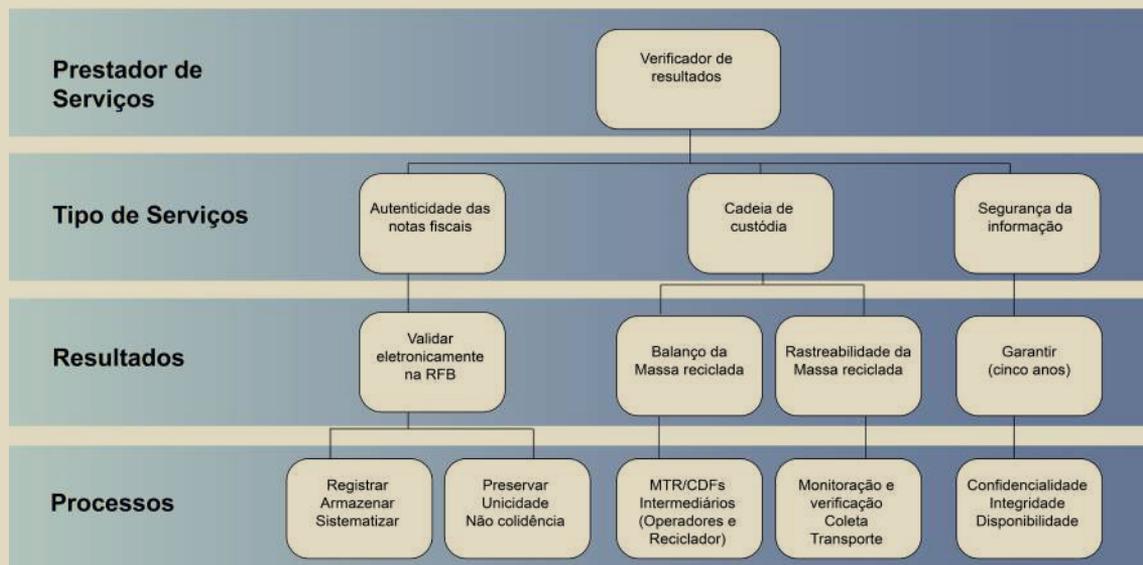


Fonte: Elaborado pelos autores

### ***Atribuições do Instituto Venturi***

O Instituto Venturi, por sua vez, é responsável pela verificação dos resultados do programa, pela validação do processo de rastreabilidade e pela regularização dos acordos com as entidades governamentais competentes. O Instituto atua como um agente externo, garantindo a transparência e a conformidade do programa com as legislações e regulamentações aplicáveis. A atuação do Instituto Venturi reforça a credibilidade do programa e contribui para a construção de confiança entre os diferentes atores envolvidos na cadeia de reciclagem.

Figura 8 | Atribuições do Instituto Venturi



Fonte: Elaborado pelos autores

### **Resultados e Impactos do Programa**

O programa “Reciclar é Fazer Mágica”, ao completar cinco anos de existência em 2024, demonstra resultados expressivos em termos de arrecadação de material e impacto social. Nas cidades onde atua no Rio Grande do Sul, que somam aproximadamente 200 mil habitantes, o programa registrou um crescimento exponencial na quantidade de material coletado e no número de pessoas impactadas.

Esse crescimento é atribuído, em grande parte, ao aumento do número de turmas e professores que receberam formação em Educação Ambiental. A compreensão do que é educação ambiental e como aplicá-la no contexto escolar transforma o programa em um aliado dos professores, facilitando a integração do tema da economia circular nas diferentes disciplinas do currículo. Essa abordagem transdisciplinar tem se mostrado eficaz na promoção da conscientização ambiental e na mudança de comportamento em relação

ao consumo e descarte de resíduos.

O programa “Reciclar é Fazer Mágica” apresenta resultados relevantes nas dimensões ambiental, educacional e financeira. Um dos resultados mais notáveis é o aumento de 20% a 30% no volume de material por metro cúbico obtido após o enfardamento. Esse resultado se deve à qualidade do material coletado, que, por ser proveniente da pré-ciclagem realizada nas escolas, apresenta menor contaminação e maior densidade em comparação ao material proveniente da coleta seletiva regular. A ausência de outros resíduos, como tampas e rótulos, e o fato de as garrafas serem entregues sem ar, permitem uma compactação mais eficiente, otimizando o transporte e o armazenamento do material.

Na etapa de lavagem e moagem, os resultados são ainda mais expressivos, com reduções significativas no consumo de água, detergente, energia e geração de resíduos. A tabela a seguir apresenta os dados comparativos entre o programa “Reciclar é Fazer Mágica” e o processo de reciclagem convencional:

*Tabela 1 | Demonstrativo de redução aproximada no uso de recursos naturais no processo de reciclagem do programa “Reciclar é Fazer Mágica” em comparação com o processo convencional.*

<b>Etapa do processo</b>	<b>Redução no Programa</b>
Tratamento de água	40%
Lavagem (detergente)	30%
Troca de água	50%
Rejeito (lixo)	100%
Lodo	60%

Fonte: Elaborado pelos autores

Após a limpeza completa da linha de reciclagem, garantindo que não houvesse contaminação com resíduos anteriores, foram produzidos lotes controlados, apenas com PET proveniente do programa Reciclar é Fazer Mágica. Observou-se que em comparação aos lotes provenientes de coleta seletiva regular, houve uma redução no consumo de água e detergente que se deve à menor contaminação do material coletado, enquanto a redução na troca de água é consequência da ausência de outros resíduos no PET. A eliminação total do rejeito e a redução significativa na geração de lodo demonstram a eficiência do processo de pré-ciclagem realizado nas escolas, uma vez que devido a esse processo não existem outros materiais junto ao PET para serem rejeitados, resultando em um material de alta qualidade para reciclagem.

Esta redução no consumo de água e produtos químicos na lavagem do PET reciclado, como observado na tabela 1, está em consonância com as práticas recomendadas para a otimização do processo de reciclagem e a redução do impacto ambiental (PIRES; MARTINHO; CHANG, 2011). Esses resultados também se alinham aos princípios da Produção Mais Limpa (P+L), que busca a eficiência no uso de recursos e a minimização da geração de resíduos na indústria (ABNT NBR ISO 14001, 2015).

A otimização do processo de reciclagem, aliada à alta qualidade do material coletado, resulta em um produto final de maior valor agregado, fortalecendo a cadeia de reciclagem do PET e incentivando a economia circular.

Figura 9 | Números do programa Reciclar é Fazer Mágica no período de junho de 2019 a setembro de 2024

## O programa em números



**3,1 milhões**  
de garrafas

recolhidas e  
recicladas  
desde 2019



**+ 60 escolas**  
e entidades

beneficiadas  
com recursos e  
treinamentos



**+ R\$ 145 mil**  
pagos

auxiliando em  
benfeitorias para  
escolas e entidades



**+ 50 mil pessoas**  
impactadas

contribuindo com  
descarte correto e  
minimizando impactos  
ambientais



**+ 56.000 Kg**  
de material reciclado

adquiridos e  
reutilizados pela  
Bellaforma em seus  
produtos

Se levarmos em conta a população das 4 cidades em que atuamos (Monte Belo do Sul, Bento Gonçalves, Garibaldi e Carlos Barbosa), o programa já reciclou 16 garrafas por habitante. Sendo que Carlos Barbosa e Garibaldi fazem parte do programa desde 2019, Bento Gonçalves entrou em 2023 e Monte Belo do Sul em 2024.

Fonte: Elaborado pelos autores

Modelo de Logística Reversa Individual com Créditos de Reciclagem:  
o Programa “Reciclar é Fazer Mágica”

Figura 10 | Indicadores do programa Reciclar é fazer mágica na data de 1º de setembro de 2024

## Indicadores

2019/2024 Reciclar é Fazer Mágica



Gases do  
efeito estufa  
Redução de  
(-)  
**112.000**  
KgCO2eq



Consumo de  
petróleo  
Redução de  
(-)  
**66.640 L**



Consumo de  
energia elétrica  
Redução de  
(-)  
**169.248 kW**



Resíduos na  
natureza  
Redução de  
(-)  
**56.000 Kg**



Consumo de  
Água  
Redução de  
(-)  
**441.969 L**

Somando a quantidade de recursos, com a sua flutuação de valores, é possível afirmar que além da poupança de recursos naturais para o planeta, o Programa Reciclar é Fazer Mágica, gerou uma economia financeira de mais de 300 mil reais. Uma média de 5,8 reais por Kg, que foram repassados para as escolas e para os recicladores.

Fonte: Elaborado pelos autores

A efetividade do programa é evidenciada pela redução do tempo necessário para coletar 500 mil embalagens PET pós-consumo, que caiu de sete para quatro meses. Além disso, relatos de secretários do meio ambiente dos municípios participantes indicam melhorias na separação da coleta seletiva e diminuição do volume de PET destinado à unidade de triagem e transbordo, o que demonstra o impacto positivo do programa na gestão municipal de resíduos.

Os resultados alcançados pelo programa “Reciclar é Fazer Mágica” demonstram o potencial da educação ambiental como ferramenta para a promoção da sustentabilidade e da economia circular. A formação de professores, a conscientização da comunidade escolar e a integração do tema da reciclagem no currículo escolar são estratégias eficazes para a mudança de comportamento e para a construção de um futuro mais sustentável.

Esses resultados positivos vão ao encontro da literatura sobre educação ambiental, que destaca a importância da escola como espaço de formação de cidadãos críticos e conscientes, capazes de transformar a realidade socioambiental (JACOBI, 2003). A abordagem transdisciplinar adotada pelo programa, integrando o tema da economia circular em diferentes disciplinas, contribui para a construção de uma visão sistêmica do meio ambiente e para o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias para a sustentabilidade.

### ***Discussão dos resultados***

A ampliação do programa “Reciclar é Fazer Mágica” se mostra necessária devido à crescente demanda por embalagens sustentáveis por parte dos clientes da Bellaforma Embalagens. Essa demanda é estimulada pelo legado do programa nas escolas e pela crescente conscientização sobre a importância da economia circular nos municípios participantes. Um exemplo notável é a empresa Tramontina, que já consumiu o equivalente a 10 milhões de garrafas PET em embalagens recicladas fornecidas pela Bellaforma desde o começo dessa iniciativa em 2019, consumindo muito mais PET reciclado do que a capacidade atual de coleta do programa, esse material excedente é adquirido pela Bellaforma através dos meios convencionais do mercado de reciclagem. Essa parceria demonstra o potencial do programa em atender à demanda do mercado por produtos mais sustentáveis e fortalecer a economia circular, incentivando a utilização de materiais reciclados na produção de embalagens.

A crescente demanda por embalagens sustentáveis e a necessidade de ampliar o programa “Reciclar é Fazer Mágica” refletem a tendência global de transição para um modelo de economia circular. Essa transição é impulsionada pela necessidade de reduzir o impacto ambiental da produção e do consumo, conservando recursos naturais e minimizando a geração de resíduos (Ghisellini et al., 2016).

### ***Conclusão***

O programa “Reciclar é Fazer Mágica” demonstra a viabilidade da implementação de um modelo de logística reversa individual eficiente e economicamente viável, com foco na educação ambiental, na economia circular e na inclusão dos catadores conforme a PNRS. Os resultados alcançados evidenciam seu

potencial como modelo replicável, contribuindo para a gestão adequada dos resíduos sólidos e a construção de um futuro mais sustentável (LEITE, 2009).

Ao longo de cinco anos, o programa comprovou sua eficácia e inovação, com resultados expressivos nas áreas ambiental, educacional, social e econômica. A integração da educação ambiental ao processo de reciclagem, por meio da formação de professores e da conscientização da comunidade escolar, mostrou-se fundamental para o sucesso do programa, promovendo a mudança de comportamento e o engajamento da população em relação à gestão de resíduos e à economia circular (JACOBI, 2003).

A pré-ciclagem realizada nas escolas, aliada à otimização do processo de reciclagem, resultou em uma redução significativa do consumo de recursos naturais e na minimização da geração de resíduos, corroborando a eficiência e a sustentabilidade do modelo. Adicionalmente, a valorização dos atores locais, como cooperativas e recicladores, e a geração de renda para as escolas participantes com a compra do material, demonstram o potencial do programa para impulsionar o desenvolvimento local e fortalecer a cadeia de reciclagem do PET.

Os resultados positivos do “Reciclar é Fazer Mágica” evidenciam a importância da educação ambiental e da participação da comunidade na construção de um futuro mais sustentável. Adicionalmente, a rastreabilidade completa da cadeia de reciclagem e a alta qualidade do material reciclado demonstram a viabilidade econômica do modelo, incentivando a adoção de práticas de logística reversa individual por outras empresas e municípios (DONATO, V. L. R.; RIBEIRO, H.; DONATO, J. B., 2012).

Em suma, o programa “Reciclar é Fazer Mágica” serve como um exemplo inspirador de como a união entre educação ambiental, logística reversa e engajamento da comunidade pode transformar a realidade da gestão de resíduos e contribuir para a construção de um futuro mais circular e sustentável.

### **Referência Bibliográfica**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14001:2015: Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.
- BRASIL. Decreto nº 11.413, de 13 de fevereiro de 2023. Institui o Certificado de Crédito de Logística Reversa e o Certificado de Estruturação de Logística Reversa; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 14 fev. 2023.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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, 3 ago. 2010.
- BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 28 abr. 1999.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 291, de 24 de julho de 2023. Dispõe sobre a identificação de embalagens plásticas por tipo de resina, conforme o código de identificação da Society of the Plastics Industry - SPI e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 25 jul. 2023.
- CÉZAR-MATOS, Arlinda, MEDINA, Nana Mininni. Formação de Multiplicadores em Educação Ambiental: Método de Participação-ação para Construção do Conhecimento (art). Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos / Organizadores: Gina Rizpah Besen; Luciana Freitas; Pedro Roberto Jacobi. -- São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017. Disponível em: <[http://www.firs.institutoventuri.org.br/images/pdf/publicacoes/e-Book\\_OPNRS-USP.pdf](http://www.firs.institutoventuri.org.br/images/pdf/publicacoes/e-Book_OPNRS-USP.pdf)>. Acesso em: Novembro/2023.
- DONATO, V. L. R.; RIBEIRO, H.; DONATO, J. B. (2012). A logística reversa como ferramenta para a gestão da cadeia de suprimentos. Revista Gestão & Produção, 19(3), 545-558.
- GHISELLINI, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner Production, 114, 11-32.
- JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pes-

*Modelo de Logística Reversa Individual com Créditos de Reciclagem:  
o Programa “Reciclar é Fazer Mágica”*

quisa, n. 118, p. 189-205, 2003.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

OECD. Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options, OECD Publishing, Paris, 2022. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>. Disponível em: <https://www.letsrecycle.com/wp-content/uploads/2022/02/OECD-Global-Plastics-Outlook.pdf>. Acesso em: Outubro/2024.

PIRES, A.; MARTINHO, G.; CHANG, N. B. (2011). Consumo de água e geração de efluentes na indústria de reciclagem de PET. Engenharia Sanitária e Ambiental, 16(2), 127-134.

## Capítulo 8

# DESAFIOS DA COMPOSTAGEM E DA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL E NA CIDADE SÃO PAULO

Mônica Pilz Borba e Pedro Roberto Jacobi

### **Introdução**

Na Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010 e no Decreto Federal N° 11.043, de 13 de abril de 2022 do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) a compostagem é apontada como uma alternativa viável para a gestão sustentável dos resíduos sólidos orgânicos urbanos. Seu crescimento vem se consolidando no Brasil, apesar de receber pouco estímulo governamental, ausência de incentivos econômicos e legislações que atendam a demanda desta área integrada à Economia Circular (Pinto, 2021).

As diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) mudam a lógica de destinação final nos aterros, ao propor o desvio dos resíduos orgânicos priorizando sua valorização para reinserção em cadeias produtivas, por meio de processos como a biodigestão e a compostagem. Também surgiram diversos estudos evidenciando a emissão de gases de efeito estufa produzidos pelos aterros, devido à grande parcela orgânica enterrada (CSEH, 2018). Outro

fator que evidencia a crise em relação aos aterros, acontece quando começam a onerar os cofres públicos, pois cada vez mais, os resíduos dos grandes centros urbanos têm que percorrer maiores distâncias até os aterros sanitários, contribuindo com mais emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera, na contramão das políticas climáticas, em que é necessário reduzir impactos dessa natureza na atmosfera.

A gestão dos resíduos com foco na redução do desperdício demanda novas tecnologias, pois a maioria dos modelos de gerenciamento da coleta e tratamento ainda não priorizam a redução de resíduos, sendo este um aspecto fundamental na perspectiva da Economia Circular e de uma nova vertente da gestão integrada dos resíduos sólidos. Em torno de 19% dos resíduos no mundo vêm sendo recuperados por meio da reciclagem ou da compostagem, e aproximadamente 11% são incinerados, segundo relatório *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*.

A concepção de Economia Circular (EC) traz como referência a manutenção do valor dos recursos extraídos e produzidos em circulação por meio das cadeias produtivas e integradas. No caso da gestão dos resíduos sólidos, o destino do material deixa de ser uma questão de gerenciamento de resíduos e caminha para o design de produtos e sistemas; com foco no aumento da eficiência do uso de recursos, em especial junto aos resíduos urbanos e industriais, para alcançar um equilíbrio e harmonia entre economia, meio ambiente, e sociedade (WEBSTER, 2015). Entende-se por “Economia Circular” (EC) aquele modelo econômico que se afasta do modelo atual da economia linear (fabricar – usar – dispor), e os materiais que o compõem são valorados de forma diferenciada, criando uma economia mais robusta (KRUGLIANSKAS, 2014), e segundo a Fundação Ellen MacArthur (EMF, 2012), trata-se de um modelo de economia industrial intencionalmente “restaurador”, projetado para recuperar de forma circular o produto de suas atividades.

Este artigo visa abordar os desafios da economia circular integrados à gestão dos resíduos orgânicos urbanos no Brasil e no município de São Paulo, apresentando informações no contexto nacional e referências internacionais, trazendo dois casos de sucesso de compostagem em duas capitais brasileiras, além de um balanço nas legislações de âmbito federal, do Estado de São Paulo e do município de São Paulo, com foco nos problemas e potenciais que a compostagem pode trazer à cidade paulistana e as demais de grande porte.

### **Potenciais dos resíduos orgânicos urbanos**

Em 2020, no Brasil 65,11 milhões de toneladas de resíduos são geradas por ano, e 178,4 mil diariamente, sendo apenas 305 mil/ano utilizadas em unidades de compostagem (SNIS, 2020). Considerando que a porcentagem dos resíduos úmidos orgânicos domiciliares chega a 45,3% (ABRELPE, 2020) do total coletado, caso fossem implantados sistemas adequados para gestão dos resíduos orgânicos tais como os biodigestores e a compostagem se evitaria o depósito da fração orgânica, facilmente biodegradável em aterro, o que contribuiria para redução das emissões de metano, minimizando o impacto no aquecimento global (NAIK, N.; TKACHENKO, E.; WANG, 2013). Estes novos sistemas, caso implantados, poderiam contribuir para diminuição da geração de lixiviados, que possuem elevado potencial para poluição de águas superficiais e subterrâneas. Importante destacar que o tratamento da fração orgânica em sistemas de digestão anaeróbia gera de energia renovável por meio da produção de biogás, bem como a utilização do subproduto composto na agricultura, após tratamento adicional (SILVA, KATIA C. C.; CONTRERA, 2015).

A reciclagem dos resíduos orgânicos urbanos, tem o potencial de contribuir significativamente na redução da emissão de gases de efeito estufa que tem impacto nas mudanças climáticas, pois 5% das emissões globais de gases de efeito estufa, o equivalente a 1,6 bilhão de toneladas de dióxido de carbono – CO<sub>2</sub>, foram geradas a partir do tratamento e descarte dos resíduos sólidos com resíduos alimentares (KASA, 2018).

Os produtos do processo de compostagem (composto orgânico e biofertilizante) aumentam a quantidade de matéria orgânica e nutrientes no solo enriquecendo-o, potencializa também a sua saúde e disponibiliza nutrientes para as plantas. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2020), 95% dos alimentos são produzidos diretamente e indiretamente nos solos. Então se os solos estiverem saudáveis com muita biodiversidade, permite o cultivo de uma variedade de alimentos necessários para uma boa nutrição humana, portanto quanto mais biodiverso é o solo, mais nutritivo é o alimento.

Compreendendo simultaneamente o crescimento econômico, proteção ambiental e a equidade social no âmbito da sustentabilidade e da viabilidade financeira a longo prazo (RONDINELLI; BERRY, 2000), o composto orgânico, o adubo produzido, deve ser utilizado em diversos tipos de plantações como

fertilizantes líquidos e sólidos, a fim de aumentar a absorção de CO<sub>2</sub> no solo e contribuir com a redução do aquecimento global. A compostagem é o processo de reciclagem da matéria orgânica que propicia um destino útil para os resíduos orgânicos, como vemos na Figura 1, que pode se efetivar a partir de pequenas quantidades de resíduos orgânicos.

Figura 1 | Esquema simplificado do processo de compostagem



Fonte: Fernandes e Silva, 1999, p. 16.

Já o biodigestor é um equipamento fechado, que necessita de grandes volumes de resíduos orgânicos, em que se introduz matéria orgânica para ser decomposta por diversos micro-organismos anaeróbios. Como subproduto, são gerados o composto que necessita ser curado, o biofertilizante e o biogás, portanto, traz consigo lucros e benefícios ambientais.

Ambos os processos de compostagem e de biodigestão fazem parte das estratégias da Economia Circular na gestão dos resíduos orgânicos, que não se limita a alterar os sistemas de gerenciamento de resíduos para aumentar a eficiência dos recursos, reduzir as entradas de recursos e ampliar os benefícios econômicos. A Economia Circular, cada vez mais, vem sendo reconhecida como uma estratégia muito eficaz tanto para o desenvolvimento de políticas, quanto para a redução da poluição ambiental e das emissões de gases de efeito estufa (DE PASCALE et al. 2021; DURÁN-ROMERO et al. 2020).

Outro benefício com o uso dos produtos da compostagem é a redução do uso de fertilizantes químicos, reduzindo doenças transmitidas pelo solo para as plantas e, por consequência, às pessoas. O composto contribui com a redução dos impactos das mudanças climáticas, pois o solo rico em nutrientes é um “banco de carbono”, armazenando-o no solo retirando-o da atmosfera. O

processo de compostagem reduz a emissão de metano na atmosfera, um gás 25 vezes mais forte que o dióxido de carbono, que é produzido nos aterros e lixões a céu aberto (SOUZA, 2022).

### ***Desperdício dos resíduos orgânicos no Brasil***

O desperdício dos recursos naturais está enraizado em nossa sociedade, e a solução em escala mais fácil para o enfrentamento deste problema tão complexo foi a criação dos aterros sanitários, onde são depositados todos os rejeitos e resíduos derivados do consumo cada vez mais acelerado dos humanos. No Brasil, ainda impera a cultura dos aterros, que traz em seu cerne o modelo da economia linear na gestão dos resíduos, na contramão do que preconiza a Economia Circular, persistindo numa gestão ineficiente, onde os recursos naturais são desperdiçados. No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA, 2024) existem 700 aterros sanitários e 3.000 lixões, tendo sido 33 milhões de toneladas de resíduos descartados de forma inadequada em 2023.

Segundo o SNIS, no ano de 2022 (SNIS, 2023), 73,08% dos resíduos nos grandes centros urbanos do Brasil são encaminhados à aterros sanitários, e 14,06% aos lixões, geralmente percorrendo longas distâncias, sendo esta atividade considerada apenas uma disposição final e não um tipo de tratamento. Aterros deveriam receber somente os rejeitos, os resíduos (secos e orgânicos) devem ser tratados de forma adequada, por meio da reciclagem e compostagem ou da biodigestão. Este modelo tradicional, de recolher e encaminhar tudo misturado aos aterros e lixões, traz em sua concepção velhos conceitos da cultura da linearidade, por gerarem desperdício de recursos naturais e grandes emissões de CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub> na atmosfera, contribuindo diretamente com os efeitos das mudanças climáticas, produção de chorume que polui o solo e as águas. Essa “tecnologia antiquada” está na contramão das diretrizes da PNRS e do foco nos negócios sustentáveis, além de não envolver a população para ampliar a consciência socioambiental, estimulando o consumo e o descarte insustentável que impera no Brasil.

Segundo a Coalizão Clima e Ar Limpo, estima-se que 20% do metano antropogênico das emissões são causadas pela decomposição anaeróbica de alimentos e outros materiais orgânicos deixados em aterros sanitários, lixões a céu aberto e águas residuais. No entanto, faltam dados sobre as emissões de

metano provenientes de resíduos em muitos países (PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Climate and Clean Air Coalition, 2022), dificultando a mudança de políticas e o investimento na coleta e valorização de resíduos orgânicos como forma de mitigação das alterações climáticas.

A lógica da economia linear – que é um sistema em que os recursos são extraídos para fabricar produtos que rapidamente são descartados se tornando rejeitos ao serem encaminhados todos misturados aos lixões e aterros promovendo o desperdício – atua no sentido de extrair, transformar e descartar, desconsiderando o tempo para a reposição ou dos estoques dos recursos naturais (COSENZA; ANDRADE; ASSUNÇÃO, 2020).

O caminho pelo qual a gestão dos resíduos sólidos orgânicos deve avançar para que o desperdício e a redução das emissões sejam a prioridade dos sistemas de tratamento é necessário que a coleta seja fracionada em orgânicos, secos e rejeitos, sendo a parte orgânica utilize da tecnologia da biodigestão e/ou da compostagem, que representa uma tendência mundial por estar totalmente integrada à economia na concepção da Economia Circular. Mais de 83 milhões de toneladas de resíduos biológicos são reciclados todos os anos em todo o mundo, isso não apenas recicla macro nutrientes vegetais, mas também armazena carbono no solo e reduz o uso de fertilizantes e as emissões de gases de efeito estufa em 9 milhões de toneladas de dióxido de carbono, segundo o relatório Global Waste Management Outlook 2024.

### ***Desafios da Economia Circular na gestão dos resíduos orgânicos no Brasil***

Os desafios da compostagem nos grandes centros urbanos são ligados à separação na fonte, espaço físico, logística e mercado, que exigem estudos e adaptações junto às realidades locais (BRASIL, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017). O processo de compostagem em si praticamente não utiliza energia externa, pois a decomposição é a degradação dos resíduos orgânicos em partículas menores e em nutrientes, que são devolvidos ao meio e podem ser reaproveitados por outros organismos.

Em abril de 2024 o Ministério do Meio Ambiente e da Mudança do Clima anunciou o início da construção da Estratégia Nacional de Resíduos Orgânicos Urbanos, que tem como objetivo reduzir o desperdício dos alimentos, bem como potencializar a compostagem dos bio-resíduos, que reduzirá as emissões de metano, além de ampliar a produção de fertilizantes naturais. A partir

desta estratégia, o uso dos lixões e aterros será reduzido, além de estimular a agricultura urbana e agroecológica. Esta iniciativa é apoiada pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e pelo Instituto Pólis, que criou uma série de atividades envolvendo diversos setores do país para a valorização dos resíduos orgânicos.

Em 2022 foi fundada a Associação Brasileira de Compostagem (AB/Compostagem), que tem como desafio desviar os resíduos orgânicos dos aterros sanitários e lixões no âmbito nacional. Sendo assim, em maio de 2023 a ABC encaminhou 10 propostas ao Ministério do Meio Ambiente, sendo elas: 1. Melhorar técnicas de compostagem e agricultura urbana. 2. Regulamentação da atividade nas diferentes escalas praticadas (CNAE específico). 3. Universalizar a coleta em 3 frações em todos os municípios, como já exige o Decreto Federal 10.936/2022. Lei de Grandes Geradores. 4. Disponibilizar Linhas de financiamento para compostagem/Reciclagem de orgânicos. 5. Regulamentação da profissão (CBO – Classificação Brasileira de Ocupações). 6. Discutir a geração de Créditos de Carbono da atividade de coleta, compostagem e destinação do composto orgânico. 7. Evolução da legislação da gestão de envio de resíduos orgânicos em aterros (poda e orgânicos de cozinha). 8. Facilitar registro e Rever classificação do produto “Composto Orgânico”. 9. Estabelecer Mecanismos de logística reversa de resíduos orgânicos. 10. Incentivar o uso de composto orgânico em obras públicas e particulares.

No contexto brasileiro, apesar das inúmeras necessidades apontadas pela AB/Compostagem para crescimento deste setor, os sistemas de compostagem têm crescido nestes últimos anos, segundo AB/Compostagem, devido a políticas estaduais, por meio de consórcios, com investimento de editais do MMA – Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, da Caixa Econômica Federal, além da Sociedade Civil com financiamento internacional. Nas duas experiências brasileiras apresentadas resumidamente neste artigo, nota-se que o envolvimento da população, escolas, comércio são de fundamental importância, sendo necessário um forte e expressivo envolvimento de múltiplas ações de educação ambiental.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS (2022), o indicador médio de coleta per capita brasileiro é de 0,98 kg/hab./dia. Estima-se que em 2022 foram coletadas 63,8 milhões de toneladas por ano, com um gasto de 30,16 bilhões de reais por ano. Considerando que a porcentagem

dos resíduos orgânicos domiciliares chega a 45,3% (ABRELPE, 2020), caso fossem tratados adequadamente por meio de biodigestão ou compostagem poderiam se constituir numa base das abordagens de políticas públicas, para o planejamento e para os negócios sustentáveis, potencializar a Economia Circular.

O desperdício de alimentos é um problema generalizado no mundo, sendo 30% dos alimentos desperdiçados segundo (FAO, 2015). Recursos Naturais, água, solo, trabalho e energia são perdidos devido à ausência de políticas de regulamentação e incentivos fiscais contra o desperdício.

No Brasil existem 5.568 municípios e cerca de 5.000 deles têm até 50 mil habitantes, segundo AB/Compostagem, ao se considerar a quantidade de pessoas em relação a geração de resíduos urbanos, o tratamento dos resíduos domésticos orgânicos nessas cidades exige uma tecnologia razoavelmente simples de ser implantada, e requer uma eficiente aprendizagem social.

### ***Dados das emissões dos resíduos orgânicos***

Dados do Plano Nacional de Resíduos Sólidos informam que aproximadamente 45% dos resíduos sólidos urbanos são orgânicos, sendo encaminhados a aterros sanitários e lixões, sendo a segunda maior fonte de emissões de metano no país, de acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG). O Brasil é o quinto maior emissor global de metano, com potencial de efeito estufa 82,5 vezes maior que o do gás carbônico em um período de 20 anos. O país foi um dos mais de 155 signatários do “Compromisso Global do Metano”, pacto assinado na COP26, em 2021, para reduzir 30% das emissões de metano até 2030 em relação aos níveis de 2020.

Dois casos de sucesso em cidades brasileiras de grande porte no tratamento de resíduos orgânicos urbanos

Existem diversos municípios de grande porte que estão compostando seus resíduos orgânicos no Brasil, como Florianópolis/SC, Brasília/DF, São José do Rio Preto/SP, São José dos Pinhais/PR, os Consórcios no Ceará e Boa Vista/RR. Apresenta-se um breve resumo das experiências de Florianópolis, e de Brasília, que vem avançando positivamente em seus resultados, sendo ambos com diversas atividades que envolvem os cidadãos neste processo de

ampliação de consciência socioambiental.

O investimento em negócios de base sustentável torna-se uma necessidade, sendo que a indústria da compostagem tem grande atratividade, pois pode absorver 51,4% dos resíduos úmidos domiciliares dos centros urbanos, transformando-os em composto orgânico e biogás para serem comercializados junto aos produtores de alimentos (ABREU, 2013).

### ***Cidade de Florianópolis em Santa Catarina***

O êxito na gestão comunitária de resíduos orgânicos: o caso do projeto revolução dos baldinhos (PRB), capital social e agricultura urbana iniciado em 2008, influenciou o crescimento e desenvolvimento de políticas públicas que tem como objetivo ampliar o número de resíduos orgânicos compostados em Florianópolis.

Os serviços no município consistem em sistemas de coleta seletiva de resíduos orgânicos por meio de coletas em ponto de entrega voluntária, que coleta resíduos de poda, galhos, folhas e grama. O composto é utilizado em hortas e paisagismo, promovendo uma economia regenerativa, sendo responsável por realavancar a compostagem no Brasil pelas experiências de compostagem. As metas de desvio por tonelada estipuladas pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Florianópolis - PMGIRS de 2010, foram: 90% de desvio de resíduo orgânico e 60% do desvio dos secos até 2030. Em 2024, a meta foi de 24% para recicláveis secos, e atingiu 13,39%; e em relação aos recicláveis orgânicos, a meta era de 25% e foi atingida 4,69%.

Em relação aos resíduos orgânicos, a Companhia de Melhoramentos da Capital - Comcap não disponibiliza um serviço de grande escala para atender a demanda do município, e firmou parceria com a Associação Orgânica, uma organização da sociedade civil que atua há 20 anos prestando serviços de compostagem em um terreno fornecido por esta companhia. A Associação Orgânica, além de compostar os resíduos de pequenos restaurantes da região, também conta com a Comcap pelo uso do terreno, segundo o Observatório de Inovação Social de Florianópolis <https://observafloripa.com.br/issue/55>

Visando intensificar a coleta e tratamento adequado dos resíduos orgânicos urbanos, houve a implantação de um sistema de coleta em 6 etapas. A primeira foi o projeto a Revolução dos Baldinhos que promoveu a importância de sepa-

ração de orgânicos, a 2ª etapa foi adquirir os contentores do modelo europeu, de 120 litros, para que ele pudesse participar do serviço. A 3ª etapa foi adquirir os sacos compostáveis para os contentores, que é opcional. A 4ª etapa é uma capacitação com os zeladores, com os prestadores de serviços, serviços gerais, porque o zelador é aquela figura que organiza o depósito temporário de resíduos. A 5ª etapa é a participação dos moradores, porque o resíduo é gerado dentro das casas e essa coleta só dá certo se cada um dentro da sua casa fizer a separação do resíduo orgânico e levar até o depósito temporário do prédio para colocar lá no contentor marrom. A 6ª etapa foi a fiscalização. O serviço de coleta com contentores fez um mapeamento que apoiou a primeira etapa do processo, com todos os estabelecimentos que deveriam participar dessa coleta e com suas características.

