



Cadernos de Educação Ambiental

RESÍDUOS SÓLIDOS



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



6

Cadernos de Educação Ambiental

RESÍDUOS SÓLIDOS

Autoria

Tallita Eduarda da Veiga Reis

Diogo Sarmento de Azevedo Lessa

Vitória Milanez Scrich

Natasha Jose Keber

Maria Teresa Castilho Mansor

Teresa Cristina Ramos Costa Camarão

Márcia Capelini

André Kovacs

Martinus Filet

Gabriela de Araújo Santos

Amanda Brito Silva

3ª Edição

Governo do Estado de São Paulo

Secretaria do Meio Ambiente,
Infraestrutura e Logística

São Paulo - 2025

Dados Internacionais de Catalogação

(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)

S452r
3.ed.

Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, São Paulo
Resíduos sólidos [recurso eletrônico] / Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística ; Autoria Talita Eduarda da Veiga Reis ... [et al.] ; Colaboração Eduardo Brito Bastos, Fernando Antonio Wolmer ; Revisão técnica Aruntho Savastano Neto ... [et al.] ; Revisão do texto Denise Scabin Pereira. — 3.ed. — São Paulo : Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, 2025.
1 arquivo de texto (132 p.) : il. color., PDF ; 2 MB. — (Cadernos de Educação Ambiental, 6).

Publicado também no suporte papel.
Disponível em: <<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/caderno-6-residuos-solidos/>>
ISBN 978-85-8156-081-6.

1. Educação ambiental 2. Logística reversa 3. Políticas públicas 4. Resíduos sólidos – coleta l. Reis, Talita Eduarda da Veiga et al. II. Título. III. Série.

CDD (21.ed. Esp.) 363.728 507
628.44
CDU (2.ed. Port.) 628.4:37:502/504

Catalogação na fonte: Margot Terada – CRB 8.4422
Hilda Andriani de Lima - CRB 8.1861

Direitos reservados de distribuição e comercialização.
Permitida a reprodução desde que citada a fonte.

© SEMIL 2025.
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345
Pinheiros – SP – Brasil – CEP 05459900

Governo do Estado de São Paulo

Governador Tarcísio de Freitas

Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística

Secretária Natália Resende

Subsecretaria de Meio Ambiente

Subsecretário Jônatas Souza da Trindade

Diretoria de Educação Ambiental

Diretora Lara Carolina Chacon Costa

Diretoria de Planejamento Ambiental

Diretora Marina Balestero dos Santos

Subsecretaria de Recursos Hídricos e Saneamento Básico

Subsecretário Cristiano Kenji Iwai

Diretoria de Resíduos Sólidos

Diretor André Simas

Resíduos Sólidos e Educação Ambiental: um caminho para a sustentabilidade

Os resíduos sólidos e a educação ambiental compõem eixos dos mais estratégicos para a construção de políticas públicas ambientais consistentes e duradouras. Por estarem diretamente ligados à cultura e à educação, esses temas dialogam com questões fundamentais como biodiversidade, segurança hídrica, mudanças climáticas e qualidade de vida.

O debate sobre resíduos sólidos cresce a cada dia. Afinal, toda atividade humana gera resíduos, e nosso grande desafio — traduzido nesta terceira edição do Caderno de Educação Ambiental — é transformar esse cenário: consolidar conhecimento, criar condições para que oportunidades sejam compartilhadas e planejadas de forma participativa, superando a visão limitada dos resíduos apenas como passivos.

A difusão do conhecimento é a base que sustenta esse caminho coletivo. Tornar esse debate acessível por meio de uma publicação significa democratizar a informação como direito de todos e preparar a sociedade para decisões conscientes sobre um tema presente no cotidiano. Afinal: o que produzir? Como produzir? Quanto produzir? Quando produzir? Perguntas que, ao longo do tempo, originaram conceitos práticos como os “3Rs” – reduzir, reutilizar e reciclar – e que hoje se ampliam para os “10Rs”, com novas perspectivas como repensar, rejeitar, reparar, recuperar, replanejar, reengenharia e, sobretudo, respeitar.

O Estado de São Paulo, com mais de 44 milhões de habitantes e responsável por um terço da economia nacional, gera mais de 40 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos todos os dias. Para se ter uma ideia, apenas cerca de 100 municípios ultrapassam 50 toneladas diárias. Esses números reforçam a urgência de avançarmos juntos na gestão responsável dos resíduos e na promoção da educação ambiental como pilares de uma sociedade mais sustentável.

A política paulista de resíduos sólidos tem como alicerce o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), publicado em 2014 e revisado em 2020, com

horizonte de atuação de 20 anos. Entre seus avanços, destaca-se a atenção à área costeira e oceânica, com a implementação do Plano Estratégico de Avaliação e Monitoramento do Lixo no Mar (PEMALM) e a elaboração do Plano de Combate ao Lixo no Mar do Estado de São Paulo. Essa agenda, integrada à última revisão do PERS, envolve diferentes atores sociais em ações de prevenção e remoção de resíduos nas praias e no ambiente marinho.

A SEMIL, por meio das Subsecretarias de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos e Saneamento Básico, articula uma rede estratégica de parceiros, como a Cátedra UNESCO para a Sustentabilidade do Oceano (USP), a Embaixada da Noruega, a CETESB, o FUNBIO e a Fundação Florestal – que gere metade do mar territorial paulista através de unidades de conservação e coordena o Programa Mar Sem Lixo, com seu inovador mecanismo de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) aos pescadores artesanais. Essa articulação conecta temas que vão da biodiversidade à saúde humana, colocando São Paulo como protagonista nas agendas globais e fortalecendo a integração entre ações locais e compromissos internacionais.

Nesse esforço, os municípios têm papel essencial. Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) oferecem soluções locais ou intermunicipais, sempre com apoio do Estado, em especial por meio do Programa Município Verde Azul (PMVA). Hoje, essas iniciativas se somam ao Programa Integra Resíduos, parceria entre a SEMIL e a Secretaria de Parcerias e Investimentos (SPI), criada em 2024. O programa já alcança 344 municípios paulistas — 216 deles organizados em 12 consórcios — impactando cerca de 15 milhões de habitantes e promovendo avanços na capacitação de gestores, no fortalecimento da coleta seletiva e na adoção de rotas mais eficientes e tecnológicas para a gestão regionalizada dos resíduos.

Assim, o Estado de São Paulo reafirma sua força e compromisso com a gestão responsável dos resíduos sólidos, tendo a educação ambiental como aliada essencial. É ela que aproxima a população das soluções, estimula a mudança de hábitos e fortalece a participação social, construindo, de forma coletiva, um futuro mais justo e sustentável.

Natália Resende

Secretária de Meio Ambiente, Infraestrutura
e Logística do Estado de São Paulo

Sumário

CAPÍTULO 1	09
Introdução	10
Política Nacional de Resíduos Sólidos	11
Política Nacional de Saneamento Básico	15
Política Estadual de Resíduos Sólidos	18
CAPÍTULO 2	23
Gestão de Resíduos Sólidos	24
Os Eixos da Gestão	24
Aspectos Inovadores na Gestão	28
CAPÍTULO 3	37
Gerenciamento de Resíduos Sólidos	38
Resíduos Sólidos Urbanos	38
Resíduos de Construção Civil - RCC	51
Resíduos de Serviço de Saúde	55
CAPÍTULO 4	63
A Reciclagem	64
Lâmpadas	86
CAPÍTULO 5	99
Considerações finais	100
Glossário	104
Referências	112
Legislações Aplicáveis	124

Introdução

1

1. Introdução

Nas últimas décadas, o mundo tem enfrentado transformações profundas relacionadas ao crescimento populacional e à urbanização acelerada. Com mais de 87% da população vivendo em áreas urbanas, o Brasil enfrenta o desafio de garantir infraestrutura e serviços públicos eficientes, muitas vezes sem o devido planejamento urbano sustentável.

Um dos reflexos mais visíveis desse descompasso está na forma como lidamos com os resíduos que geramos diariamente. A gestão inadequada dos resíduos sólidos e a limpeza urbana deficiente impactam diretamente a qualidade de vida nas cidades, comprometendo a saúde pública e ambiental, a paisagem urbana e atividades econômicas, como o turismo.

É importante compreender que transformar esse cenário, por meio da melhoria dos sistemas de gestão de resíduos, requer o envolvimento de todas as esferas da sociedade, desde a administração pública, à responsabilidade do produtor, passando, também, pelo consumidor. Nesse sentido, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, reconhecendo que governos, setor empresarial e cidadãos devem atuar, de forma conjunta e articulada, para prevenir a geração de resíduos e promover sua gestão ambientalmente adequada.

Para dar vida a esses princípios, a natureza pode ser uma grande aliada. Ao observarmos os ciclos naturais, percebemos que tudo é reaproveitado: resíduos são reintegrados como nutrientes em ciclos contínuos. Na natureza, não existe o conceito de “lixo”. A partir dessa lógica regenerativa, é possível orientar a construção de uma sociedade mais sustentável, baseada em padrões de produção e consumo responsáveis. Isso inclui criar produtos mais duráveis, reparáveis, reutilizáveis, recicláveis e ambientalmente seguros à saúde humana, além de fomentar hábitos de consumo mais conscientes e críticos.

Frente a esses desafios, governos nas esferas federal, estadual e municipal vêm adotando políticas públicas e estratégias de gestão voltadas prevenção

e controle da poluição, proteção ambiental e à promoção da saúde pública. Entre elas, destacam-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Política Nacional de Saneamento Básico e a Política Estadual de Resíduos Sólidos, do Estado de São Paulo.

Política Nacional de Resíduos Sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei Federal nº 12.305/2010 e regulamentada pelo Decreto Federal nº 10.936/2022, representa um marco fundamental na gestão e gerenciamento dos resíduos, no Brasil. Essa legislação define diretrizes claras para que a gestão dos resíduos ocorra de maneira estruturada, respeitando-se, prioritariamente, a seguinte ordem: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e, por fim, a disposição final ambientalmente adequada (Artigo 9º).

A PNRS define a proteção da saúde humana e a sustentabilidade como princípios norteadores das ações de governo nesse âmbito, identificando metas para a erradicação de lixões, a expansão da coleta seletiva de materiais recicláveis, com a inserção prioritária das cooperativas ou associações de catadores e catadoras. Além disso, para enfrentar os desafios inerentes aos resíduos sólidos, a PNRS estabelece diretrizes de gestão compartilhada, como a formação de consórcios intermunicipais de gerenciamento dos resíduos sólidos.

A formação de consórcios entre municípios e outros entes públicos é incentivada pelo Governo Federal como uma forma de descentralizar e melhorar os serviços de gestão de resíduos sólidos, dando prioridade a essas iniciativas no acesso a incentivos. Criados conforme a Lei nº 11.107/2005, esses consórcios públicos têm um papel importante, porque facilitam e tornam possível a oferta de serviços compartilhados, o que é especialmente útil para cidades menores que, sozinhas, teriam mais dificuldade de lidar com os resíduos. A PNRS reforça essa estratégia ao incluir, nos planos estaduais e municipais, a obrigatoriedade de propor ações que incentivem esse tipo de gestão consorciada ou compartilhada.

A PNRS também visa à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto entre fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, cada um com sua parcela de participação no processo, desde a obtenção da matéria-prima, até seu correto descarte após o uso. A participação de cada um é fundamental para o devido cumprimento da Lei.

A Política atribui ao Distrito Federal e aos municípios a responsabilidade pela gestão integrada dos resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios. Essa atribuição não exclui as competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais, nem a responsabilidade do gerador.

É também definido que, no caso dos resíduos domiciliares, a responsabilidade do gerador se encerra com a adequada disponibilização para a coleta ou com a devolução dos resíduos, nos casos em que se aplica a logística reversa. A logística reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social, que visa à coleta e à restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para que estes possam ser reaproveitados de diversas maneiras ou retornem ao ciclo produtivo.

Por fim, a norma estabelece que, caso o titular do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos assuma, por meio de acordo setorial ou termo de compromisso com o setor empresarial, atividades que originalmente caberiam a fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, no âmbito da logística reversa, essas ações deverão ser devidamente remuneradas, conforme acordado entre as partes.

Para que a PNRS seja melhor compreendida, mister se faz a exposição de seus princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, bem como de suas categorias de classificação de resíduos sólidos.

Princípios e Objetivos

Destacam-se como princípios da PNRS:

- A prevenção e a precaução;
- O princípio do poluidor-pagador e do protetor-recebedor;
- A visão sistêmica;
- O desenvolvimento sustentável;
- A ecoeficiência;
- A cooperação entre poder público, setor empresarial e sociedade;
- A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- O respeito às diversidades locais e regionais;
- O direito à informação e ao controle social;
- A razoabilidade e proporcionalidade;

O reconhecimento de que o resíduo sólido reutilizável e reciclável é um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda, e promotor de cidadania.

A PNRS tem como objetivos: a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços; a adoção, o desenvolvimento e o aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais; o incentivo à indústria da reciclagem, para fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.

Além disso, objetiva a gestão integrada de resíduos sólidos; a articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos; a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos; a regularidade, a continuidade, a funcionalidade e a universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; a integração das associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto; o estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Instrumentos

Dentre os instrumentos previstos na Lei 12.305/2010, verificam-se os planos de resíduos sólidos em âmbito nacional, estadual, microrregional de regiões metropolitanas, intermunicipais e municipais, que são condição para o Distrito Federal e os municípios terem acesso a recursos da União, que são destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos.

São também instrumentos da PNRS, os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, exigidos de grandes geradores; os Inventários e o Sistema Declaratório Anual de Resíduos Sólidos; a coleta seletiva; a logística reversa; os acordos setoriais; os termos de compromisso; o incentivo à criação de consórcios ou outras formas de cooperação entre entes federados; o apoio ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; os incentivos fiscais, financeiros e creditícios; e demais sistemas de informação ambiental.

Categorias de Classificação de Resíduos Sólidos

A PNRS diferencia os resíduos sólidos segundo as seguintes classificações:

I - Quanto à origem:

a) Resíduos Domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;

b) Resíduos de Limpeza Urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

c) Resíduos Sólidos Urbanos: os englobados nas classificações a e b;

d) Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviços: os gerados nessas atividades, excetuando-se as classificações b, e, g, h e j*;

e) Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na classificação c;

f) Resíduos Industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

g) Resíduos de Serviços de Saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA¹ e do SNVS²;

h) Resíduos da Construção Civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

i) Resíduos Agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e nas silviculturas, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;

j) Resíduos de Serviços de Transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

k) Resíduos de Mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

*Os resíduos referidos na classificação “d”, se caracterizados como não perigosos, podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados aos resíduos domiciliares pelo poder público municipal.

II - Quanto à periculosidade:

a) Resíduos Perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com a lei, regulamento ou norma técnica;

b) Resíduos Não Perigosos: aqueles não enquadrados na classificação acima.

Política Nacional de Saneamento Básico

É importante destacar como as políticas sobre resíduos sólidos se relacionam com a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB). Essa política está prevista na Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, e foi regulamentada pelo Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010. **A política define por saneamento básico o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:**

a) Abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação, até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) Esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais, até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) Limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amorte-

¹ SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente.

² SNVS: Sistema Nacional de Vigilância Sanitária.

cimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

A PNSB estabelece que os quatro serviços públicos de saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, devem ser realizados de forma adequada para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente. Ela também orienta que esses serviços precisam ser sustentáveis do ponto de vista econômico e financeiro. Isso significa que, sempre que possível, deve haver uma forma de cobrar pelos serviços prestados, garantindo sua continuidade e qualidade.

No caso específico da limpeza urbana e do manejo de resíduos sólidos urbanos, a política prevê que as taxas ou tarifas cobradas levem em conta a destinação adequada dos resíduos. Além disso, outros fatores também podem ser considerados, como a renda da população atendida, as características dos terrenos urbanos (como o tamanho dos lotes e o que pode ser construído neles), e a quantidade média de resíduos gerada por pessoa ou por residência.

Essa Política foi atualizada em 2020, pela Lei Federal nº 14.026, formando o que chamamos de novo Marco Legal do Saneamento, um conjunto de regras e orientações que organizam como o saneamento básico deve ser planejado e executado pelos governos federal, estaduais e municipais, além de órgãos públicos e a sociedade civil. O objetivo é garantir que toda a população brasileira tenha acesso à água potável e à coleta e tratamento do esgoto, trazendo, também, diretrizes para a limpeza urbana, o manejo dos resíduos sólidos e o cuidado com a água da chuva nas áreas urbanas.

A lei determina metas bem claras: até 2033, o Brasil deve garantir que 99% da população tenha acesso à água tratada e 90% tenha coleta e tratamento de esgoto. Isso significa um grande esforço conjunto para melhorar a qualidade de vida e proteger o meio ambiente.

As principais diretrizes do Marco Legal do Saneamento são:

- **Universalização do acesso:** garantir que todas as pessoas tenham acesso aos serviços de saneamento básico.
- **Uniformização da regulação do setor:** tornar mais claras e iguais as normas para diferentes regiões.

- **Prestação regionalizada e governança interfederativa:** promover a cooperação entre municípios, estados e o governo federal.

- **Eficiência e eficácia dos serviços prestados:** serviços eficientes e com bons resultados.

- **Formalização dos contratos:** assegurar que os acordos feitos entre governos e prestadores de serviço sejam claros e justos.

- **Estímulo à expansão dos investimentos:** incentivar recursos financeiros para ampliar e melhorar os serviços.

- **Cobrança dos serviços:** garantir que haja formas justas de financiamento para manter os serviços funcionando.

- **Maior participação do Estado:** fortalecer o papel dos governos na supervisão e organização dos serviços.

- **Sustentabilidade e equilíbrio econômico-financeiro da prestação dos serviços:** assegurar que os serviços sejam sustentáveis, tanto para o meio ambiente, quanto do ponto de vista econômico.

- **Articulação com as políticas de promoção da saúde e ambiental,** voltados para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante.

A política também especifica que é necessária a elaboração de um Plano Estadual de Saneamento Básico, no qual o serviço público de saneamento básico se fundamentará, e, desde que respeitado seu conteúdo mínimo previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos, o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos poderá estar inserido no mesmo.

A elaboração do primeiro Plano Estadual de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (PESB) foi contratada, em 2021, pela Secretaria do Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística (SEMIL), abordando os 645 municípios paulistas. A versão final do PESB foi submetida à audiência pública, está atualmente em fase de catalogação e será disponibilizada na página da SEMIL, no endereço: <https://semil.sp.gov.br/srhsb/pesb-sp-plano-estadual-de-saneamento-basico-de-sao-paulo/>.

Aponte seu celular para o QR Code e acesse o Plano Estadual de Saneamento Básico de São Paulo:



Política Estadual de Resíduos Sólidos

A Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo, publicada antes da Política Nacional, foi instituída pela Lei Estadual nº 12.300, de 16 de março de 2006 e regulamentada pelo Decreto Estadual nº 54.645, de 5 de agosto de 2009. Essa política estabelece a classificação dos resíduos sólidos, de acordo com sua origem e propõe um modelo de gestão integrada e compartilhada. Entre suas inovações, destacam-se a incorporação de princípios como a promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, a prevenção da poluição por meio da redução na fonte geradora, além da aplicação dos conceitos de poluidor-pagador e de responsabilidade pós-consumo.

A combinação dos princípios da responsabilidade pós consumo, do poluidor-pagador e do reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico, gerador de trabalho e renda, constitui um grande passo da Política Estadual de Resíduos Sólidos para a sustentabilidade, na estruturação das cadeias de produtos. As práticas ambientalmente adequadas de redução, reutilização, reciclagem e recuperação da energia existente nos resíduos sólidos deverão ser incentivadas com vistas à sua minimização.

A Política Estadual de Resíduos Sólidos estabelece que os geradores de resíduos são responsáveis pela gestão adequada dos mesmos. Para os efeitos dessa legislação, equipara-se ao gerador o órgão municipal ou a entidade encarregada da coleta, do tratamento e da disposição final dos resíduos urbanos. Em situações em que ocorram incidentes com resíduos que representem risco ao meio ambiente e à saúde pública, a responsabilidade pela execução das medidas corretivas será atribuída conforme o local do evento: ao gerador, quando o incidente ocorrer em suas instalações; ao gerador e ao transportador, quando o evento acontecer durante o transporte dos resíduos sólidos; e ao gerador juntamente com o gerenciador das unidades receptoras, nos casos em que o incidente se der nessas instalações.