Neste sentido é realizado um amplo trabalho de educação ambiental, para além daquelas abordagens da coleta de orgânico, em que há um trabalho de visitação no Centro de Valorização de Resíduos, o Circuito do Lixo e o Museu do Lixo, que recebe em torno de 6 mil pessoas ao ano para fazer esse trabalho de educação ambiental, além da formação de professores por meio do projeto Escola Lixo Zero, para levar o gerenciamento de resíduos e a compostagem com a educação ambiental para dentro das escolas.

Os indicadores mostram que em 2023 são recuperados 10,33% dos resíduos orgânicos passíveis de reciclagem, conforme a gravimetria e os dados quantitativos, segundo Comcap. Todo este trabalho só foi possível de ser ampliado com o apoio do Ministério do Meio Ambiente e do Fundo de Saúde Ambiental Caixa.

### ***Brasília (Distrito Federal)***

Segundo o Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal - SLU, a quantidade de resíduos orgânicos recebidos no Aterro Sanitário de Brasília pode chegar a 65% das cerca de 2 mil toneladas de resíduos aterradas diariamente.

Em Brasília, no Distrito Federal, a Lei nº 6.518, de 12 de março de 2020, tornou obrigatória a compostagem dos resíduos orgânicos para entidades públicas, privadas e condomínios residenciais e comerciais, definindo um cronograma progressivo para que esses geradores destinem seus resíduos orgânicos para tratamento por processos biológicos, como a compostagem. A meta é que, até junho de 2024, 100% dos resíduos orgânicos sejam tratados dessa forma. No primeiro semestre de 2023, o SLU processou mensalmente uma média de 25

mil toneladas de resíduos nas duas usinas de tratamento mecânico biológico (UTMBs) situadas na Asa Sul e no Plano Sul. Nesses locais, os resíduos da coleta convencional passam por triagem para a retirada dos recicláveis e rejeitos, enquanto a parte orgânica é triturada para a produção do composto. O material produzido é doado para produtores rurais do Distrito Federal, em parceria com a Emater-DF.

O Serviço de Limpeza Urbana (SLU) desenvolveu um modelo de Composteira doméstica para condomínios utilizarem como referência, sendo um equipamento de implementação fácil e de baixo custo, que permite o tratamento sustentável e ambientalmente correto de resíduos orgânicos utilizando-se de pouco espaço e reduzindo a destinação de orgânicos para grandes geradores, cabendo os custos da implementação caso seja público será da prefeitura, e em áreas privadas será da associação ou grupo de moradores do condomínio que deseja a instalação.

Desde maio de 2024 existe uma quadra comercial considerada “Lixo Zero”, conhecida como Rua dos Restaurantes, a CLS 404/405 reconhecida como referência pelo SLU na gestão de resíduos gerados no comércio local.

### ***Legislações nos âmbitos federal, estadual e do município de São Paulo, ligado aos resíduos orgânico***

Visando compreender como se deu a evolução das legislações, mecanismos e instrumentos referentes a gestão dos resíduos orgânicos no Brasil foi realizado em levantamento de busca por meio das palavras “biodigestão, compostagem e composto” no âmbito federal, do estado de São Paulo e do município de São Paulo, propiciando uma análise da evolução do reconhecimento desta tecnologia sustentável de tratamento adequado dos resíduos orgânicos urbanos nas três esferas governamentais.

Devido à pouca referência do termo biodigestão, nos quadros 2 e 3, somente foram destacadas as palavras compostagem e composto.

*No âmbito Federal:*

No âmbito federal foram levantadas 9 referências de legislações, decretos e planos relacionados à gestão dos resíduos em especial aos orgânicos, de 2006 a 2024 (Quadro 1).

Quadro 1 | Legislação Federal, em relação à gestão dos resíduos orgânicos urbanos

Período	Legislação federal	Número de páginas do documento	Número de citações biodigestão, compostagem e composto
2006 a 2010	Lei Federal nº 12.305 em 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).	23	Biodigestão 0. Compostagem 2. Composto 1.
2016 a 2020	PDF 3ª edição da PNRS, 2010 publicada em 2017 pela Camara Federal	77	Biodigestão 0. Compostagem 2. Composto 5.
	Conama estabeleceu critérios para garantir controle e qualidade nos processos de compostagem dos resíduos orgânicos. <a href="https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-conama-481-17.pdf">https://agencia.baciaspcj.org.br/docs/resolucoes/resolucao-conama-481-17.pdf</a>	4	Biodigestão 0. Compostagem 24. Composto 10.
	Na instrução normativa 61, de 08/07/2020 do serviço público federal – MAPA Min. da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.	33	Biodigestão 0. Compostagem 1. Composto 22.
	Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020 – Marco Legal do Saneamento Básico.	33	Biodigestão 0. Compostagem 2. Composto 0 vezes.
2021 a 2024	Decreto Federal Nº 11.043, de 13 de abril de 2022 – PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos.	188	Biodigestão 6. Compostagem 22. Composto 20.
	Dezembro de 2021, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Visão Geral ano de referência 2020 – Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.	51	Biodigestão 0. Compostagem 13. Composto 0.
	Decreto 10.936 de 12 janeiro de 2022, que regulamenta lei 12.305 PNRS. Trazendo a responsabilidades dos geradores e no capítulo 2 sobre Coleta Seletiva estabelece separação no mínimo em 3 frações: secos, orgânicos e rejeitos.	10	Biodigestão 0. Compostagem 1. Composto 0.

2021 a 2024	Decreto 12.082 de 27 de junho de 2024 institui a Estratégia Nacional de Economia Circular, com a finalidade de promover a transição do modelo de produção linear para uma economia circular, de modo a incentivar o uso eficiente dos recursos naturais e das práticas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva. Considera-se economia circular o sistema econômico de produção que mantém o fluxo circular de recursos e associa a atividade econômica à gestão circular dos recursos, por meio da adição, retenção ou recuperação de seus valores, e que se baseia nos princípios da não geração de resíduos, da circulação de produtos e materiais e da regeneração, contribuindo diretamente com o negócio da compostagem.	1	Biodigestão 0. Compostagem 0. Composto 0.
----------------	---	---	---

Fonte: Borba, 2024.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal número 12.305/2010, atribui aos municípios a disposição final de rejeitos em aterros sanitários, a realização de coleta seletiva, biodigestão e compostagem, dentre outras possibilidades. Há uma diversidade de práticas para a solução do complexo problema na gestão dos resíduos como propor diferentes coletas, processos de tratamento para distintos tipos de resíduos, tal qual observado no cenário internacional.

De acordo com a PNRS, os resíduos sólidos devem ser previamente segregados na fonte geradora para as coletas seletivas conforme sua constituição ou composição e coletados pelo titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Segundo o decreto federal 10.936 de 2022, a coleta deverá, ainda, estabelecer, no mínimo, a separação de resíduos em três frações: secos (plásticos, vidros, metais e papéis), úmidos (orgânicos) e rejeitos; e para cada tipo de resíduos será disponibilizado tratamento diferenciado. Essa normativa está ligada à solução do problema e traz conceitos de inovação conectada à complexidade da gestão integrada dos resíduos sólidos, sendo reforçada pelo Decreto 10.936 de 12 de janeiro de 2022 regulamentando a lei 12.305 da PNRS, 2010.

Como podemos observar, no quadro 1, a evolução do tema “compostagem” nas legislações (leis e decretos) de âmbito federal, assim como em outros documentos de referência, tais como o Plano Nacional de Resíduos Sólidos de 2022 e o Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos produ-

zido pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Visão Geral (2020) trazem mais avanços à temática da compostagem, do que a da biodigestão. Isso demonstra uma evolução como solução adequada ao tratamento dos resíduos orgânicos urbanos, desde que sejam separados na fonte. Este sistema de tratamento está aliado à fixação de carbono no solo e à redução de emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Vale ressaltar a meta 4 do PLANARES, que compreende as rotas tecnológicas da compostagem e da digestão anaeróbia. Projetou-se a recuperação da fração orgânica em 13,5% até 2040, tendo como indicador que todos os municípios brasileiros devem ter alguma iniciativa de valorização de resíduos orgânicos, como coleta seletiva de orgânicos, compostagem e digestão anaeróbia em escala piloto, unidades de tratamento mecânico-biológico, dentre outros, até 2040.

Outro fator de relevância neste processo de valorização deste tema foi a classificação da compostagem de resíduos urbanos orgânicos segregados na fonte como “classe A”, por meio da instrução normativa 61, de 08 de julho de 2020 do serviço público federal Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA – e da Secretaria de Defesa Agropecuária, o que corrobora com a valorização do composto e abre espaço para mercado de fertilizantes orgânicos.

Apesar de muitos documentos fazerem referência à criação de fundos e incentivos fiscais para apoiar os municípios, além da criação de programas e materiais educativos e técnicos, que subsidiem os municípios a efetivarem este sistema em seus territórios, poucos recursos foram viabilizados por meio de editais do MMA, do Fundo Socioambiental da Caixa Econômica Federal e do Banco do Brasil para capitais, e praticamente nada para os pequenos municípios.

Cabe destacar que o decreto 12.082, 2024 que institui a Estratégia Nacional de Economia Circular, com a finalidade de promover a transição do modelo de produção linear para uma economia circular, poderá impulsionar os negócios da compostagem no Brasil, bem como reduzir o desperdício de alimentos.

### No âmbito do Estado de São Paulo

Em relação aos resíduos orgânicos no âmbito do estado de São Paulo foram levantadas 4 referências de legislações, decretos e resoluções relacionados à gestão dos resíduos, de 2006 a 2024, sendo a busca somente das palavras “compostagem e composto”.

*Quadro 2 | Legislação do Estado de São Paulo, em relação a gestão dos resíduos orgânicos urbanos*

Período	Legislações do Estado de SP	Número de páginas do documento	Número de citações compostagem e composto
2006 a 2010	Lei Estadual 12.300 de 16/03/2006 PERS – Política Estadual de Resíduos Sólidos.	12	Compostagem 2. Composto 0.
	Decreto nº 54.645, de 05 de agosto de 2009, que regulamenta a PERS.	7	Compostagem 0. Composto 0.
2011 a 2015	Decreto nº 57.817, de 28 de fevereiro de 2012, que institui, o programa estadual de implementação de projetos de resíduos sólidos.	2	Compostagem 0. Composto 0.
2016 a 2020	A resolução SIMA nº 69, de 08 de setembro de 2020, dispõe sobre a dispensa de licenciamento ambiental das atividades de compostagem e vermicompostagem. <a href="https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/262/2022/07/2020resolucao_sima_069_2020.pdf">https://smastr16.blob.core.windows.net/legislacao/sites/262/2022/07/2020resolucao_sima_069_2020.pdf</a>	3	Compostagem 22. Composto 3.
2021 a 2024	-----	-----	-----

Fonte: Borba, 2024.

Como podemos observar no Quadro 2, há poucos avanços quanto à evolução do tema da compostagem no Estado de SP de 2006 a 2020. O termo “compostagem” aparece duas vezes na PERS de 2006, porém em seus decretos posteriores de 2009 e 2012 não há qualquer menção ao tema. O avanço observado foi em relação à resolução SIMA 69 de 2020, que possibilitou a instalação de pequenos pátios de compostagem em áreas urbanas, sem necessitar de licenciamento ambiental. Isso facilitou o desenvolvimento de pequenos negócios ligados ao mercado da compostagem. Cabe destacar o papel de articulação da sociedade civil e da Mandata Ativista da ALESP (2019 a 2022),

junto a CETESB, na busca de solução para este entrave, que prejudicava iniciativas de pequeno porte em prol da Economia Circular ligada a cadeia de resíduos orgânicos urbanos.

### **No âmbito do município de São Paulo**

Foram levantadas 14 referências de legislações, decretos e resolução, no quadro 3, relacionados à gestão dos resíduos, em especial aos orgânicos, de 2006 a 2024 no município de São Paulo, por meio da busca das palavras compostagem e composto.

*Quadro 3 | Legislação do município de São Paulo, em relação a gestão dos resíduos orgânicos urbanos*

Período	Legislação municipal	Número de páginas do documento	Número de citações compostagem e composto
2000 a 2005	Lei 13.478 de 30 de dezembro de 2002 – Taxa para resíduos, e todos os Grandes Geradores de Resíduos Sólidos (RGG), ou seja, estabelecimentos comerciais que geram mais de 200 litros de lixo por dia deverão contratar uma empresa responsável para a execução dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados, mantendo via original do contrato à disposição da fiscalização, Artigo 141.	53	Compostagem 0. Composto 0.
	Lei 13.522/2003 Instituição da Taxa do Lixo na cidade de São Paulo.	5	Compostagem 0. Composto 0.
2006 a 2010	Lei 14.723/2008 – Programa de Aproveitamento de Madeira de Podas de Árvores – PAMPA. Apesar de não aparecer a palavra “compostagem” o programa traz o conceito de reaproveitamento, que faz parte da definição do processo da compostagem.	2	Compostagem 0. Composto 0.
	Lei Municipal nº 14.993 (2009) Política Municipal de Mudança do Clima.	19	Compostagem 0. Composto 0.

2000 a 2005	Lei 13.478 de 30 de dezembro de 2002 – Taxa para resíduos, e todos os Grandes Geradores de Resíduos Sólidos (RGG), ou seja, estabelecimentos comerciais que geram mais de 200 litros de lixo por dia deverão contratar uma empresa responsável para a execução dos serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos gerados, mantendo via original do contrato à disposição da fiscalização, Artigo 141.	53	Compostagem 0. Composto 0.
	Lei 13.522/2003 Instituição da Taxa do Lixo na cidade de São Paulo.	5	Compostagem 0. Composto 0.
2006 a 2010	Lei 14.723/2008 – Programa de Aproveitamento de Madeira de Podas de Árvores – PAMPA. Apesar de não aparecer a palavra “compostagem” o programa traz o conceito de reaproveitamento, que faz parte da definição do processo da compostagem.	2	Compostagem 0. Composto 0.
	Lei Municipal nº 14.993 (2009) Política Municipal de Mudança do Clima.	19	Compostagem 0. Composto 0.
2011 a 2015	Decreto 54.991 de 2 de abril de 2014 – PGIRS Plano de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos da cidade de São Paulo.	312	Compostagem 242. Composto 128.
	Decreto nº 55747 DE 03/12/2014 – PEACS Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social em Resíduos Sólidos do Município de São Paulo 2014/2033.	25	Compostagem 11. Composto 4.
	Plano de Metas de SP 2013 a 2016 – versão final participativa Objetivo 15: meta 92. Promover a compostagem dos resíduos sólidos orgânicos provenientes das 900 Feiras Livres Municipais e dos serviços de poda da cidade.	26	Compostagem 1. Composto 0.

Fonte: Elaborado por Borba, 2024.

O quadro 3 mostra que em relação ao tema “compostagem”, pouco se evoluiu face à demanda do município e das orientações do PGIRS, 2014.

A partir de 2008, o PAMPA – Programa de Aproveitamento de Madeira de Podas de Árvores, destinado aos grandes geradores, incluindo setor público, não se efetivou até a atualidade, sendo a maior parte descartada em aterros. Em 2009, a Política Municipal de Mudança Climática faz menções à compostagem na perspectiva de que este sistema de tratamento dos resíduos urbanos orgânicos apresenta, por sua vez, significativa diferença quanto às emissões de metano se comparada aos valores do aterro sanitário, que emitem uma quantidade aproximadamente 10 vezes menor, segundo estudo realizado

pela EMBRAPA (INÁCIO, 2010).

No PGIRS – Plano de Gestão de Resíduos Sólidos do Município de São Paulo de 2014 – documento de 312 páginas, no qual a palavra “compostagem” aparece 242 vezes no documento, ou seja, é um plano que traz com muito destaque a necessidade de tratar adequadamente os resíduos urbanos orgânicos, que representam 51% dos resíduos urbanos. O plano contou com forte participação popular, mobilizada pela realização da IV Conferência Municipal de Meio Ambiente, que trouxe inúmeros e importantes subsídios e diretrizes ao processo, dentre eles a valorização da fração orgânica dos resíduos urbanos e a necessidade de investir em educação, mobilização social e mecanismos diversificados de logística para efetivar a compostagem em inúmeros níveis de abrangência. Apesar de São Paulo ter um histórico de experiências desastrosas com o manejo inadequado dos resíduos na antiga Usina de Compostagem da Vila Leopoldina entre 1974 e 2004, diversos coletivos ambientalistas, ONGs, Universidades e ativistas de São Paulo foram inspirados pela iniciativa desenvolvida no Município de Florianópolis, por meio da implementação de uma política de gestão e reciclagem de resíduos urbanos orgânicos nascida do projeto “Revolução dos Baldinhos”, que influenciou o PGIRS de São Paulo.

Acompanhando o PGIRS, foi desenvolvido o PEACS – Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social em Resíduos Sólidos do Município de São Paulo 2014/2033 – porém não foi implantado devido à falta de interesse dos governos que o sucederam.

Desde 2019 até agosto de 2024 está em tramitação o PL 0410/2019, tendo como um de seus eixos a compostagem como um processo adequado para a destinação de resíduos orgânicos. Este projeto de lei determina ações que incentivam a compostagem doméstica, reduzindo o volume de resíduos orgânicos, motivando o uso do composto, por meio da gestão comunitária e de cooperativas, criando hortas e sistemas agroflorestais para produção de alimentos, porém até hoje não foi colocado em votação na Câmara Municipal de São Paulo.

Em relação aos Planos de Metas de São Paulo referente ao período 2009 a 2012 (São Paulo, 2012), não há nenhuma menção em relação aos resíduos orgânicos, porém a partir de 2013 eles começam a ser identificados conforme o quadro 3, nos períodos de 2013-2016 (São Paulo, 2013a), 2017-2020 (São Paulo, 2013b), sendo cumpridas parcialmente. Em 2021-2024 não há nenhuma men-

ção à compostagem dos resíduos orgânicos paulistanos. No caso da meta 69, que apresenta o cumprimento a meta em reduzir em 600.000 toneladas a quantidade de resíduos enviados aos aterros, não há cálculos e nem demonstrativo de como alcançaram este resultado ([https://programademetas.prefeitura.sp.gov.br/?page\\_id=205](https://programademetas.prefeitura.sp.gov.br/?page_id=205)).

Observa-se que o município de São Paulo dispõe de legislações que impulsionam a compostagem na cidade, porém a partir das gestões de 2017, não se observa vontade política para implementar as metas da gestão dos resíduos orgânicos do PGIRS, 2014. Em 2022 ocorreu uma reforma administrativa de relevância em que foi a extinção da AMLURB – Autoridade Municipal de Limpeza Urbana, que fazia a gestão do PGIRS, monitorando a avançando nas metas definidas. E neste mesmo ano foi criada a SELIMP – Secretaria de Limpeza Integrada às Subprefeituras, que é responsável pelo contrato dos indivisíveis, porém as atribuições da AMLURB, bem como suas informações de anos foram perdidas, enfraquecendo a gestão dos resíduos na cidade de São Paulo.

Em 2004, o contrato de concessão da gestão dos resíduos sólidos na cidade de São Paulo por 20 anos foi assinado no valor de 10 bilhões, fora os reajustes no período. O atual contrato de concessão já fechado em junho de 2024, sem licitação, com as mesmas empresas Loga e EcoUrbis por mais 20 anos, irá custar 80 bilhões aos cofres públicos, sendo que esta renovação não apresentou o plano de gestão para esses próximos 20 anos, mesmo com a vigência do PGIRS, que não é respeitado. Apesar de representação junto ao Ministério Público, solicitando que o plano atendesse Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, lei 12.305/2010), o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares, decreto 11.043/2022) e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS, decreto municipal 54.991/2014), esta concessão já foi efetivada e não atenderá às diretrizes e estratégias estabelecidas pelo PGIRS, 2014.

### ***Análise da Evolução das legislações em prol da Compostagem***

Existem diversas iniciativas nas legislações nas três esferas de gestão. No âmbito federal o PLANARES exige que as coletas dos resíduos sejam executadas no mínimo em 3 frações (secos, orgânicos e rejeitos) e exige compostagem de 13,5% até 2040. No estado de São Paulo a resolução SIMA 069 de 2020 possibilitou a instalação de pequenos pátios de compostagem em áreas urbanas, sem demandar licenciamento ambiental. E no município de São Paulo

o PGIRS, 2014 com ações previstas para o tratamento adequado dos resíduos orgânicos em relação à gestão dos resíduos sólidos. Entretanto, os avanços desde 2010, são insatisfatórios para o crescimento dos negócios vinculados à cadeia da compostagem no Brasil.

Segundo a Associação Brasileira de Compostagem, existem inúmeros desafios para se efetivar a Economia Circular dos resíduos orgânicos urbanos, sendo prioritário que o governo federal: regulamente a produção e comercialização; a regulamente a profissão (CBO – Classificação Brasileira de Ocupações); o CNAE específico; a geração de Créditos de Carbono da atividade de coleta, compostagem e destinação do composto orgânico; a revisão da classificação do “composto orgânico”, trazendo regras para a rotulagem do composto como um produto, estimulando parcerias entre governos, associações, universidades e iniciativa privada na busca de melhorar os processos e produtos certificando-os.

Caso o governo federal equacione legislações e demais demandas trazidas pela AB/Compostagem, na perspectiva de fortalecer a cadeia de negócios da compostagem, este processo irá refletir nas legislações estaduais e municipais, criando oportunidades para a Economia Circular ligada aos resíduos orgânicos urbanos se desenvolva localmente, trazendo inúmeros benefícios.

### **Considerações Finais**

No Brasil, apesar da elaboração de inúmeras legislações em prol do “setor da compostagem dos resíduos orgânicos”, pouco se avançou frente ao seu potencial. Na perspectiva de efetivação deste mercado no Brasil, a Associação Brasileira de Compostagem vem dando grandes contribuições junto a atual gestão do governo federal.

A realidade do impacto negativo das emissões dos aterros e lixões que contribui para a emergência climática que vivemos na atualidade, podem potencializar a mudança na gestão dos resíduos orgânicos. Estes poderiam ser compostados para nutrir nossos solos ampliando sua biodiversidade, fixando carbono e intensificando a produção de alimentos, reduzindo o uso de fertilizantes químicos, além de gerar empregos verdes.

Outros fatores de relevância a serem considerados para o impulsionamento do negócio da compostagem e da biodigestão dos resíduos orgânicos urba-

nos no Brasil são: a meta de tratamento adequado dos resíduos orgânicos definida no PLANARES, 2022 de 13,5% até 2040, e o Decreto de Economia Circular de junho de 2024.

Apesar dos contratos de concessão terem se tornados mais fortes do que as políticas públicas, como se observa claramente no caso da cidade de São Paulo, é necessário que o poder público retome seu papel junto à iniciativa privada de orientar a execução dos serviços prestados na gestão dos resíduos, alinhados às práticas de Economia Circular, conforme determina o Decreto 10.936 de 12 janeiro de 2022, que regulamenta lei 12.305 PNRS e estabelece, no capítulo 2 sobre Coleta Seletiva, a separação no mínimo em 3 frações: secos, orgânicos e rejeitos, prejudicando o bom andamento da PNRS, ou seja, é mais do que necessária a mudança no modelo de negócio desse setor no Brasil, trazendo soluções com foco na sustentabilidade.

## **Referências**

- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, v. 1, p. 52, 2020.
- ABREU, J. A. **Gestão Comunitária de Resíduos Orgânicos**. [s.l: s.n.], 2013.
- BECKER, F. G. et al. **What a Waste 2.0 do World Bank Group**. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050 Urban Development Series. NW, Washington, DC: [s.n.], 2018.
- BESEN, G. R.; FREITAS, L.; JACOBI, P. R. **Política nacional de resíduos sólidos: implementação e monitoramento de resíduos urbanos**. São Paulo: IEE USP: OPNRS, 2017.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos** – Manual de orientação. Brasília/DF: MMA, 2017.
- BRÁSÍLIA/DF. Sites consultados em 25/10/2024 <https://www.sl.u.df.gov.br/compostagem-e-alternativa-sustentavel-para-tratar-residuos-organicos/> <https://www.sl.u.df.gov.br/faq/>
- COSENZA, J. P.; ANDRADE, E. M. de; ASSUNÇÃO, G. M. de. **Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. e16147, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/geas/article/view/16147>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- CSEH, A. **Mapeamento do campo da gestão dos resíduos orgânicos na cidade de São Paulo**, 2019.
- CSEH, A. e DIAS, S. L. F. G. **Histórico da gestão de resíduos sólidos orgânicos no município de São Paulo: aterrar, queimar ou aproveitar? Agendas locais e globais da sustentabilidade: ciência, tecnologia, gestão e sociedade**. Tradução. São Paulo: Blucher, 2022. p. 199-222. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/9786555501551>. Acesso em: 06 ago. 2024.
- DE PASCALE, A. et al. **A systematic review for measuring circular economy: the**

- 61 indicators.** J Clean Prod. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124942>
- FAO (Food and Agriculture Organization). **Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.** <http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>
- FAO (Food and Agriculture Organization). Save Food: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome. <http://www.fao.org/save-food/news-and-multimedia/news/news-details/en/c/1105834/>.
- HOWARD, Albert, Sir, 1873 -1947. **Um testamento Agrícola.** Expressão Popular, 2012.
- JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade.** Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011.
- KASA, Silpa, Lisa Yao, Perinaz Bhada-Tata, and Frank Van Woerden. 2018. **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.** Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1329-0.
- KRUGLIANSKAS, I. RIBEIRO, F. M. **A Economia Circular no contexto europeu: Conceito e potenciais de contribuição na modernização das políticas de resíduos sólidos.** Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo, 2014.
- LEI Nº 6518 DE 12/03/2020. Dispõe sobre a obrigatoriedade de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos no Distrito Federal por processos biológicos.**
- MMA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** MMA Publicações, p. 103, 2012.
- MMA. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos.** p. 187, 2022.
- PINTO, T. de P. **Reduzindo Aterros, sem Lixões, Resíduos devem gerar trabalho e renda com recuperação de materiais para Economia Circular.** In Besen, G.R.; Jacobi, P.R; Silva, L.S. (org). 10 anos da Política Nacional de Resíduos Sólidos; Caminhos e Agendar para um Futuro Sustentável. Pgs. 122 a 139. Doi: 10.11606/9786588109076. IEE/OPNRS, São Paulo, 2021
- PNUMA – Coalizão Clima e Ar Limpo <https://www.ccacoalition.org/> consultado em 6/8/2024

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Guia Prático de Compostagem Doméstica**. [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/subpreituras/Guia%20Compostagem%20FinalFinal%20\(1\)\(2\)\(1\).pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/subpreituras/Guia%20Compostagem%20FinalFinal%20(1)(2)(1).pdf) Acesso em 16 de julho de 2024.

SÃO PAULO (Cidade). **Agenda 2012: programa de Metas da cidade de São Paulo 2009-2012**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2012.

SÃO PAULO (Cidade). **Planeja Sampa: Programa de Metas da cidade de São Paulo 2012-2016**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2013a.

SÃO PAULO (Cidade). **Planeja Sampa: Programa de Metas da cidade de São Paulo 2017-2020**. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, 2013b.

SILVA, KATIA C. C.; CONTRERA, R. C. **Tratamento – Biometanização ou Digestão Anaeróbica da Matéria Orgânica**. Syria Studies, v. 7, n. 1, p. 37–72, 2015.

SNIS. **Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – ano base 2022**. Ministério do Desenvolvimento Regional, Secretaria Nacional de Saneamento. s10163- 019-00960-z

SOUZA, Tatiane Pereira. **Tratamento do lodo de esgoto por compostagem: uso agrícola do composto e a redução da emissão de gases de efeito estufa**. 2022. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Escola de Artes, Ciências e Humanidades, University of São Paulo, São Paulo, 2022. doi:10.11606/D.100.2022.tde-20052022-092239. Acesso em: 2024-11-20.

**Tendências em gestão de resíduos sólidos**. Disponível em: <[https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends\\_in\\_solid\\_waste\\_management.html](https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html)>. Acesso em: 20 ago. 2022.

UNEP. **Beyond an Age of Waste – Global Waste Management Outlook 2024** [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global\\_waste\\_management\\_outlook\\_2024.pdf?sequence=3](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global_waste_management_outlook_2024.pdf?sequence=3) Consultado em 23/6/2024

UNITED Nations Environment Programme (2024). **Global Waste Management Outlook 2024: Beyond an age of waste – Turning rubbish into a resource**. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/44939>

VIEIRA, V. H. A. de M. **Impactos ambientais do ciclo de vida da fração orgânica**

**dos resíduos sólidos urbanos e o caso da Região Metropolitana de São Paulo.** Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Santo André, 2018.

WEBSTER, K. **The circular economy: a wealth of flows.** United Kingdom: Ellen MacArthur Foundation Publishing, 2015.

## Capítulo 9

# MODELOS DE NEGÓCIO PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS BASEADOS NOS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR

Luciana Harue Yamane, Luciana Contador, Genyr Kappler,  
Suzana das Neves Silva e Lúcia Helena Xavier

### **INTRODUÇÃO**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada pelo Decreto Federal nº10.240/2020 estabelece metas e prazos para o estabelecimento do sistema de logística reversa (SLR) de resíduos eletroeletrônicos (REEE) no Brasil. Segundo o Decreto, a meta é coletar e destinar volumes gradativos variando de 1% (em 2021) até 17% (em 2025) relativo ao peso dos produtos eletroeletrônicos colocados no mercado interno em relação ao ano-base de 2019. O sistema de logística reversa é composto por uma complexa rede de agentes que devem atuar de forma coordenada e segundo o princípio da responsabilidade compartilhada. Importante destacar que o decreto substituiu o Acordo Setorial assinado em 2019, com a definição de metas e prazos para a implementação do sistema de logística reversa.

Dentre os agentes nomeados na PNRS estão: produtores, distribuidores, importadores, comerciantes e consumidores. Para além desses, associações

e cooperativas de catadores, assistências técnicas, empresas integradoras e agentes fiscalizadores também possuem responsabilidades específicas. O grau de comprometimento de cada um dos agentes, bem como a capacidade de documentação e rastreabilidade dos processos, são fundamentais para a efetividade e acompanhamento do SLR de REEE.

Nesse sentido, setores empresariais como, por exemplo, transporte, gestão de resíduos perigosos e não perigosos, plataformas de gerenciamento de dados e recicladoras atuam de modo complementar para prover produtos e serviços pertinentes ao ecossistema da gestão de REEE, configurando diferentes modelos de negócio.

No âmbito do Projeto RECUPER3, desenvolvido pelo Centro de Tecnologia Mineral (CETEM), cujo objetivo é identificar e avaliar o potencial das rotas de circularidade na recuperação de materiais secundários provenientes da mineração urbana de resíduos eletroeletrônicos no Brasil, foram identificados e avaliados seis modelos de negócio para a gestão e o gerenciamento de REEE no Brasil.

A avaliação considerou as características dos modelos de negócio identificados conforme as diretrizes de economia circular padronizados pela série 59.000 da *International Organization for Standardization* (ISO). Além disso, descreveu a atuação dos agentes em cada um dos modelos de negócio e o potencial de cada um em relação ao arcabouço legal e normativo brasileiro, evidenciando as lacunas e o potencial de desenvolvimento do sistema de logística reversa de REEE.

### **1.1. Princípios da economia circular**

A economia mundial é predominantemente baseada em um modelo linear de produção e consumo. A extração de recursos naturais, uso de combustíveis fósseis e descarte de produtos ao final de sua vida útil em aterros sanitários ou até mesmo de forma irregular em “lixões” levou a sérios problemas socioambientais de proporções globais. Mudanças climáticas, perda da biodiversidade, contaminação de solo, água e ar; esgotamento de fontes de recursos naturais, erosão e redução da fertilidade do solo são apenas alguns exemplos dos problemas causados pelos processos da economia linear (Sariatli, 2017; Jørgensen et al., 2018; Simas et al., 2022; Voukkali et al., 2023; Tiwi & Mohammed, 2024).

Para atingir as metas do Acordo de Paris e garantir recursos naturais para as futuras gerações será necessária uma profunda transformação nos modos de produção e consumo, possível através da adoção de práticas de economia circular (Economics Material, 2018).

Em contraponto ao padrão linear de “extrair, usar, descartar”, a economia circular é baseada no reuso e na regeneração dos recursos. No Brasil, a Estratégia Nacional de Economia Circular, instituída pelo Decreto Federal nº12.082/2024, define a economia circular como:

“o sistema econômico de produção que mantém o fluxo circular de recursos e associa a atividade econômica à gestão circular dos recursos, por meio da adição, retenção ou recuperação de seus valores, e que se baseia nos princípios da não geração de resíduos, da circulação de produtos e materiais e da regeneração.”

No intuito de fomentar a transição de uma economia linear para uma economia circular, a ISO elaborou uma série de normas com diretrizes para a economia circular. De acordo com a ISO 59.004, as ações na gestão de fluxo de material podem ser classificadas em:

- Aproximação de fluxo de recursos (**narrowing**) – redução de material que entra no fluxo (substituição, redução de quantidade de material na fabricação de peças, partes, componentes);
- Desaceleração do fluxo de recursos (**slowing**) – manutenção do recurso no fluxo pelo maior tempo econômica e tecnicamente possível (extensão de vida do produto, seus componentes e/ou materiais);
- Fechamento ou final do fluxo de recursos (**closing**) – sistemas e processos para recuperação de material/recurso secundário que pode entrar em um novo fluxo.

É importante ressaltar que a economia circular vai além de uma economia que contemple a reciclagem ao final de vida do produto. De fato, a reciclagem é a última das opções de retenção de valor da economia circular, conhecidas

como os múltiplos “R’s”. Quanto menor a ciclagem (círculos menores), percebe-se maior eficiência dos processos circulares, correspondendo às opções de reuso, reparo, recondicionamento e remanufatura. Enquanto os círculos maiores, correspondentes aos processos destrutivos, como reciclagem de materiais, podem resultar em maior consumo de energia e materiais.