Outros princípios trazidos são tradicionais na política ambiental, como o da visão sistêmica na gestão, que leva em consideração as variáveis sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais e de saúde pública; o princípio da prevenção da poluição mediante práticas que promovam a redução ou eliminação de resíduos na fonte geradora; a promoção de padrões sustentáveis de produção e consumo; a gestão integrada e compartilhada dos resíduos sólidos; e a articulação com as demais políticas de meio ambiente, recursos hídricos, saúde, educação, saneamento e desenvolvimento urbano.

Como instrumentos de implementação e de planejamento fundamentais para estruturar a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos, a Política Estadual de Resíduos Sólidos elenca:

- o Plano Estadual de Resíduos Sólidos;
- Planos Regionais de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- o planejamento integrado e compartilhado do gerenciamento dos resíduos sólidos;
- os Planos dos Geradores;
- o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos;
- o Sistema Declaratório Anual de Resíduos Sólidos, entre outros.

Estes instrumentos servem de suporte à elaboração de políticas públicas para promover a minimização dos resíduos gerados, ou seja, a redução, ao menor volume, quantidade e periculosidade possíveis, dos materiais e substâncias, antes de descartá-los no meio ambiente.

Plano Estadual de Resíduos Sólidos

O Estado de São Paulo lançou seu primeiro Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), no final de 2014. Esse plano foi criado para orientar a gestão de resíduos por um período inicial de dez anos, com possibilidade de revisão a cada quatro anos. Ele foi dividido em quatro partes principais: Panorama dos resíduos sólidos no Estado; Estudo de regionalização e proposições de arranjos municipais; cenários e projeções; e, por fim, as diretrizes, metas e ações.

Em 2020, o PERS passou pela sua primeira revisão, em atendimento às Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos, e alterou o seu horizonte de atuação de dez para vinte anos, tendo como referência inicial o ano de 2015. Essa nova versão atualiza os dados sobre tema e revisa o planejamento, considerando as transformações sociais, econômicas, tecnológicas, políticas e culturais decorridas desde a sua primeira versão.

Foram, ainda, acrescentadas algumas discussões não presentes no Plano de 2014, como, por exemplo: Lixo no Mar; Economia Circular; Sistema de Gerenciamento On-line de Resíduos Sólidos (SIGOR); e a associação das diretrizes, metas e ações do Plano aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostas pela Organização das Nações Unidas (ONU).

Categorias de Classificação de Resíduos Sólidos

O PERS define as seguintes categorias de resíduos sólidos, para fins de gestão e gerenciamento:

I. Resíduos sólidos urbanos: os provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana passíveis de contratação ou delegação a particular, nos termos de lei municipal;

II. Resíduos da construção civil (RCC): os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros e argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações e fios elétricos, comumente denominados entulhos de obras, calça ou metralha;

III. Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: resíduos provenientes de Estações de Tratamento de Água (ETA) e Estações de Tratamento de Esgotos (ETE);

IV. Resíduos dos serviços de saúde: os provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal; os provenientes de centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde; medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados; os provenientes de necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e os provenientes de barreiras sanitárias;

V. Resíduos sólidos dos serviços de transportes: os resíduos sólidos de qualquer natureza, provenientes de embarcação, aeronave ou meios de transporte terrestre, incluindo os produzidos nas atividades de operação e manutenção, os associados às cargas e aqueles gerados nas instalações físicas ou áreas desses locais;

VI. Resíduos sólidos agrossilvipastoris: aqueles gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, inclusive os resíduos dos insumos utilizados nessas atividades;

VII. Resíduos industriais: aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

VIII. Resíduos de mineração: a Política Nacional considera que os resíduos de mineração são aqueles gerados pela atividade de pesquisa, extração ou beneficiamentos de minérios, enquanto as Políticas Estaduais enquadram os resíduos de mineração na categoria de resíduos industriais.

Transversalidade do Tema e Relação com Outras Políticas Públicas

O tema dos resíduos sólidos está profundamente conectado a diversas outras políticas públicas. Isso porque o modo como produzimos, consumimos e descartamos produtos impacta o meio ambiente, a saúde pública, a economia e a qualidade de vida das pessoas.

A Educação Ambiental, por exemplo, é essencial para promover a mudança de comportamento da sociedade, em relação ao consumo e ao descarte de resíduos. Por meio de práticas educativas, em escolas, comunidades e espaços públicos, é possível formar cidadãos mais conscientes, que entendam seu papel em influenciar a fabricação de produtos mais sustentáveis e no controle social exercido nas ações do poder público.

Já, a logística reversa é uma política que envolve a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, especialmente embalagens. Fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores têm o dever de garantir que esses materiais retornem para reaproveitamento, reciclagem ou descarte ambientalmente adequado.

Outro exemplo é a política de combate ao lixo no mar, que tem relação direta com o manejo inadequado de resíduos em áreas urbanas. Muito do que é descartado incorretamente nas cidades, principalmente os plásticos, acaba sendo levado pela chuva para os rios e, depois, para os oceanos. Essa poluição compromete ecossistemas marinhos, afeta a pesca, o turismo e a saúde das comunidades costeiras.

Por isso, pensar em resíduos sólidos exige uma abordagem integrada, que considere sua interface com diversas políticas públicas. Somente com articulação entre diferentes setores e o envolvimento da sociedade será possível avançar rumo a uma gestão mais eficaz, justa e sustentável dos resíduos.



Gestão de Resíduos Sólidos

2

2. Gestão de Resíduos Sólidos

A gestão de resíduos sólidos compreende o conjunto das decisões estratégicas e das ações voltadas à busca de soluções para resíduos sólidos, considerando políticas e aspectos ambientais, sociais e econômicos. A gestão integrada é atribuição de todos, sendo, no caso do Estado, executada pela esfera estadual e municipal.

Os Eixos da Gestão

A gestão de resíduos sólidos com vistas ao desenvolvimento sustentável requer o envolvimento de toda a sociedade, sendo pautada fundamentalmente na não geração, seguida pela redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, esgotadas todas as possibilidades, a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos. A recuperação energética dos resíduos sólidos também poderá ser uma possibilidade, desde que se comprove sua viabilidade técnica e ambiental, bem como seja garantido o monitoramento de emissão de gases tóxicos, aprovado pelo órgão ambiental, no caso do Estado de São Paulo, pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

Tais medidas estão previstas na PNRS e buscam diminuir a destinação de resíduos sólidos aos aterros sanitários, tendo em vista a premissa de enviar a estes apenas os rejeitos. Para que isso possa ser cumprido, estabeleceram-se medidas e instrumentos a serem descritos nos Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, como, por exemplo, a adoção de programas de educação ambiental, incentivo a novas rotas tecnológicas de tratamento, cooperação técnica e financeira entre setores público e privado, dentre outros. Com isso, agrega-se valor aos resíduos com potencial de ter alguma forma de destinação ambientalmente adequada, minimizam-se os fluxos de encaminhamento para disposição final e, também, a periculosidade dos resíduos a serem dispostos.

Não Geração

A não geração de resíduos pressupõe uma mudança do padrão de consumo da sociedade como um todo, comprando-se e descartando-se somente o necessário. Além disso, são também parte da premissa da não geração: produção com foco no aumento da vida útil dos produtos; inserção de programas e ações municipais de Educação Ambiental; estratégias e instrumentos que promovam a não geração dos resíduos, sob o escopo dos Planos Municipais de Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos.

Redução

A redução na fonte (ou prevenção da poluição) é definida como a utilização de processos, práticas, materiais, produtos ou energia que evitem ou minimizem a geração de resíduos na fonte (no próprio local de geração) e reduzam os riscos para a saúde humana e para o meio ambiente.

Medidas de redução devem ser adotadas no próprio local de geração, tais como a residência, escritório ou indústria, limitando o uso de materiais e diminuindo a quantidade de resíduos gerados. Num escritório, por exemplo, o correio eletrônico pode substituir memorandos e dados impressos, e os relatórios podem ser copiados em ambos os lados do papel; produtos podem ser comprados em tamanhos maiores ou a varejo, para reduzir a quantidade de embalagens, ou em embalagens menores com fórmulas mais concentradas; pode-se, ainda, comprar o refil, disponível para inúmeros produtos, o que reduz a necessidade de comprar o produto com embalagem igual à original, a qual é maior, mais cara e despende uma quantidade maior de material e recursos naturais em sua fabricação.

Metas de redução de resíduos sólidos devem estar contidas nos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos, com vistas a reduzir a quantidade de rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada. O Poder Público também poderá instituir medidas indutoras e linhas de financiamento às iniciativas que contenham prevenção e redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo. Além disso, programas e ações de Educação Ambiental devem estar alinhados para promover não só a redução, mas também, prioritariamente, a não geração e demais ações de reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos.

A produção per capita anual de resíduos sólidos aumenta progressivamente e esse aumento é devido, principalmente, aos resíduos de embalagens; portanto, estabeleceu-se que as embalagens devem ser fabricadas de

forma a permitir sua reutilização ou reciclagem, restringindo-as em volume e peso, sem que isso prejudique o produto.

No que tange à população, de um modo geral, a adesão à redução na fonte significa priorizar a aquisição de materiais/produtos elaborados com esta concepção, bem como repensar e melhorar os padrões de consumo e descarte já praticados.

Reutilização

A reutilização é baseada em processos de aproveitamento dos resíduos sólidos, sem que haja qualquer processo de transformação em suas propriedades biológicas e físico-químicas. Exemplos são a reutilização das garrafas de vidro, pallets, barris e tambores recondicionados (Figura 1).

Como instrumentos de gestão e gerenciamento, é necessário destacar que novos métodos de reutilização podem ser implementados a partir da cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado.



FIGURA 1 - PALLETS ARMAZENADOS, EXEMPLO DE REUTILIZAÇÃO.
Fonte: Acervo CPLA, 2010.

Reciclagem

A reciclagem é uma técnica que consiste em transformar os resíduos sólidos, por meio da alteração de suas propriedades biológicas e físico-químicas, objetivando sua transformação em insumos ou em novos produtos, o que a diferencia da reutilização. Existem inúmeros métodos de reciclagem dos resíduos sólidos e, para cada um deles, é necessário considerar as características e composição do resíduo.

Assim, o resíduo pode ser reciclado para ser posteriormente utilizado na fabricação de novos produtos e insumos, que, por sua vez, podem apresentar a mesma finalidade ou outra finalidade distinta da original. Como exemplo, tem-se a reciclagem de garrafas plásticas para produção de novas garrafas ou cordas e tecidos. Além disso, no processo de reciclagem dos resíduos de natureza orgânica, por exemplo, é muito comum o processamento de restos de podas (Figura 2) para posterior utilização como substrato de jardinagem ou como material estruturante e fonte de carbono no processo de compostagem (Figura 3).