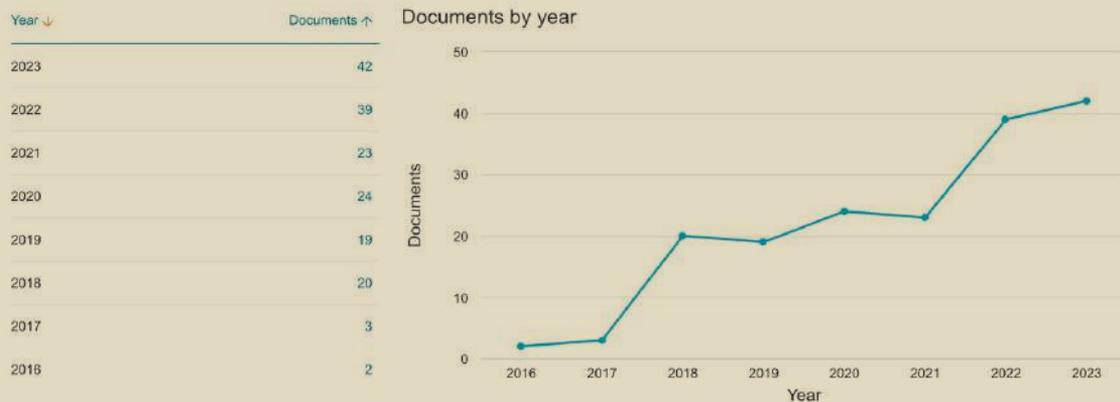
As opções de recuperação, adição e retenção de valor incluem processos como: recusar, reduzir, reutilizar, reparar, remanufaturar, recondicionar, repropor, recuperar e reciclar, todos conceitos relacionados à economia circular. O conceito de reminerar (do inglês, *re-mine*) é descrito como a recuperação de materiais após o aterro, a partir de processos de canibalização, mineração de aterro ou mineração urbana (Reike et al., 2018). As soluções fornecidas podem ser entendidas como rotas de circularidade para a recuperação de valor por meio da extensão da vida útil em processos não destrutivos (por exemplo, reutilizar, reformar e remanufaturar) ou pela recuperação de material ou energia por processos destrutivos (reciclagem por processamento mecânico, químico ou físico).

No atual modelo econômico global, a economia circular busca reduzir o desperdício, prolongar a vida útil dos materiais, mantendo o maior valor possível, projetar produtos para que os materiais sejam reciclados de volta à economia e regenerar a natureza. Para migrar da economia linear para a economia circular, alinhado aos princípios supracitados, um novo horizonte envolve o ajuste dos modelos de negócio existentes e o surgimento de novos modelos de negócio para economia circular.

### **1.2. Modelos de negócio para economia circular**

O termo “modelo de negócio para economia circular” (da tradução de “*circular economy business model*”) foi citado pela primeira vez em 2016, segundo a base de dados Scopus, aumentando progressivamente as publicações, totalizando 172 documentos até 2023, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 | Resultado da busca por “circular economy business model” na base de dados Scopus até 2023



A Figura 1 torna evidente o crescimento de publicações sobre modelos de negócio para economia circular, refletindo a importância que o tema tem ganhado nos últimos anos, e envolvendo, inclusive, diferentes setores, como o da construção civil (Zhuang *et al.*, 2023) e naval (Scipioni *et al.*, 2023), além do setor de manufatura de equipamentos elétricos e eletrônicos (Pollard *et al.*, 2023; Bhattacharjee *et al.*, 2023).

Nesse sentido, Scholtysik *et al.* (2023) defendem a integração dos princípios da economia circular desde a concepção dos produtos, a exemplo da modularidade de equipamentos elétricos e eletrônicos, destacando a importância do design orientado para os múltiplos R's na criação de “produtos circulares”.

Adicionalmente, a pesquisa de Pollard *et al.* (2023) reforça as diversas oportunidades de criação e captura de valor para os fabricantes de equipamentos elétricos e eletrônicos que incorporarem modelos de negócio circulares, ao adotar atividades de reparo, remanufatura, e recondicionamento, por exemplo, reduzindo custos com insumos e gestão de resíduos.

No entanto, uma extensa revisão de literatura realizada por Hunger *et al.* (2024), que analisou o grau de circularidade no comportamento do consumidor em relação ao manejo de REEE, mostrou que dentre os 9R's, ações alinhadas ao conceito *slowing* como reparo, remanufatura e recondicionamento

ainda são incipientes.

Bhattacharjee *et al.* (2023) elencam diversos fatores que, de forma geral, podem ser considerados críticos para uma transição de sucesso do setor de equipamentos eletroeletrônicos para economia circular em países emergentes, tais como necessidade de equipes qualificadas e sustentabilidade financeira do negócio.

### **1.3. Importância da estruturação dos modelos de negócio vigentes no Brasil para a gestão de REEE**

O modelo de mercado e consumo, incluindo o setor de eletroeletrônicos, propiciou o surgimento de um fluxo contínuo e crescente de geração de resíduos que demandam um mercado especializado para realizar sua gestão. A relevância e importância da organização e estruturação de modelos de negócio para economia circular para gerir os REEE no Brasil se justificam por motivos ambientais, econômicos e sociais, devendo respeitar critérios legais e técnicos.

Os REEE podem apresentar em sua composição elementos como metais pesados e Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) que, se geridos inadequadamente, oferecem riscos potenciais à saúde humana e ao meio ambiente (XAVIER; OTTONI, 2019). Além disso, os REEE contêm metais críticos e estratégicos como cobre, tungstênio, paládio, cobalto, lítio e ouro (HU; YAN, 2023), que representam oportunidades para o desenvolvimento de práticas de reciclagem e recuperação de materiais valiosos, promovendo a sustentabilidade e a economia circular (XAVIER; OTTONI, 2019).

No ano de 2022 foram geradas mais de 61 milhões de toneladas de REEE no mundo, sendo que, desse total, o Brasil contribuiu com 2,4 milhões de toneladas, destacando-se como o maior gerador de REEE da América do Sul, com uma geração *per capita* entre 10 e 15 kg (Baldé *et al.*, 2024). Desse total, menos de 5% foi processado, resultando em um acúmulo significativo desses materiais nas chamadas “minas urbanas”.

De acordo com dados divulgados pela Green Eletron (2024), somente 3% dos REEE gerados no Brasil são reintroduzidos nas cadeias de valor formal. Em contraste, o mercado informal prioriza a captura e o comércio de componentes com materiais de valor agregado, como as placas de circuito impresso,

que geralmente são exportados para reciclagem industrial em outros países. Dados da Green Eletron, estão em consonância com a pesquisa realizada no Projeto MINARE, que evidencia que 85% dos brasileiros retêm os REEE em suas casas (Xavier *et al.*, 2023).

Enquanto isso, à indústria nacional são destinados principalmente os materiais de menor valor presentes na composição dos equipamentos, como plásticos e vidro (EMF, 2017).

Alguns fatores que contribuem para a complexidade na gestão de REEE incluem a natureza dispersa da geração desses resíduos e sua composição complexa, que consiste em uma combinação de diversos elementos, alguns dos quais são tóxicos (Pinto, 2008) e frequentemente difíceis de separar. Nesse sentido, o modelo de negócio para economia circular deve ser robusto e estruturado para atender às particularidades das diferentes etapas de processamento ao longo da cadeia, por meio de arranjos produtivos integrados. Cada etapa está relacionada a um modelo de negócio específico, que pode atuar em uma ou mais fases do processo. Além disso, esses diferentes modelos de negócio demandam investimentos em infraestrutura, pessoal e tecnologias apropriadas para a atividade-fim (XAVIER; MOFATI; CALDERARI, 2023).

Embora possua um enorme potencial para desenvolver um mercado de recuperação de produtos, peças e componentes a partir dos REEE, o Brasil ainda não alcançou os níveis desejados. O setor de coleta e segregação, por exemplo, com atuação de agentes tanto no âmbito formal quanto no informal, possui ampla distribuição geográfica, capilaridade e capacidade de consolidação de volume. No entanto, esses agentes continuam, em maior parte dos casos, sem o suporte legal adequado e a infraestrutura mínima necessária para uma gestão eficaz de REEE no país (XAVIER; MOFATI; CALDERARI, 2023). Estruturar e integrar todos os agentes da cadeia sob modelos de negócio para economia circular no Brasil, em conformidade com a legislação de logística reversa, possibilita maximizar o aproveitamento econômico desses resíduos com sustentabilidade ambiental.

## **2. REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS**

A gestão de REEE no Brasil está embasada em uma estrutura legal que busca implementar o sistema de logística reversa e promover a economia circular. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, es-

tabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Já a norma técnica NBR 16.156, publicada em 2013, estabelece os critérios para a implantação e certificação de manufatura reversa de equipamentos eletroeletrônicos (EEE) (ABNT, 2013).

Em 2020, passou a vigorar o Decreto Federal nº 10.240/2020 que determina que até 2025, o SLR de REEE alcance 400 dos maiores municípios brasileiros e cinco mil pontos de coleta (BRASIL, 2020). Além disso, o Decreto Federal nº 12.082, de 27 de junho de 2024, instituiu a Estratégia Nacional de Economia Circular, reforçando o compromisso do país com práticas sustentáveis e a transição para um modelo econômico mais eficiente e circular (BRASIL, 2024).

As penalidades e multas contidas na regulamentação ambiental, o incentivo à formação de cooperativas e a prática de benchmarking são elementos fundamentais que estimularam o desenvolvimento e a estruturação dos modelos de negócio.

A regulamentação ambiental supracitada impõe penalidades a pessoas físicas e jurídicas que descumprirem as obrigações de descarte e tratamento de REEE, incluindo advertência, multas, suspensão de atividades, interdição, embargo e reparação de danos. As sanções consideram a gravidade da infração, o porte do infrator, os danos causados e a reincidência, incentivando a adoção de práticas sustentáveis para evitar penalidades e proteger a reputação.

Por outro lado, a legislação brasileira também promove a criação de cooperativas de materiais recicláveis, melhorando a renda, saúde, qualidade de vida e segurança no trabalho dos catadores. Esses trabalhadores desempenham um papel fundamental na inclusão social e na geração de emprego e renda, mas ainda enfrentam riscos e vulnerabilidade, permanecendo marginalizados e em condições precárias de trabalho (FIDELIS et al., 2020).

Por fim, o benchmarking em modelos de negócio para a gestão de REEE destaca exemplos de sucesso, como a LATASA e a GERDAU. A LATASA, maior empresa de reciclagem de alumínio do Brasil, processa mais de 300 mil toneladas de alumínio por ano e atende diversas indústrias (LATASA RECICLAGEM, 2024). A GERDAU, maior recicladora de sucata ferrosa da América Latina, transforma anualmente 11 milhões de toneladas de sucata em aço, integrando a economia circular em suas operações e reduzindo o impacto ambiental (GERDAU, 2024).

Esses exemplos ilustram como os requisitos legais e normativos podem impulsionar a inovação e a estruturação de modelos de negócio circulares. As regulamentações não apenas obrigam as empresas a adotar práticas ecologicamente corretas, mas também abrem oportunidades para o desenvolvimento de novas tecnologias, a valorização de matéria-prima secundária para a reintegração na cadeia produtiva e parcerias que fortalecem a economia circular.

### **3. MODELOS DE NEGÓCIO PARA ECONOMIA CIRCULAR APLICADA AOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS**

#### **3.1. Antecedentes**

Os primeiros modelos de negócio para economia circular envolvendo resíduos eletroeletrônicos foram descritos em 2023 no “Diagnóstico da Mineração urbana dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil”, elaborado no âmbito do Projeto MINARE, realizado pelo grupo de pesquisa R3MINARE (CETEM), sendo estes: Mecanismo de coleta ativa, Mecanismo de coleta passiva, Sistema de rastreabilidade, Banco de dados de materiais secundários e Parques eco-industriais e Pólos de consolidação.

O Projeto Fênix (Rosa e Terzi, 2021) foi uma iniciativa europeia que teve como objetivo o desenvolvimento de novos modelos de negócio e estratégias industriais para novas cadeias de suprimento para viabilizar produtos e serviços de valor agregado. Realizado entre os anos de 2018 e 2021, atravessando a pandemia de Covid-19, o Projeto Fênix cumpriu com o objetivo de evidenciar novos modelos de negócio para a gestão de REEE na Europa.

São descritas metodologias próprias para os modelos de negócio circulares (circular business models – CBM) e avaliação de performance para a economia circular (circular economy performance assessment - CEPA). Também foram apresentados modelos de negócios baseados na desmontagem semi-automatizada de equipamentos, plantas piloto móveis para a recuperação de materiais valiosos e críticos, processo compreendendo a manufatura aditiva e digitalização da cadeia de suprimentos. Por fim, o projeto apresenta a validação de três plantas pilotos foram implementadas: uma que produz pós metálicos para impressão 3D; uma que produz joias personalizadas; e outra que produz filamentos avançados de impressão 3D.

### **3.2. Modelos de negócio para a gestão de resíduos eletroeletrônicos no Brasil**

Para lidar com o volume crescente e diversificado de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) e considerando o contexto regulatório nacional, é imperativo que a gestão desses resíduos seja conduzida por empresas que operem de forma coordenada e organizada em arranjos produtivos que maximizem a eficiência e a eficácia do processo. Nesse contexto, propõem-se seis modelos de negócio, considerando aspectos ambientais, econômicos, sociais, legais e técnicos. A ferramenta CANVAS para modelos de negócio foi utilizada para a construção desses modelos baseados em economia circular. A seguir, são descritos os modelos de negócio propostos.

#### **3.2.1 Consolidação de Volume**

A consolidação de volumes de equipamentos eletroeletrônicos pós-consumo representa um modelo de negócio fundamental na gestão de REEE, pois atua nos estágios iniciais da cadeia e viabiliza os processos a partir da economia de escala. Este processo abrange a coleta em pontos primários, caracterizada como coleta ativa, e em pontos secundários, referida como coleta passiva, além do transporte e armazenamento dos resíduos.

Essas fases iniciais da gestão de REEE apresentam diversos desafios que podem comprometer significativamente a eficácia do processo como um todo. Isso ocorre devido ao fato de que as etapas subsequentes, como reparo, remanufatura e, principalmente, reciclagem, dependem de volumes mínimos para justificar as operações. A natureza difusa da geração dos resíduos, a complexidade inerente à coleta e a grande diversidade de produtos são fatores que dificultam e elevam os custos dessa etapa. Esse cenário se torna ainda mais desafiador pela necessidade de coordenação entre um grande número de atores e etapas, tornando o gerenciamento de REEE uma tarefa complexa e multifacetada.

Diversos agentes formais e informais, incluindo cooperativas de catadores, sucateiros, recicladores e uma ampla variedade de pontos de geração, integram essa etapa inicial. O papel central desse modelo (Figura 2) é conectar os pontos de descarte com a cadeia de suprimentos a jusante, visando o ganho de escala e a viabilização do processo como um todo. Devido à natureza do processo, este modelo de negócio requer baixo investimento em CAPEX e

Modelos de negócio para a gestão de resíduos eletroeletrônicos baseados nos princípios da economia circular

OPEX, necessita de mão-de-obra capacitada e, principalmente, políticas públicas robustas, que forneçam segurança jurídica e econômica.

Figura 2 | Modelo de negócios: consolidação de volume



### 3.2.2 Recuperação de Produtos

O modelo de negócio de recuperação de produtos desempenha um papel crucial na economia circular de REEE. Ao adotar técnicas não destrutivas, este modelo prioriza a recuperação da funcionalidade original dos equipamentos, sempre que possível, prolongando assim a vida útil dos produtos e reduzindo significativamente o consumo de recursos naturais e energia.

Um exemplo prático desse modelo é representado pelos Centros de Recondicionamento de Computadores (CRCs), que desempenham um papel central como parceiros-chave. Estes centros, além de colaborar com outros agentes, coletam e recondicionam equipamentos descartados, permitindo que sejam reintroduzidos no mercado.

O modelo de negócio de EC, mostrado na Figura 3, ilustra os principais ele-

mentos relativos a este modelo de negócio e destacam as atividades-chave, que compreendem a remanufatura, reparo e recondicionamento dos produtos, desde desmontagem e inspeção até montagem e teste final; o segmento de clientes, que inclui varejistas, consumidores individuais e empresas; e o baixo CAPEX. Cria, no entanto, oportunidades de trabalho especializado e geração de renda com maior valor.

Figura 3 | Modelo de negócios: recuperação de produtos



### 3.2.3 Recuperação de Peças, Partes e Componentes

Este modelo de negócio se assemelha com o da recuperação de produtos. Ele prioriza a recuperação de peças, partes e componentes, no entanto difere na técnica. Aqui a técnica é semi destrutiva, pois envolve a desmontagem para extração de peças para utilizar em outros equipamentos.

Um exemplo prático dessa abordagem é a recuperação de peças, partes e componentes recuperáveis, como trocadores de calor em refrigeradores e

condicionadores de ar na região Sul, por meio de manufatura reversa, que envolve desmontagem, triagem e destinação adequada, assim como a importação desses itens para a montagem de produtos acabados na Zona Franca de Manaus. Aqui, os CRCs também participam ao disponibilizar peças e componentes recuperados para empresas e consumidores. Estas empresas servem como um modelo no fornecimento de peças, partes e componentes que viabilizam a recuperação ou recondicionamento de produtos, contribuindo para a economia circular de REEE.

As principais atividades, elementos-chave, estrutura de gestão e financeira estão detalhadas na Figura 4 para o modelo de negócio de EC. A proposta de valor deste modelo consiste em oferecer soluções econômicas e sustentáveis para a manutenção e reparo de produtos eletrônicos. Ao disponibilizar peças e componentes recuperados, as empresas podem reduzir custos e prolongar a vida útil de seus equipamentos, ao mesmo tempo em que reduzem o desperdício eletrônico. Devido à sua natureza que combina serviço e comércio, o relacionamento com o público-alvo se dá principalmente por meio de plataformas digitais, como websites e aplicativos móveis. Este modelo de negócio requer baixos investimentos em capital (CAPEX) e baixos custos operacionais (OPEX) para funcionar.

Figura 4 | Modelo de negócios: recuperação de peças, partes e componentes



### 3.2.4 Recuperação de Materiais Secundários

A recuperação de materiais secundários é um modelo de negócio que impulsiona a valorização dos REEE por meio de técnicas destrutivas, contribuindo para a economia circular, pois, ao recuperar a recursos a partir dos resíduos, reduz a necessidade de extrair recursos de fontes naturais. Técnicas destrutivas são adotadas quando se esgotam outras possibilidades de recuperação de valor, como conserto, recondicionamento ou remanufatura das peças, partes ou componentes dos produtos recolhidos. Este modelo de negócio está situado entre a etapa de consolidação e a indústria que fabrica os EEE, e pode compreender os processos de separação física ou química, incluindo processos de pirometalurgia, hidrometalurgia e biometalurgia, por exemplo.

O sucesso desse modelo, ilustrado na Figura 5, envolve construir parcerias estratégicas e alianças sólidas com as empresas a montante do processo, como cooperativas e outras empresas de reciclagem, e a jusante, como agentes comerciais e entidades gestoras. Este modelo de negócio envolve um CAPEX e OPEX elevados; portanto, a sustentabilidade das operações é altamente

dependente do fluxo contínuo de matérias-primas, elevada eficiência de processamento e valorização dos subprodutos, além de canais ágeis e seguros com seus clientes.

Figura 5 | Modelo de negócios: recuperação de materiais secundários



### 3.2.5 Plataformas de Gestão e Rastreabilidade (PGR)

A Plataforma de Gestão e Rastreabilidade é um modelo de negócio constituído por um sistema digital projetado para facilitar e otimizar o controle, monitoramento e gerenciamento eficaz dos REEE ao longo de toda a sua cadeia de suprimentos, desde o ponto de origem (geração) até o ponto final (cliente/tratamento/destinação). O software, geralmente acessível via web ou aplicativo móvel, pode ser utilizado na indústria ou em pontos móveis, e ser assistido por call center. A plataforma visa atender às necessidades crescentes de conformidade regulatória e eficiência operacional na gestão de REEE. Ao fornecer uma solução abrangente, evidenciada e transparente, a plataforma cria valor

tanto para os clientes quanto para a própria empresa, garantindo um fluxo de receita sustentável e um impacto positivo no meio ambiente.

Figura 6 | Modelo de negócios: plataformas de gestão e rastreabilidade



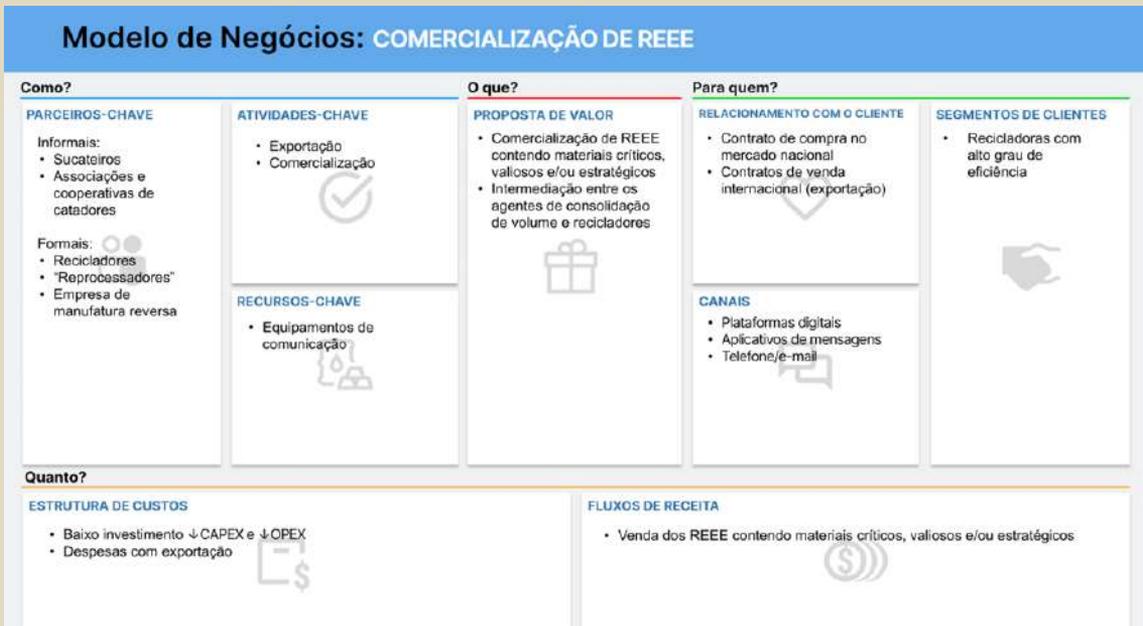
Algumas empresas oferecem plataformas de rastreabilidade baseada em *blockchain*, conferindo uma identidade sustentável e ética aos produtos. No sistema de logística reversa, há a figura do verificador de resultados, credenciado pelo MMA, que audita e certifica a precisão dos dados fornecidos por recicladores e operadores, verifica os resultados obtidos pelas entidades gestoras, empresas e operadoras do SLR, válida eletronicamente as notas fiscais eletrônicas, e deve registrar, armazenar, guardar, sistematizar e preservar a unicidade e a não colidência das massas de materiais recicláveis recuperados. As plataformas permitem que toda a movimentação seja evidenciada e rastreada da origem até o ponto de tratamento, reduzindo assim o impacto ambiental negativo dos produtos, promovendo a transparência e a respon-

sabilidade social. A Figura 6 apresenta o modelo de negócio, caracterizado por exigir menor investimento em estrutura de custos devido à sua operação predominantemente eletrônica e de baixa infraestrutura. A receita é principalmente derivada de contratos e consultorias especializadas.

### 3.2.6 Comércio de REEE

O comércio de resíduos é um modelo de negócio que atua de forma transversal a diversos agentes na gestão de REEE. Conforme ilustrado na Figura 7, este modelo envolve tanto agentes formais quanto informais, que atuam como intermediários entre as etapas de consolidação e reciclagem. Esses agentes operam nos mercados interno e externo, facilitando tanto a importação quanto a exportação de resíduos de eletroeletrônicos.

Figura 7 | Modelo de negócios: comercialização dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos



Agentes formais podem atuar sob o escopo da logística reversa e potencializar o crescimento dos índices de reciclagem e o fortalecimento da cadeia de valor da reciclagem desses materiais no Brasil. Por outro lado, agentes informais não participam de programas de logística reversa e tendem a priorizar mercados paralelos, influenciados pelas flutuações de preços. Desta forma, podem favorecer fluxos de materiais para exportação, que geralmente incluem os REEE de maior valor, contendo elementos minerais críticos e estratégicos. Isso pode dificultar o desenvolvimento de uma cadeia nacional para a recuperação de valor de REEE.

Esse modelo de negócio é marcado por exigir menor investimento em OPEX e CAPEX por se tratar de um serviço administrativo. Sua receita é essencialmente proveniente de contratos e serviços de consultoria.

#### **4. CONCLUSÕES**

O presente artigo identificou e analisou os principais modelos de negócio constituídos no Brasil para a estruturação e operacionalização da logística reversa de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos (REEE), em atendimento aos requisitos legais e normativos. As metas e prazos estabelecidos pelo Decreto Federal nº 10.240 de 2020, bem como outros instrumentos regulamentadores, serviram como requisitos para as análises.

Desta forma, foram identificados e analisados seis modelos de negócio prioritários para a gestão dos REEE, com a participação dos agentes que possuem obrigações legais, a saber: produtores, importadores, comerciantes e distribuidores. Para além destes, verificou-se a participação dos consumidores com a realização do descarte ambientalmente adequado. Em seguida, os mecanismos de coleta e triagem como forma de consolidação dos volumes que permitem a viabilidade dos processos subsequentes.

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram que mais da metade das embalagens plásticas flexíveis avaliadas dificilmente poderia ser reciclada, ou pelo menos apresentou sérias dificuldades para o processo de separação dos materiais, uma vez que as embalagens não apresentam sequer a identificação do tipo de plástico utilizado em sua composição, e muitos denominados de PP são de fato BOPPs metalizados ou laminados, que deveriam ser considerados como materiais compósitos do tipo polímero-metal.

Tais resultados apontam a dificuldade desses resíduos serem colocados novamente na cadeia produtiva da reciclagem, atendendo ao acordo setorial e a implementação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral da PNRS (BRASIL, 2010).

Em síntese, a proposta de análise dos modelos de negócio para a logística reversa dos REEE no Brasil, busca contribuir com estratégias empresariais e a estruturação de políticas públicas que devem priorizar mecanismos de incentivo econômico e consolidação de infraestrutura com potencial de rastreabilidade. Por exemplo, a mesma infraestrutura hoje disponível para o comércio eletrônico e plataformas de *marketplace* pode se aplicar de forma integrada para o retorno de produtos devolvidos pelos clientes, conhecido como frete de retorno, propiciando a logística reversa de REEE. Da mesma forma, o grau de maturidade tecnológica para a rastreabilidade de movimentações financeiras a partir das notas fiscais eletrônicas (NF-e) podem atender às exigências de conformidade para o sistema de logística reversa.

Os resultados apresentados fazem parte do relatório preliminar do Projeto RECUPER3, que encontra-se em desenvolvimento entre os anos de 2024 e 2025, pelo grupo de pesquisa R3MINARE, do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM) e com o apoio da Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTI).

## **5. REFERÊNCIAS**

- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: 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: 8 set 2024.
- \_\_\_\_\_. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta a logística reversa de produtos eletroeletrônicos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/D10240.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10240.htm). Acesso em: 8 set 2024.
- \_\_\_\_\_. Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm). Acesso em: 8 set 2024.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16.156: Logística reversa de produtos eletroeletrônicos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

- BHATTACHARJEE, P.; HOWLADER, I.; RAHMAN, M. A.; TAQI, H.M.M.; HASAN, M.T.; ALI, S.M.; ALGHABABSHEH, M. **Critical success factors for circular economy in the waste electrical and electronic equipment sector in an emerging economy: Implications for stakeholders.** *Journal of Cleaner Production*, v. 401, 136767, 2023.
- Centro de Tecnologia Mineral (CETEM). **Diagnóstico da mineração urbana dos resíduos eletroeletrônicos no Brasil. Projeto MINARE: Relatório final.** Lúcia Helena Xavier (coord.). 38 p. CETEM/MCTI. Rio de Janeiro, 2023.
- BALDÉ, C.P.; KUEHR, R.; YAMAMOTO, T.; MCDONALD, R.; D'ANGELO, E.; ALTHAF, S.; BEL, G.; DEUBZER, O.; FERNANDEZ-CUBILLO, E.; FORTI, V.; GRAY, V.; HERAT, S.; HONDA, S.; IATTONI, G.; KHETRIWAL, D. E.; CORTEMIGLIA, V.L.; LOBUNTSOVA, Y.; NNOROM, I.; PRALAT, N.; WAGNER, M. International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR). 2024. *Global E-waste Monitor 2024*. Geneva/Bonn
- EMF – ELLEN MCARTHUR FOUNDATION. UMA ECONOMIA CIRCULAR NO BRASIL: Uma abordagem exploratória inicial. [s. l.], 2017. Disponível em: [https://archive.elenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil\\_Uma-Exploracao-Inicial.pdf](https://archive.elenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/languages/Uma-Economia-Circular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf). Acesso em: 8 set. 2024.
- FIDELIS, R.; FERREIRA, A.M.; ANTUNES, L.C.; KAMATSU, A.K. **Socio-productive inclusion of scavengers in municipal solid waste management in Brazil: Practices, paradigms and future prospects.** *Resources, Conservation and Recycling*, v. 154, 104594, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104594>
- GERDAU. Sobre nós: operações. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/sobre-nos/#operacoes>. Acesso em: 8 set. 2024.
- GREEN ELETRON - DADOS. Descubra o que o brasileiro pensa e sabe sobre os resíduos eletrônicos. , 2024. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/pesquisa>. Acesso em: 8 set. 2024.
- HU, X.; YAN, X., 2023. Estimation of critical metal consumption in household electrical and electronic equipment in the UK, 2011–2020. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 197, p. 107084.<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107084>
- HUNGER, T.; ARNOLD, M.; ULBER, M. **Review: Circular value chain blind spot – A sco-**

- ping review of the 9R framework in consumption.** Journal of Cleaner Production, v. 440, p. 140853, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140853>
- JØRGENSEN, S.; PEDERSEN, L. J. T.; JØRGENSEN, S.; PEDERSEN, L. J. T. **The circular rather than the linear economy.** RESTART sustainable business model innovation, p. 103-120, 2018.
- LATASA RECICLAGEM. Disponível em: <https://gruporeciclabr.com.br/latasa-reciclagem/>. Acesso em: 25 jun. 2024.
- PINTO, V.N. E-waste hazard: The impending challenge. **Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 65, 2008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20040981/>
- POLLARD, J.; OSMANI, M.; GRUBNIC, S.; DÍAZ, A.I.; GROBE, K.; KABA, A.; ÜNLÜER, O.; PANCHAL, R. **Implementing a circular economy business model canvas in the electrical and electronic manufacturing sector: A case study approach.** Sustainable Production and Consumption, v. 36, p. 17-31, 2023.
- REIKE, D.; VERMEULEN, W. J.V.M; WITJES, S. **The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options**, Resources, Conservation and Recycling, Volume 135, 2018, pp. 246-264, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>.
- ROSA, P.; TERZI, S., 2021. New Business Models for the Reuse of Secondary Resources from WEEEs - The FENIX Project <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-74886-9>
- SARIATLI, F. **Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability.** Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development, 6 (1), p. 31-34, 2017.
- SCHOLTYSIK, M.; KOLDEWEY, C.; ROHDE, M.; DUMITRESCU, R. **Integrative conceptualization of products and business models for the circular economy: A systematic literature review.** Procedia CIRP, v. 119, p. 841-846, 2023.
- SCIPIONIA, S.; DINI, G.; NICCOLINI, F. **Exploring circular shipbuilding: A systematic review on circular economy business models and supporting technologies.** Journal of Cleaner Production, v. 422, p. 138470, 2023.

- SIMAS, M.; ROCHA APONTE, F.; WIEBE, K. S. **The Future is Circular-Circular Economy and Critical Minerals for the Green Transition**, SINTEF Akademisk Forlag, Norway, 2022, 69p.
- TIWARI, S.; MOHAMMED, K. S. **Unraveling the impacts of linear economy, circular economy, green energy and green patents on environmental sustainability: Empirical evidence from OECD countries**. Gondwana Research, 135, p. 75-88, 2024.
- XAVIER, L. H. da S.M.; MOFATI, L.M.; CALDERARI, M.R. da C.M. Responsabilidade compartilhada x responsabilidade estendida na logística reversa de resíduos eletroeletrônicos (REEE). **Anais do CIRS: 1º Congresso Internacional de Resíduos Sólidos em Búzios**, [s. l.], p. 263–272, 2023. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/anais-do-cirs-1o-congresso-internacional-de-residuos-solidos-em-buzios> Acesso em: 8 set. 2024.
- XAVIER, L. H.; OTTONI, M. **Economia circular e mineração urbana: resíduos de equipamentos eletroeletrônicos**. [s. l.], 2019. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/2288>.
- XAVIER, L.H.; CONTADOR, L.; FREITAS, E.S.; MOFATI, L.M.; SILVA, R.S.; FONTES, A. **Diagnóstico da Mineração Urbana dos Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil: projeto MINARE : relatório final**. Rio de Janeiro : CETEM/MCTI, 2023. [https://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2632/1/Projeto\\_MINARE\\_2023.pdf](https://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/2632/1/Projeto_MINARE_2023.pdf)
- VOUKKALI, I.; PAPAMICHAEL, I.; LOIZIA, P.; LEKKAS, D. F.; RODRÍGUEZ-ESPINOSA, T.; NAVARRO-PEDREÑO, J.; ZORPAS, A. A. **Waste metrics in the framework of circular economy**. Waste Management & Research, 41 (12), p. 1741-1753, 2023.
- ZHUANG, G-L.; SHIH, S-G.; WAGIRI, F. **Circular economy and sustainable development goals: Exploring the potentials of reusable modular components in circular economy business model**. Journal of Cleaner Production, v. 414, p. 137503, 2023.

**PARTE 3**

# **Dimensões Socioeconômicas e Impactos Socioambientais**

## Capítulo 10

# PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS URBANOS PARA CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: estado da arte no Brasil e perspectivas

Pollyana Ferreira da Silva, Keith Richard Brauer Sales, Gina Rizpah Besen e Helena Ribeiro

### **Introdução**

Há uma emergência climática planetária em curso, concomitante a desafios de avançar para atingir as metas acordadas nos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), implementar medidas de mitigação e de adaptação, inclusive no âmbito da geração e da gestão de resíduos sólidos (IPCC, 2022; UN, 2023).

Segundo a Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) a otimização da gestão de resíduos e recursos poderia mitigar de 15% a 25% dos Gases de Efeito Estufa (GGE) global e, deveria ser incluída nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) de todos os países, conforme definidas no Acordo de Paris (Wilson, Filho e Ramola, 2023).