FIGURA 2 - EQUIPAMENTO PARA TRITURAR GALHOS.
Fonte: Wolmer / CETESB, 2008.



FIGURA 3 - COMPOSTAGEM.
Fonte: Arquivo Fundação Parque Zoológico, 2010.

Tratamento

Os métodos de tratamento dos resíduos sólidos são bastante variados e vão desde processos simples, como a própria reciclagem de resíduos de natureza orgânica a partir da compostagem, até processos mais sofisticados, que requerem maior grau de investimento tecnológico, permitindo que a biomassa residual seja explorada como fonte de matéria-prima em um novo ciclo de produção, sendo eles: processos físicos; processos bioquímicos; processos termoquímicos, que, por sua vez, permitem o tratamento de resíduos sólidos na perspectiva de valorização energética da biomassa residual.

Como citado anteriormente, a PNRS estabelece que os diversos métodos de tratamento de resíduos sólidos podem ser explorados, desde que se comprove sua viabilidade técnica, econômica e socioambiental, bem como se faz necessário o acompanhamento e monitoramento de emissão de gases tóxicos, por meio de programas aprovados por órgão ambiental competente.

Disposição Final

Na perspectiva da PNRS, somente os rejeitos podem ser encaminhados à disposição final em aterros sanitários regulares, ao mesmo tempo ela define rejeito como sendo os resíduos que somente 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.

Aspectos Inovadores na Gestão

A gestão de resíduos sólidos envolve inúmeras questões que exigem uma busca permanente por soluções que contemplem os aspectos técnicos, socioambientais e econômicos.

Entre as novas propostas para tratar estas questões, está a responsabilização de toda a sociedade pelo gerenciamento dos resíduos gerados. Uma maneira de concretizar esta responsabilização é aplicar a Logística Reversa, um importante instrumento caracterizado por um conjunto de ações para viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para seu respectivo reaproveitamento e/ou destinação ambientalmente adequada.

Outra maneira inovadora, porém, com aplicação ainda incipiente, de repensar a relação da sociedade com a gestão de resíduos sólidos é a

Economia Circular, instrumento que busca transformar práticas produtivas a partir da implementação de processos, que considerem a circularidade, desde a concepção dos produtos, tornando-os mais resilientes e propícios ao compartilhamento, reparo, reuso, redistribuição, recondicionamento, remanufatura e reciclagem.

Logística Reversa

A logística reversa é um dos instrumentos estabelecidos pela PNRS para assegurar a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Ela é definida como um instrumento de desenvolvimento socioeconômico e de gerenciamento ambiental, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e restituição dos resíduos sólidos aos seus produtores, para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos e a economia de recursos naturais.

A lei estabelece a obrigatoriedade de participação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes na implementação de sistemas de logística reversa de seus produtos. Na prática, a logística reversa é realizada por meio de sistemas que promovem a coleta, reuso, reciclagem, tratamento e/ou disposição final dos resíduos gerados após o consumo de diversos produtos, seja o próprio produto já sem uso, sejam suas embalagens descartadas. Quando bem implementada, essa abordagem também contribui para reduzir a pressão sobre os aterros sanitários, ao evitar que materiais potencialmente aproveitáveis sejam descartados nesses locais.

Para o Governo do Estado de São Paulo, existem quatro principais motivadores para a implementação da logística reversa:

- Proteção ao ambiente e à saúde pública, evitando que a disposição inadequada dos resíduos provoque danos à saúde das pessoas ou ao meio ambiente;
- Geração de oportunidades de negócios, principalmente a partir do potencial de revalorização dos resíduos, criando renda, emprego e arrecadação;
- Atuação como uma “alavanca para a sustentabilidade”, promovendo um aumento na eficiência do uso dos recursos naturais, ao substituí-los por materiais reutilizados e reciclados; e

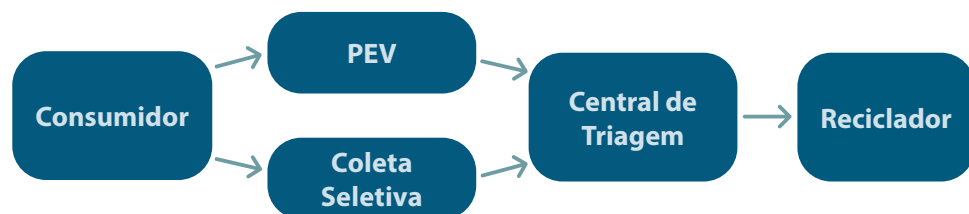
- Redistribuição de direitos e deveres sobre o gerenciamento dos resíduos.

Do ponto de vista internacional, são também quatro os principais objetivos a serem buscados:

- Melhorar fisicamente a gestão de resíduos, propiciando meios para que uma quantidade crescente destes resíduos seja adequadamente coletada e destinada;
- Transferir a responsabilidade da gestão, principalmente financeira, dos municípios ao setor privado;
- Aumentar a eficiência no uso dos recursos naturais pela sociedade, por meio do incremento nos índices de reuso, reciclagem e recuperação dos materiais; e
- Incentivar a melhoria ambiental no projeto dos produtos e embalagens (promovendo o chamado *ecodesign*)

Segundo a CETESB, até o momento os sistemas de Logística Reversa têm assumido três formatos distintos, definidos em função da forma como os resíduos pós-consumo são coletados. É desejável que novos arranjos sejam propostos com a experiência das empresas nesse tipo de atividade. Porém, ao menos para o momento, estes três modelos têm se mostrado os mais adequados, podendo inspirar a formatação dos sistemas pelas empresas.

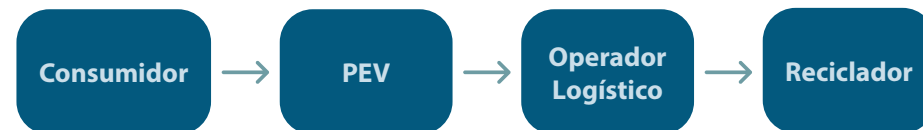
- PEV, Coleta Seletiva ou Central de Triagem/Entidades de Catadores (exemplo: embalagens de cosméticos, produtos de limpeza, alimentos, bebidas, etc.).



O consumidor entrega seus resíduos recicláveis em algum Ponto de Entrega Voluntária (PEV), ou tem seu resíduo recolhido por meio de coleta seletiva (realizada pelas entidades de catadores, pela prefeitura municipal ou por empresas contratadas pelas prefeituras). O material coletado é desti-

nado para a Central de Triagem, em geral sob gestão de uma associação ou cooperativa de catadores. A Central de Triagem separa, classifica, prensa e comercializa o material reciclável para um reciclador.

- Coleta em pontos de entrega voluntários – PEV (exemplo: pilhas, celulares, óleo comestível, etc.).



O consumidor leva seu resíduo a um ponto de entrega voluntário (PEV), geralmente instalado junto ao comércio ou à rede de assistência técnica. Quando é reunido um volume pré-definido, ou segundo um calendário estabelecido, o operador de logística passa e recolhe os resíduos, encaminhando-os à reciclagem. Os fabricantes/ importadores financiam a operação, muitas vezes, em parceria com o comércio.

- Coleta por sistema itinerante junto ao comércio (exemplo: pneus, óleo lubrificante, baterias automotivas, etc.).



O resíduo não chega ao consumidor (embora possa haver exceções), sendo retido no ponto de geração, em geral postos de gasolina, concessionárias ou oficinas. Quando é reunido um volume pré-definido, ou segundo um calendário estabelecido, o operador de logística passa e recolhe os resíduos, encaminhando-os à reciclagem. Os fabricantes/ importadores financiam a operação, muitas vezes, em parceria com os distribuidores ou comerciantes dos produtos.

No Estado de São Paulo, esse importante instrumento tem sido muito utilizado em diversos setores produtivos, estando contido na responsabilidade pós-consumo estabelecida no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (PERS).

Para cumprimento da responsabilidade pós consumo estabelecida pós consumo estabelecida na PERS, a Resolução SMA nº 45/2015 define as

diretrizes para implementação e operacionalização da responsabilidade pós consumo no Estado de São Paulo.

Fica inicialmente estabelecida a seguinte relação de produtos e embalagens comercializados, no Estado de São Paulo, sujeitos à logística reversa:

I - Produtos que, após o consumo, resultam em resíduos considerados de significativo impacto ambiental:

- a) Óleo lubrificante usado e contaminado;
- b) Óleo comestível;
- c) Filtro de óleo lubrificante automotivo;
- d) Baterias automotivas;
- e) Pilhas e baterias portáteis;
- f) Produtos eletroeletrônicos e seus componentes;
- g) Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- h) Pneus inservíveis; e
- i) Medicamentos domiciliares, vencidos ou em desuso.

II - Embalagens de produtos que componham a fração seca dos resíduos sólidos urbanos ou equiparáveis, exceto aquelas classificadas como perigosas pela legislação brasileira, tais como as de:

- a) Alimentos;
- b) Bebidas;
- c) Produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;
- d) Produtos de limpeza e afins; e
- e) Outros utensílios e bens de consumo, a critério da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo ou da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

III - As embalagens que, após o consumo do produto, são consideradas resíduos de significativo impacto ambiental, tais como as de:

- a) Agrotóxicos; e
- b) Óleo lubrificante automotivo.

A partir de 2015, com a publicação da Resolução SMA 45/2015, os Termos de Compromisso permitiram uniformizar as terminologias, o formato do documento, a geração de relatórios e principalmente a cobrança de atendi-

mento às metas e aos resultados. Os documentos passaram a ser denominados “Termos de Compromisso de Logística Reversa” (TCLR).

Acompanhe o site da CETESB para saber informações sobre os Termos assinados: [Fase 2 - Termos de Compromisso para a Logística Reversa de Resíduos Pós Consumo \(2015 - em andamento\)](#).

Aponte seu celular para o QR Code e acesse o Termo de Compromisso para a Logística Reversa de Resíduos Pós-consumo:



Créditos de Logística Reversa

Para viabilizar a logística reversa de embalagens em geral, por parte das empresas que fabricam produtos embalados, foi desenvolvido um sistema de compensação, inspirado no modelo dos créditos de carbono. Nesse tipo de mecanismo, a empresa não precisa executar diretamente ações como coleta ou reciclagem, mas pode compensar seus impactos ao financiar operadores que realizam essas etapas.