O aumento na produção de resíduos sólidos e o agravamento da crise das mudanças climáticas se devem à industrialização global e à dependência excessiva de fontes de energia não renováveis (Yang et al., 2023). Estima-se que,

ao promover a economia circular, as emissões de carbono podem ser reduzidas em 45% até 2030 e a neutralidade de carbono pode ser alcançada até 2050 (Yang et al. 2023).

Embora a gestão de resíduos nos municípios ainda seja confundida com o descarte e a reciclagem de resíduos, as Políticas de Resíduos Sólidos em todas as esferas deveriam apoiar a construção de cidades lixo zero, circulares, resilientes, inclusivas e justas (UNEP/UN-Habitat, 2021).

Os resíduos sólidos desempenham um papel significativo na intensificação da mudança climática, em grande parte ligada às emissões de gases de efeito estufa da fração orgânica em lixões e aterros sanitários (Kaza et al., 2018), mas também das embalagens e produtos plásticos na incineração (Yifei Ma et al., 2024). Na China, por exemplo, a incineração se tornou a maior fonte de emissões de gases de efeito estufa do setor de resíduos sólidos, com o plástico representando o maior impacto (Yifei Ma et al., 2024).

No caso do Brasil, o Projeto de Lei Federal n. 1874/2022 institui a Política Nacional de Economia Circular (PNEC), tendo sido aprovado no Senado Federal e encaminhado à Câmara dos Deputados. No projeto, a economia circular é definida como o sistema econômico que mantém o fluxo circular de recursos e associa a atividade econômica à gestão circular dos recursos finitos, por meio da adição, retenção ou recuperação de seus valores, baseando-se nos princípios da redução de resíduos, da circulação de produtos e materiais e da regeneração. Dentre seus objetivos inclui a transição justa, definida como o conjunto de princípios, processos e práticas orientados para a equidade e a justiça social, relacionados à força de trabalho e ao cenário de transição para a economia circular, e que contribuem para a profissionalização em novos mercados de trabalho, a criação de oportunidades, a promoção do trabalho decente, a inclusão social e a erradicação da pobreza (Brasil, 2024).

Um dos instrumentos para se atingir uma economia circular é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). O PSA é reconhecido como instrumento econômico na Europa desde os anos 1990 (Aerni, 2016 a; Aerni, 2016 b). Ele é baseado no conhecimento dos benefícios dos serviços ambientais que podem dar suporte a ações de conservação da natureza, que contribuem para mitigar e adaptar às mudanças climáticas (Ezzine-de-Blass, 2016; Da Silva, Besen, Ribeiro, 2023).

Já o pagamento por serviços ambientais urbanos (PSAU) para catadores de materiais recicláveis começou a ser discutido no Brasil após a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, em 2010 (IPEA, 2010). Esses profissionais prestam um serviço ambiental, que permite o reaproveitamento de materiais extraídos e transformados em bens de consumo, garantindo e mantendo a integridade dos serviços ecossistêmicos, como regulação do clima, formação do solo e abastecimento de água potável (IPEA, 2010; Da Silva e Ribeiro, 2023).

O PSAU pode ser considerado uma abordagem inovadora que reconhece e compensa o papel desses trabalhadores na promoção da sustentabilidade ambiental, neste caso na gestão de resíduos sólidos urbanos, tanto para os cidadãos quanto para os governos municipais, nas coletas seletivas de resíduos secos e úmidos e ainda para o setor privado na logística reversa de embalagens (IPEA, 2010).

Os catadores, além de prestar contribuição crucial para o meio ambiente, mostraram-se importantes para a promoção de uma economia mais circular e sustentável nas cidades, em especial, em países de baixa e média renda nos quais são atores estratégicos na cadeia de reciclagem (Aparcana, 2017; Dutra, Yamane & Siman, 2018).

No Brasil, a atuação dos catadores e catadoras de materiais recicláveis nas ruas das cidades, na coleta seletiva municipal e na logística reversa é uma importante prestação de serviço à sociedade, ao reduzir as externalidades ambientais causadas pelos resíduos sólidos e ao promover a economia circular. No entanto, ainda existe uma grande dificuldade de entendimento da necessidade do pagamento de serviços ambientais urbanos aos catadores, ao mesmo tempo em que os catadores autônomos, e as associações e cooperativas passam por uma crise na coleta seletiva e na venda dos materiais para reciclagem (Da Silva, Besen e Ribeiro, 2023).

Para melhor elucidar estes pontos, algumas questões importantes serão abordadas neste capítulo: i) O que é o instrumento econômico de pagamento por serviços ambientais, ii) Quem são e quais os serviços ambientais urbanos providos por catadores?, iii) Há pagamento municipal por serviços ambientais aos catadores no Brasil? iv) A possibilidade do PSAU para os resíduos sólidos é real?, e v) Recomendações para a implementação do PSAU aos catadores.

### **O que é o instrumento econômico de pagamento por serviços ambientais?**

Os ecossistemas provêm recursos ambientais que promovem o bem-estar das populações. No entanto, estes vêm sendo consumidos de forma excessiva, resultando em perda de biodiversidade, vulnerabilidade de espécies e empobrecimento genético de populações, além de poluição de toda sorte. Por esta razão, uma alternativa para melhorar o balanço entre a provisão de recursos e sua conservação é o manejo de recursos, sendo um de seus instrumentos o pagamento por serviços ambientais (Da Silva, Besen, Ribeiro, 2023). Serviços ambientais são aqueles providos para a prevenção e o controle da poluição, com o uso de recursos naturais. Isto pode incluir o controle da poluição atmosférica, o manejo da água e de resíduos, a redução da contaminação do solo, o uso de tecnologias limpas, conservação de florestas e recursos naturais e a redução de desastres. Os serviços ambientais são classificados em 4 grupos: serviços de provisão (fornecimento de alimentos, fibras, combustíveis, água e recursos genéticos); serviços culturais (enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas); serviços de regulação (ligados à manutenção da qualidade do ar, regulação do clima, controle de erosão, de enchentes e de secas, purificação da água); serviços de suporte (produção de oxigênio, formação do solo, essenciais às funções ecológicas) (MEA, 2005).

Dentre as atividades que diretamente impactam o ambiente está o manejo inadequado de resíduos sólidos urbanos. As cidades devem produzir até 2025, 2,2 bilhões de toneladas de resíduos sólidos, responsáveis por 3 a 5% das emissões de gases de efeito estufa (Cepeda-Marques, 2017). Assim, o gerenciamento ambientalmente adequado de resíduos pode contribuir para reduzir estes impactos e equilibrar a provisão de uso de recursos naturais, minimizando os efeitos negativos sobre a biodiversidade. A integração de 15 a 20 milhões de catadores no mundo, que coletam resíduos recicláveis, em sistemas formais de manejo de resíduos pode contribuir significativamente para sua inclusão social e maior eficiência do sistema (Oates et al., 2018).

O conceito de pagamento por serviços ambientais emergiu de duas ideias: uma de usar políticas de restrição com um foco na prevenção de externalidades e outra de construir ativos ambientais. Políticas restritivas foram criadas, inicialmente, em legislações norte-americanas, nos anos 1970, enquanto o

princípio de ativos ambientais surgiu para compensar fazendeiros por adotar práticas sustentáveis na Europa nos anos 1990 (Aerni, 2016 a; Aerni, 2016 b). Nos países em desenvolvimento, o PSA foi incluído em regulamentações ambientais, para diminuir o desmatamento. Posteriormente, foi reconhecido como instrumento para conservar recursos hídricos, encorajando práticas agrícolas sustentáveis, preservando a biodiversidade e desenvolvendo um mercado de carbono (Aerni, 2016b).

O PSA foi desenvolvido sobre as fundações teóricas de teorias neoclássicas de bem-estar econômico. O principal objetivo era remunerar as externalidades positivas para prevenir a escassez de recursos naturais devido a seu uso excessivo, uma vez que esses são ignorados pelo mercado (Engel, 2016). Na dinâmica do mercado de serviços ambientais, é necessário que se estabeleça um serviço prestado, e se identifiquem compradores e vendedores, para que possam negociar. Entretanto, as práticas não seguem uma lógica de demanda e oferta, uma vez que os governos e doadores são os principais articuladores desses instrumentos. Portanto, o contexto socioecológico para que o pagamento ocorra é complexo e sujeito a interferências políticas, econômicas, sociais e ambientais (Aerni, 2016b).

As bases do PSA estão alinhadas à provisão de serviços ambientais, tornando-os ativos no mercado. Mais recentemente, se defende que os serviços ambientais, também, podem ser considerados como ações humanas que beneficiam a natureza (Biénabe, 2017). O manejo de resíduos recicláveis passou a ser visto como uma das atividades que coopera para reduzir a pressão sobre os ecossistemas.

Neste capítulo, nos referimos àquela praticada por catadores de resíduos recicláveis. Estas atividades, rotineiras em países de baixa e média renda, emergiram como uma forma de sobrevivência, mas se tornaram uma tecnologia social, reconhecida por governos locais, com o potencial de gerar trabalho e renda, melhorar as condições de trabalho, e incentivar o mercado de reciclagem, gerando ganhos ambientais, sociais e econômicos significativos (Rutkowski & Rutkovski, 2015; Besen & Fracalanza, 2016; Zon et al., 2020; Mesquita et al., 2023). Mesquita et al. (2023) conduziram um estudo em três cooperativas de catadores da cidade de Brasília e confirmaram uma redução de 60% nas emissões de dióxido de carbono no período de um ano, contribuindo, desta forma, para as diretrizes das Políticas Nacionais de Resíduos

Sólidos e de Mudanças do Clima.

### **Quais são e quais os serviços ambientais urbanos providos por catadores?**

Existem em torno de 10 mil catadores de materiais recicláveis no Brasil, em 1.829 organizações, segundo o anuário da reciclagem (ANCAT, 2020). Na região Sudeste, 55% desses trabalhadores são mulheres e 66,1% autodeclararam-se negros; e têm renda média mensal de R\$571,56 (Pereira et al., 2016). Denota-se assim, a baixa renda desses trabalhadores e a sua concentração em camadas de vulnerabilidade social, principalmente entre as mulheres e os negros. Os catadores têm grande importância no ciclo dos resíduos sólidos, sobretudo nas etapas de coleta, segregação e destinação de recicláveis. Além disso, contribuem para diminuir os custos de produção de matérias-primas, recuperação de materiais, exploração de recursos naturais, e, conseqüentemente, promovem minimização da geração de gases de efeito estufa, pela redução de resíduos de papel e papelão em aterros sanitários (Sant’ana, 2016; Damásio, 2010; IPEA, 2010; Ribeiro; Besen et al., 2014, Mesquita et al., 2023).

Os catadores de materiais recicláveis colaboram na coleta, segregação, armazenamento, pré-processamento e disposição de resíduos, gerando resultados positivos e auxiliando na reciclagem de materiais. Este processo contribui para o meio ambiente ao reduzir a extração e o consumo de recursos naturais, controlar a poluição e manejar os resíduos sólidos urbanos recicláveis, como elencado, em versão reduzida (Da Silva; Ribeiro, 2023) no Quadro 1.

Quadro 1 | Serviços ambientais prestados por catadores

Impactos	Serviços Ambientais
Redução do consumo de recursos naturais	Redução na extração de recursos naturais; Minimização do consumo de água e energia nos processos produtivos; Redução do desmatamento, conservando a integridade de ecossistemas.
Redução ou controle da poluição e da emissão de gases de efeito estufa	Diminuição da emissão de gases de efeito estufa; Redução de áreas afetadas por lixões, por aterros controlados, por aterros sanitários, por despejo irregular clandestino; Diminuição de plásticos nos oceanos, mares e corpos hídricos interiores.
Melhoria do Manejo de Resíduos sólidos urbanos	Minimização dos impactos causados à saúde pública pelo manejo inadequado; Redução de resíduos acumulados em córregos e rios; Diminuição da interferência em rede de drenagem urbana; Aumento das taxas de reciclagem e de recuperação de materiais.

Fonte: Adaptado de Da Silva, P. e Ribeiro, H. (2023)

Entende-se que os recursos obtidos com a venda dos recicláveis recebidos de cidadãos ou das prefeituras aos catadores (cujos valores oscilam de acordo como o mercado), somado ao pagamento pelos serviços de coleta seletiva ou de logística reversa (coleta, triagem, beneficiamento e desvio dos aterros) não correspondem a um pagamento justo, considerando que a recuperação dos materiais para destinação ambientalmente adequada, contribui para os serviços ambientais elencados no Quadro 1. Esses serviços são providos pela cadeia de reciclagem que envolve outros atores, mas os catadores são agentes chave deste processo no Brasil (ANCAT, 2021).

No Brasil, algumas propostas de PSAU foram desenvolvidas para catadores de materiais recicláveis (IPEA, 2010; Lima, 2017; Wanderley, 2019; Castro, Coimbra e Jacovine, 2020). Essas experiências mostram que o PSAU pode auxiliar na sustentabilidade do trabalho de catadores, garantindo que eles sejam compensados adequadamente pelos serviços que provêm, uma vez que desempenham um papel crucial na implementação da economia circular, nas coletas seletivas de resíduos, aumentando significativamente as taxas de reciclagem e compostagem e reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários ou lixões. Além de promover a reciclagem e a redução de resíduos, o pagamento por serviços ambientais pode me-

## **lhorar as condições de trabalho dos catadores, proporcionando-lhes mais segurança e estabilidade econômica,**

O pagamento de serviços ambientais urbanos para catadores é um instrumento estratégico que ajudará na inclusão socioprodutiva destes trabalhadores, provendo trabalho decente com reconhecimento justo pelos serviços ambientais. Com boa governança, pode enfrentar desafios como a falta de recursos financeiros, a necessidade de coordenação entre diferentes atores (governo, setor privado, organizações da sociedade civil) e a conscientização pública sobre a importância dos serviços prestados pelos catadores. Tem também o potencial de reduzir os impactos das mudanças climáticas em países de renda média e baixa, representando uma perspectiva importante de adaptação em centros urbanos.

### ***Há pagamento municipal por serviços ambientais a catadores no Brasil?***

Diante da necessidade de verificar se os contratos de administrações municipais com organizações de catadores pela prestação de serviços de coleta seletiva municipal incluem o pagamento por serviços ambientais urbanos, foram analisadas contratações públicas de catadores no Brasil, enquanto instrumento econômico de política pública ambiental e de apoio à implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS.

Os municípios que realizam contratações foram identificados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Brasil, 2019), em dados de 2018, os mais recentes publicados no momento da realização da pesquisa.

Para identificação dos contratos utilizaram-se arquivos públicos e portal da transparência. Prefeituras e gestores foram contatados via e-mail para solicitação de documentos públicos complementares (leis, contratos, atas ou relatórios de gestão).

Foram identificados 206 municípios brasileiros que autodeclararam que contrataram cooperativas ou associações de catadores (Da Silva, Besen & Ribeiro, 2023). O diagnóstico do SNIS representa 62,3% dos 5.568 municípios do país e 85,6% da população urbana (Brasil, 2019). Obtiveram-se contratos de 93 deles (45,15%), apresentados na Tabela 1.

Observa-se, pelos dados da tabela 1, grandes disparidades regionais na contratação de associações/cooperativas de catadores como provedores de ser-

viços de coleta seletiva. Destacam-se as regiões Sul e Sudeste do país e os estados do Paraná e São Paulo.

Os contratos analisados tinham dois formatos predominantes: 47% apresentam, de forma completa, em cláusulas contratuais, objetivos, especificação das partes, obrigações, fonte dos recursos, valores e sanções e penalidades; 53% apenas os extratos dos contratos, com poucas informações disponíveis, como o serviço, os valores e o período de prestação do serviço. Os serviços estabelecidos em contrato são, em sua maioria, similares (95% dos contratos), compreendendo, de forma mais ampla, ‘coleta, transporte, processamento e comercialização de resíduos sólidos urbanos recicláveis ou reutilizáveis’. Apenas 5% dos contratos, incluem fatores ambientais, como, ‘serviços ambientais de coleta, triagem e destinação final adequada dos resíduos sólidos da coleta seletiva e educação ambiental’. E ‘serviços ambientais urbanos prestados decorrentes da redução do tratamento e da destinação final ambientalmente adequada, aumentando a vida útil do aterro municipal’.

*Tabela 1 | Municípios com contratos com associações/cooperativas de catadores por região e estado*

Região	Municípios com contrato = 93	Estado	Número
Norte	3	Rondônia	2
		Pará	1
Nordeste	9	Bahia	4
		Pernambuco	1
		Alagoas	1
		Rio Grande do Norte	1
		Paraíba	1
		Sergipe	1

*Pagamento por serviços ambientais urbanos para catadores de materiais recicláveis: estado da arte no Brasil e perspectivas*

Sul	44	Rio Grande do Sul	6
		Santa Catarina	2
		Paraná	36
Sudeste	33	São Paulo	19
		Minas Gerais	11
		Espírito Santo	3
Centro-Oeste	4	Mato Grosso do Sul	2
		Distrito Federal	1
		Goiás	1

Fonte: Brasil, SNIS, 2019. Organizado e adaptado pelos autores. (Da Silva, Besen, & Ribeiro, 2023).

Os contratos estudados não estabelecem um serviço ambiental, mas determinam o gerenciamento dos resíduos que têm relação direta com os serviços ambientais. Aspectos ambientais expressos nos objetivos contratuais são relacionadas a: conservação de florestas e recursos hídricos; redução da extração de recursos naturais; diminuição da poluição de solo, água e ar; prevenção de enchentes; melhoria da qualidade de vida dos moradores pela coleta de resíduos; destinação final ambientalmente adequada dos resíduos; educação ambiental da população; diminuição do descarte irregular; redução da remediação de áreas degradadas por resíduos; aumento da vida útil de aterro sanitário; minimização de rejeitos; e promoção da saúde ambiental e coletiva. Em muitos contratos são citadas ações de educação ambiental para a população e capacitação desses trabalhadores (Da Silva, Besen, & Ribeiro, 2023).

Comparando-se os mecanismos de pagamento incluídos nos contratos com a proposta de PSAU do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2010), verifica-se que a maior parte das organizações faz pagamento por produtividade.

Concluiu-se que, embora os catadores sejam reconhecidos como prestadores de serviços ambientais, na maioria dos municípios estudados, não são re-

munerados por este serviço. O instrumento PSAU ainda não é utilizado para reconhecimento e retribuição de ações de conservação ambiental para catadores brasileiros.

### ***A possibilidade do PSAU para os resíduos sólidos é real?***

Em estudo adicional, com o objetivo de analisar as formas de contratação de serviços de coleta seletiva executado por catadores de materiais recicláveis e o uso de instrumentos semelhantes ao PSAU, foi feita uma revisão bibliográfica a partir do catálogo de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, utilizando-se a palavra-chave “catadores”, sem limite temporal. Essa palavra retornou em 1.293 teses e dissertações e foram selecionadas 103 que descreviam alguma forma de contratação de associações/cooperativas de catadores pelo poder público, para análise se havia PSAU. Destas, foram selecionadas 9, do período 2000 a 2020, que descreviam alguns dos serviços ambientais prestados, mesmo se não houvesse referência ao pagamento por estes serviços (Tabela 2).

A seleção de dados foi feita buscando-se as seguintes informações: Situação de Trabalho; Vantagens dos Sistemas de Contratação; Valor Pago/Investimento (serviço de coleta, processamento e envio para reciclagem); Dificuldades/Desafios; Resultados alcançados com as contratações; Relação do serviço prestado com a conservação ambiental/impacto socioambiental. Assim, se viabilizou a obtenção de um quadro sobre a situação do trabalho de catadores nas cidades do país e os mecanismos já utilizados para amenizar as difíceis condições em que vivem esses trabalhadores (Tabela 2).

**Tabela 2 | Resultados da pesquisa sobre teses e dissertações que tratavam dos serviços prestados por catadores**

Referência /Local/Ano	Situação de Pesquisa	Vantagens dos Sistemas de Contratação	Dificuldades/ Desafios	Resultados alcançados com as contratações	Relação do serviço prestado com a conservação ambiental/impacto socioambiental
<b>Carvalho/ Alfenas / 2019</b>	Rede Sul e Sudoeste: 18 associações e cooperativas em 17 municípios do Sul de Minas Gerais.	capacitação para o trabalho, complemento de renda, aumento de volume coletado e o reconhecimento do serviço.	Engajar os catadores e as suas organizações	melhorias nas infraestruturas das associações e cooperativas. Desenvolvimento de estratégias de vendas de resíduos bem sucedidas.	Aumento da eficiência da coleta e da renda dos catadores. Ampliação substancial da coleta nas cidades
<b>Carvalho/ São Paulo SP / 2013</b>	Rede de cooperativas CATAVALE	Maior renda pelo trabalho coletivo	Conflitos na construção do trabalho em rede.	Segurança, visibilidade e melhores condições de trabalho	231.354 Kg de material reciclável arrecadados por mês, totalizando 1% da produção nacional.
<b>Rodrigues/ Campina Grande / 2013</b>	Cooperativas do município de Campina Grande	Identidade social, renda e segurança financeira. Segurança em relação à saúde e ao trabalho.	ausência de dados, de programas de apoio aos catadores e educação ambiental.		Evita o custo de R\$ 126 por tonelada da coleta convencional
<b>Fernandes/ Biguaçu / 2007</b>	Organizações em Belo Horizonte, Florianópolis e Londrina	Reconhecimento do poder público e dos moradores, cidadania e equidade.	informalidade, falta de apoio governamental, invisibilidade social, principalmente em Florianópolis.	qualidade de vida, autonomia, desenvolvimento social	

<p><b>Besen/ São Paulo / 2006</b></p>	<p>Coleta Seletiva em Embu das Artes, Santo André e São Bernardo do Campo</p>	<p>Embu: venda direta a indústrias recicladoras, aumento do valor do material</p> <p>Santo André: capacitação técnica, igualdade de renda entre gêneros</p> <p>São Bernardo: 13 salário, pagamento de INSS, aumento da renda dos associados.</p>	<p>Embu: dependência da cooperativa da prefeitura, dificuldades financeiras.</p> <p>Santo André: material de baixa qualidade, alta rotatividade e condições inadequadas de trabalho</p> <p>São Bernardo: não há contrato formal com as associações, baixa adesão da população, alto custo.</p>	<p>Embu: retirou os catadores dos lixões, aumento da renda dos cooperados.</p> <p>Santo André: Maior segurança e mais saúde no trabalho.</p> <p>São Bernardo: retirou as famílias dos lixões. Apoio internacional da UNICEF, empresas doadoras</p>	<p>Santo André: 130 toneladas são comercializadas mensalmente pelas cooperativas</p>
<p><b>Melo/ Maceió / 2015</b></p>	<p>Cooperativas de catadores em Maceió</p>	<p>apoio governamental, mesmo que frágil.</p>	<p>remuneração abaixo do salário mínimo em todas as cooperativas, dependência da prefeitura, falta de investimento da iniciativa privada e baixa conscientização.</p>	<p>benefícios trabalhistas e de previdência social (em uma das 3 cooperativas),</p>	<p>Os catadores têm produtividade média de 1,5t, 1t e 0,9t nas 3 cooperativas analisadas. Ao total, 103 ton. de resíduos são recuperados mensalmente</p>
<p><b>Knoll/ Florianópolis / 2014</b></p>	<p>Coleta Seletiva em Florianópolis</p>	<p>Melhores condições de trabalho e maior renda nas associações.</p>	<p>Visão da Comcap em relação aos catadores, preconceito dos moradores</p>	<p>jornadas de trabalho mais organizadas e menores</p>	<p>11.400 toneladas de resíduos recicláveis recolhidos em 2012 pela Comcap</p>

*Pagamento por serviços ambientais urbanos para catadores de materiais recicláveis: estado da arte no Brasil e perspectivas*

<b>Besen/ São Paulo / 2011</b>	organizações de catadores na RMSP	aumento no número de associados, de organizações e maior sustentabilidade financeira	ausência de remuneração das organizações de catadores, crise econômica	legislações em favor dos catadores, melhores condições de trabalho	incremento na recuperação de materiais recicláveis proporcional ao investimento em organizações.
<b>Buda/ Campinas / 2014</b>	Cooperativas do município de São Paulo	pagamento do INSS e outros benefícios sociais, parceria com empresas,	condições de segurança e infraestrutura das cooperativas, falta de programas de conscientização	inclusão social, geração de renda, melhores condições de trabalho	127 toneladas de material comercializado mensalmente em média pelas cooperativas em 2011.

Elaborado pelos autores.

A princípio, foi recorrente o fato de que o trabalho em cooperativas e associações pode melhorar a renda e as condições de trabalho dos catadores em comparação com as dificuldades enfrentadas no trabalho de catação autônoma. Nesse contexto, destaca-se a importância das organizações de catadores na inclusão social desses profissionais e na promoção da cidadania. Além disso, destacam-se os benefícios ambientais resultantes da atuação das cooperativas e associações de catadores na Coleta Seletiva formal dos municípios, com resultados expressivos da quantidade de material ressignificado.

Entretanto, ainda faltam programas de apoio financeiro a esses trabalhadores, considerando o serviço ambiental que promovem. Esses programas poderiam proporcionar mais autonomia e permitir que essas organizações aumentassem suas ações ambientais, promovendo um ganho coletivo para toda a sociedade.

Em paralelo, apesar das melhorias nas condições de vida desses profissionais quando organizados em empreendimentos, ainda são perceptíveis as precariedades e dificuldades em seu trabalho. Os principais problemas são de ordem financeira, falta de apoio governamental (Lobo, 2017; Silva, 2014) e a baixa escolaridade (Melo, 2015; Bispo, 2013), que torna mais difícil sua emancipação através de lutas sociais, seja pela falta de tempo ou desconhecimento de suas possibilidades (Martins, 2013).

Dessa forma, à vista dos mais diversos instrumentos econômicos e ambientais construídos pontualmente nos entes federativos do país, com o objetivo de ampliar as taxas de coleta seletiva e de reciclagem, o Pagamento por Serviços Ambientais Urbanos (PSAU) surge com a capacidade de unificar políticas econômicas para os catadores nos diferentes níveis, do federal ao municipal, a fim de garantir justiça no tratamento geral que o poder público tem com esses trabalhadores.

O PSAU tende a criar uma política organizada de estímulo à expansão dos serviços de reciclagem e a diminuição dos resíduos destinados aos aterros, sendo também um instrumento socioeconômico de inclusão socioprodutiva dos catadores, promovendo o alívio da pobreza e a emancipação desses trabalhadores. Além disso, é um mecanismo que estimula ações de proteção ambiental, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida humana e a sustentabilidade, tanto em ambientes rurais quanto urbanos, atuando no reflorestamento, proteção dos recursos hídricos ou na reciclagem.

No contexto mundial de emergência climática, é urgente o planejamento de estratégias de enfrentamento e resiliência climática. Nesse sentido, o PSAU reúne as qualidades necessárias para responder não somente à questão dos resíduos sólidos, mas ao financiamento de projetos que reduzem as emissões de CO<sub>2</sub>, revitalização de bacias hidrográficas e reflorestamento ou preservação de áreas rurais. Esses serviços são essenciais para a vida humana e a conservação ambiental, influenciando uma cultura ecológica e reforçando a política nacional dos resíduos sólidos (PNRS) no Brasil.

Entretanto, dada a complexidade da precificação dos serviços ambientais prestados por catadores (IPEA, 2010; Da Silva e Ribeiro, 2023), é importante que se definam indicadores e índices que poderiam mais facilmente ser inseridos em contratos entre prefeituras, entidades privadas e associações de catadores para a sua justa remuneração por serviços ambientais prestados.

Conclui-se que ainda há um reconhecimento muito incipiente dos serviços ambientais prestados pelos catadores. Dentre os 206 contratos de municípios com cooperativas/associações de catadores e as 103 teses e dissertações analisados, a simples menção aos serviços ambientais prestados por eles é escassa e a precificação e pagamento por estes serviços é praticamente inexistente no Brasil. Esses profissionais devem ser reconhecidos como provedores de serviços ambientais e o PSAU é possível, recomendado e pode

contribuir, tanto para fortalecer a política de resíduos sólidos com inclusão socioprodutiva de catadores e catadoras de materiais recicláveis no Brasil, quanto para avançar no alcance das metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

### **Recomendações para a implementação do PSAU aos catadores**

Para viabilizar a aplicação do PSAU para catadores de materiais recicláveis, uma das alternativas é desenvolver estudos que analisem a inclusão desse grupo na lei 14.119 de janeiro de 2021 da Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). A PNPSA define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação com o objetivo de fomentar medidas de manutenção, recuperação e melhoria da cobertura vegetal em áreas de preservação. No entanto, essa lei não menciona a aplicação do PSAU na política dos resíduos sólidos. Assim, recomenda-se a revisão da lei 14.119 para incorporar dispositivos específicos sobre o PSAU para catadores na coleta seletiva e na logística reversa dos resíduos sólidos, visando reconhecer e valorizar o trabalho desses profissionais na gestão ambiental e aprimorar a clareza da legislação sobre o assunto. Além disso, a nacionalização da política de pagamento por serviços ambientais não veio acompanhada de um fundo específico para auxiliar estados e municípios na sua implementação, o que dificulta a obtenção de recursos necessários.

No entanto, o Decreto 11414 de 2023, que institui o Programa Diogo de Sant'Ana, faz referência ao PSAU para resíduos sólidos. No inciso XV do Decreto está proposto: incentivar o pagamento por serviços ambientais urbanos às catadoras e aos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis e às cooperativas, às associações e a outras formas de organização popular de catadoras e catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Brasil, 2023). Outra possibilidade é a Política Nacional de Economia Circular PL 1874/2024 aprovada pelo Senado Federal e em tramitação na Câmara dos Deputados que abre possibilidades de utilizar o PSAU como mecanismo de transição justa, por apoiar a transição para atividades de baixo carbono e resilientes ao clima.

Outro ponto a ser destacado é a importância da criação de uma instância federal voltada a apoiar os gestores ambientais em todo o país, fornecendo assistência técnica e ajudando a organizar o PSAU nas cidades. Esta instância poderia garantir que a política fosse efetivamente aplicada, com um orça-

mento definido e suficiente para promover a inclusão socioeconômica dos catadores e a sustentabilidade ambiental.

Adicionalmente, ao contribuir para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, os indicadores de coleta seletiva e de reciclagem deveriam ser melhor definidos e acompanhados pela Comissão Nacional dos ODS e IBGE e tornados públicos.

### **Referências**

- Aerni, P. (2016 a). Payments for Environmental Services: Revisiting the theoretical baseline assumptions. In book: **The Sustainable Provision of Environmental Services**. DOI: 10.1007/978-3-319-19345-8\_2
- Aerni P (2016 b). The historical context of payment for Environmental Services: a trend towards public-private partnerships. In book: **The Sustainable Provision of Environmental Services**. DOI: 10.1007/978-3-319-19345-8\_2
- ANCAT (2021). Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis. **Anuário da Reciclagem 2020**. 2020. Disponível em: Acesso em 01 de setembro de 2021.
- Aparcana, S. (2017). Approaches to formalization of the informal waste sector into municipal solid waste management systems in low and middle-income countries: Review of barriers and success factors. **Waste Manag.** 61, 593–607. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.028>.
- Besen, G. R. **Programas municipais de coleta seletiva em parceria com organizações de catadores na região metropolitana de São Paulo: desafios e perspectivas**. 2006. 207 F. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental).
- Besen, G. R. **Coleta seletiva com inclusão de catadores: construção participativa de indicadores e índices de sustentabilidade**. 2011. 274 F. Tese (Doutorado em Saúde Pública).

*Pagamento por serviços ambientais urbanos para catadores de materiais recicláveis: estado da arte no Brasil e perspectivas*

Besen, G. R., & Fracalanza, A. P. (2016). Challenges for the Sustainable Management of Municipal Solid Waste in Brazil. **disP - The Planning Review**, 52(2), 45-52. <https://doi.org/10.1080/02513625.2016.1195583>

Biénabe E, Dutilly C, Karsenty A, Le Coq J (2017). Ecosystem Services, payments for Environmental Services, and Agri-Chains: What kind of regulation to enhance sustainability? In: **Sustainable Development and Tropical Agri-Chains**. DOI: 10.1007/978-94-024-1016-7\_24

Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 pgs.

Brasil. **Projeto de Lei Federal n. 1874/2022 que institui a Política Nacional de Economia Circular no Brasil (PNEC)**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2422879>. Acesso em: 23 de junho de 2024.

Buda, J. F. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: efeito nas condições e ambiente de trabalho das cooperativas de catadores conveniadas com a Prefeitura do município de São Paulo**. 2014. 274 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de Campinas 2014.

Carvalho, J. B. **Pesquisa-ação como ferramenta de informação sobre comercialização de recicláveis e prestação de serviços na gestão de resíduos: o caso da rede sul e sudoeste de Minas Gerais**. 2019. 106 p. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais).

Carvalho, J. M. G. **Estudo sobre o processo de formação da rede de cooperativas de catadores de materiais recicláveis do Vale do Paraíba - Estado de São Paulo**. 2013. 102 p. Tese (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo 2013.

Castro A, Coimbra E, Jacovine, L (2020). **Payment for Environmental services to waste pickers: proposal for Viçosa, state of Minas Gerais, Brazil**. 19. 4-19. DOI: 10.14393/REE-v19n12020-51676.

Cepeda-Marquez (2017). **Waste to Resources: an incredible opportunity to reduce GHG emissions and transform communities**. C40 Cities. Available at: <https://>

[www.c40.org/blog\\_postd/waste-to-resources-an-incredible-opportunity-to-reduce-ghg-emissionsand-transform-communities#\\_ftn3](http://www.c40.org/blog_postd/waste-to-resources-an-incredible-opportunity-to-reduce-ghg-emissionsand-transform-communities#_ftn3). Acesso em 15/11/2021.

De Dutra, R.M.S., Yamane, L.H., & Siman, R.R. (2018). Influence of the expansion of the selective collection in the sorting infrastructure of waste pickers' organizations: A case study of 16 Brazilian cities. **Waste Management**. 77,50–58. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.009>.

Da Silva P.F., Besen G.R., Ribeiro H. (2023). Pagamento por Serviços Ambientais para catadores de materiais recicláveis no Brasil: avanços e desafios. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, vol. 19. N. 57, p. 16-32. Disponível em: <https://periodicos.uftpr.edu.br/rts/article/view/16439>

Da Silva, P.F.; Ribeiro, H. (2023). Payment for Environmental Services: Nature-Based Solution for Recyclable Waste Management. In: Leal Filho, W; Nagy, GJ; Ayal, D. (Org.). **Handbook of Nature-Based Solution to Mitigation and Adaptation to Climate Change**. 1ed. Cham: Springer, 2023, v. 1, p. 1-31.

Engel S (2016). The devil in the detail: a practical guide on designing payments for environmental services. **The International Review of Environmental and Resource Economics**: Vol. 9: No. 1-2, pp 133-177. DOI: <http://dx.doi.org/10.1561/101.00000076>

Ezzine-de-Blas D, Hrabanki M, Le Coq J. Payment for Environmental Services in Climate Change Politics. E. Torquebiau (ed). **Climate Change and Agriculture Worldwide**. DOI: 10.1007/978-94-017-7462-8\_21

Fernandes, M. **Coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos**: um estudo da gestão dos programas de Florianópolis/SC, Belo Horizonte/MG e Londrina/PR. 2007. 149 p. Dissertação (Mestrado em Administração).

IPCC. (2022). **Climate Change 2022. Impacts, adaptation, and vulnerability. Summary for Policymakers**. IPCC WGII Sixth Assessment Report. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>

IPEA (2010). **Pesquisa sobre pagamento por serviços ambientais urbanos para gestão de resíduos sólidos**. Brasília, Brasil: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100514\\_reltpsau.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/100514_reltpsau.pdf). Acesso em 20/11/2021.

*Pagamento por serviços ambientais urbanos para catadores de materiais recicláveis: estado da arte no Brasil e perspectivas*

- Knoll, A. **O programa pró-catador e a nova política nacional de resíduos sólidos: uma análise da Associação de Coletores de Materiais Recicláveis**. 2014. 218 F. Dissertação (Mestrado em Administração).
- Lima, I.W.P. de O (2017). **O pagamento por serviços ambientais urbanos na Política Nacional de Resíduos Sólidos**: instrumento para o desenvolvimento sustentável no espaço urbano. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba (Brasil). Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12259>. Acesso em: 20/11/ 2021.
- MEA – Millenium Ecosystem Assessment (2005) **Ecosystems and Human Well-being: Synthesis**. Island Press, Washington D.C., Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf> Acesso em: 15/11/ 2021.
- Melo, F. **O trabalho socioambiental nos financiamentos da caixa como ferramenta de formação da cidadania: o caso dos catadores de Seropédica e Itaguaí/Rio de Janeiro**. 2015. 192 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Política).
- Mesquita, J. L. C., Gutberlet , J; de Araujo, K. P., Nogueira. V. R. C. and Duarte, F. H. (2023). Greenhouse Gas Emission Reduction Based on Social Recycling: A Case Study with Waste Picker Cooperatives in Brasília, Brazil. **Sustainability** 15(12):9185 DOI: 10.3390/su15129185
- Oates L., Sundmant A.; Gouldson A.; Gillard R. (2018) **Reduced waste and improved livelihoods for all: Lessons on waste management from Ahmedabad**, India. Disponível em: <http://newclimateeconomy.net/content/cities-working-papers>. Acesso em 15/11/2021.
- Rodrigues, C. F. **Análise do potencial de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos: viabilidade socioeconômica de cooperativas de catadores do município de Campina Grande – PB**. 2013. 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Sanitária).
- Rutkowski, J. E.; Rutkovski, E. W. (2015). Expanding worldwide urban solid waste recycling: the Brazilian social technology in waste pickers inclusion. **Waste Management & Research**, v. 33, n. 12, p. 1.084-1.093. Doi:10.1177/0734242X15607424.
- U.N. **Global Sustainable Development Report. Half-way to 2030** – progress towards the Sustainable Development Goals. Geneva, November, 2023.

- UNEP/UN-Habitat. (2021). **Global Environment for Cities-GEO for Cities: Towards Green and Just Cities**. UNEP.
- UNEP. (2022). The Closing Window. Climate crisis calls for rapid transformation of societies. **Emissions Gap Report 2022**. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>
- Wanderley G de A (2019). **O pagamento por serviços ambientais aos catadores de resíduos sólidos como instrumento promotor do trabalho verde e decente**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Fortaleza. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalho-Conclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=8208983](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalho-Conclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=8208983) Acesso em: 1/12/2021.
- Wilson, D.C., Filho, C.S. and Ramola, A (2023). **The significant potential of better waste and resource management for climate mitigation**. Waste Management World. <https://waste-management-world.com/recycling/the-significant-potential-of-better-waste-and-resourcemanagement-for-climate-mitigation/>. Accessed 26 January 2024.
- Yifei Ma; Pin-Jing He; Fan Lu ad Hua Zhang. **Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Strategies across the Life Cycle of Municipal Solid Waste Incineration Plants in China**. ACS Sustainable Chem. Eng. 2024. 12, 24. 8978-9300.
- Zon, J.L.N., Leopoldino, C.J., Yamane, L.H., Siman, R.R., 2020. **Waste pickers organizations and municipal selective waste collection: Sustainability indicators**. Waste Manag. 118, 219–231. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.08.023>

## Capítulo 11

# DISPOSIÇÃO A PAGAR PELO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMERCIAIS: um estudo de caso em Vitória e Aracruz – ES

Juliana Salomão das Neves e Renato Ribeiro Siman

### **Introdução**

De acordo com Kaza et al. (2018), o gerenciamento de resíduos sólidos municipais (RSM) pode comprometer o orçamento municipal em até 20% em países de baixa renda. Em países em desenvolvimento, o manejo de resíduos sólidos urbanos (MRSU) requer um comprometimento de 30% a 50% do orçamento dos municípios (Mulat; Worku; Minyihun, 2019). Em 2020, 25,25 bilhões de reais foram gastos com o manejo de RSM no Brasil, sendo que apenas cerca de 57% das despesas foram pagas com a arrecadação proveniente da cobrança pelo manejo, demonstrando insuficiência financeira (SNIS, 2022).

A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece em seu Art. 7º, inciso X, um de seus princípios: “regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recupera-

ção dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445, de 2007”.

Porém, as municipalidades enfrentam diversos desafios na implementação de modelos de cobrança pelo manejo de resíduos sólidos. Um deles é a adequação do modelo à geração de resíduos para diversos tipos de geradores. É o caso dos estabelecimentos comerciais, os quais não apresentam proporcionalidade quanto à área útil dos mesmos e a quantidade de resíduos gerada. Além disso, outro desafio é a instabilidade financeira do serviço, caso os custos da prestação não sejam integralmente recuperados (Dutra et al., 2020). Por isso, o desafio fundamental nestes países é implementar um mecanismo sustentável de financiamento do sistema de manejo (Kumar et al., 2017; Yukalang; Clarke; Ross, 2017).

A PNRS estabelece em seu Art. 1º, § 1º: “Estão sujeitas à observância desta Lei as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.”

Além disso, no Art. 3º parágrafo IX da referida política define-se: “geradores de resíduos sólidos toda pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo.” Ainda, a Lei enfatiza em seu art. 6º os princípios “O poluidor-pagador e o protetor-recebedor; a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade.”

Dessa forma, a partir do desequilíbrio financeiro entre o que é gasto e o que é arrecadado, bem como o princípio do poluidor-pagador, os titulares pelo Sistema Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SMRSU) começaram a instituir e implementar modelos de cobrança aos geradores para o aprimoramento do gerenciamento de SMRSU (Alzamora; Barros, 2020; Matheson, 2022). Tais modelos devem prever a descrição do pequeno e grande gerador, o que porventura inclui aqueles estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço que em razão de seu volume de geração diário ou qualidade, não podem ser equiparados aos geradores domiciliares. Estes empreendimentos contribuem para a geração de RSM, gerando os aqui chamados resíduos sólidos comerciais (RSC).

*Disposição a pagar pelo manejo de resíduos sólidos comerciais:  
um estudo de caso em Vitória e Aracruz – ES*

Com base no § 2º do Art. 27 da PNRS, tem-se que:

*“os estabelecimentos comerciais e de prestação de serviços que gerem resíduos perigosos e/ou gerem resíduos que, mesmo caracterizados como não perigosos, por sua natureza, composição ou volume, não sejam equiparados aos resíduos municipais pelo poder público municipal passam a ser responsáveis pelo gerenciamento desses resíduos e são classificados como Grandes Geradores” (Brasil, 2010).*

Ademais, tem-se formalizado pelo Decreto Federal Brasileiro nº10.936/2022, em seu § 1º do Art. 30, que a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (SLUMRS) será assegurada por meio de instrumento de remuneração, com a cobrança dos usuários pelo município (Brasil, 2022).

Como exemplo de cobrança municipal pelo manejo de RSC, pode-se citar o Decreto Municipal nº 17.060/2017, estabelecido pelo município de Vitória/ES, onde os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço que gerem 200 litros ou mais de RSC por dia são responsáveis pelo gerenciamento dos mesmos e, caso optem por contratar a prefeitura para realizar o serviço, devem pagar R\$ 0,08 por litro de RSC gerado (Vitória, 2017). Diferentemente, o município de Aracruz/ES estabeleceu, através do Decreto Municipal nº 41.083/2021, que o limite de geração que separa grandes de pequenos geradores é de 100 litros diários de RSC e o que o valor cobrado para o manejo do RSC é de R\$ 0,16 por litro (Aracruz, 2021).

No Brasil, em meio às legislações municipais que dispõem o valor cobrado para o manejo do RSC, uma forma de socializar a discussão sobre o preço para o manejo do resíduo é aquela que inclui os futuros responsáveis pelo pagamento – os grandes geradores de RSC - através do estudo da disposição a pagar (DAP). Com base nesta análise, é possível compreender qual seria o montante desembolsado pelos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços para a manutenção e/ou melhoria do SMRSU oferecido tanto pelas prefeituras como pelas empresas privadas de gerenciamento de resíduos sólidos. Em meio a este contexto, entender o quanto a população está disposta a pagar pelo serviço é fundamental para uma gestão eficaz dos bens

ambientais, visto que a preocupação com o meio ambiente (Subhan; Ghani; Joarder, 2014) e a sensibilização pública (Han et al., 2019) tem um impacto positivo para esta disposição.

Para o estudo da DAP, o método de valoração contingente (MVC) tem sido aplicado (Feitosa et al., 2018; Mulat; Worku; Minyihun, 2019; Véliz; Ramírez-Rodríguez; Ossio, 2022). Este método busca valorar serviços públicos para os quais se torna difícil uma precificação, criando assim um cenário hipotético para elaboração de políticas públicas (Faria; Nogueira, 2000). Dessa forma, compreender a percepção dos usuários do serviço de manejo quanto ao valor cobrado pelas municipalidades e empresas privadas é fundamental para um maior êxito na arrecadação e, conseqüentemente, para uma maior auto-suficiência econômico-financeira do serviço em municípios brasileiros.

Diante do exposto, este capítulo buscou investigar a DAP de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço usando para tal dois municípios do estado do Espírito Santo: Vitória (a capital) e Aracruz; bem como contribuir para as políticas públicas de resíduos sólidos no Brasil com a elucidação dos motivos pelos quais a população não aceita o pagamento pelo manejo de RSC.

### **AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO A PAGAR PELO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMERCIAIS**

Para empresas privadas de gestão de resíduos, a sustentabilidade financeira está relacionada à sua capacidade de arrecadação de receitas e o quanto os clientes estão dispostos a pagar pelos serviços oferecidos (Boateng *et al.*, 2019). Isto também se aplica ao poder público, no manejo realizado pelas prefeituras municipais ou por empresas terceirizadas contratadas por elas.

Buscando o equilíbrio financeiro entre o que se gasta e o que se arrecada, as instituições públicas têm implementado métodos de cobrança para o manejo dos resíduos sólidos gerados pela população, pelos estabelecimentos comerciais, pelas indústrias e demais atividades econômicas.

A disposição ao pagamento é um termo que vem ganhando espaço no meio científico, em diversas vertentes da área ambiental. Há estudos sobre a DAP relacionada no Brasil e no mundo ao manejo de resíduos de construção e demolição (Véliz; Ramírez-Rodríguez; Ossio, 2022), a coleta seletiva (Feitosa

*et al.*, 2018), a implantação de novo regime de cobrança para aterros de materiais inertes (Li *et al.*, 2020) e para o aprimoramento do gerenciamento de resíduos sólidos como um todo (Fattah *et al.*, 2022; Kayamo, 2022; Tassie; Endalew, 2020). Porém, a DAP dos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço em relação ao manejo de resíduos sólidos foi pouco abordada até o momento e torna-se uma importante ferramenta para avaliação desse cenário em municípios brasileiros (Kuya; Oindo; Long’ora, 2022).

Para compreender a dimensão do comprometimento da receita municipal com o cumprimento de pagamento para manejo de RSU no Brasil, podemos analisá-la sob a ótica de dois municípios situados no estado do Espírito Santo.

O primeiro município, a capital Vitória, com 322.869 habitantes (IBGE, 2022), possui 62.222 empresas, sendo 41.144 no setor de serviços e 13.522 no setor de comércio (Receita Federal do Brasil, 2023). Analisando o porte dessas empresas, 28.645 são classificadas como sendo microempreendedores individuais, 21.036 como microempresas, 4.479 como empresas de pequeno porte e 8.062 são aquelas que se enquadram nos demais portes. Nesta cidade, o valor cobrado pela Prefeitura Municipal no ano de 2017 foi de R\$0,08 por litro de resíduo sólido manejado (Vitória, 2017).

O segundo município situado no litoral norte do Estado, que conta com uma população de 94.765 habitantes (IBGE, 2022), possui 10.761 empresas, das quais 5.166 pertencem ao setor de serviços e 3.329, do comércio. Do total de empresas de Aracruz, 7.111 foram categorizados como microempreendedores individuais, 2.544 como microempresas, 565 como empresas de pequeno porte e 541 como os demais portes (Receita Federal do Brasil, 2023). Em 2021, o valor cobrado pela Prefeitura Municipal era de R\$0,16 por litro de resíduo sólido manejado (Aracruz, 2021).

Para estimar a DAP para os RSC e futuramente avaliar a elaboração de política de cobrança como modelo para o Brasil, foram avaliados, como público-alvo, empreendimentos cadastrados como grandes geradores de RSC junto à Secretaria de Serviços das cidades objeto da exemplificação. Em Vitória foram avaliadas 47 empresas de um total de 90 estabelecimentos, garantindo-se um resultado com um nível de significância de 95% e margem de erro de 10%. Já em Aracruz, como só 2 estabelecimentos se encontram cadastrados como grandes geradores, optou-se por entrevistar diversas empresas de distintas atividades comerciais, totalizando uma amostra de 372 empreendimentos.

Foram avaliadas informações como a tipologia comercial em questão, a geração diária de resíduos sólidos, o número de dias de funcionamento por mês, além da DAP para três cenários. O primeiro era o de manter o serviço como atualmente é oferecido nos municípios, seja pelo poder público ou privado; o segundo era a DAP para melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos; e o terceiro, a DAP a partir de uma pergunta estimulada, onde o entrevistado era informado sobre como a geração de RSC impacta o quantitativo de RSM gerado no município e o valor praticado pela prefeitura para o manejo dos mesmos. As DAPs foram inquiridas para uma cobrança a partir dos resíduos manejados mensalmente. A Tabela 1 apresenta os valores encontrados para a DAP para manter o serviço como atualmente se encontra nas cidades.

**Tabela 1 | DAP, em R\$/litro, para manter o serviço de manejo de resíduos sólidos em Vitória e Aracruz**

Município	Média	DP	Máximo	Mínimo	N	Valor cobrado pelo município
Vitória	0,10	0,10	0,38	0,01	15	0,08
Aracruz	0,03	0,06	0,75	0,001	144	0,16

Fonte: NEVES (2023).

Legenda: DP = desvio padrão da amostra, N = tamanho da amostra.

A partir da Tabela 1, nota-se que os empreendimentos de Vitória possuem uma DAP média maior do que o valor cobrado atualmente pela prefeitura do município. Este resultado pode estar associado ao fato de os entrevistados já serem cadastrados como grandes geradores, e já ser comum a consciência sobre suas responsabilidades. Porém, percebe-se que apenas 15 dos 47 respondentes informaram um valor positivo para a DAP, correspondendo a uma taxa de 31,9%. Já em Aracruz, a DAP média encontrada foi menor do que o valor cobrado pela prefeitura. Além disso, somente 144 dos 372 empreendimentos responderam um valor válido para a DAP. Isto vai ao encontro do que muitos respondentes de Aracruz informaram no ato da aplicação do questionário.

Existe uma insatisfação neste município em relação ao modo como a cobran-

ça aos estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço foi implantada, sem a consulta à população envolvida, indicando a importância da comunicação para a implementação deste tipo de política no Brasil. É importante ressaltar que, de acordo com Wan, Shen e Choi (2018), esquemas de responsabilização do produtor são as políticas públicas que mais recebem suporte da população e, por isso, levar em conta a opinião pública é crucial para um maior aceite da cobrança implantada no Brasil e no Mundo.

A Tabela 2 apresenta as DAPs encontradas, quando os entrevistados foram inquiridos para o caso de melhoria do serviço de manejo oferecido, seja este público ou privado. Percebe-se que a DAP dos estabelecimentos entrevistados em Vitória foram relativamente maiores que os iniciais, diferentemente de Aracruz, cujos valores se mantiveram estatisticamente iguais. É importante ressaltar que entre os problemas indicados pelos respondentes no serviço de manejo oferecido estão a frequência, a pontualidade e a variedade de serviços de coleta, também podendo ser usado para planejamento de comunicação para outros municípios brasileiros.

**Tabela 2 | DAP, em R\$/litro, para melhorar o serviço de manejo de resíduos sólidos em Vitória e Aracruz**Fonte: NEVES (2023)

Município	Média	DP	Máximo	Mínimo	N	Valor cobrado pelo município
Vitória	0,14	0,17	0,34	0,04	3	0,08
Aracruz	0,03	0,03	0,14	0,001	59	0,16

Fonte: NEVES (2023).

Legenda: DP = desvio padrão da amostra, N = tamanho da amostra.

Finalmente, quando os entrevistados foram estimulados com informações sobre a contribuição dos RSC no manejo dos RSM, bem como o valor praticado para o manejo destes, percebeu-se ligeiro aumento na disposição em Vitória, (Tabela 3). Já em Aracruz, não houve alteração em relação à disposição a pagar dos entrevistados.

**Tabela 3 | DAP, em R\$/litro, a partir da pergunta motivada, para o serviço de manejo de resíduos sólidos em Vitória e Aracruz**

Município	Média	DP	Máximo	Mínimo	N	Valor cobrado pela prefeitura
Vitória	0,11	0,10	0,38	0,01	19	0,08
Aracruz	0,03	0,03	0,22	0,001	133	0,16

Fonte: NEVES (2023).

Legenda: DP = desvio padrão da amostra, N = tamanho da amostra.

Para realizar esta comparação, utilizou-se a DAP média para manter o serviço como se encontra atualmente nos municípios estudados. Como os demais estudos sobre DAP trazem valores mensais, foi necessário converter as DAPs dispostas na Tabela 1. Para isso, fez-se, para cada estabelecimento que respondeu uma DAP positiva e diferente de zero, o produto entre a geração diária autodeclarada de resíduos sólidos, o número de dias de funcionamento por mês e a DAP média por litro de resíduo manejado para cada município. Após esse processo, calculou-se a DAP média mensal de Vitória e Aracruz, realizando-se a média aritmética entre a DAP mensal de cada estabelecimento participante da etapa anterior. A Figura 1 traz o comparativo entre as DAPs mensais obtidas neste estudo e a literatura, sendo útil para produção de conhecimento para outros casos no Brasil.

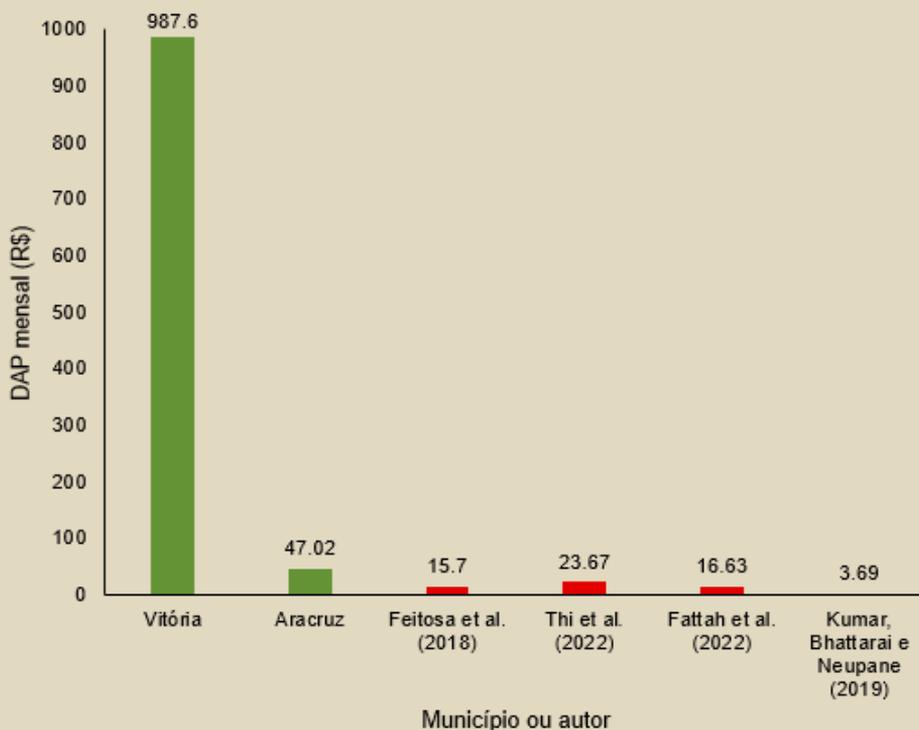
A partir da análise da Figura 1, tem-se em verde os municípios investigados neste estudo e em vermelho, os valores retirados de estudos correlatos. Observa-se que a DAP média mensal de Vitória destoa dos demais. Possivelmente, isso se deve ao fato de 10 dos 15 respondentes neste município declararem produzir mais de 400 litros diários de resíduos sólidos, contribuindo para uma DAP mensal elevada.

Outro ponto importante a ser notado é que para os estudos correlatos obteve-se uma DAP mensal menor que R\$30,00. Estes valores encontrados na literatura corroboram com o apresentado por 128 estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço entrevistados quanto a DAP para manter o serviço, correspondendo a uma taxa de 80,5% dos respondentes.

Os estudos correlatos aqui apresentados tratam do resíduo domiciliar e não

do RSC. Feitosa et al. (2018) descreveram valor médio de R\$15,70 por mês para arcar com os custos da coleta seletiva. Já Huynh et al. (2022) determinaram uma DAP média de R\$23,67 por mês e por morador para aprimorar o gerenciamento de resíduos sólidos no Vietnã. Enquanto isso, Fattah et al. (2022) determinaram que 85,42% dos moradores de Mymensingh City Corporation/Bangladesh estão dispostos a pagar R\$16,63 por um sistema de coleta e gerenciamento de resíduos sólidos sustentável. Outro estudo sobre resíduos domiciliares é o de Kumar, Bhattarai e Neupane (2019), que encontraram uma faixa de R\$0,98 a R\$3,69 por mês para diferentes esquemas de coleta de resíduos.

**Figura 1 | Comparação entre DAP média mensal de Vitória e Aracruz por estabelecimento e artigos correlatos encontrados na literatura**



Fonte: Os autores (2024).

Durante a aplicação do questionário, os entrevistados que responderam não estar dispostos a pagar pela manutenção do serviço ou não souberam informar a DAP puderam responder qual o principal motivo que acarretava nesta indisposição ao pagamento, podendo ser extrapolados para outros municípios brasileiros. A Figura 2 dispõe as frequências relativas para cada causa apresentada e, de acordo com ela, 25% dos respondentes nos municípios de Vitória e Aracruz disseram já pagar um nível excessivo de impostos. Mesmo quando explicado que uma parte dos impostos é para a limpeza urbana, estes não mudaram de opinião, sendo útil para entender a problemática no Brasil. Da mesma forma, 19% disseram desconfiar do uso do dinheiro dos impostos em prol da sociedade. Porém, com 36% de frequência, os principais motivos apontados pelos entrevistados foram a limitação orçamentária e o não conhecimento de quanto desembolsar. Isto vai de acordo com o estabelecido por Kuya, Oindo e Long'ora (2022), que afirmaram que limitações financeiras impedem a participação de algumas empresas no gerenciamento de resíduos sólidos. Ademais, as respostas corroboram com o estudo de Boateng *et al.* (2019) que citam baixos rendimentos, frequência de coleta não respeitada pelas empresas de gestão de resíduos, a crença de que o governo deveria pagar e prestação de serviços inadequada/má como motivos para a indisposição ao pagamento pelo serviço de gerenciamento dos resíduos sólidos.

Figura 2 | Causas para a indisposição ao pagamento da DAP para manter o serviço de manejo



Fonte: Os autores (2024).

### Conclusões

O gerenciamento dos resíduos sólidos de um município é responsável por ocupar até 50% do orçamento municipal em países em desenvolvimento. Buscando desonerar o setor público, legislações municipais acerca da cobrança dos grandes geradores de resíduos sólidos têm sido implementadas. É o caso das legislações de Vitória e Aracruz, ambos municípios do Espírito Santo e que estabelecem um limite de geração para os estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, a partir do qual ocorre a responsabilização em relação ao manejo de resíduos. Este tipo de ato normativo se encontra instituído em diversas cidades do Brasil, cada qual com sua particularidade.

Diversos modelos de cobrança estão distribuídos ao redor do mundo e uma forma de mensurar o quanto o público-alvo quer desembolsar para determinado serviço é através do estudo de disposição ao pagamento (DAP). Buscando aferir a DAP para estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, tema pouco explorado na literatura, este trabalho realizou um estudo de caso

em Vitória e Aracruz, cuja extrapolação para os demais municípios brasileiros pode ser validada.

Observou-se uma DAP média para manutenção do serviço em Vitória maior do que o valor praticado pela prefeitura do município, fato que não aconteceu em Aracruz. Para melhorar o serviço, a situação se manteve a mesma em Aracruz, enquanto Vitória teve um aumento da DAP. Isto pode ocorrer pela legislação em Vitória estar estabelecida a mais tempo do que em Aracruz. Além disso, foi observado que em Aracruz a população não teve participação ativa na implementação da cobrança.

Foi verificado com a aplicação dos questionários que entre os respondentes com menor disposição a pagar, as principais causas são o pagamento excessivo de impostos, a desconfiança institucional e o não conhecimento de quanto pagar. Fica claro que a instituição de políticas públicas deve perpassar a opinião da sociedade, em busca de maior participação e aceitação por parte desta.

Dessa forma, este trabalho mostrou como é importante a viabilização dos métodos de cobrança relativos ao manejo de RSC perante aos grandes geradores com base no estudo da DAP, indo ao encontro ao que a PNRS dispõe acerca do princípio do poluidor-pagador e da responsabilização dos geradores de resíduos sólidos. Portanto, ao aproximar o público-alvo das tomadas de decisão, a implantação da PNRS pode superar barreiras que enfrenta mesmo após 14 anos de sua elaboração.

*Disposição a pagar pelo manejo de resíduos sólidos comerciais:  
um estudo de caso em Vitória e Aracruz – ES*

## **Referências**

- ALZAMORA, Bruno Ribas; BARROS, Raphael Tobias de V. Review of municipal waste management charging methods in different countries. **Waste Management**, [s. l.], v. 115, p. 47–55, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.020>. Acesso em: 30 set. 2024.
- ARACRUZ. Decreto nº 41083/2021. Regulamenta a Lei nº 4415, de 05/11/2021, que dispõe sobre a prestação de serviços de coleta, transporte, tratamento e disposição final de resíduos sólidos produzidos por grandes geradores e geradores de resíduos de serviços de saúde, nos termos da lei federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, bem como o correspondente preço público, e dá outras providências. **Prefeitura Municipal de Aracruz**. 2021. Disponível em: <https://www.aracruz.es.gov.br/storage/16998/41083.pdf>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BOATENG, Kofi Sekyere; AGYEI-BAFFOUR, Peter; BOATENG, Daniel; ROCKSON, George Nana Kwasi; MENSAH, Kofi Akohene; EDUSEI, Anthony Kwaku. Household Willingness-to-Pay for Improved Solid Waste Management Services in Four Major Metropolitan Cities in Ghana. **Journal of Environmental and Public Health**, [s. l.], v. 2019, 2019. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. Decreto 10936/2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, [s. l.], p. 1–21, 2022. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=10936&ano=2022&ato=2f2UTRE1kMZpWTb9a>. Acesso em: 30 set. 2024.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 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**, [s. l.], p. 1–21, 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 30 set. 2024.
- CHENG, Jinhua; SHI, Fengyu; YI, Jiahui; FU, Hongxue. Analysis of the factors that affect the production of municipal solid waste in China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 259, p. 120808, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120808>. Acesso em: 30 set. 2024.
- DUTRA, Leonardo; HONDA, Kin; VIEIRA, Ana; MONTES, Rebeca. A Sustentabilidade

Financeira dos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos: Modelos de cobrança ao redor do mundo. EY & Selurb (eds.). EY. 2020.

FARIA, Ricardo Coelho de; NOGUEIRA, Jorge Madeira. Métodos de valoração contingente: aspectos teóricos e testes empíricos. **Anais do 52a Reunião Anual da SBPC**, [s. l.], 2000.

FATTAH, Md Abdul; RIMI, Reshma Afroz; MORSHED, Syed Riad. Knowledge, behavior, and drivers of residents' willingness to pay for a sustainable solid waste collection and management system in Mymensingh City, Bangladesh. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 1551–1564, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10163-022-01422-9>. Acesso em: 30 set. 2024.

FEITOSA, Anny Kariny; BARDEN, Júlia Elisabete; KONRAD, Odorico; MATOS, Manuel Arlindo Amador Economic valuation in selective solid waste collection. **Sustentabilidade em Debate**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 171–184, 2018.

HAN, Zhiyong; ZENG, Dan; LIE, Qibin; CHENG, Cheng; SHIC, Guozhong; MOU, Zishen. Public willingness to pay and participate in domestic waste management in rural areas of China. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 140, n. September 2018, p. 166–174, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.018>. Acesso em: 30 set. 2024.

KAYAMO, Samuel Elias. Willingness to pay for solid waste management improvement in Hawassa city, Ethiopia. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 302, p. 113973, 2022.

KAZA, Silpa; YAO, Lisa; BHADA-TATA, Perinaz; VAN WOERDEN, Frank. **What a Waste 2.0**. [S. l.: s. n.], 2018. v. 1999.

KUMAR, Sunil; SMITH, Stephen R.; FOWLER, Geoff; VELIS, Costas; KUMAR, S. Jyoti; ARYA, Shashi; RENA; KUMAR, Rakesh; CHEESEMAN, Christopher. Challenges and opportunities associated with waste management in India. **Royal Society Open Science**, [s. l.], v. 4, n. 3, 2017.

KUMAR, Rajesh; BHATTARAI, Dipendra; NEUPANE, Sajan. Designing solid waste collection strategy in small municipalities of developing countries using choice experiment. **Journal of Urban Management**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 386–395, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jum.2018.12.008>. Acesso em: 30

set. 2024.

KUYA, Robert Mbatsi; OINDO, Boniface Oluoch; LONG'ORA, Albert Elim. Influence of Levels of Awareness, Willingness to Pay, and Incentives on Solid Waste Management Practices by Commercial Enterprises in Kakamega Town. **European Journal of Environment and Earth Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 7–13, 2022.

LI, Jingru; ZUO, Jian; WANG, Gang; HE, Gaihong, TAM, Vivian W.Y. Stakeholders' willingness to pay for the new construction and demolition waste landfill charge scheme in Shenzhen: A contingent valuation approach. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 52, p. 101663, 2020.

MATHESON, Thornton. Disposal is not free: fiscal instruments to internalize the environmental costs of solid waste. **International Tax and Public Finance**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. 1047–1073, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10797-022-09741-1>. Acesso em: 30 set. 2024.

MULAT, Selamawit; WORKU, Walelegn; MINYIHUN, Amare. Willingness to pay for improved solid waste management and associated factors among households in Injibara town, Northwest Ethiopia. **BMC Research Notes**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 1–6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4433-7>. Acesso em: 30 set. 2024.

NEVES, Juliana Salomão das. **Avaliação da geração de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos comerciais e da disposição a pagar pelo manejo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 105, 2023.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. Diagnóstico Temático Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos: Gestão Administrativa e Financeira. [s. l.], p. 49, 2022.

SUBHAN, Muhammad; GHANI, Ahmad Bashawir Abdul; JOARDER, Mohd Hasanur Raihan. Urban community willingness to pay for improved solid waste management in Malaysian municipality: A choice modeling approach. **Asian Social Science**, [s. l.], v. 10, n. 18, p. 122–136, 2014.

TASSIE, Kassahun; ENDALEW, Birara. Willingness to pay for improved solid waste management services and associated factors among urban households: One and one half bounded contingent valuation study in Bahir Dar city, Ethiopia.

**Cogent Environmental Science**, [s. l.], v. 6, n. 1, 2020.

HUYNH, Xuan Thi Dan; KHONG, Tien Dung; LOCH, Adam; KHAI, Huynh Viet. Solid waste management program in developing countries: contingent valuation methodology versus choice experiment. **Environment, Development and Sustainability**, [s. l.], n. 0123456789, 2022.

VÉLIZ, K. D.; RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, G.; OSSIO, F. Willingness to pay for construction and demolition waste from buildings in Chile. **Waste Management**, [s. l.], v. 137, p. 222–230, 2022.

VITÓRIA. Decreto nº 17060 DE 19/05/2017. Regulamenta a Lei nº 8.971, de 16 de junho de 2016, que dispõe sobre a prestação de serviços de coleta, transporte e disposição final de resíduos sólidos produzidos por grandes geradores, nos termos da Lei Federal nº 12.305, de 2010, bem como o correspondente preço público. **Prefeitura Municipal de Vitória**. [s. l.], 2017. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=343891>. Acesso em: 30 set. 2024.