No contexto da logística reversa, isso significa que as empresas podem contratar operadores especializados, como cooperativas de catadores ou empresas de gestão de resíduos, que realizam a reinserção de materiais pós-consumo na cadeia produtiva. Após a coleta e separação, esses materiais são vendidos às indústrias recicladoras, e a Nota Fiscal emitida nessa transação pode ser adquirida por fabricantes de produtos embalados como comprovação do cumprimento de suas obrigações legais relativas à logística reversa.

Em fevereiro de 2023, foi publicado o Decreto Federal nº 11.413, que reconhece, oficialmente, em todo o Brasil, o uso dos créditos de logística reversa, um importante passo para fortalecer a reciclagem e a gestão adequada dos resíduos sólidos. Com essa nova regulamentação, o governo reconhece, ainda, que a reciclagem pode e deve ser incentivada por meio de instrumentos financeiros, como os Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). Isso ajuda a criar uma economia mais justa, sustentável e circular, onde o lixo deixa de ser um problema e passa a ser parte da solução.

Embora o sistema de créditos de logística reversa ofereça praticidade, ele por si só não oferece garantias a fragilidades importantes, como: a falta de mecanismos de rastreabilidade, que garantam que uma mesma nota fiscal não seja usada por mais de uma empresa; ausência de comprovação concreta da existência e do volume efetivamente reciclado dos materiais mencionados nas notas; a falta de verificação das condições de trabalho dos operadores envolvidos, como infraestrutura, saúde e segurança ocupacio-

nal. Essas vulnerabilidades podem expor as empresas a riscos significativos, incluindo multas elevadas e, até, a não renovação de licenças de operação. Por isso, é fundamental buscar soluções, que tragam mais segurança, controle e credibilidade ao processo de compensação por logística reversa.

Por outro lado, não se pode reduzir o sistema de conformidade ambiental das empresas obrigadas a implementar a logística reversa, ao simples acúmulo de notas fiscais de comercialização de recicláveis. É necessário investir em mais capacidade instalada, com qualidade e eficiência operacional. A prioridade deve ser a promoção da adicionalidade, ou seja, reciclar mais, com segurança, melhor desempenho técnico e visão de crescimento estruturado.

A Portaria nº 1.250, de 13 de dezembro de 2024, do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, contribui nesse sentido ao regulamentar a Lei de Incentivo à Reciclagem (Lei nº 14.260/2021). Ela cria novas oportunidades para o financiamento de projetos voltados à ampliação da infraestrutura, qualificação de cooperativas e operadores, modernização tecnológica, fortalecimento de redes de comercialização e programas de Educação Ambiental.

Em resumo, fortalecer a logística reversa, no Brasil, exige ir além de mecanismos simplificados de compensação. É preciso garantir rastreabilidade, efetividade ambiental, valorização do trabalho dos envolvidos e investimentos contínuos em inovação e inclusão socioambiental.

Economia Circular

No início do século passado, o conceito de Economia Circular passou a ser utilizado como modelo de economia fundamentado no equilíbrio semelhante aos ecossistemas naturais de materiais, objetivando, principalmente, a erradicação das perdas, a partir do alinhamento à pilares ambientais, econômicos e sociais. Ao longo dos anos, o conceito foi ganhando corpo com diferentes iniciativas, abordando diferentes aspectos dos processos sustentáveis.

No aspecto ambiental, a Economia Circular atua na minimização da geração de resíduos sólidos e do uso de insumos energéticos. Economicamente, trabalha para reduzir as tributações vinculadas ao setor ambiental, os custos e os riscos, de um modo geral; e, também, incentiva o mercado de inovação no setor produtivo, como, por exemplo, o ecodesign. Já, no aspecto social, objetiva impulsionar a cultura do compartilhamento e da colaboração, criando novas oportunidades de emprego e aumento do poder democrático nas sociedades.

Assim, de um modo geral, a Economia Circular, como modelo econômico, serve de elemento norteador para modelos de produção e modelos de negócios, que facilitem o desenvolvimento sustentável, equilibrando crescimento econômico, promoção da igualdade social, proteção e preservação ambiental. Além disso, como principais diretrizes da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), instituída pelo Decreto Federal nº 12.082, de 27 de junho de 2024, estão: i) eliminação da poluição e a redução da geração de rejeitos e resíduos; ii) manutenção do valor dos materiais; iii) redução da dependência de recursos naturais; iv) aumento do ciclo de vida de todo e qualquer material, a partir de estudos de Análise do Ciclo de Vida (ACV).

A Análise do Ciclo de Vida é uma ferramenta concebida com o objetivo de viabilizar melhorias ambientais de produtos, processos ou atividades econômicas, considerando os impactos de todas as etapas de seu ciclo de vida, ou seja, da extração da matéria-prima na natureza, até o seu retorno ao meio ambiente, como resíduo



FIGURA 4 - Modelo de economia linear x circular.
Fonte: Movimento Circular.

O seu maior uso tem se dado no setor industrial, principalmente, no desenvolvimento de produtos. Contudo, é uma importante ferramenta de planejamento dos sistemas ambientais e pode ser aplicada em todos os setores da economia.

Na gestão de resíduos sólidos, a ACV pode ser uma importante ferramenta de planejamento, tomada de decisões e otimização do sistema.



Gerenciamento de Resíduos Sólidos

3

3. Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O gerenciamento é o componente operacional da gestão de resíduos sólidos e inclui as etapas de segregação, coleta, transporte, transbordo, tratamentos e disposição final ambientalmente adequada. O gerenciamento integrado é feito ao se considerar uma variedade de alternativas para atingir, entre outros propósitos, a minimização dos resíduos sólidos.

Este Capítulo apresentará, de forma sucinta, aspectos do gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de saúde. Os resíduos de atividades rurais, industriais e aqueles provenientes de portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares não serão abordados neste Caderno.

Resíduos Sólidos Urbanos

No caso dos resíduos sólidos urbanos, o gerenciamento integrado envolve diferentes órgãos da administração pública e da sociedade civil. A Prefeitura, como gestora urbana, é a principal responsável pelo gerenciamento de resíduos do município. Cabe a ela organizar o sistema de limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos e definir de que forma o gerenciamento vai funcionar, por meio do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, considerando as atividades de coleta domiciliar (regular e seletiva), transbordo, transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento (inclusive por compostagem), disposição final, varrição, capina e poda de árvores em vias e logradouros públicos, e outros eventuais serviços.

Como vimos, os resíduos sólidos urbanos são os resíduos gerados nas residências, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos, comércio e serviços locais, que contêm, normalmente, matéria orgânica, embalagens, material de escritório, resíduos descartados em banheiros, etc. Para que haja um bom gerenciamento destes resíduos, sua caracterização qualitativa e quantitativa é necessária.

Três etapas do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos serão aqui discutidas: coleta, tratamento e disposição final.

Coleta Regular e Seletiva

A coleta e o transporte dos resíduos sólidos domiciliares produzidos em imóveis residenciais, em estabelecimentos públicos e no pequeno comércio são, em geral, efetuados pelo órgão municipal, encarregado da limpeza urbana, com veículo próprio para isso (Figura 5).



FIGURA 5 - VEÍCULO PARA COLETA REGULAR, TIPO COMPACTADOR.
Fonte: Wolmer / CETESB, 2008.

Grandes geradores de resíduos sólidos, definidos de acordo com lei municipal, devem contratar empresas particulares, cadastradas e autorizadas pela prefeitura, para realização da coleta e transporte. Pode-se, então, conceituar como coleta domiciliar comum ou regular o recolhimento dos resíduos sólidos urbanos produzidos nas edificações residenciais, públicas e comerciais, desde que não sejam considerados grandes geradoras.

A coleta diferenciada de materiais recicláveis, triados na fonte, feita de forma complementar à coleta regular, é denominada coleta seletiva, e pode ser realizada porta a porta ou por entrega voluntária (Figuras 6 e 7).



FIGURA 6 - VEÍCULO PARA A COLETA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS.
Fonte: Wolmer / CETESB, 2008.



FIGURA 7 - VEÍCULO MISTO PARA COLETA REGULAR E SELETIVA.
Fonte: Wolmer / CETESB, 2008.

A entrega voluntária é realizada pelos cidadãos em postos específicos, chamados de Postos de Entrega Voluntária (PEV), localizados em áreas predeterminadas (Figura 8). A ampla divulgação da importância da participação de cada cidadão, bem como dos dias de coleta, é fundamental para o sucesso da coleta seletiva.



FIGURA 8 - PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA.
Fonte: Wolmer / CETESB, 2008.

Os materiais recolhidos pela coleta seletiva e aqueles entregues nos PEV são encaminhados às centrais de triagem (Figura 9). As unidades de triagem podem contemplar desde uma mesa simples, até equipamentos mais complexos, como esteiras, balanças e elevadores. Os materiais não recicláveis ou não reutilizáveis são denominados rejeitos e, por este motivo, devem ser encaminhados da central de triagem, para aterros sanitários.



FIGURA 9 - GALPÃO DE TRIAGEM.
Fonte: CPLA / SMA, 2009.

Tratamento e Disposição Final

Até recentemente, era prática comum a simples coleta e disposição do resíduo sólido urbano, em locais inadequados, como manguezais, fundos de vale próximo a rios e córregos e terrenos abandonados, provocando grandes impactos sobre o meio ambiente e a saúde pública.

Nas últimas duas décadas, com a escalada da urbanização, foram desenvolvidas e implementadas técnicas de engenharia sanitária e ambiental, para dar um destino ambientalmente seguro aos resíduos sólidos domiciliares. Porém, a disposição final ambientalmente adequada deve ser limitada aos rejeitos, após todas as possíveis alternativas de reciclagem e tratamento serem esgotadas. Ainda assim, são necessários aterros sanitários que recebam os rejeitos desses tratamentos.

Verifica-se, contudo, que fatores como a diminuição de áreas para a disposição, o aumento da geração de resíduos sólidos e a obrigação legal de destinar somente os rejeitos aos aterros podem tornar as formas alternativas de tratamento dos resíduos sólidos mais interessantes economicamente.

Levando em conta as restrições em legislação específica e considerando a hierarquia de gerenciamento de resíduos sólidos determinada pela PNRS, ressurge, atualmente, uma discussão nos meios governamentais e acadêmicos sobre a possibilidade de recuperação energética dos resíduos, na forma de Combustível Derivado de Resíduo (CDR).