WAN, Calvin; SHEN, Geoffrey Qiping; CHOI, Stella. Differential public support for waste management policy: The case of Hong Kong. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 175, p. 477–488, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.060>. Acesso em: 30 set. 2024.

WUT, Tai Ming; NG, Peggy; HING-KI; KAN, Mike; CHIU, Samuel Fong. Does gender matter? Attitude towards waste charging policy and pro-environmental behaviours. **Social Responsibility Journal**, [s. l.], v. 17, n. 8, p. 1100–1115, 2020.

YUKALANG, Nachalida; CLARKE, Beverley; ROSS, Kirstin. Barriers to effective municipal solid waste management in a rapidly urbanizing area in Thailand. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 14, n. 9, p. 9–14, 2017.

## Capítulo 12

# A PROBLEMÁTICA DA IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE RESÍDUOS POLIMÉRICOS E SUA INFLUÊNCIA NA RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

Joice Pinho Maciel, Andrielle Brizola Bueno, Ecimara dos Santos Silva, Jessica Duquini dos Santos e Carlos Alberto Mendes Moraes

### **Introdução**

Este capítulo aborda os desafios enfrentados nas importações e exportações de resíduos sólidos no Brasil de acordo com as diretrizes da Convenção de Basiléia, instrumento essencial na promoção de uma gestão responsável e sustentável desses resíduos, e que regulamenta o movimento transfronteiriço entre os países.

As reduções de alíquotas para importação de diversos resíduos sólidos urbanos (algumas de zero%) aplicadas no período de 2020 a 2023 contribuíram para a redução da compra e redução de preço de materiais recicláveis como papelão e plástico nas cooperativas de coleta seletiva no Brasil, o que ameaça a triagem e reciclagem de resíduos sólidos e aumenta a quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários.

Além da criticidade desta situação em nível mundial pautada pela Convenção da Basiléia, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei No 12305 de agosto

de 2010, em seu artigo 49 estabelece a proibição de resíduos sólidos perigosos e rejeitos, bem como de resíduos sólidos cujas características causem dano ao meio ambiente, à saúde pública e animal e à sanidade vegetal, ainda que para tratamento, reforma, reutilização ou recuperação (CONVENÇÃO DE BASILEIA, 2023; PNRS, 2010).

Nesse contexto, a geração dos resíduos poliméricos (plásticos) é uma preocupação crescente em escala global. A produção de resinas poliméricas no Brasil contribui com uma parcela da produção nacional, sendo responsável por 2% das resinas e 1,9% dos transformados poliméricos. E o índice de reciclagem mecânica pós-consumo no Brasil em 2022 teve como contribuição 25,6% em 2022 (Preview Perfil, 2023).

A poluição ambiental causada por esses materiais descartados de forma inadequada tem impactos devastadores em ecossistemas, vida marinha e na saúde humana (IWANICKI, 2020). Em meio a esse cenário, a Convenção de Basileia emerge como um instrumento essencial na promoção de uma gestão responsável e sustentável dos resíduos sólidos, por exemplo os poliméricos, vidro, aqueles contendo metais pesados, resíduos de equipamentos eletroeletrônicos, em especial os considerados perigosos pela legislação brasileira (ABNT NBR 10004, 2004) e internacional, no contexto da importação e exportação.

Sendo assim, é necessária uma maior atenção à gestão dos resíduos importados, considerando seu potencial de reciclabilidade para evitar a entrada no país de rejeitos de outros países, cujo único destino possível é o aterro sanitário ou industrial.

Neste capítulo, serão apresentados os resultados de pesquisa sobre a Importação e Exportação de Resíduos Poliméricos no Brasil no período de 2021 a 2023, utilizando a base Comex Stat, que é um sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro (SICOMEX, 2024). A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma parceria entre o grupo de pesquisa Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat) da Unisinos, a Aliança Resíduo Zero Brasil (ARZB), a Aliança Global para Alternativas à Incineração (GAIA), e Formação e Assessoria em Políticas Sociais (Instituto Pólis).

As importações e exportações de resíduos poliméricos são acompanhadas e fiscalizadas pelo IBAMA, órgão responsável pela fiscalização das restrições

e regulamentações estabelecidas para garantir que os resíduos sejam adequadamente tratados, evitando a importação de resíduos poliméricos misturados a outros materiais ou contaminados.

A Convenção de Basileia (CB) sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Descarte, anterior à PNRS, foi adotada em 22 de março de 1989 e entrou em vigor em 5 de maio de 1992, no sentido de se construir uma cooperação internacional entre países para os proteger, em especial suas condições ambientais, e com foco em países em desenvolvimento e subdesenvolvidos em termos de importação e exportação de resíduos (UNEP, 2024).

A CB tem como objetivo principal regulamentar o movimento transfronteiriço de resíduos perigosos e outros materiais, incluindo resíduos plásticos. Seu objetivo é garantir que esses resíduos sejam tratados de forma adequada, minimizando os riscos para o meio ambiente e a saúde pública. No contexto específico dos resíduos poliméricos, a CB busca impedir que países desenvolvidos enviem esses materiais para países em desenvolvimento, onde muitas vezes a infraestrutura e os recursos para tratamento adequado são limitados. Através da implementação de restrições e regulamentações, a convenção visa promover a redução na geração de resíduos poliméricos, estimular a reciclagem e o reaproveitamento, bem como fomentar a cooperação internacional para enfrentar esse desafio global.

No entanto, apesar dos esforços nacionais e internacionais para se garantir o cumprimento da CB, o transporte ilegal persiste. Por exemplo, de acordo com European Union Action to Fight Environmental Crime (EFFACE, 2015), em 2015 estimou-se que cerca de 2 milhões de toneladas de resíduos de equipamento eletroeletrônico saíam ilegalmente da UE a cada ano. A China proibiu, no ano de 2000, a importação de resíduos perigosos após vários casos de resíduos perigosos ilegais misturados com resíduos importados (Wen et al, 2021; e Qu et al, 2019), porém, importações ilegais continuam ocorrendo.

No Brasil, depois de importações ilegais confiscadas, o país começou a devolver os resíduos ao país exportador após os materiais de resíduos perigosos serem transportados de forma misturada com os resíduos plásticos que o país aceitou, uma manobra para encaminhar os resíduos perigosos, e que são proibidos de forma ilegal (IBAMA, 2023).

### ***Histórico da importação e exportação no mundo e no Brasil: linha do tempo***

No Brasil o Órgão Nacional competente para fiscalização de importação e exportação de resíduos é o IBAMA, que perante a Convenção de Basileia é responsável por receber, dentro do território nacional, a notificação de movimentações transfronteiriças de resíduos perigosos ou outros resíduos além de reportar tais notificações. Na figura 1 é mostrada a linha do tempo das legislações pertinentes à importação e exportação de resíduos sólidos no Brasil.

Por meio da Instrução Normativa Ibama nº 12, de julho de 2013, o Ibama regulamentou os procedimentos de controle da importação de resíduos e estabelece a listagem de resíduos que são restritos e quanto ao seu controle.

Posteriormente, foi instituída a Portaria Ibama nº 2.334, de 14 de setembro de 2021, que estabeleceu condições e procedimentos simplificados para o consentimento das movimentações de trânsito de resíduos perigosos e outros resíduos (PORTARIA IBAMA Nº 2.334, 2021).

A emenda para a Convenção de Basileia que determina o controle sobre o movimento transfronteiriço de resíduos plásticos para os países integrantes, definiu que:

- A importação de resíduos de plástico é permitida e não há necessidade de autorização prévia do Ibama, e caberá ao importador, no entanto, a verificação de eventuais procedimentos necessários junto ao exportador;
- O IBAMA atenderá quaisquer consultas feitas pelas autoridades competentes de outros países para autorizar movimentações de resíduos plásticos destinados ao Brasil.

No entanto, fica proibida a importação de resíduos plásticos pós-consumo de produtos destinados ao consumidor final que estejam misturados a resíduos sólidos urbanos, a matéria orgânica ou qualquer outro tipo de resíduo, ou ainda, que apresentem qualquer contaminação que possa conferir periculosidade ao resíduo.

Figura 1 | Linha do tempo de legislações acerca da importação e exportação de resíduos



Fonte: Bueno et al, 2023.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 452 de 2 de julho de 2012, dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos e atribui ao IBAMA o poder de estabelecer normas complementares, que estabelece em alguns de seus artigos:

“Art. 1º Regulamentar os procedimentos de controle da importação de resíduos que trata a Resolução Conama nº 452/12, em consonância com a Convenção de Basileia.

Art. 2º Define por meio da metodologia de classificação de resíduos sólidos da Norma ABNT NBR 10004/2004, que classifica os resíduos nas seguintes classes, segundo seu grau de periculosidade:

- Resíduos Perigosos - Classe I; Resíduos Não Inertes - Classe IIA; Resíduos Inertes - Classe IIB; Outros Resíduos: oriundos da coleta de residências ou resíduos oriundos de sua incineração; 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.”

Neste sentido, é necessário obter autorização de importação do Ibama que controla, conforme Quadro 1, os seguintes resíduos (IBAMA, pág. XX, 2024):

“Resíduos Controlados: são os resíduos classificados como Resíduos Não Inertes - Classe IIA ou Resíduos Inertes - Classe IIB sujeitos à restrição de importação pelo Ibama. Atualmente, a listagem dos resíduos controlados consta no Anexo VI da Instrução Normativa Ibama nº 12, de 2013<sup>1</sup>.”

*Quadro 1 | listagem dos resíduos controlados pelo IBAMA*

NCM	Descrição do Resíduo
2517.20.00	Macadame de escórias de altos-fornos, de outras escórias ou de resíduos industriais semelhantes, mesmo que contenham matérias incluídas na subposição 2517.10
2620.11.00	Mates de galvanização contendo principalmente zinco
2620.19.00	Outros (Escórias, cinzas e resíduos que contenham principalmente zinco)
2620.30.00	(Escórias, cinzas e resíduos) Que contenham principalmente cobre
2620.40.00	(Escórias, cinzas e resíduos) Que contenham principalmente alumínio
2620.99.10	(Escórias, cinzas e resíduos) Que contenham principalmente titânio
2620.99.90	Outros (Escórias, cinzas e resíduos que contenham metais)
2621.90.10	Cinzas de origem vegetal
2621.90.90	Outras (escórias e cinzas)
2715.00.00	Misturas betuminosas à base de asfalto ou de betume naturais, de betume de petróleo, de alcatrão mineral ou de breu

1 - (<https://www.ibama.gov.br/component/legislacao/?view=legislacao&force=1&legislacao=130330>)

*A Problemática da Importação e Exportação de Resíduos Poliméricos e sua Influência na Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*

2804.50.00	Boro; telúrio (desperdícios e resíduos de telúrio)
2804.90.00	Selênio (desperdícios e resíduos de selênio)
2804.80.00	Arsênio (desperdícios e resíduos de arsênio)
2805.40.00	Mercúrio (desperdícios e resíduos de mercúrio)
3826.00.00	Biodiesel e suas misturas, que não contenham ou que contenham menos de 70 %, em peso, de óleos de petróleo ou de óleos minerais betuminosos (somente desperdícios e resíduos)
3825.61.00	Que contenham principalmente constituintes orgânicos (resíduos das indústrias químicas ou das indústrias conexas)
3825.69.00	Outros (resíduos das indústrias químicas ou das indústrias conexas que contenham principalmente constituintes orgânicos)
3825.90.00	Outros (resíduos das indústrias químicas ou das indústrias conexas)
4115.20.00	Aparas e outros desperdícios de couros ou de peles preparados ou de couro reconstituído, não utilizáveis para fabricação de obras de couro; serragem, pó e farinha de couro
7001.00.00	Cacos, fragmentos e outros desperdícios e resíduos de vidro; vidro em blocos ou massas
7112.30.10	(cinzas) Que contenham ouro, mas que não contenham outros metais preciosos
7112.30.20	(cinzas) Que contenham platina, mas que não contenham outros metais preciosos
7112.30.90	Outros (cinzas que contenham metais preciosos ou compostos de metais preciosos)
7802.00.00	Desperdícios e resíduos, de chumbo
7902.00.00	Desperdícios e resíduos, de zinco
8107.30.00	Desperdícios e resíduos (cádmio)
8107.90.00	Outros (cádmio).
8110.20.00	Desperdícios e resíduos (antimônio)
8112.13.00	Desperdícios e resíduos (berílio)
8112.22.00	Desperdícios e resíduos (cromo)
8112.92.00	Em formas brutas; desperdícios e resíduos; pós (desperdícios e resíduos de metais de transição e outros)
8112.99.00	Outros (desperdícios e resíduos de germânio, vanádio, gálio, háfnio (céltio), índio, nióbio (colômbio), rênio)
8113.00.90	Outros (desperdícios e resíduos de Ceramais (cermets))
8548.10.90	Outros (Desperdícios e resíduos de pilhas, de baterias de pilhas e de acumuladores, elétricos; pilhas, baterias de pilhas e acumuladores, elétricos, inservíveis)
8548.90.00	Outras (partes elétricas de máquinas e aparelhos)

Fonte: IBAMA, 2024

O IBAMA (2024) restringe a importação dos seguintes resíduos (Quadro 2):

“Os resíduos enquadrados no Anexo I, conforme Artigo 1º, parágrafo 1º, alínea (a) da Convenção de Basileia;

Os resíduos enquadrados nos critérios do Anexo VIII, Lista A, da Convenção de Basileia;

Os resíduos previstos no Art. 3º da Instrução Normativa 12, de 2013:

I - Resíduos Perigosos - Classe I;

II - Rejeitos;

III - Outros Resíduos; e

IV - Pneumáticos Usados (excetuam-se os casos previstos no § 2º da IN 12/13).

São proibidos de importação os resíduos enquadrados nas seguintes NCM, conforme Anexo V da Instrução Normativa nº 12, de 2013.”

*Quadro 2 | Resíduos com importação proibida no Brasil*

<b>NCM</b>	<b>Descrição do Resíduo</b>
2524.10.00	Crocidolita
2524.90.00	Outros (Resíduos de amianto)
2620.21.00	Lamas (borras) de gasolina que contenham chumbo e lamas (borras) de compostos antidetonantes que contenham chumbo
2620.29.00	Outros (Escórias, cinzas e resíduos que contenham principalmente chumbo)
2620.60.00	(Escórias, cinzas e resíduos) Que contenham arsênio, mercúrio, tálio ou suas misturas, dos tipos utilizados para extração de arsênio ou destes metais ou para fabricação dos seus compostos químicos
2620.91.00	(Escórias, cinzas e resíduos) Que contenham antimônio, berílio, cádmio, cromo ou suas misturas
2621.10.00	Cinzas e resíduos provenientes da incineração de lixos municipais
2710.91.00	Que contenham difenilas policloradas (PCB), terfenilas policloradas (PCT) ou difenilas polibromadas (PBB)
2710.99.00	Outros (Resíduos de óleos de petróleo ou de minerais betuminosos)

*A Problemática da Importação e Exportação de Resíduos Poliméricos e sua Influência na Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*

2713.90.00	Outros resíduos dos óleos de petróleo ou de minerais betuminosos
2903.99.18	Bifenilas policloradas (PCB); terfenilas policloradas (PCT)
2903.99.19	Outros (Resíduos de bifenilas policloradas (PCB); terfenilas policloradas (PCT))
3006.92.00	Desperdícios farmacêuticos
3804.00.11	Ao sulfito (lixívias residuais da fabricação de pastas de celulose)
3804.00.12	À soda ou ao sulfato (lixívias residuais da fabricação de pastas de celulose)
3824.82.00	Que contenham polibromobifenilas (PBB), policloroterfenilas (PCT) ou policlorobifenilas (PCB)
3825.10.00	Lixos municipais
3825.20.00	Lamas de tratamento de esgotos
3825.30.00	Resíduos clínicos
3825.41.00	Halogenados (Resíduos de solventes orgânicos)
3825.49.00	Outros (Resíduos de solventes orgânicos)
3825.50.00	Resíduos de soluções decapantes para metais, de fluidos hidráulicos, de fluidos para freios e de fluidos anticongelantes
4012.20.00	Pneumáticos usados
8112.52.00	Desperdícios e resíduos (tálio)
8548.10.10	Desperdícios e resíduos de acumuladores elétricos de chumbo; acumuladores elétricos de chumbo, inservíveis

Fonte: IBAMA, 2024

Fica claro, pelas tabelas 1 e 2, que muitas nomenclaturas de resíduos podem gerar diferentes interpretações nas diferentes áreas de conhecimento, e cadeias produtivas.

Considerando os resíduos sólidos permitidos para importação, até julho de 2023, estes estavam com alíquota zero para se importar, por exemplo, papelão, polímeros e vidro. A partir de pressão do Movimento Nacional de Catadores - MNCR no primeiro semestre de 2023, o Comitê-Executivo de Gestão (Gecex) da Câmara de Comércio Exterior (Camex), que faz parte da estrutura do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), decidiu na data de 18 de julho de 2023 (MDIC, 2023):

“...elevar para 18% as alíquotas do Imposto de Importação cobradas sobre a entrada no Brasil de resíduos

de papel, plástico e vidro. A medida tem como objetivo fortalecer a cadeia nacional de reciclagem de resíduos sólidos e minimizar impactos nocivos desses materiais ao meio ambiente brasileiro.”

Até então, as alíquotas para importação de plástico estavam em 11,2%, e para papelão e vidro 0%.

### **Material e Métodos**

Para o levantamento de informações, foi utilizada a plataforma “Comex Stat”. O Comex Stat é um sistema para consultas e extração de dados do comércio exterior brasileiro.

O Sistema Integrado de Comércio Exterior (SISCOMEX, 2024), é um instrumento administrativo que integra as atividades de registro, acompanhamento e controle das operações de comércio exterior, e que são baseados na declaração dos exportadores e importadores e que permite acesso gratuito às estatísticas de comércio exterior do Brasil.

Para o levantamento da importação e exportação de resíduos plásticos no Brasil, utilizando a plataforma Comex Vis, foi possível identificar o código “Desperdícios, resíduos e aparas, de plástico”, que constituem em resíduos poliméricos, que segundo nota explicativa Portal Siscomex, são definidos como: “Obras quebradas ou usadas de plástico, claramente inutilizáveis no estado em que se encontram, quer em desperdícios de fabricação (lascas, aparas, sobras, etc), e que podem ser reutilizados ou reciclados como materiais de moldagem, bases para vernizes, materiais de carga, etc. Todavia não abrange desperdícios, aparas e resíduos de uma única matéria termoplástica, que estejam na sua forma primária”.

Dentro do portal o item “Desperdícios, resíduos e aparas de plástico”, possuem o código de identificação “39.15”, e são indicados como sendo de polímeros de etileno, estireno, cloreto de vinila e outros. Para a pesquisa na plataforma ComexVis (ComexVis, 2024), para o levantamento de importação e exportação de resíduos poliméricos foi utilizado o filtro “produto” e nas opções disponíveis, o termo “Desperdícios, resíduos e aparas de plásticos” por ser a opção disponível que se enquadra ao levantamento deste relatório.

A plataforma ComexVis permite o acesso a dados de importações e de exportações do produto selecionado, como:

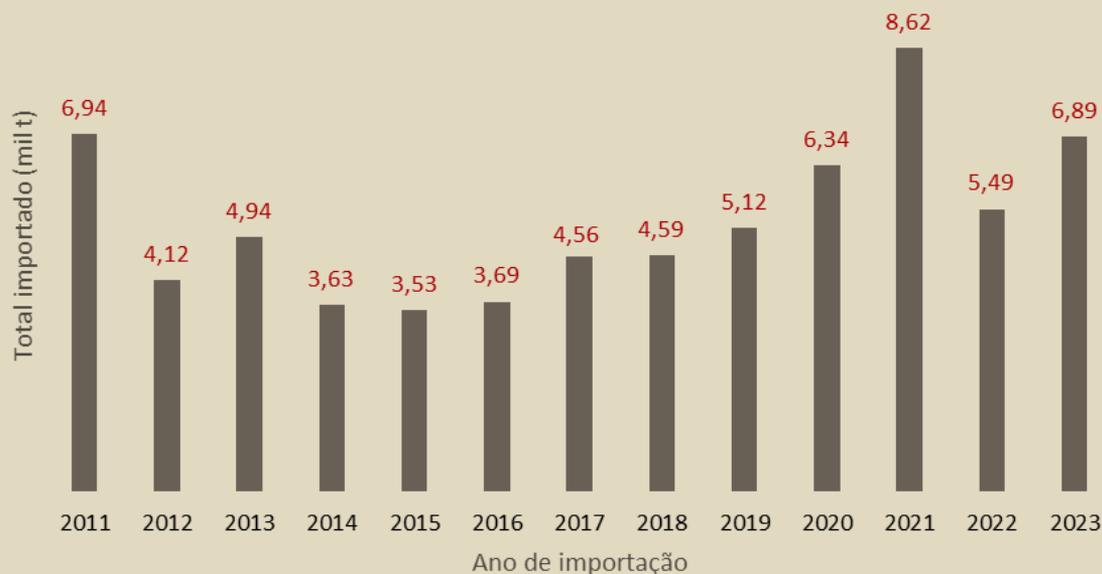
- **Série Histórica:** que permite ao usuário consultar nos anos, periodicidade mensal, anual e acumulado, por tipo de valor em dólar (US\$ FOB), peso ou preço e apresenta como resultado gráficos em linhas ou barras;
- **Destinos do produto:** é possível identificar por meio de um mapa, para qual lugar do mundo os produtos estão sendo exportados ou de quais lugares estão sendo importados, esta opção de consulta permite acesso de dados de até dois anos retroativos;
- **Exportação/Importação por Unidade Federativa (UF):** permite analisar para quais estados brasileiros estão sendo enviadas mercadorias (exportação), ou onde estão sendo destinadas (importação).

### **Resultados e Discussão**

Os principais resultados revelam que, no ano de 2023 o Brasil importou 6.885,59 toneladas, que equivalem a 4,34 milhões de dólares e que tem 0,002% de participação nas importações totais do país. As importações de 2023 tem um valor 25,4% acima do valor importado em 2022 que foi de 5.489,38 toneladas de resíduos e aparas poliméricas, no valor de 3,13 milhões de dólares, representando 0,001% das importações totais do país. Já em 2021, foram importadas 8.618,1 toneladas, no valor de 4,45 milhões de dólares, correspondendo a 0,002% das importações totais.

As importações realizadas pelo Brasil dentro da Série Histórica disponibilizada na plataforma ComexVis, apresenta dados desde o ano de 2011 até o ano 2023, o Gráfico 1, apresenta dentro da periodicidade anual o valor em peso (toneladas) destes anos.

Gráfico 1 | Série Histórica de Importações de Desperdícios, resíduos e aparas de plásticos nos anos de 2013 a 2023



Fonte: Adaptado, ComexVis, 2024.

Quanto às principais origens dos produtos, as maiores contribuições de importações de resíduos plásticos foram originários dos Estados Unidos, com 28,40% em 2022; e 23% em 2023, seguido da Colômbia com 18,40% em 2023 e Chile, com 14% em 2022; Portugal com 11%, México com 10%, Barbados com 9,4%, e El Salvador com 9,3%.

As importações realizadas no ano de 2022 para o Brasil, tiveram como principal destino o estado do Rio Grande do Sul, com participação nas importações de 37,5%. O segundo estado com destino das importações foi o estado do Amazonas com 22,1%, seguido de Santa Catarina com 12,8%, Minas Gerais com 8,92% e São Paulo com 7,94% como destino das importações. Cabe salientar, que não consta no site informações sobre o tipo de resíduo, setor industrial e qual empresa está importando o resíduo.

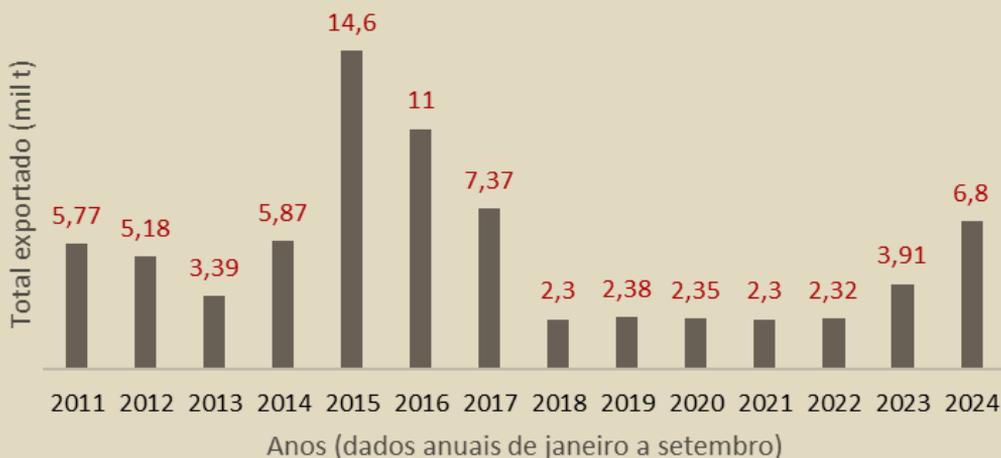
As importações realizadas no ano de 2021, novamente tiveram como princi-

pal destino o Rio Grande do Sul com 32,3% da participação total, Amazonas com 20,3%, Santa Catarina com 15,5%, São Paulo com 14,2% e Minas Gerais com 8,2% do total das importações.

Quanto às exportações, em 2023 o Brasil exportou 6.245,05 toneladas de resíduos e aparas poliméricas, no valor de 2,93 milhões de dólares, o que representa 0,0009% das exportações totais. As exportações deste ano são 78,9% maiores que as do ano de 2022, onde foram exportadas 3.491,36 toneladas de resíduos e aparas de plásticos, no valor de 1,9 milhões de dólares, representando 0,0006% das exportações totais. E em 2021, as exportações totalizaram 2.295,61 toneladas, no valor de 1,27 milhões de dólares, com 0,0005% de participação nas exportações totais, ocupando a posição 269º no ranking das exportações totais do país.

Sobre as exportações realizadas pelo Brasil dentro da Série Histórica na plataforma ComexVis, são apresentados dados do período de 2011 até o ano de 2023. O total em massa (mil ton) de exportações por ano, pode ser conferido no Gráfico 2.

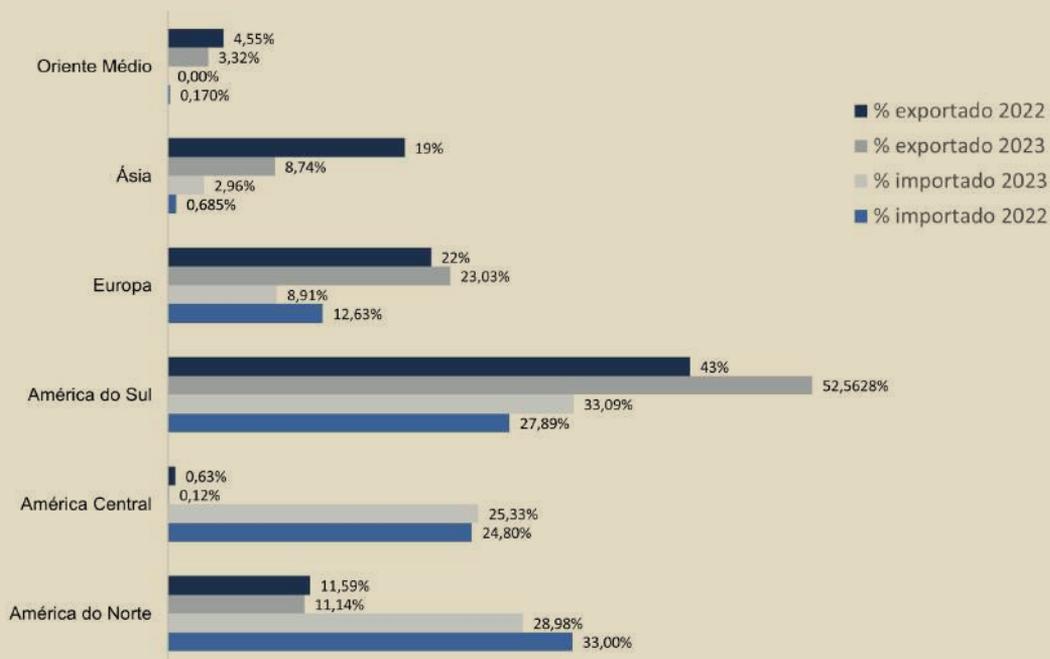
**Gráfico 2 | Série Histórica de Exportações de Desperdícios, resíduos e aparas de plásticos nos anos de 2011 a 2023**



Fonte: Adaptado, ComexVis, 2024.

Segundo os dados levantados, as exportações de resíduos do Brasil no ano de 2021, apresentou a Malásia com 33,8 %, Paraguai com 19,9% e Itália com 15,6 %, como os destinos com maiores percentuais de exportações realizadas pelo Brasil de resíduos plásticos no ano em questão. Quanto às exportações por continentes de resíduos nos demais anos de 2022 e 2023, e para onde foram enviados os resíduos poliméricos exportados, podem ser conferidos no Gráfico 3.

**Gráfico 3 | Percentual de importações e exportações por continentes no ano de 2022 e 2023**



Fonte: Adaptado, ComexVis, 2024.

Os principais destinos dos resíduos plásticos para o ano de 2022, demonstram que foram realizadas exportações de resíduos plásticos para o Paraguai com 40% do total exportado, Malásia com 18% de participação, Itália com 15% e Estados Unidos com 9,5% de participação.

Os estados brasileiros exportadores de resíduos plásticos no ano de 2022, foram os estados, Paraná com participação nas exportações de 40%, o segundo estado exportador de resíduos foi o estado do Rio de Janeiro com 23,8%, seguido de São Paulo 21%, Espírito Santo com 8,043% e Bahia com 4,5% do total exportado de resíduos plásticos.

Os países para os quais o Brasil mais exportou resíduos sólidos no ano de 2023, com o Paraguai recebendo a maior quantidade de resíduos exportados, com um aumento em 12% relativo ao ano de 2022.

### **Considerações Finais**

Os dados apresentados fornecem um panorama das importações e exportações de resíduos poliméricos no Brasil ao longo dos anos. Embora as importações de resíduos poliméricos tenham apresentado uma queda em 2022 em comparação com 2021 e maior para 2023, ainda é crucial acompanhar de perto esses números para garantir que as importações sejam feitas de forma responsável e sustentável. A presença de países como Estados Unidos, México e Portugal como principais exportadores de resíduos plásticos destaca a necessidade de cooperação internacional para enfrentar os desafios relacionados a esses materiais que podem apresentar riscos por muitas vezes se tratar de resíduos de difícil reciclabilidade.

Nesse contexto, percebe-se um desalinhamento das políticas de importação e exportação de resíduos à PNRS, pois o Brasil com o volume de resíduos gerados, teria que priorizar as políticas de gerenciamento, a exemplo da promoção da coleta seletiva municipal com a inclusão de catadores e catadoras para aumentar o % de resíduos plásticos recuperados na cadeia produtiva da reciclagem. Tais estratégias, precisam estar mais alinhadas, pois, quando o país incentiva a importação de resíduos, o mercado de compra e venda de resíduos recicláveis no país é prejudicado, gerando uma crise econômica, esvaziando postos de trabalhos nas cooperativas de reciclagem e ainda gerando mais impacto ambiental, considerando que um volume maior de rejeitos será gerado e encaminhado aos aterros sanitários.

Por outro lado, as exportações de resíduos poliméricos mostram uma tendência constante ao longo dos anos. É essencial garantir que essas exportações estejam em conformidade com as regulamentações ambientais e que os materiais sejam adequadamente tratados nos países de destino. Porém,

não há informação disponível sobre a origem, tipologia, e destino em termos de aplicação deste material exportado ou importado, o que pode, mesmo não sendo uma quantidade significativa de materiais, mas que podem estar gerando impactos ambientais senão gerenciados de acordo com as leis vigentes.

À medida que a consciência ambiental e a demanda por práticas sustentáveis aumentam globalmente, é fundamental que o Brasil continue aprimorando sua gestão de resíduos plásticos. Iniciativas como a economia circular, a promoção da reciclagem e a redução do uso de polímeros descartáveis devem ser incentivadas e ampliadas. Além disso, é importante investir em infraestrutura e tecnologias adequadas para primeiramente a não geração de resíduos como a aplicação de tecnologias limpas e os resíduos gerados necessitam serem possíveis de serem reciclados, visando minimizar seu impacto negativo no meio ambiente.

A Convenção de Basiléia, mencionada anteriormente, desempenha um papel fundamental na regulamentação do movimento transfronteiriço de resíduos, incluindo resíduos plásticos. É essencial que o Brasil continue a aderir aos princípios e diretrizes estabelecidos pela convenção, a fim de garantir uma gestão adequada e responsável dos resíduos poliméricos no contexto da importação e exportação.

Em suma, o Brasil enfrenta desafios e oportunidades significativas no âmbito da gestão de resíduos poliméricos. O desenvolvimento de políticas e práticas sustentáveis, a cooperação internacional e a conscientização da sociedade são elementos-chave para enfrentar esses desafios e promover uma economia mais circular e sustentável no país. Somente por meio de esforços conjuntos, poderemos alcançar um futuro em que os resíduos poliméricos sejam tratados de forma adequada, minimizando seu impacto ambiental e contribuindo para um planeta mais sustentável.

Acima de tudo, este trabalho tem como intuito contribuir com a valorização da essencial e qualificada prestação de serviço ambiental realizada a pelo menos a 4 décadas pelas cooperativas de catadores organizadas.

### **Agradecimentos**

Os/as autores/as agradecem ao Instituto Gaia, Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais (Instituto Polis), Aliança Resíduo Zero Brasil (ARZB) pelo apoio financeiro e logístico.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio e incentivo a esta pesquisa desenvolvida, pela bolsa de doutorado da autora Joice Pinho Maciel, e de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico – DT2 do autor Carlos Alberto Mendes Moraes.

À CAPES, pela bolsa de mestrado da autora Andrielle Brizolla Bueno.

### **Referências**

AL-HAQ, Environmental Rights Case Succeeds in Holding Israel Accountable for Illegal Hazardous Waste Dumping in Palestine, 2016. Disponível em <https://www.alhaq.org/publications/6392.html>. Acessado em 15 de set 2024.

Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST). 2022. Perfil 2021: As indústrias de transformação e reciclagem de plástico no Brasil.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). 2022. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. P. 12-37.

BAN, Paper Maker Illegally Brought US Waste to Brazil, Says Ibama, 2022. Disponível em <https://www.ban.org/news/2022/1/31/paper-maker-illegally-brought-us-waste-to-brazil-says-ibama?rq=paper>. Acessado em 15 set 2024.

BRASIL. Decreto nº 4.581, de 27 de janeiro de 2003. 2003. Promulga a Emenda ao Anexo I e Adoção dos Anexos VIII e IX à Convenção de Basiléia sobre o Controle do Movimento Transfronteiriço de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Brasília, DF: Presidência da República, 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/D4581.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4581.htm)>. Acesso em: 24 jan. 2023.

BRASIL. Decreto nº 875, de 19 de julho de 1993. 1993. Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito. Brasília, DF: Presidência da República, 1993. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d0875.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d0875.htm)>. Acesso em: 24

jan. 2023.

BUENO, ANDRIELE BRIZOLLA; Moraes, Carlos Alberto Mendes. Relatório Técnico IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU) E INDUSTRIAIS (RSI) NO BRASIL. Aliança Resíduo Zero Brasil – ARZB, e GAIA Internacional. 28 p. Disponível em: [https://residuozero.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio\\_Gaia\\_Importacao\\_Exportacao\\_Residuos\\_Mar\\_2023.doc.pdf](https://residuozero.org.br/wp-content/uploads/2023/11/Relatorio_Gaia_Importacao_Exportacao_Residuos_Mar_2023.doc.pdf). Acessado em: 12 ago 2024.

BUENO, ANDRIELE BRIZOLLA ; PASQUALETO, K. C. ; Moraes, Carlos Alberto Mendes. IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE RESÍDUOS POLIMÉRICOS NO BRASIL. In: 7o SSS - Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis, 2023, Porto Alegre. Anais do 7o SSS - Simpósio sobre Sistemas Sustentáveis. Madrid - Espanha: IAHR Publishing, 2023. v. 3. p. 66-74.

CONVENÇÃO de Basileia. In: Centro Regional, CETESB. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/centroregional/convencao-de-basileia/>>. Acesso em: 24 jan. 2023.

EFFACE, Illegal Shipment of E-Waste from the EU, 2015. Disponível em [https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2015/efface\\_illegal\\_shipment\\_of\\_e\\_waste\\_from\\_the\\_eu\\_0.pdf](https://www.ecologic.eu/sites/default/files/publication/2015/efface_illegal_shipment_of_e_waste_from_the_eu_0.pdf). Acessado em 15 de set 2024.

IBAMA. 2024. Importação de resíduos – Convenção de Basileia. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/importacao-de-residuos-convencao-de-basileia#importacao-proibidas>. Acesso em: 15 set 2024.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA). 2023. Convenção de Basileia. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/convencao-de-basileia>. Acesso em: 24 jan. 2023.

IWANICKI, Lara. Um oceano livre de plástico: desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil. 1. ed. Brasília, DF: Oceana Brasil, 2020.

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). 2023. Exportação e importação.

MDIC. Governo aumenta Imposto de Importação de resíduos sólidos e fortalece ca-

*A Problemática da Importação e Exportação de Resíduos Poliméricos e sua Influência na Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*

deia nacional de reciclagem. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2023/julho/governo-eleva-imposto-de-importacao-de-residuos-solidos-para-fortalecer-a-cadeia-nacional-de-reciclagem-e-promover-a-sustentabilidade>. Acesso em: 15 set 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Convenção de Basiléia. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/convencao-de-basileia.html>. Acesso em: 21 fev. 2023.

PhilstarGlobal, 1stBatchofTrashSentBackfromPhilippinesArrivesinSouthKorea, 2019. Disponível em <https://www.philstar.com/headlines/2019/02/04/1890769/1st-batch-trash-sent-back-philippines-arrives-south-korea>. Acessado em 15 set 2024.

Plano de Incentivo à Cadeia do Plástico (PICPLAST). 2022. Cálculo dos índices de reciclagem mecânica de plásticos pós-consumo no Brasil.

PNRS. LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 15 set 2024.

Polícia Federal. 2024. PF reprime importação ilegal de resíduos sólidos nocivos ao meio ambiente. Disponível em: <https://www.gov.br/pf/pt-br/assuntos/noticias/2024/02/pf-reprime-importacao-ilegal-de-residuos-solidos-nocivos-ao-meio-ambiente>. Acesso em: 15 set 2024.

Prewiew Perfil, 2023. As indústrias de transformação e reciclagem de Plástico no Brasil.

Relatórios Nacionais da Convenção da Basiléia. In: Basel Convention. Disponível em: <http://www.basel.int/Countries/NationalReporting/NationalReports/BC2001Reports/tabid/5303/Default.aspx>. Acesso em 09 fev. 2023.

RESÍDUOS. In: Ministério do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. [S.l.], 29 nov. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/residuos-pg>. Acesso em: 24 jan. 2023.

Sistema Integrado de Comércio Exterior (Sixcomex). 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/siscomex/pt-br>.

S. Qu, Y. Guo, Z. Ma, W.Q. Chen, J. Liu, G. Liu, Y. Wang, M. Xu, Implications of China's

foreign waste ban on the global circular economy, *Resour. Conserv. Recycl.* 144 (2019) 252–255, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.004>.

UNEP, History of the Negotiations of the Basel Convention, 2011. Disponível em <http://www.basel.int/TheConvention/Overview/History/Overview/tabid/3405/Default.aspx/>. Acessado em 15 set 2024).

Z. Wen, Y. Xie, M. Chen, C.D. Dinga, China's plastic import ban increases prospects of environmental impact mitigation of plastic waste trade flow worldwide, *Nat. Commun.* 12 (2021) 425, <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20741-9>.

## Capítulo 13

# IMPACTOS DA INCINERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Fernanda Penteado Balera, Surrailly Fernandes Youssef, Cecilia Nascimento Ferreira, Paulo Fernando Esteves de Alvarenga II, Davi Quintanilha Failde de Azevedo e Caroline Pereira dos Santos

### **1. Introdução**

Este artigo é baseado na Nota Técnica publicada pela Defensoria Pública do Estado de São Paulo, Núcleo Especializado de Cidadania e Direito Humanos (NCDH), em 31 de janeiro de 2024. A nota foi publicada no âmbito do cumprimento das atribuições da Defensoria, especialmente as previstas no artigo 134 da Constituição Federal; nos artigos 1º e 4º da Lei Complementar 80/94; nos artigos 5º, inciso XII e 53, inciso II, da Lei Complementar Estadual nº 988/2006, e tem fundamento nas propostas de atuação estabelecidas junto ao ciclo de conferências para implementação da Lei nº 12.305/2010 que instituiu a Política Nacional Resíduos Sólidos (PNRS), com especial atenção à garantia dos direitos dos catadores e catadoras.

A gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é central para construção de cidades mais inclusivas e sustentáveis. A má gestão desses resíduos tem impactos diretos na saúde e qualidade de vida das comunidades mais pobres.

Estima-se um crescimento global de 3.4 bilhões de toneladas de resíduos para o ano de 2050 (Kaza et al., 2018). Portanto, é urgente pensar em formas criativas de planejar o manejo dos resíduos sólidos com responsabilidade econômica, ambiental e social.

Nos últimos anos, a incineração dos resíduos sólidos urbanos passou a ser apontada como uma alternativa para o tratamento dos resíduos produzidos no Brasil. Trata-se de um processo de alto custo, caracterizado pelo uso da tecnologia de tratamento térmico de resíduos. Cerca de 11% dos resíduos sólidos do mundo é tratado por meio de mecanismos de incineração, sendo os países europeus os principais a aderirem à prática.

Este artigo apresenta o posicionamento do Núcleo Especializado de Cidadania e Direitos Humanos da Defensoria Pública do Estado de São Paulo, sobre os impactos socioambientais decorrentes da incineração de resíduos sólidos urbanos, construído a partir de pesquisas de artigos, capítulos de livro e relatórios técnicos e científicos, da experiência do NCDH na implementação da PNRS, bem como de consulta pública realizada de 6 de outubro a 4 de novembro de 2022, com o objetivo de receber contribuições e manifestações da sociedade civil sobre a temática da incineração de RSU.

Muito embora as instalações de incineradores se declarem como soluções alternativas para a gestão de resíduos sólidos urbanos no país, como se demonstrará, as propostas desconsideram os riscos sociais e ambientais decorrentes dessa prática.

Tendo em vista a necessidade de pensar soluções de gestão dos resíduos sólidos nos territórios no Brasil, os impactos socioeconômicos dessa prática são contundentes sobre as atividades desempenhadas por catadoras e catadores de materiais recicláveis, atores centrais na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Além disso, os impactos sobre a saúde humana e o meio ambiente são decorrentes dos poluentes tóxicos gerados no processo de incineração, como dioxinas e furanos, que estão associados ao desenvolvimento de câncer, malformações e outras doenças.

Apresenta-se aspectos estruturantes desta temática, os quais devem ser observados e discutidos pela sociedade civil e pelo Poder Público, levando-se em consideração o aumento no número de propostas de incineração dos resíduos sólidos urbanos nos municípios do Estado de São Paulo. Desse modo,

objetiva-se contribuir para a melhor compreensão dos riscos existentes nesta modalidade de tratamento dos resíduos, e subsidiar decisões de gestores públicos, associações e cooperativas de catadoras e catadores de materiais recicláveis e outros agentes que atuem na temática.

## **2. Metodologia da consulta pública**

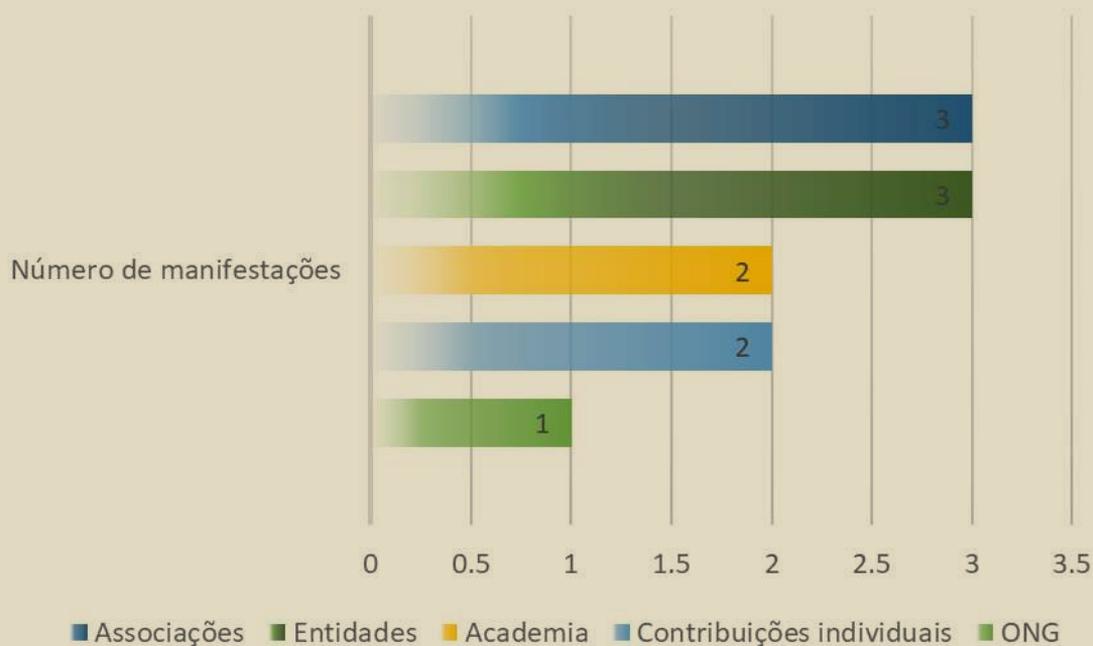
Este artigo fundamenta-se nas contribuições realizadas pela sociedade civil, através da participação em consulta pública realizada no período de 6 de outubro a 4 de novembro de 2022, no qual o NCDH abriu ao público a possibilidade de apresentação de suas manifestações sobre a temática da incineração de resíduos sólidos.

A consulta pública levou em consideração o princípio da participação social, o qual tem como objetivo assegurar o envolvimento popular nos processos decisórios, assegurando participação no desenvolvimento e consolidação das políticas públicas e legislações, promovendo maior transparência no diálogo entre o poder público e a sociedade civil. Este princípio possui grande relevância na esfera socioambiental, uma vez que o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, previsto no artigo 225 da Constituição Federal, é direito de todos e sua defesa e proteção deve ser exercida tanto pelo poder público quanto pela coletividade. Há que se atentar que o processo de redemocratização ocorrido na década de 80 acentuou a luta por maior participação da sociedade civil organizada nos processos decisórios, principalmente naqueles relacionados ao meio ambiente (GRANZIERA, 2009).

## **3. Resultados da Consulta Pública**

Foram recebidos 18 documentos, enviados por 11 contribuintes que se identificaram como: representantes de ONGs, associações, integrantes de entidades e pesquisadores da área. A caracterização dos contribuintes está apresentada na Figura 1.

Figura 1: Contribuintes da Consulta Pública



Fonte: elaboração própria

Na análise do conteúdo das contribuições, verificou-se um posicionamento majoritário da sociedade civil contrário à adoção dessa forma de manejo dos resíduos sólidos urbanos, tendo em vista os riscos decorrentes dessa atividade. De 11 contribuições realizadas, apenas uma entidade se manifestou favorável à prática de incineração.

A fim de elucidar as contribuições, segue uma breve caracterização dos participantes da consulta pública e dos principais argumentos das manifestações.

- O Núcleo de Estudo, Pesquisas e Extensão em Saúde Socioambiental (NEPS-SA) se apresenta como “ um dos espaços pedagógico-científico complementar da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Campus Baixada Santista, ancorado na interdisciplinaridade e na educação interprofissional tendo

em vista a indissociabilidade do ensino, pesquisa e extensão” (NEPSSA, 2021). O Núcleo é formado por um grupo de pesquisadores acadêmicos que “observa, estuda, pesquisa, discute e articula as demandas da sociedade relacionadas à saúde socioambiental na perspectiva da Promoção de Saúde” (NEPSSA, 2021). A contribuição de um integrante desse Núcleo envolveu diversos documentos que evidenciaram os riscos ambientais e sociais inerentes aos processos de incineração dos resíduos sólidos urbanos (Santos et. al., 2020; ECEL ambiental, 2020; Kian, Izidoro, 2021; Guimarães, 2022; Santos et. al., 2021).

- A Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos (ABREN) “é composta por profissionais especializados no setor de recuperação energética de resíduos” e dedica-se a “representar empresas de reciclagem mecanizada, compostagem anaeróbica, recuperação energética de resíduos e logística reversa” (ABREN, [s.d]). Dentre os pontos apresentados destacam-se a alegação de ataques ideológicos e pseudocientíficos à incineração com recuperação energética de RSU, a apresentação do potencial energético decorrente da incineração dos resíduos, a alegação de redução da emissão de gases efeito estufa em comparação com os aterros e a alegação de geração de empregos.

- A Associação Franciscana de Assistência Social Coração de Maria apresentou documento questionando os desdobramentos decorrentes da instalação de uma usina termelétrica na região de São José dos Campos, tendo por fundamento o material desenvolvido pela Universidade de São Paulo (USP) denominado “Qualidade do ar e a primeira infância: efeitos nocivos da poluição do ar à saúde das crianças e ações para minimizá-los” (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2021). Revelaram preocupação com os efeitos negativos da poluição do ar na cognição e aprendizado das crianças e jovens, além de evidenciar os impactos na saúde desse grupo, como a maior incidência de asma e alergias em decorrência da poluição atmosférica.

- A contribuição de um consultor ambiental e pesquisador da área apresentou com clareza os impactos negativos oriundos da incineração. Argumenta sobre a existência de riscos à saúde humana decorrentes da instalação de unidades de recuperação energética, mesmo com os atuais avanços tecnológicos no sistema de filtragem. Reconhece o uso dessa tecnologia em outros países, como Estados Unidos e Europa, mas também de uma movimentação desses países pela desvinculação da incineração e busca por alternativas am-

bientalmente adequadas. Elucida que a incineração pode minar a dimensão social de políticas públicas de coleta seletiva que incluam catadores e catadoras.

- O Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade (NOSS) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP é “um grupo interdisciplinar de pesquisa que estuda os principais conceitos, ferramentas e metodologias em torno das problemáticas da sustentabilidade, fundamentando-se nas ciências ambientais, sociológicas e econômicas” (NOSS, 2022). Apresentou um histórico sobre os incineradores instalados na cidade de São Paulo e a motivação para o seu desativamento, como o não atendimento das necessidades locais e os custos elevados. Em relação a incineração destaca-se a argumentação da existência de riscos para saúde da população, altos custos para instalação e manutenção das atividades, baixa geração de postos de trabalhos quando comparado com as atividades de reciclagem, busca por maior quantidade de resíduos para manutenção das atividades e produção de eletricidade em detrimento dos incentivos à reciclagem e compostagem, dentre outros.

- A Associação Cigarras Vivas, do município de São Sebastião, trata-se uma “associação civil, sem finalidades lucrativas, políticas ou religiosas”. Destaca-se dentre seus objetivos o propósito de “lutar pela defesa, preservação e conservação do meio ambiente (pela educação ambiental e incentivo ao tratamento adequado de resíduos orgânicos e recicláveis)” e de “colaborar com o comércio local na busca de seu desenvolvimento sustentável”(ASSOCIAÇÃO CIGARRAS VIVA, 2020). Apresentaram questionamentos elucidando problemáticas decorrentes da preferência do poder público municipal de São Sebastião por um sistema de tratamento térmico de resíduos sólidos. Destacaram problemas de participação social no processo decisório, a falta de critérios técnicos e jurídicos para referida escolha, ausência de incentivos para outras formas de gestão de resíduos, como a compostagem, a falta de transparência na definição do local para implantação de unidade de recuperação energética, entre outras questões.

- A Frente Brasileira de Alternativas à Incineração se apresenta como um conjunto de “diversos atores, dentre eles movimentos sociais, ONGs, instituições públicas e privadas e catadores” (FRENTE BRASILEIRA ALTERNATIVAS À INCINERAÇÃO, 2020). Foi apresentada proposta de nacionalização da resistência

contra incineração, podendo-se destacar a defesa da coleta seletiva solidária como fundamento da reciclagem, a defesa da PNRS assegurando-se proteção da saúde pública e a integração dos catadores e catadoras de materiais recicláveis, entre outros pontos.

- Contribuição individual não especificada, apresentou documento que descreveu a incineração de resíduos como responsável pela emissão de dioxinas, furanos e metanos. A alternativa apresentada foi de uma nova tecnologia, denominada Inoculação Residual Urbana, que através de baixas temperaturas seria capaz de transformar os resíduos em um novo material a ser utilizado pela construção civil.

- A Aliança Resíduo Zero Brasil é “uma articulação de entidades e pessoas, na luta por políticas de resíduos sólidos que cheguem a 100% de reciclagem e compostagem” contribuiu através do “Manifesto contra a destruição dos resíduos sólidos urbanos – por desperdício zero” (ALIANÇA RESÍDUO ZERO BRASIL et. al., [s.d.]). Este documento elaborado e assinado por diversas entidades, movimentos, Ongs, associações, cooperativas, coletivos evidencia as diversas problemáticas decorrentes da incineração, podendo-se destacar os impactos negativos sobre o trabalho desenvolvido por catadores e catadoras de materiais recicláveis, a destruição de resíduos que poderiam ser reciclados ou compostados e a geração de resíduos tóxicos e perigosos como produtos da queima.

- A ECOPHALT, “organização não governamental, sem fins lucrativos, com sede em Praia Grande/SP, criada pela defesa e conservação do meio ambiente e a promoção do desenvolvimento sustentável” (ECOPHALT, 2020) revelou posicionamento contrário à destruição dos resíduos sólidos e apresentou também o documento (Aliança Resíduo Zero Brasil et. al., [s.d.]). Destacou os impactos da incineração na saúde pública e ambiental, na atmosfera decorrentes da poluição, socioeconômicos decorrentes da queima de matéria prima que poderia ser fonte de trabalho e renda de catadores e catadoras, nas mudanças climáticas, entre outros aspectos negativos decorrentes.

- Integrante das entidades Instituto Pólis, Aliança Resíduo Zero Brasil e GAIA. O Instituto Pólis é “uma organização da sociedade civil (OSC) de atuação nacional, constituída como associação civil sem fins lucrativos, apartidária e pluralista” que está “sempre atuando junto à sociedade civil visando o desenvolvimento local na construção de cidades mais justas, sustentáveis e demo-

cráticas” (INSTITUTO PÓLIS, 2020). A entidade GAIA constitui uma rede global que trabalha por um mundo justo, sem resíduos e sem incineração que tem como missão “catalisar uma mudança global em direção à justiça ambiental, fortalecendo os movimentos sociais de base que promovem soluções para os resíduos e a poluição” (GAIA, 2020). A contribuição evidencia que o avanço de tecnologias de incineração coloca em risco o trabalho desenvolvido por catadores e catadoras, a incineração foi apresentada como geradora de riscos à saúde da população, diante da ausência de uma rede de controle de qualidade do ar efetivamente eficiente, destacou os altos custos dessa tecnologia e foi apresentada a necessidade de grande quantidade de resíduos para manutenção desta atividade principalmente resíduos de alto poder calorífico, que predominantemente são os materiais recicláveis.

Passa-se a seguir à apresentação mais aprofundada dos estudos relacionados à incineração de resíduos sólidos urbanos.

### **3.1 Políticas Nacional (PNRS) e do estado de São Paulo (PERS) de resíduos sólidos**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei 12.305 de 2010, dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos e as diretrizes para a concretização da gestão integrada e do gerenciamento de resíduos sólidos no país.

A gestão integrada de resíduos sólidos é compreendida como o conjunto de ações desenvolvidas em busca de soluções para os resíduos sólidos, levando-se em consideração as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social. Além disso, a gestão integrada fundamenta-se na premissa do desenvolvimento sustentável e do controle social, garantindo que a sociedade tenha acesso às informações e possa participar dos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas sobre resíduos sólidos, no país (BRASIL, 2010, art. 3º, inciso xi). O gerenciamento de resíduos sólidos é apresentado como o conjunto de ações adotadas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final ambientalmente adequada (que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético e outras ações admitidas pelos órgãos competentes) e de disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacio-

nais específicas), evitando-se danos ou riscos à saúde pública, à segurança e minimizando os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010, art. 3º).

Nesse contexto, é possível afirmar que a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos no país não devem se restringir a uma única dimensão de análise, mas devem englobar as diferentes perspectivas dos atores envolvidos, considerando aspectos sociais, culturais, ambientais, econômicos e políticos, através de ações que evitem danos, reduzam riscos e minimizem impactos à saúde, à segurança e ao meio ambiente.

Dentre os objetivos elencados na PNRS destaca-se: (i) o compromisso de integração de catadores e catadoras de materiais recicláveis na gestão de resíduos sólidos; (ii) o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e outras formas de organização de catadores; (iii) a priorização das cooperativas e outras formas de associação e (iv) a contratação dessas organizações com dispensa de licitação.

Esses e outros mecanismos legais de inclusão desses trabalhadores na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos demonstram o reconhecimento, pela PNRS, da importância das atividades desenvolvidas pelos catadores (as) de materiais recicláveis, responsáveis históricos pelas atividades de catação e reciclagem no país. No entanto, estima-se que houve a recuperação de 1,07 milhão de toneladas/ano de materiais secos, através da reciclagem, e 0,27 milhão de toneladas/ano de resíduos orgânicos, através da compostagem, de um total estimado de 66,6 milhões de toneladas/ano de resíduos sólidos urbanos gerados no país (MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2021). Este cenário revela um percentual de aproximadamente 2% de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos, demonstrando o pouco comprometimento dos setores público e privado com a mudança de padrão de gestão de resíduos no país.

A PNRS é um arcabouço normativo que estrutura a gestão de resíduos sólidos para além da dimensão estritamente econômica, contemplando as variáveis sociais, ambientais e de saúde pública, incentivando o fortalecimento das atividades desenvolvidas por cooperativas e associações de catadoras e catadores.

No âmbito do Estado de São Paulo, a Lei nº 12.300 de 2006 instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), que, no mesmo sentido da PNRS, apre-

senta um modelo de gestão fundamentado na visão sistêmica, que considera a multiplicidade de dimensões, como a ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública.

Os catadores(as) de materiais recicláveis também foram contemplados na PERS e um dos seus objetivos é promover a sua inclusão social nos serviços de coleta seletiva, valendo-se de ações do Poder Público, em parceria com a esfera privada, para incentivar a criação e o desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis (SÃO PAULO, 2006, art. 3º, inciso iv, parágrafo único, item 9).

Sendo assim, resta clara a multiplicidade de perspectivas que devem ser observadas no estabelecimento de uma política para a gestão integrada de resíduos sólidos, com destaque para a importância das dimensões: (i) socioeconômica, evidenciada pelo trabalho desenvolvido por catadores(as) de materiais recicláveis; (ii) de saúde pública, através de alternativas que evitem danos e riscos à vida humana, e (iii) ambiental, para que seja assegurada qualidade ambiental para as presentes e futuras gerações.

### **3.2 Incineração de resíduos sólidos urbanos**

Os resíduos sólidos possuem diversas classificações. Quanto à origem podem ser categorizados em resíduos industriais, da construção civil, de serviços de saúde, domiciliares, de limpeza pública, dentre outros. O conceito de RSU apresentado pela PNRS refere-se ao conjunto de resíduos domiciliares (aqueles originários de atividades domésticas em residências urbanas) e de limpeza urbana (originários das atividades de varrição e limpeza das vias públicas) (BRASIL, 2013, Art. 13, I).

No Brasil, em conformidade com o disposto na Resolução nº 316, de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), o tratamento térmico é apresentado como “todo e qualquer processo cuja operação seja realizada acima da temperatura mínima de oitocentos graus Celsius” (CONAMA, 2002). Segundo GAIA (2012) a incineração pode ser compreendida como uma tecnologia de tratamento térmico de resíduos sólidos que se realiza com a queima desses materiais, que podem ter sido produzidos em residências, estabelecimentos comerciais, incluindo materiais que possam apresentar algum tipo de risco para a saúde das pessoas e para o meio ambiente. Considera ainda que esta atividade tem como objetivo reduzir o volume e a massa dos mate-

riais descartados, que podem ser papel, plástico, metal, restos de alimentos, convertendo-os em cinzas, gases, elementos poluentes, calor e outros componentes. Para IJGOSSE (2019) a incineração dos resíduos sólidos municipais envolve a queima de resíduos misturados, normalmente não tratados, oriundos das residências, do comércio e de algumas atividades industriais, através de um processo controlado, em uma instalação denominada incinerador. O autor afirma que embora a incineração dos RSU promova uma grande redução dos resíduos, resultante da queima, há produção de cinzas residuais e volantes, as quais exigem um tratamento adicional cuidadoso, tendo em vista que parte das cinzas geradas pode ser tóxica. A incineração também produz escória que junto com as cinzas requer destinação final para Aterros Sanitários Classe I, locais que recebem resíduos classificados como perigosos (aqueles que têm componentes contaminantes, poluidores, prejudiciais ao meio ambiente e aos seres humanos).

Registre-se ainda, que diante da análise dos RSU, é possível destacar que plásticos e papéis possuem alto poder calorífico, enquanto os resíduos orgânicos, baixo. Desse modo, a incineração de resíduos sólidos urbanos com baixo potencial calorífico, tais como os orgânicos, podem desencadear dificuldades técnicas, exigindo-se a adição de novos combustíveis (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2004).

A temática da incineração dos resíduos sólidos se relaciona com outras atividades, como propostas de geração de energia através da queima dos resíduos ou o uso de resíduos como combustíveis em processos industriais, em fornos de produção de cimento.

Nesse contexto, as Unidades de Recuperação Energética (URE) apresentam-se como espaços para a realização de tratamento térmico com o aproveitamento do potencial energético dos resíduos. Destaca-se que a possível conversão da energia e do calor, oriundos da incineração, em energia elétrica ou térmica, exige o uso de tecnologias eficientes, o que também demanda altos investimentos (IJGOSSE, 2019).

Quanto ao uso de resíduos como combustíveis, a resolução CONAMA nº 499 de 2020 prevê a possibilidade de uso de resíduos sólidos de diversas origens, em substituição ao uso de matéria-prima ou de outros combustíveis, no coprocessamento em fornos de Clínquer que é um componente básico do cimento (CONAMA, 2020).

Tais atividades têm sido apresentadas como possíveis soluções para a gestão de resíduos sólidos no país, entretanto a utilização dessas tecnologias na gestão dos RSU apresenta inúmeras controvérsias, elucidadas nos tópicos a seguir.

### **3.3. Incompatibilidade da incineração de RSU com os objetivos da PNRS**

A PNRS traz como objetivos: (i) proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; (ii) não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; (iii) incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados e de (iv) integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos (BRASIL, 2010, Art. 7º).

Diante desses objetivos elencados, verifica-se que a prática de incineração está em contrariedade às prescrições apresentadas.

Destaca-se que a PNRS estabelece que a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos exigem respeito a uma ordem hierárquica de condutas: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010, art. 9º). Essa hierarquia revela que deverão ser priorizadas condutas de não geração de resíduos, seguindo-se medidas para sua redução, reutilização e reciclagem, para então ser possível a execução de alguma forma de tratamento dos resíduos, como a incineração. A ordem estabelecida no texto da lei não se apresenta de maneira aleatória, mas prescreve com clareza uma ordem de prioridade que deve ser observada na gestão e no gerenciamento dos RSU, tendo como objetivos maiores a proteção do meio ambiente e da saúde humana. Em conformidade com a PNRS, as atividades de reciclagem precedem à prática de incineração e devem ser amplamente incentivadas. Desse modo, a atuação dos gestores públicos deve priorizar atividades de coleta seletiva e de reciclagem, com inclusão socioeconômica de catadores e catadoras, em detrimento da incineração dos RSU.

A queima de materiais recicláveis simboliza um grande retrocesso, tanto na perspectiva ambiental, ao impedir o retorno para a cadeia produtiva de materiais que poderiam servir de matéria prima para a indústria, quanto na di-

menção socioeconômica, por destruir o objeto de trabalho e renda das catadoras (es), através de um modelo de gestão que exclui o protagonismo desses agentes históricos.

Outra incompatibilidade da PNRS com a incineração pode ser evidenciada através do objetivo desta política de proteção da saúde pública e da qualidade ambiental. A prática de incineração resulta na emissão de diversos poluentes tóxicos, como dioxinas e furanos, que podem causar sérios danos à saúde humana e à vida de outros seres, contrariando assim os objetivos acima apresentados.

Para o grupo NOSS a incineração não traz uma solução que observe o contexto da produção dos resíduos ou evite a sua geração: a incineração vai na contramão da hierarquia de resíduos, pois não prevê a redução do consumo, a reutilização dos materiais e parte diretamente para a forma de tratamento dos resíduos que já foram gerados, ou seja, é uma solução de “fim de tubo”, que olha apenas para uma ponta final dos resíduos e não considera o contexto em que ele é gerado e, que se possível, poderia ser evitado.

Diante desse cenário, diversas ações foram adotadas, no território brasileiro, para proibir o uso deste tipo de tecnologia como destinação final para os resíduos sólidos urbanos oriundos do sistema de coleta do serviço público de limpeza urbana.

Nesse sentido, é possível destacar a expressa proibição à prática de incineração adotada pelo Distrito Federal, por meio da Lei nº 5.418/2014 (DISTRITO FEDERAL, 2014, Art. 37, VIII) e em Minas Gerais, pela Lei 18.031/2009 (MINAS GERAIS, 2009, Art. 17, IV). Encontram-se em tramitação diversos projetos de lei municipais e estaduais que objetivam a proibição da incineração de RSU, incluindo um Projeto de Lei federal que veda essa prática no âmbito da PNRS, Projeto de Lei 4980 de 2020 (BRASIL, 2020).

### **3.4. Impactos socioeconômicos da incineração sobre as catadoras (es)**

Em conformidade com as disposições normativas apresentadas, verifica-se na PNRS e na PERS a existência de um tratamento normativo prioritário direcionado aos catadoras(es), com incentivos ao desenvolvimento das atividades de reciclagem por cooperativas e associações, podendo-se inferir que a implementação da gestão integrada de resíduos sólidos passa necessaria-

mente pela sua inclusão socioeconômica.

O Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR) estima a existência de 800 mil catadores e catadoras no país, sua maioria composta por pessoas do gênero feminino (MNCR, 2021). Por outro lado, o estudo do IPEA realizado com base nos dados do IBGE estima a existência de 400 a 600 mil catadores, sua maioria composta por pessoas negras, do sexo masculino, com baixo grau de escolaridade e baixo índice de acesso aos serviços públicos, concentrados na região sudeste do país, predominantemente em áreas urbanas (IPEA, 2013).

Este cenário evidencia que as catadoras(es) representam um grande contingente de trabalhadores/as no território nacional e as atividades de coleta seletiva e de reciclagem se apresentam como uma forma de geração de trabalho e renda. Nesse contexto, a incineração dos resíduos sólidos urbanos impacta diretamente suas vidas, ao promover a destruição de materiais recicláveis, objeto de trabalho e renda desses trabalhadores.

A incineração se apresenta como uma prática contrária à valorização do trabalho desenvolvido historicamente por catadoras(es), visto que esta modalidade de tratamento de resíduos sólidos, através da queima dos resíduos, exclui as atividades de coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis por elas desenvolvidas.

Registre-se ainda que a implementação de unidades de recuperação energética envolve altos custos (IJOSSE, 2019), de modo que devem ser sopesados os interesses públicos existentes na sua implementação em detrimento do desenvolvimento de políticas públicas que promovam a capacitação, qualificação e remuneração dos catadores, com promoção da inclusão social e econômica de importante parcela da sociedade.

### **3.5. Impactos da incineração sobre a saúde humana e o meio ambiente**

A incineração de resíduos envolve diversos riscos que podem impactar diretamente a saúde da população e o meio ambiente. Mesmo com os avanços tecnológicos de melhorias no sistema de filtragem, a prática de incineração permanece gerando poluentes que podem contaminar ar, solo e água (GAIA, 2012).