Assim, o uso de Combustível Derivado de Resíduo (CDR) tornou-se uma realidade, em muitos países, como sendo uma classe de produtos oriundos do tratamento de resíduos sólidos de onde se extrai materiais com capacidade calorífica elevada, para ser utilizada pela indústria ou para geração de energia elétrica. Ainda, as características físico-químicas do CDR utilizado estão sempre subordinadas ao tipo de biomassa residual utilizada e ao método de pré-processamento utilizado. Esse material, por sua vez, pode ser introduzido em sistemas de geração elétrica, em âmbito domiciliar ou em plantas industriais.

São os casos da recuperação de gás metano para produção de biogás, em aterros sanitários, com alguns exemplos implantados, no Brasil, e que proporciona geração de energia renovável, além da recuperação de energia térmica gerada pela combustão dos resíduos sólidos, prática que vem sendo adotada nos países em que as áreas para disposição de resíduos já são um fator limitante.

De um modo geral, a decisão sobre os tipos de tratamento dos resíduos sólidos urbanos a serem adotados depende de vários fatores: a diretriz da gestão municipal, os tipos de materiais contidos no resíduo, o mercado potencial para os materiais extraídos do resíduo e os recursos financeiros disponíveis. Contudo, antes de se tornarem aptos a serem utilizados como matérias-primas ou insumos, os materiais contidos no resíduo precisam passar por processos de tratamento ou reciclagem, que tornarão possível a sua inserção na cadeia produtiva. Os métodos de disposição final tradicionais e tratamento estão descritos a seguir de forma sucinta.

Aterros Sanitários

Aterro sanitário é uma técnica de disposição dos rejeitos, oriundos de atividades de gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, em solo, utilizando princípios de engenharia. O método, quando bem operado, não causa danos à saúde pública e se dá a partir do confinamento do rejeito no menor volume possível. Ao final de cada dia de operação ou conforme necessário, uma camada de terra é despejada sobre o rejeito confinado, resultando numa configuração típica, com laterais que se assemelham a uma escada ou uma pirâmide, sendo facilmente identificáveis pelo aspecto que assumem (NBR 8419:1992).



FIGURA 10 - ATERRO SANITÁRIO CONVENCIONAL.
Fonte: NATASHA KEBER/SEMIL, 2019.



FIGURA 11 - ATERRO SANITÁRIO CONVENCIONAL.
Fonte: WOLMER/CETESB, 2008.

Os aterros sanitários apresentam uma série de vantagens e desvantagens com relação a outras formas de destinação de resíduos sólidos, conforme tabela abaixo (Tabela 1).

VANTAGENS

- Custo de investimento é muito menor que o requerido por outras formas de tratamento de resíduos.
- Custo de operação muito menor que o requerido pelas instalações de tratamento de resíduos.
- Apresenta poucos rejeitos ou refugos a serem tratados em outras instalações.
- Simplicidade operacional.
- Flexibilidade operacional, sendo capaz de operar bem, mesmo ocorrendo flutuações nas quantidades de resíduos a serem aterradas.

DESVANTAGENS

- Não trata os resíduos, consistindo em uma forma de armazenamento no solo.
- Possui limite de capacidade, podendo se esgotar, com o passar do tempo, ao atingir sua capacidade máxima de armazenamento de resíduos.
- Requer áreas cada vez maiores.
- A operação sofre ação das condições climáticas.
- Apresenta risco de contaminação do solo e da água subterrânea.

TABELA 1 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS ATERROS SANITÁRIOS.
Fonte: Modificado de CETESB, 1997.

Vale ressaltar que a destinação final em aterros sanitários só deve ser aplicada aos rejeitos, ou seja, quando não houver nenhuma outra forma de tratamento e valorização do resíduo. Além disso, é importante destacar que a disposição dos rejeitos em aterros sanitários possibilita, de acordo com diversas características operacionais do aterro, o aproveitamento energético dos resíduos sólidos, a partir de métodos termoquímicos ou, até mesmo, a reciclagem da matéria orgânica, a partir de técnicas de compostagem.

Plano de Encerramento de Aterro

Todo projeto de aterro sanitário deve prever um Plano de Encerramento e Uso Futuro da Área. Esse plano deverá contemplar as dimensões técnicas da área de cobertura, drenagem e estabilidade, o tempo de monitoramento e controle ambiental, bem como o planejamento financeiro e uso futuro.

Com o término da vida útil, após os recalques e estabilização do terreno, a área utilizada para aterros em valas poderá ser aproveitada em outras atividades, desde que haja um projeto adequado. Para o caso de aterro em trincheira, após a vida útil, recalque e estabilização do terreno, fim das emissões de gases e da produção de chorume e aprovação formal da CETESB, pode-se utilizar o terreno para atividades de lazer, como parques e centros poliesportivos, sem edificações, desde que previamente aprovados pelos órgãos ambientais competentes.

No caso de aterros em camadas ou convencional, em que a altura final pode ser elevada, devido à grande quantidade de resíduos dispostos, a reutilização ou aproveitamento para outra atividade, após o encerramento, é mais limitado, geralmente restrito a áreas verdes, reflorestamento, parques, trilhas, ciclovias ou outras atividades recreativas leves.

Situação da Disposição de Resíduos em Aterros no Estado de São Paulo

Para avaliar e melhorar a situação da disposição de resíduos sólidos domiciliares, no Estado de São Paulo, a CETESB elaborou o Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos – IQR. A avaliação do IQR é feita com base em 33 (trinta e três) parâmetros, que incluem aspectos operacionais; estruturais, como a impermeabilização do solo e a existência de sistemas de drenagem de chorume; e locais, como a distância do aterro a áreas protegidas e corpos d'água. As notas IQR de todos os municípios

paulistas são divulgadas anualmente, desde 1997, no Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares.

O IQR classifica-se conforme a tabela 2.

IOR	DESVANTAGENS
• 0,0 a 0,6	• Condições Inadequadas (I) ■
• 6,1 a 8,0	• Condições Controladas (C) ■
• 8,1 a 10,0	• Condições Adequadas (A) ■

TABELA 2 – ENQUADRAMENTO DAS INSTALAÇÕES DE DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES.
Fonte: CETESB, 2012.

De acordo com o Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Domiciliares de 2023, publicado em 2024, houve uma significativa melhora na situação do aterramento de resíduos, no Estado de São Paulo. O IQR médio do Estado passou de 4,0, em 1997, para 8,9, em 2023. A quantidade de resíduos dispostos adequadamente passou, no mesmo período, de 10,9% para 98,4% do total disposto.

Essa evolução pode ser observada nas Figuras 12 e 13.

IQR 1997

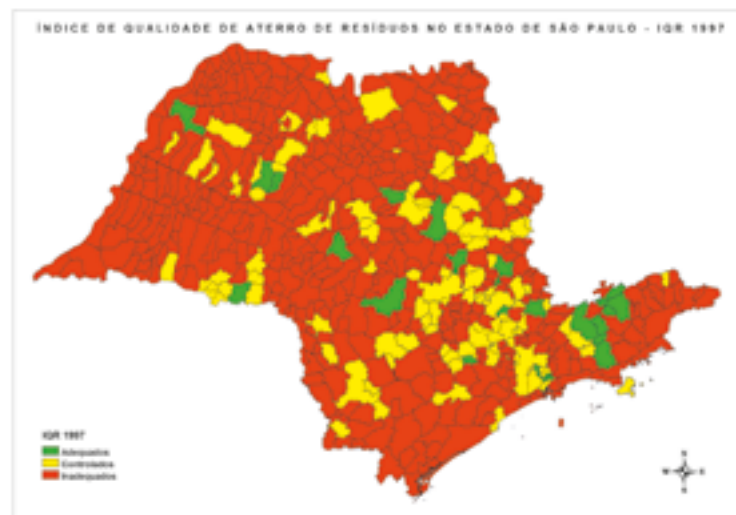


FIGURA 12 - Índice de Qualidade de Aterro de Resíduos no Estado de São Paulo - IQR 1997.

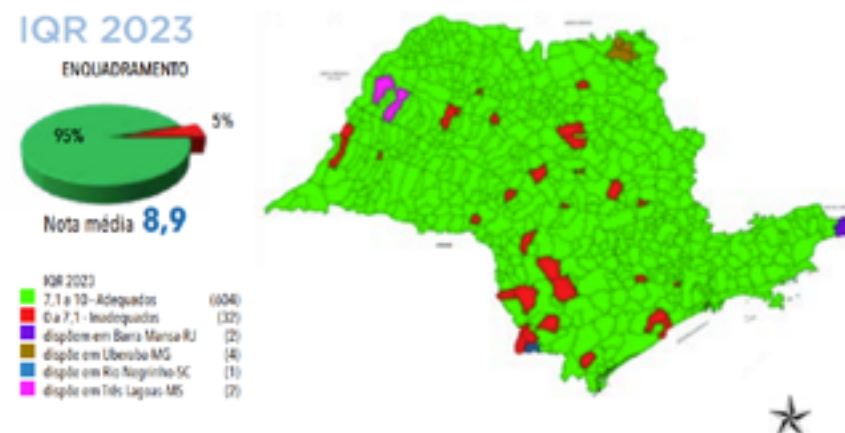


FIGURA 13 - IQR 2023.

Recuperação de Energia dos Resíduos Sólidos

a) Gases de aterro

O biogás - gerado na decomposição anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, em aterros sanitários - é composto de vários gases. Os principais são o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2), que, juntos, constituem, aproximadamente, 99% do total do biogás.

O metano é um gás combustível que, se adequadamente captado, pode ser utilizado para obtenção de energia. Sua combustibilidade faz com que, em certas concentrações, represente risco de explosões nos aterros sanitários. A geração de metano inicia-se logo após a disposição dos resíduos e continua por um período de 20 a 30 anos, ou até mais, após o encerramento do aterro.

De acordo com a ABRELPE e o Ministério do Meio Ambiente, para que o metano do biogás possa ser explorado comercialmente, por meio de recuperação energética, o aterro sanitário deverá apresentar estudos específicos de viabilidade técnico-econômica. Além disso, os órgãos citados já consideram modelos de recuperação em aterros de menor porte, com apoio de tecnologias mais modernas. O gás recuperado pode ser direcionado para a produção de calor e energia (a serem utilizados, por exemplo, em indústrias próximas), ou utilizado diretamente como combustível da frota pública de veículos.

O metano é um contribuinte significativo às emissões de gases de efeito estufa (GEE), que provocam o aquecimento global, sendo, em um horizonte de 100 (cem) anos, 27 (vinte e sete) vezes mais ativo na retenção de calor da estratosfera, do que o dióxido de carbono.

Algumas estimativas indicam que cerca de 18-20% das emissões de metano liberadas na atmosfera são oriundas da decomposição de matéria orgânica em aterros sanitários e de esgotos.

b) Usinas de Recuperação de Energia

No Brasil, de acordo com a ABRELPE (2023), 61% dos resíduos coletados, no Brasil, vão para aterros sanitários adequados, 23% ainda têm destinação inadequada e 16% não são coletados, porém esta realidade deverá mudar, porque nem todo o resíduo pode continuar sendo disposto, no solo, como antigamente. Outros métodos deverão ser utilizados no gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo, em alguns casos, a recuperação de energia feita nas chamadas Usinas de Recuperação de Energia - URE, muito utilizadas na Europa.

No caso das URE, os resíduos são tratados termicamente (incinerados) com a recuperação energética. É importante ressaltar que neste tipo de tratamento de resíduos sólidos é imprescindível a instalação de equipamentos filtrantes/ lavadores, filtros de mangas, precipitadores eletrostáticos, lavadores de gases, sistemas de desnitrificação e dessulfurização, para que os gases e materiais particulados gerados no processo sejam retidos e os padrões de emissão estabelecidos em legislação sejam obedecidos. O processo de incineração gera, também, resíduos sólidos (cinzas e escória), que precisam ser destinados adequadamente.

Comparando-se este método com a disposição dos resíduos no solo, o volume dos resíduos a serem dispostos, após a incineração, é bem inferior (de 5 a 15% do volume original e, aproximadamente, 25% da massa original); além desta diferença, outras podem ser enumeradas:

- promoção da oxidação completa dos componentes orgânicos, com conversão em substâncias simples como, por exemplo, dióxido de carbono e água, principalmente;
- redução das quantidades de resíduos perigosos, promovendo a concentração de poluentes e metais pesados, permitindo a sua disposição em separado;

- pouca produção de escória, a qual pode ser reutilizada; e

- possibilidade de máxima utilização da energia liberada para a geração de eletricidade ou vapor, entre outros propósitos.

c) Compostagem

A compostagem, que também deve ser inserida no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos, é um método de tratamento de resíduos sólidos no qual a matéria orgânica presente - em condições adequadas de temperatura, umidade e aeração - é transformada num produto estável, denominado composto orgânico, que tem propriedades condicionadoras de solo, sendo, portanto, de grande aplicabilidade na agricultura. (Figura 20)

Para um melhor tratamento dos resíduos, os diversos materiais que o compõem são separados, obtendo-se, no final do processo, composto orgânico, materiais recicláveis e rejeitos. Assim, este é um método que possibilita sensível redução da quantidade de resíduos a serem destinados ao solo, além da devolução à natureza de parte dos materiais dela retirados, fato que se constitui em grande vantagem ambiental.

Existem, basicamente, dois métodos de compostagem: **o método natural** e **o método acelerado** (Biodigestão).

Processos Bioquímicos

Os processos bioquímicos de aproveitamento dos resíduos possibilitam que os resíduos de natureza orgânica sofram degradação biológica, a partir da ação metabólica de bactérias e fungos, tanto na presença de oxigênio (processo de compostagem realizado por microrganismos aeróbios), quanto na ausência dele (processo de biodigestão, realizado por bactérias anaeróbias). Ambos os processos atingem a degradação completa dos resíduos orgânicos e produzem, ao final do processo, produto estabilizado, representado por compostos fertilizantes, rico em nutrientes e gases de aproveitamento energético, como o biogás, contendo metano (de 50 a 80%), dióxido de carbono (de 20 a 40%) e sulfeto de hidrogênio (de 1 a 5%).

O processo de biodigestão pode ser diferenciado da compostagem também por parâmetros operacionais relacionados à temperatura, teor de umidade, tipo de substrato residual utilizado e seu nível de complexidade. Além disso, é possível realizar um sistema de compostagem doméstica utilizando minhocas (geralmente da espécie *Eisenia fetida*) para transformar os resíduos orgânicos em húmus e biofertilizante líquido. O processo é simples

e se bem manejado, não apresenta odores fortes, sendo uma alternativa sustentável para reduzir a quantidade de resíduos enviados aos aterros, além de servir de potencial ferramenta de Educação Ambiental.



FIGURA 14 - PLANTA DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS.
Fonte: Biogás, 2010.



FIGURA 15 - PLANTA DE COMPOSTAGEM.
Fonte: Arquivo Fundação Parque Zoológico, 2010.



FIGURA 16 - LEIRAS DE COMPOSTAGEM.
Fonte: Natasha Keber.

Processos Termoquímicos

Esses processos de conversão termoquímica são possíveis graças à presença de energia química disponível nos resíduos de podas e aparas, que pode ser liberada e canalizada para diversas finalidades, como, por exemplo, cocção de alimentos, aquecimento de ambientes ou de águas, geração de vapor de água e de energia elétrica. Para isso, a biomassa residual é processada, a partir do calor e do suprimento controlado de oxigênio, e liberada a partir dos seguintes processos: pirólise; gaseificação; combustão direta.

A pirólise da biomassa residual de natureza orgânica ocorre a partir da decomposição térmica na ausência parcial ou total de oxigênio e temperatura controlada. Essa técnica permite a conversão da matéria orgânica em subprodutos de maior qualidade e maior densidade energética, como, por exemplo, o carvão vegetal.

O processo de valorização a partir da gaseificação envolve a conversão de qualquer espécie de hidrocarboneto sólido em um produto gasoso, por meio da oxidação parcial do oxigênio. O método também produz combustíveis líquidos com potencial de introdução na cadeia energética renovável, por meio de processos de síntese química catalítica.

Por fim, a combustão direta corresponde ao método de conversão termoquímico mais antigo e difundido. De um modo geral, proporciona a transformação da energia química contida na biomassa residual, em calor por meio da liberação de energia calorífica inicial, seguida por uma série de reações em cadeia, até a oxidação total. Apresenta vantagens, por ser uma tecnologia simples e de baixo custo operacional, podendo ser utilizada para geração de energia elétrica, em usinas termoelétricas. Apesar de amplamente difundida, a técnica exige um monitoramento operacional contínuo, bem como a manutenção nos pátios de estocagem, para mitigação dos efeitos nocivos à qualidade do ar e do solo.

Resíduos de Construção Civil – RCC

Apesar de não apresentar tantos riscos diretos à saúde humana, quanto os resíduos domésticos e os de serviços de saúde, os resíduos da construção civil (RCC), se não gerenciados adequadamente, podem causar diversos impactos ambientais.

Uma das características das atividades da construção civil é o consumo de materiais e a geração de resíduos “pulverizados”, em diversos pontos das cidades, o que dificulta o gerenciamento dos RCC. Outra dificuldade é a

informalidade de grande parte das obras. Praticamente, 75% dos resíduos gerados por esta atividade provêm de eventos informais (obras de construção, reformas e demolições, geralmente realizadas pelos próprios moradores dos imóveis).

Cabe ao poder público municipal um papel fundamental no disciplinamento do fluxo dos resíduos, utilizando instrumentos específicos para regular e fiscalizar a sua movimentação, principalmente aqueles gerados em obras informais.

O gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil conta, em nível federal, com o apoio da legislação ambiental, por intermédio da Política Nacional de Resíduos Sólidos; por meio do Plano Estadual e do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos; e da Resolução CONAMA nº 307, de 2002, alterada pela Resolução nº 469/2015, Resolução nº 448/12, Resolução nº 431/11 e Resolução nº 348/04, que estabelecem as diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC, disciplinando as ações necessárias para minimizar os impactos ambientais. Além da Resolução CONAMA, devem ser observadas as legislações estaduais e municipais, quando houver.

É importante salientar que, segundo a Política Estadual de Resíduos Sólidos, todos os geradores, pessoas físicas e jurídicas, são responsáveis pelos seus resíduos, seja na execução de uma pequena reforma residencial ou na construção de um edifício.



FIGURA 17 - Resíduos da Construção Civil - RCC.
Fonte: Freepik.

Classificação dos Resíduos da Construção Civil – RCC

A Resolução CONAMA nº 307/2002 (com suas referidas alterações), em seu artigo 3º, classificou os resíduos da construção civil em quatro classes, facilitando a separação dos resíduos, segundo as destinações previstas:

- **Classe A:** resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos de terraplanagem; de edificações com componentes cerâmicos, como tijolos, blocos, telhas, etc.; argamassa e concreto; de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto, produzidas nos canteiros de obras;
- **Classe B:** são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
- **Classe C:** resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis para reciclagem/ recuperação, que deverão ser armazenados, transportados e receber destinação final adequada, em conformidade com as normas técnicas específicas;
- **Classe D:** resíduos perigosos oriundos da construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles efetivos ou potencialmente contaminados, oriundos de demolições, reformas e reparos, em clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde, que deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

As diretrizes para projeto, implantação e operação das Áreas de Transbordo e Triagem de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos podem ser encontradas na NBR 15.112:2004.

Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil – RCC

Além dos benefícios ambientais obtidos pelo gerenciamento adequado dos RCC, destacam-se, também, os ganhos econômicos resultantes das múltiplas aplicações práticas dos produtos da sua reciclagem, a partir da utilização de tecnologias relativamente simples, amplamente disponíveis no mercado.

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, após a triagem, os resíduos deverão:

- **Classe A:** ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados a aterro de resíduos classe A, de preservação de material para usos futuros;
- **Classe B:** ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Portanto, essas duas classes são passíveis de reciclagem e devem ser destinadas para tais fins, sendo que resíduos da Classe B são os da coleta seletiva. Os resíduos classificados como classe A podem ser reciclados em unidades de tratamento apropriadas, chamadas de usinas de beneficiamento de RCC (Figura 18).



FIGURA 18 - USINA DE BENEFICIAMENTO DE RCC.
Fonte: Wolmer / CETESB, 2008.

Na usina de beneficiamento, os resíduos passam por processo de trituração e peneiramento. Essas usinas podem ser projetadas com vários equipamentos de acordo com os produtos que se deseja fabricar, desde trituradores de grande porte, acoplados a uma série de peneiras para separação dos agregados por tamanho, até equipamentos de fabricação de tijolos, blocos e tubos de concreto, guias de calçadas, etc.

Disposição Final

Observando a ordem da não geração dos resíduos, seguida da redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos, em última opção, deve-se fazer a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos da construção civil, em áreas devidamente licenciadas por órgão ambiental, que, no caso do estado de São Paulo, é a CETESB. De acordo com a Abrecon, cerca de 16% dos resíduos gerados pela construção civil foram reciclados em 2019/2020.