A incineração de resíduos resulta essencialmente na produção de gases e cin-

zas. Dentre os componentes químicos produzidos, destaca-se o dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF), óxidos de azoto (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metais pesados, como cádmio (Cd), tálio (Tl), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e principalmente a produção dos compostos químicos denominados furanos (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O) e dioxinas (C<sub>4</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>) (MNCR, 2012). Dentre as diversas substâncias geradas no processo de incineração, algumas são classificadas como Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), componentes que podem desencadear sérios danos à saúde humana, bem como ao meio ambiente, com contaminação de outras espécies animais e de recursos naturais (solo, águas, ar). Os POPs, possuem como características a semi volatilidade (evaporam lentamente e podem ser transportadas pelo vento), a persistência (permanecem no ambiente com resistência à degradação química e biológica), a bioacumulação (concentram-se nos tecidos dos organismos acumulando-se através das cadeias alimentares) e a toxicidade (causam sérios problemas à saúde, como câncer, malformações, disfunções nos sistemas reprodutivos, etc.) (CETESB, 2022). São produtos químicos tóxicos que possuem decomposição extremamente demorada, permanecendo no meio ambiente e acumulando-se tanto na cadeia alimentar quanto nos organismos vivos, popularmente denominados como “substâncias químicas eternas” (PARLAMENTO EUROPEU, 2022).

Na dimensão da saúde humana, a exposição às dioxinas e aos furanos podem desencadear lesões na pele, alterações no fígado, danos aos sistemas imunológico, nervoso, endócrino, afetando ainda funções reprodutivas e associando-se ao desenvolvimento de câncer (CETESB, 2022). Também já foram identificadas em diferentes espécies de animais, como peixes, pássaros e porcos, o desenvolvimento de doenças e anormalidades em decorrência da exposição a esses poluentes (PARLAMENTO EUROPEU, 2022).

Além destas problemáticas, a incineração de RSU também resulta na produção de gases que contribuem para o aumento do efeito estufa, revelando-se uma prática em desconformidade com as ações de combate às mudanças climáticas (MNCR, 2012). A tecnologia da incineração encontra-se associada à manutenção de padrões de produção e consumo que se fundamentam no uso de novos recursos naturais, com geração de resíduos que assegurem a manutenção das atividades dos incineradores, mostrando-se assim uma prática insustentável (MNCR, 2012).

Embora as ações de recuperação e aproveitamento energético (incineração) sejam apresentadas como solução inovadora, estudos e políticas públicas voltadas para a reciclagem, a compostagem e o reuso de RSU mostram uma economia de energia muito maior do que a gerada pela incineração (SANTOS, BRANCO, SILVA, JÚNIOR, 2021).

Sendo assim, verifica-se que a prática da queima dos resíduos sólidos urbanos se estrutura em um modelo de gestão que exige a extração de novos recursos naturais em detrimento dos objetivos de não geração, redução, reutilização e reciclagem.

### **3.6. Incineração de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo**

O estado de São Paulo é o maior gerador de resíduos do país, aproximadamente 14 milhões de toneladas anuais (TCE, 2021). Dentre os 645 municípios do estado, 388 (64,2%) possuíam algum tipo de programa de coleta seletiva (SNIS, 2020), mas apenas 287 (44,5%) asseguravam a oferta do serviço para todos os bairros da cidade (TCE, 2021).

Ou seja, a cobertura dos programas de coleta seletiva nos municípios do estado de SP ainda têm muito a avançar. Estima-se no estado que apenas 360 mil toneladas de resíduos são recuperadas, em 280 unidades de triagem e 12 de compostagem (SNIS, 2020), um valor extremamente baixo em relação ao volume total de resíduos produzidos.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR), relativos ao ano de 2019, no estado de São Paulo verifica-se que a massa total coletada de RSU é de 14.324.697,80 toneladas enquanto a massa de coleta seletiva coletada é de 487.590,30 toneladas, o equivalente a 3,4% da massa total e dos quais um percentual ainda menor de materiais é efetivamente reinserido na cadeia produtiva.

Este panorama evidencia a necessidade de aprimoramento dos programas de coleta seletiva no Estado para que haja ampliação e melhoria na prestação desse serviço, através de investimentos e efetiva priorização de políticas de reutilização, reciclagem e compostagem, diante da importância social, econômica e ambiental dessas atividades.

É no contexto de demandas por maior organização do poder público, da esfera privada e da sociedade civil, com a finalidade de implementar programas

de coleta seletiva que surgem os debates sobre a incineração de resíduos. Contudo, discute-se a adesão aos projetos de incineração como uma forma de tratamento, sem que tenha havido sequer a estruturação mínima dos programas de coleta seletiva no Estado, revelando-se uma inversão na ordem hierárquica de ações prioritárias que devem ser estabelecidas para a gestão e o gerenciamento dos resíduos.

No Estado de SP, a incineração encontra-se regulamentada pela Resolução SMA-079 de 4 de novembro de 2009, que estabelece diretrizes e condições para a operação e o licenciamento das atividades de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia (URE). As URE são compreendidas como qualquer unidade dedicada ao tratamento térmico de resíduos sólidos, com atendimento às especificidades da resolução, com recuperação de energia térmica gerada pela combustão. A resolução dispõe no artigo 3º que poderão ser encaminhados a estas unidades resíduos sólidos provenientes do sistema público de limpeza urbana, resíduos provenientes da coleta regular, tanto domésticos como comerciais, de varrição, podas, limpeza de vias e outros logradouros públicos e de sistemas de drenagem urbana (SÃO PAULO, 2009).

Também nesse sentido a Resolução SMA nº 38 de 2017 (SÃO PAULO, 2017) estabelece diretrizes e condições para o licenciamento e a operação das atividades de recuperação de energia proveniente do uso de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos Urbanos (CDRU) em Fornos de Produção de Clínquer. A referida norma define Combustível Derivado de Resíduos Sólidos Urbanos como um preparado a partir de RSU, com ou sem incorporação de resíduos sólidos industriais não perigosos, para ser utilizado na recuperação energética em coprocessamento em fornos de clínquer definido no Art. 4º, III na Resolução CONAMA, 2020: “destinação final ambientalmente adequada que envolve o processamento de resíduos sólidos como substituto parcial de matéria-prima e/ou de combustível no sistema forno de produção de clínquer, na fabricação de cimento”.

Verifica-se portanto que as referidas disposições normativas se opõem aos objetivos da PNRS e PERS, resultando na queima de materiais que poderiam ser reutilizados, reciclados ou compostados.

Por fim, sabe-se que historicamente já foram implantados incineradores no estado de SP, tais como o Incinerador de Pinheiros, em 1949, da Ponte Pe-

quena, em 1959 e Vergueiro, em 1967, mas todos foram desativados com fundamento nos altos custos de instalação e manutenção, no desatendimento das necessidades locais, nos impactos negativos desses empreendimentos sobre a saúde e meio ambiente da vizinhança, entre outras motivações (CAODAGLIO; CYTRINOWICZ, 2012, *apud* Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade - USP, 2022).

Verifica-se que muito embora a prática de incineração de RSU encontre respaldo normativo junto ao estado de SP, isso não afasta a hierarquia de ações estabelecidas na PNRS, com priorização das condutas de não geração de resíduos, redução, reutilização e reciclagem, em detrimento da incineração.

### **3.7 Prática de incineração em outros países**

Muito embora a incineração seja uma prática adotada em países da União Europeia, existe uma valorização crescente de políticas orientadas para a economia circular, a qual se estrutura na reutilização e reciclagem de produtos. O Plano de Ação para a Economia Circular desenvolvido pela União Europeia, incentiva a continuidade de políticas de tributação ambiental, incluindo a possibilidade de aplicação de impostos sobre atividades de incineração (EUROPEAN COMMISSION, 2020).

Em Parecer do Comitê Econômico e Social Europeu, a grande quantidade de incineradores existentes foi apresentada como incompatível com os objetivos de reciclagem propostos para a UE, e o abandono das práticas de incineração em favor de políticas que viabilizem o alcance das metas de reciclagem foi apresentado como um desafio a ser superado (UNIÃO EUROPEIA, 2017, p. C 345/103 *apud* HIDAHA, 2021).

Nesse sentido, através dos objetivos para implementação da economia circular, é possível verificar um movimento em favor da ampliação da reciclagem e da reutilização, com desincentivo às práticas de incineração, que já desempenham um papel secundário no âmbito da gestão de resíduos sólidos na região (IJGOSSE, 2019).

Destaca-se que, em outubro de 2022, o Parlamento Europeu revisou suas regras sobre poluentes orgânicos persistentes (POPs) estabelecendo limites mais rígidos, com o objetivo de reduzir a presença dessas substâncias químicas perigosas nos resíduos e nos processos produtivos (PARLAMENTO EURO-

PEU, 2022). E, ainda que nos últimos anos houve uma redução na demanda por atividades de incineração no continente europeu, com deslocamento de empresas de usinas energéticas para países em desenvolvimento, nos quais há um panorama regulatório e jurídico mais frágil (IJGOSSE, 2019).

### **Considerações finais**

Diante do exposto, bem como a partir do contexto brasileiro e do Estado de São Paulo, verifica-se que a incineração de resíduos sólidos urbanos se apresenta como uma prática em contrariedade a diversos objetivos estabelecidos na PNRS e PERS.

Muito embora tenha havido avanços tecnológicos nas práticas de incineração, a atividade permanece apresentando riscos para a saúde humana e o meio ambiente, além de impactar diretamente o trabalho desenvolvido pelas catadoras(es). A incineração de RSU também se coloca em contrariedade às atuais práticas internacionais direcionadas à economia circular, que priorizam as atividades de reciclagem e reutilização dos resíduos.

Quanto ao Estado de São Paulo, os dados apresentados revelam inúmeros desafios a serem superados na gestão de resíduos sólidos, principalmente quanto às atividades de coleta seletiva, levando-se em consideração os baixos índices de recuperação dos resíduos. Nesse contexto, a prática de incineração é contrária à hierarquia de ações prioritárias que devem ser adotadas na gestão integrada de resíduos sólidos, eis que deve ser priorizada a não geração, a redução, a reutilização e a reciclagem dos resíduos sólidos.

Por fim, além dos impactos econômicos decorrentes da incineração de materiais que poderiam ser reinseridos no setor produtivo, a gestão de resíduos no Brasil fundamenta-se historicamente no trabalho desenvolvido pelos catadores e catadoras de materiais recicláveis, de modo que as atividades de incineração impactam diretamente o seu trabalho, fazendo-se mais que necessário o reconhecimento da importância social desses profissionais na realização da reciclagem, sujeitos fundamentais para a implementação da devida gestão dos resíduos no país.

## Referências

ABREN - Associação Brasileira de Recuperação Energética de Resíduos. **Sobre nós**. Disponível em: <https://abren.org.br/>.

ALIANÇA RESÍDUO ZERO BRASIL; FRENTE AMBIENTALISTA DA BAIXADA SANTISTA; OBSERVATÓRIO DA RECICLAGEM INCLUSIVA E SOLIDÁRIA; LIXO ZERO BRASIL; MOVIMENTO NACIONAL DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS – MNCR. **Manifesto contra a destruição dos resíduos sólidos urbanos por desperdício zero**, [s.d.].

ASSOCIAÇÃO CIGARRAS VIVA – Praia das Cigarras. Disponível em: <https://www.facebook.com/PraiaDasCigarras/>.

BRASIL. **Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html#:~:text=Artigo%201%C2%BA%20%2D%20Esta%20lei%20institui,e%20%C3%A0%20promo%C3%A7%C3%A3o%20da%20sa%C3%BAde>.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 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. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=1o%20Esta%20Lei%20institui,poder%20p%C3%BAblico%20e%20aos%20instrumentos](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=1o%20Esta%20Lei%20institui,poder%20p%C3%BAblico%20e%20aos%20instrumentos)

[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=1o%20Esta%20Lei%20institui,poder%20p%C3%BAblico%20e%20aos%20instrumentos](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm#:~:text=1o%20Esta%20Lei%20institui,poder%20p%C3%BAblico%20e%20aos%20instrumentos).

BRASIL. **Projeto de Lei 4980/2020**. Altera a Lei 12.305/2010 para proibir a incineração de resíduos sólidos urbanos. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2264536>.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Centro Regional. **Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs)**. 2022. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/centroregional/a-convencao/poluente-organicos-persistentes-pops/>.

CONAMA. **Resolução do nº 316 de 29 de outubro de 2002**. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico

*Impactos da Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos  
na Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*

de resíduos. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisco-nama&task=arquivo.download&id=334](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisco-nama&task=arquivo.download&id=334).

CONAMA. **Resolução do nº 499 de 6 de outubro de 2020**. Dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em fornos rotativos de produção de clínquer. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=798](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=798).

DISTRITO FEDERAL. **Lei 5.418 de 27/11/2014**. Dispõe sobre a Política Distrital de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: [https://www.sinj.df.gov.br/sinj/DetalhesDeNorma.aspx?id\\_norma=78558](https://www.sinj.df.gov.br/sinj/DetalhesDeNorma.aspx?id_norma=78558).

ECEL Ambiental. **Parecer Técnico URE Valoriza Santos**, outubro de 2020. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://acpo.org.br/wp-content/uploads/2021/01/parecer-tecnico-URE-valoriza-santos.pdf>.

ECOPHALT – Cidadania e Sustentabilidade, Ecologia. **Quem somos**, 2020. Disponível em: <https://projetoecophalt.org/home>.

EUROPEAN COMMISSION. Communication from the commission to the European Parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. **A new Circular Economy Action Plan**. For a cleaner and more competitive Europe. 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN>.

FRENTE BRASILEIRA ALTERNATIVAS À INCINERAÇÃO. **Apresentação**, 2020. Disponível em: <https://www.facebook.com/alternativasaincineracao>.

GAIA – Global Alliance for Incinerator Alternatives. Global Anti-Incinerator Alliance. **“Lixo transformado em energia”**: MITOS versus FATOS Setembro 2012. Disponível em: <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/11/Mitos-versus-Fatos-Setembro-2012.pdf>.

GAIA. **Sobre**. Disponível em: <https://www.no-burn.org/pt/about/>.

GRANZIERA, Maria Luiza Machado. **Direito Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2009.

GUIMARÃES, Osvaldo Sena (org.). **Engenharia, Gestão e Inovação**, vol. 2., Belo Horizonte - MG: Poisson, 2022.

- HIDAKA, G. S. **Disputas em torno do “lixo”**: a coleta seletiva em São Paulo à luz da Teoria dos Campos de Ação Estratégica. 242 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.
- IJOSSE, Jeroen. **Incineração de resíduos e Catadores**: Um guia técnico sobre tecnologias de recuperação energética de resíduos sólidos. Nota Técnica da WIEGO No. 11. 2019. Manchester, UK: WIEGO. Disponível em: [https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/IJosse\\_Technical\\_Brief\\_11\\_Incineration\\_Portuguese.pdf](https://www.wiego.org/sites/default/files/publications/file/IJosse_Technical_Brief_11_Incineration_Portuguese.pdf).
- INSTITUTO PÓLIS. **O que é o pólis**. Disponível em: <https://polis.org.br/polis/o-que-e-o-polis/>.
- IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Situação Social das catadoras e dos catadores de material reciclável e reutilizável** – Brasil. Brasília, 2013. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9979/1/situacao\\_social\\_mat\\_reciclavavel\\_brasil.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9979/1/situacao_social_mat_reciclavavel_brasil.pdf).
- Kaza, Silpa; Yao, Lisa C.; Bhada-Tata, Perinaz; Van Woerden, Frank. 2018. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development; Washington, DC: World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>.
- KIAN, Fátima Aparecida; IZIDORO, Frederico Afonso (Orgs.). **Paradigmas do Direito Brasileiro III**. Alexa Cultural: Embu das Artes - SP e Nihon Editora: São Bernardo do Campo – SP, 2021.
- MINAS GERAIS. Lei 18.031, de 12/01/2009. **Dispõe sobre a Política Estadual Resíduos Sólidos**. Disponível em: <https://www.almg.gov.br/consulte/legislacao/completa/completa.html?num=18031&ano=2009&tipo=LEI>.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Nota Técnica DEA 18/14 - Inventário Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Empresa de Pesquisa Energética. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2018%20-%20Invent%C3%A1rio%20Energ%C3%A9tico%20de%20Res%C3%AD-duos%20S%C3%B3lidos%20Urbanos%5B1%5D.pdf>.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. **Secretaria Nacional de Saneamento. Diagnóstico Temático**. Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos.

*Impactos da Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos  
na Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*

Brasília, dez. 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_RS\\_SNIS\\_2021.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/diagnosticos/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_RS_SNIS_2021.pdf).

MNCR – Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis e Coalizão Nacional Contra a Incineração de Resíduos (org.). **Diga não à Incineração de Lixo!** 1ª ed., 2012. Disponível em: [https://issuu.com/catadoresmncr/docs/li-vreto-incineracao\\_web](https://issuu.com/catadoresmncr/docs/li-vreto-incineracao_web).

MNCR - Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis. **Quantos Catadores existem em atividade no Brasil?** 2021. Disponível em: <https://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil>.

NEPSSA - Núcleo de Estudos, Pesquisas e Extensão em Saúde Socioambiental, 2021. Disponível em: <http://nepssa.saudesocioambiental.org.br/>.

NOSS – Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade. **Quem somos.** Disponível em: <http://noss.each.usp.br/>.

NOSS - Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH) da USP. Considerações apresentadas em contribuição ao desenvolvimento da Nota Técnica, 2022.

PARLAMENTO EUROPEU. **Poluentes persistentes:** UE quer reduzir produtos químicos nocivos Sociedade. 5 out. 2022. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20220930STO41917/poluentes-persistentes-definicao-efeitos-e-regras-da-ue>.

SANTOS, E. L.; CASTELO BRANCO, J.; GONÇALVES, J. M. F.; SILVA, R. S.; NYCZ, Z. **Parecer sobre a Proposta de Resolução Conama nº 499 de 2020**, que dispõe sobre o Licenciamento da Atividade de Coprocessamento de Resíduos em Fornos Rotativos de Produção de Clínquer. p. 01 – 39, Santos, SP, 10 novembro 2020. Disponível em: [https://acpo.org.br/wp-content/uploads/2020/11/parecer\\_resolucao\\_499\\_2020.pdf](https://acpo.org.br/wp-content/uploads/2020/11/parecer_resolucao_499_2020.pdf)

SANTOS, E. L.; CASTELO BRANCO, J.; SILVA, R. R.; ARRUDA JÚNIOR, P. J. F. **Riscos ambientais e sociais inerentes aos processos de queima de resíduos sólidos urbanos.** 31º Congresso da ABES, Curitiba – PR, out. 2021.

SANTOS, Elio Lopes dos; BRANCO, Jeffer Castelo; SILVA, Rafaela Rodrigues da; JÚNIOR, Paulo José Ferraz de Arruda. Riscos ambientais e sociais inerentes aos processos de queima de resíduos sólidos urbanos. In: GUIMARÃES, Osvaldo Sena (Org.). **Engenharia, gestão e inovação**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2022, 1ª ed., vol. 2.

SÃO PAULO. **Resolução SMA 79/2009**. 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. Disponível em: [https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/2009\\_res\\_est\\_sma\\_79.pdf](https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/08/2009_res_est_sma_79.pdf).

SÃO PAULO. **Resolução SMA nº 38, de 31 de maio de 2017**. Estabelece diretrizes e condições para o licenciamento e a operação da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de Combustível Derivado de Resíduos Sólidos Urbanos - CDRU em Fornos de Produção de Clínquer. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/legislacao/2017/06/resolucao-sma-038-2017-processo-3840-2017-estabelece-diretrizes-e-condicoes-para-licenciamento-e-operacaoda-atividadede-recuperacaode-energjs-cdru.pdf>.

SINIR - Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos. **Relatório Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos**. 2019. Disponível em: <https://www.sinir.gov.br/relatorios/estadual/>.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2020. **Municípios com coleta seletiva**. 2020. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento 2020. **Recuperação de RSU coletado seletivamente**. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-setor-saneamento>.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Estamos avançando na gestão do lixo?** Um panorama dos municípios do estado de São Paulo frente ao novo Marco Legal do Saneamento Básico. 2021. Disponível: [https://www.tce.sp.gov.br/sites/default/files/publicacoes/Manual\\_TCESP%20-%20AUDES-PIEGM\\_Gestao\\_do\\_Lixo%20-%202021\\_0.pdf](https://www.tce.sp.gov.br/sites/default/files/publicacoes/Manual_TCESP%20-%20AUDES-PIEGM_Gestao_do_Lixo%20-%202021_0.pdf).

UNIÃO EUROPEIA. **Directiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho,**

*Impactos da Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos  
na Reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil*

relativa às emissões industriais (prevenção e controlo integrados da poluição), 24 de nov. de 2010. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX:32010L0075>.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Qualidade do ar e a primeira infância**: efeitos nocivos da poluição do ar à saúde das crianças e ações para minimizá-los. Apoio Técnico WRI Brasil. 1ª edição, set. de 2021.



# AUTORES

## **Adriana Salete Dantas de Farias**

Doutora em Recursos Naturais pela UFCG; Mestre em Engenharia de Produção, pela UFPB; Especialista em Logística e Mobilização Nacional, pela Escola Superior de Guerra (ESG); Graduação em Administração, pela UEPB. Professora do Curso de Administração/UAAC/CH/ UFCG.

## **Ana Tamyres Sousa Abreu**

Técnica em aquicultura pelo Instituto Federal do Maranhão (IFMA). Graduada do curso de Engenharia de Pesca na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Foi bolsista PIBEX/UEMA pelo Laboratório de Oceanografia e Microbiologia Aquática - LABOMAqua e PIBEX/UEMA pelo Laboratório de Gerenciamento Costeiro Integrado do Maranhão - LagercoMA.

## **Andriele Brizolla Bueno**

Engenheira Ambiental, Mestranda em Eng. Civil (PPGEC/UNISINOS), Pós-Graduada em Eng. Segurança do Trabalho. Atua em projetos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e Economia Circular.

## **Arlinda César Matos**

Presidente do Instituto Venturi para Estudos Ambientais. Consultora de Produção Mais Limpa, Gestão de Resíduos Sólidos, Economia Circular e Educação Ambiental, com ênfase na Política Nacional de Educação Ambiental. Possui experiência no magistério das disciplinas Biologia Geral, Ecologia e Fundamentos do Planejamento Ambiental.

## **Cecília Nascimento Ferreira**

Defensora Pública do Estado de São Paulo. Coordenadora Auxiliar do Núcleo Especializado de Cidadania e Direitos Humanos da Defensoria Pública do Estado de São Paulo. Mestranda em Direito Internacional Público pela FD-USP;

### **Carlos Alberto Mendes Moraes**

Graduação e mestrado em Engenharia Metalúrgica pela UFRGS em 1988 e 1991, e doutorado em Materials Science - UMIST Inglaterra em 1997. Pesquisador DT2 em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora CNPq. Professor Titular I PPGEC e PPGEM/UNISINOS. Membro comitê gestor Aliança Resíduo Zero Brasil – ARZB, membro da OPNRS.

### **Caroline Pereira dos Santos**

Servidora Pública no Tribunal de Justiça do Estado de São Paulo. Mestre em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo (2024). Pós-graduada em Direito Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (2017). Graduada pela Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo.

### **Christian Luiz da Silva (org.)**

Bolsista produtividade do CNPq 1D, professor Titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Foi presidente do Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2020-2022). Foi professor visitante da Universidade Sapienza de Roma. Líder do grupo de pesquisa em Políticas Públicas e Dinâmica de Desenvolvimento Territorial (PD2T).

### **Davi Quintanilha Failde de Azevedo,**

Defensor Público do Estado de São Paulo. Defensor Público Interamericano. Assessor Cível da Defensoria Pública Geral. Ex-Coordenador do Núcleo Especializado de Cidadania e Direitos Humanos da Defensoria Pública do Estado de São Paulo. Mestre em Direitos Humanos pela FD-USP. Doutor em Direito Internacional Público pela FD-USP;

### **Ecimara dos Santos Silva**

Graduada em Gestão em Saúde Ambiental, Especialista em Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos e em Sustentabilidade no Setor Saúde. Consultora Ambiental, e Sócia - fundadora da Holos Ambiental. Membro do Comitê Gestor da Aliança Resíduo Zero Brasil e Suplente na equipe assessora de Global Alliance Alternative for Incineration - GAIA.

**Fernanda Penteado Balera,**

Defensora Pública do Estado de São Paulo, Coordenadora do Núcleo Especializado de Cidadania e Direitos Humanos;

**Francisco Luiz Biazini Filho**

Doutor em Ciências (USP), com foco em Economia Circular e Gestão de Resíduos. Experiência em Tecnologia, Segurança da Informação e Desenvolvimento Sustentável. Diretor em organizações de educação ambiental e inovação.

**Frankielle Alline Pereira Correa**

Analista Assistente Social do Ministério Público do Estado de Mato Grosso, doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso (PPGCA-UNEMAT). Integrante do Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento Regional e as Transformações no Mundo do Trabalho (GDRS).

**Gilberto Gomes da Silva**

Graduado em Tecnologia em Agroecologia pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia da Paraíba. Pós-graduação em Gestão Ambiental pela Faculdade Cidade Verde Mestre em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, pela Universidade Federal de Campina Grande. Coordenador de projeto de extensão PROBEX/UFCG,

**Genyr Kappler**

Gestor Ambiental formado pela Universidade FEEVALE, Mestre em Energias Renováveis e Doutor em Gerenciamento de Resíduos pela UNISINOS. Possui experiência como consultor na indústria e integra o grupo de pesquisa NucMat da UNISINOS. Atua como pesquisador no Projeto RECUPER3 do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

**Gina Rizpah Besen (org.)**

Psicóloga, Dra em Ciências da Saúde pela Faculdade de Saúde Pública (FSP), e Pós Doutora pelo Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais no Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da USP, onde atua como Pesquisadora Colaboradora. Exerce o cargo de Presidente do Observatório da Política Nacional de Resíduos Sólidos e é membro da Aliança Resíduo Zero Brasil.

**Helena Ribeiro**

Geógrafa, Mestre em Geografia pela Universidade da Califórnia Berkeley, doutora em Geografia Física pela Universidade de São Paulo, livre-docente em Saúde Pública. Professora titular sênior do Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Coordena estudos relacionados à reciclagem de resíduos sólidos urbanos, em especial com participação de catadores.

**Jaciara Gomes de Araujo**

Graduanda do curso de Engenharia de Pesca na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Bolsista PIBEX/UEMA pelo Laboratório de Gerenciamento Costeiro Integrado do Maranhão - LagercoMA.

**Jacques Demajorovic (org.)**

Economista pela PUC/SP, Mestre em Administração Pública e Planejamento (FGV/SP) e Doutor em Educação (USP), com Pós-doutorado pela Universidade de Alicante (ESP). É professor do Programa de Pós-Graduação em Administração do Centro Universitário FEI e Coordenador do Grupo de Pesquisa em Licença Social para Operar em Mineração do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento.

**Jeferson Alberton**

Graduado em T.I., pós-graduado em Gestão de Pessoas e Neurolinguística. Trabalhou com plástico reciclado por 10 anos. Colaborou na criação do Programa Reciclar é fazer mágica e desde 2020 atua como gestor do programa, construindo conhecimentos, habilidades e atitudes melhores através da Educação Ambiental.

### **Jéssica Duquini dos Santos**

Graduada em Direito pela UNESP, Mestre em Gestão de Políticas Públicas pela USP e Doutoranda em Ciência Política na USP.

Membro da Aliança Resíduo Zero. Atualmente trabalha como Analista de Programa no ONU-Habitat.

### **Joice Pinho Maciel**

Dra em Eng<sup>a</sup> Civil. Gestora Ambiental, especialista em Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular. Sócia fundadora da Apoena Socioambiental e Awty Guardiã dos Rios. Pesquisadora colaboradora do Núcleo de Caracterização de Materiais (NucMat Unisinos) e Inesc Brasil. Membro do Comitê Gestor Aliança Resíduo Zero Brasil (ARZB).

### **Juliana Salomão das Neves**

Bacharela em Engenharia Química pela Universidade Federal do Espírito Santo, Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo e Doutoranda em Engenharia Ambiental pela mesma universidade. Possui MBA em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo

### **Keith Richard Brauer**

Ambientalista, graduado em Física pela Universidade de São Paulo e mestrando em Economia pela Universidade Federal de Minas Gerais. Realiza estudos sobre pagamento por serviços ambientais (PSA) desde a graduação como bolsista de Iniciação Científica. Em sua cidade natal, Contagem, M.G.É assessor na Secretaria da Fazenda de Contagem, trabalhando na implementação de políticas econômicas sustentáveis no município.

### **Lúcia Helena Xavier**

Pesquisadora titular em mineração urbana e economia circular, no Centro de Tecnologia Mineral CETEM/MCTI. Bióloga pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestre e doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - COPPE/UFRJ. Membro da delegação da norma ISO 59.014. Coordenadora do Projeto RECUPER3 - Identificação e avaliação das rotas de circularidade na gestão dos resíduos eletroeletrônicos.

**Luciana Contador**

Bióloga pela UFRJ e Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade de Paris VI. Atualmente é pesquisadora bolsista PCI no Centro de Tecnologia Mineral, onde realiza pesquisas sobre mineração urbana e economia circular. Participou do desenvolvimento do Roadmap Tecnológico para Minerais Críticos e Estratégicos no Brasil. Atua como pesquisadora no Projeto RECU-PER3 do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).

**Luciana Harue Yamane**

Professora do Mestrado Profissional em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (PPGES) na UFES e Professora Substituta no IFES. Bióloga pela UFES, Tecnóloga em Saneamento Ambiental pelo IFES, mestre em Ciências em Engenharia Ambiental pela UFES, doutora e pós-doutora em Ciências pela USP. Atua como

**Luiza Eugênia da Mota Rocha Cirne**

Engenheira Agrícola pela Universidade Federal da Paraíba, mestrado em Engenharia Agrícola/UFPB. Doutorado em Recursos Naturais/UFCG. Especialização em Direção e Serviços em Empresas Públicas Municipais em Granada –Espanha. Coordenadora de Programa de extensão e mobilização social em na área de resíduos sólidos e educação ambiental/PROBEX/UFCG. Membro do GAM-Nordeste.

**Mônica Pilz Borba**

Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo, Pós-Graduada Latu Sensu – Especialização em Educação Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP e fundadora e diretora executiva do Instituto 5 Elementos - Educação para a Sustentabilidade.

**Nadia Mara Franz**

Dra em Tecnologia e Sociedade no programa PPGTE da UTFPR. Mestre em Governança e Sustentabilidade pelo ISAE - Instituto Superior de Administração e Economia. Graduada em Administração de Empresas pela Faculdade da Administração de Empresas do Alto Vale do Itajai/SC. Pesquisadora no Grupo de Pesquisa PD2T - Políticas Públicas e Dinâmicas de Desenvolvimento Territorial (UTFPR).

**Paulo Fernando Esteves de Alvarenga II**

Defensor Público do Estado de São Paulo, Colaborador do Núcleo Especializado de Cidadania e Direitos Humanos, Mestre e Doutorando em Direito - PUC/SP;

**Pedro Roberto Jacobi (org.)**

Sociólogo, Professor Titular Senior do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais/Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo. Coordenador do Grupo de Pesquisa em Governança Ambiental - GovAmb/USP. Editor Chefe de Ambiente e Sociedade.

**Pollyana Ferreira da Silva**

Doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos. Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Oeste da Bahia. Engenheira Sanitarista da Vigilância Sanitária e Ambiental da Prefeitura Municipal de Mauá (SP).

**Rafael Santos Lobato**

Graduação em Direito pela Universidade CEUMA; graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA; Mestrado em Gerenciamento Costeiro pela Universidade Federal do Rio Grande (RS) – FURG. Atualmente é professor no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Coordenador do Laboratório de Gerenciamento Costeiro Integrado do Maranhão – LagercoMA

**Renato Ribeiro Siman**

Engenheiro Químico pela UFRRJ (2000), Mestrado (2003) e Doutorado (2007) em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Atua como professor associado da Universidade Federal do Espírito Santo onde coordena o Laboratório de Gestão do Saneamento Ambiental (Lagesa).

**Sandro Benedito Sguarezi (org.)**

Professor Adjunto Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), atua nos Programas de Pós-Graduação em Educação e Ciências Ambientais (PPGCA-UNEMAT). Membro da Rede de Pesquisa, Inovação e Tecnologia Social em Gestão de Resíduos Sólidos, Sustentabilidade e Economia Solidária (REPITES). Líder do Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento Regional Sustentável e as Transformações no Mundo do Trabalho (GDRS).

**Simone Ferreira Teixeira**

Oceanóloga, pela FURG/RS, Mestre e Doutora em Oceanografia pela UFPE. Professora de Biologia, do Instituto de Ciências Biológicas, da UPE. Diretora de Pesquisa da Red Rilco - capítulo Brasil, rede de Competitividade Organizacional e Sustentabilidade da América Latina. Coordenadora do Programa de Sensibilização Ambiental, com foco em educação ambiental sobre resíduos sólidos, conservação da zona costeira e oceano e mudanças climáticas.

**Sonia Aparecida Beato Ximenes de Melo**

Professora Adjunta Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Doutora em Ciências Ambientais (PPGCA-UNEMAT). Membro da Rede de Pesquisa, Inovação e Tecnologia Social em Gestão de Resíduos Sólidos, Sustentabilidade e Economia Solidária (REPITES). Vice-líder do Grupo de Pesquisa em Desenvolvimento Regional Sustentável e as Transformações no Mundo do Trabalho (GDRS).

**Sueli Colona**

Tecnóloga em Logística pela FATEC/Guarulhos, especialista em Logística e Operações pelo IFSP/Suzano, mestre em Administração de Empresas e pesquisadora em Logística Reversa no Centro Universitário FEI/SP. Atualmente, é professora de Logística, Gestão de Materiais e Sustentabilidade nos cursos técnicos do Centro Paula Souza.

**Surrailly Fernandes Youssef**

Defensora Pública do Estado de São Paulo. Coordenadora Auxiliar do Núcleo Especializado de Cidadania e Direitos Humanos da Defensoria Pública do Estado de São Paulo. Graduada e Mestre em Direito Internacional Público pela Faculdade de Direitos da USP.

**Suzana das Neves Silva**

Engenheira ambiental pela UFES com mestrado em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável pela UFES e doutoranda em Engenharia Ambiental pela UFRJ. Atua como pesquisadora no Projeto RECUPER3 do Centro de Tecnologia Mineral (CETEM).



**OPNRS**  
Observatório da Política  
Nacional de Resíduos Sólidos