Segundo a Resolução CONAMA nº 307/2002, os resíduos das classes C e D deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas, sendo que não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei.

Resíduos de Serviços de Saúde

Os resíduos sólidos enquadrados na categoria de resíduos de serviços de saúde (RSS) são aqueles provenientes de:

- Qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal, como, por exemplo, os hospitais;
- Centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde, como, por exemplo, aqueles inseridos nas universidades;
- Necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e
- Barreiras sanitárias.

Além destes, os medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados são, também, classificados como RSS. A complexidade dos RSS exige uma ação integrada entre os órgãos federais, estaduais e municipais de meio ambiente, de saúde e de limpeza urbana, com o objetivo de regulamentar seu gerenciamento.

O gerenciamento inadequado dos RSS impõe riscos ocupacionais nos ambientes de trabalho, bem como à população em geral. Com vistas a minimizar estes riscos, preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente, há um conjunto de leis, resoluções, normas e outros documentos legais, expedidos por órgãos oficiais, especialmente de saúde e de meio ambiente, tanto na esfera federal, quanto estadual e municipal, que regulam o gerenciamento dos RSS.

Em relação à geração per capita de RSS, considera-se que seja equivalente em peso de 1 - 3% dos resíduos sólidos domiciliares gerados, supondo-se uma geração na área urbana de 1 Kg/hab/dia.

Os RSS, por serem muito diversos em composição e níveis de risco oferecido, foram classificados por legislação federal em função de suas características, nos grupos A, B, C, D e E (Resolução CONAMA nº 358/2005). Um resumo da classificação dos RSS em grupos, para fins de cumprimento da obrigatoriedade da segregação no momento e local de geração, e direcionar para o tratamento e disposição final adequados, é apresentado na Tabela 3.

GRUPO	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	ACONDICIONAMENTO
A*	Biológicos	Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção.	Sacos plásticos brancos leitosos, identificados com o símbolo universal de substâncias infectantes.
B	Químicos	Resíduos contendo substâncias químicas, que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade.	Sacos plásticos brancos leitosos, identificados com o símbolo universal de substâncias inflamáveis, tóxicas, corrosivas.
C	Radioativos	Quaisquer materiais resultantes de atividades humanas, que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação, como os rejeitos radioativos provenientes de laboratórios de análises clínicas, serviços de medicina nuclear e radioterapia, dentre outros.	Recipientes blindados, identificados com o símbolo universal de substâncias radioativas e tempo de decaimento.

GRUPO	CATEGORIA	DESCRIÇÃO	ACONDICIONAMENTO
D	Comuns	Resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.	Sacos plásticos de resíduos domiciliares (lixo), segregados os recicláveis.
E	Perfurocortantes	Materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, utensílios de vidro quebrados, de laboratórios, dentre outros.	Recipientes rígidos (caixas de papelão amarelas, padronizadas, ou bombonas de PVC) identificados com o símbolo universal de substâncias perfurocortantes.

* O grupo A é subdividido em 5 grupos (A1 a A5).

TABELA 3 – GRUPOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSS) CONFORME RESOLUÇÃO CONAMA Nº 358, DE 29 DE ABRIL DE 2005.

Fonte: Adaptado de Wolmer, F. Apostila de Resíduos de Serviços de Saúde, 2008.

SÍMBOLO DE IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE RESÍDUOS
DESCRIÇÃO DO SÍMBOLO


Os resíduos do grupo A são identificados pelo símbolo de substância infectante, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos.



Os resíduos do grupo B são identificados por meio do símbolo de risco associado e com discriminação de substância química e frases de risco.



Os rejeitos do grupo C são representados pelo símbolo internacional de presença de radiação ionizante (trifólio de cor magenta), em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescido da expressão "MATERIAL RADIOATIVO".



Os resíduos do grupo D podem ser destinados à reciclagem ou à reutilização. Quando adotada a reciclagem, sua identificação deve ser feita nos recipientes e nos abrigos de guarda de recipientes.



Os produtos do grupo E são identificados pelo símbolo de substância infectante, com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de "RESÍDUO PERFUROCORTEANTE", indicando o risco que apresenta o resíduo.

TABELA 4 – SÍMBOLOS DE IDENTIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE RSS.
Fonte: Adaptado de BRASIL, 2006 – por CPLA, 2012.



FIGURA 19 - COLETA DE MATERIAL INFECTANTE.
Fonte: Acervo SMA, 2010.

Considerando as características apresentadas anteriormente em relação aos RSS, como medidas de prevenção, precaução e segurança, todas as pessoas envolvidas com o manejo de RSS devem estar, obrigatoriamente, vacinadas contra hepatite, tétano, entre outros; e devem, obrigatoriamente, utilizar equipamentos de proteção individual (EPI) adequados para cada grupo de RSS.

Os sistemas de tratamento de RSS compreendem um conjunto de unidades, processos e procedimentos, que alteram as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos, podendo promover a sua descaracterização, visando:

- Minimização do risco à saúde pública;
- Preservação da qualidade do meio ambiente; e
- Segurança à saúde do trabalhador.

O encaminhamento de resíduos de serviços de saúde, que apresentem riscos à saúde pública, para disposição final em aterros, sem submetê-los previamente a tratamento específico, que neutralize sua periculosidade, é proibido, no Brasil, e, no Estado de São Paulo. Porém, em situações excepcionais de emergência sanitária e fitossanitária, os órgãos de saúde e de controle ambiental competentes podem autorizar a queima de RSS a céu aberto ou outra forma de tratamento, que utilize tecnologia alternativa. A Tabela 5 mostra os métodos mais usuais recomendados para o tratamento dos RSS.

GRUPO	CATEGORIA	DESCRIÇÃO
A*	Biológicos	Incinerador, autoclave, hidroclave, micro-ondas.
B	Químicos	Incinerador.
C	Radioativos	Armazenagem. (Lei nº10.308, de 20 de novembro de 2001).
D	Comuns	Se passível de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem atender às normas legais de higienização e descontaminação.
E	Perfurocortantes	Incinerador.

TABELA 5 – MÉTODOS RECOMENDADOS PARA O TRATAMENTO DOS RSS.

Fonte: Adaptado de Wolmer, F. Apostila de Resíduos de Serviços de Saúde, 2008.

Os RSS são compostos, em média, de 10-25% em peso pelos grupos A, B, C e E, e de 75-90% em peso pelo grupo D. O tratamento dos RSS pode ser feito no estabelecimento gerador ou em outro local, observadas, nestes casos, as condições de segurança para o transporte entre o estabelecimento gerador e o local do tratamento.

Incineração

Incineração é o processo de combustão controlada, que ocorre em temperaturas da ordem de 850° a 1100°C. A queima controlada dos resíduos converte o carbono e o hidrogênio presentes nos RSS, RCC da classe D, resíduos perigosos e rejeitos industriais em gás carbônico (CO₂) e água. Entretanto, a porcentagem dessas substâncias pode variar significativamente nos gases emitidos pela incineração, pois os RSS podem conter diversos outros elementos, em geral halogênios, enxofre, fósforo, metais pesados (tais como chumbo, cádmio e arsênio) e metais alcalinos, que levam à produção de:

HCl (ácido clorídrico), HF (ácido fluorídrico), cloretos, compostos nitrogenados, óxidos de metais e outros subprodutos da combustão, os quais podem ser prejudiciais à saúde e ao meio ambiente.

Os efluentes líquidos e gasosos gerados pelo sistema de incineração devem atender aos limites de emissão de poluentes estabelecidos na Resolução CONAMA nº 316/2002, Decisão de Diretoria da CETESB nº 076/2018 e Lei Federal nº 12.305/2010.

Autoclave

A autoclavagem é um processo em que se aplica vapor saturado, sob pressão, superior à atmosférica, com a finalidade de se obter esterilização. Pode ser efetuada em autoclave convencional, de exaustão do ar por gravidade ou em autoclave de alto vácuo, sendo comumente utilizada para esterilização de materiais, tais como: vidrarias, instrumentos cirúrgicos, meios de cultura, roupas, alimentos, etc.

Os valores usuais de pressão são da ordem de 3 a 3,5 bar e a temperatura atinge os 135°C. Este processo tem a vantagem de ser familiar aos técnicos de saúde, que o utilizam para processar diversos tipos de materiais hospitalares. Os efluentes líquidos gerados pelo sistema de autoclavagem devem ser tratados, se necessário, para atender aos limites de emissão dos poluentes estabelecidos na legislação ambiental vigente.

As ações preventivas, que implicam na adoção do correto gerenciamento dos RSS, são menos onerosas e mais efetivas do que as ações corretivas e minimizam com mais eficácia os danos causados à saúde pública e ao meio ambiente.

Devido aos altos custos de tratamento dos RSS, soluções consorciadas, para fins de tratamento e disposição final são especialmente indicadas para pequenos geradores e municípios menores.

A Reciclagem

4

4. A Reciclagem

A reciclagem dos resíduos sólidos, conforme apresentado no capítulo 2, pode ser feita de duas formas, através da coleta seletiva por parte da geração dos resíduos pós-consumo, no ato da triagem e posterior coleta e destinação final ambientalmente adequada pelos sistemas de gestão municipal de resíduos sólidos, assim como através da logística reversa por parte do setor econômico gerador de produtos e embalagens, e, conseqüentemente, de resíduos sólidos. Dessa forma, a composição dos resíduos sólidos triados, após coleta seletiva, é diversificada, assim como também há diversidade na composição dos resíduos sólidos reciclados pelos setores econômicos produtivos, ao retornar parte da sua produção para reinserção no processo produtivo.

Segundo ABREMA (2024), estima-se que aproximadamente 81 milhões de toneladas de RSU foram geradas em 2023. Portanto, como demonstra a Figura XX, 84,5% dos RSU podem ser reciclados. Dentre esses: a fração orgânica, abrangendo sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeiras, é a principal componente dos RSU, com 45,3%; os resíduos recicláveis secos somam 33,6%, sendo compostos principalmente pelos plásticos (16,8%), papel e papelão (10,4%), vidros (2,7%), metais (2,3%), e embalagens multicamadas (1,4%); e resíduos têxteis, couros e borrachas representam 5,6%. Os rejeitos, compostos principalmente por resíduos sanitários, somam 15,5% (ABRELPE, 2020).

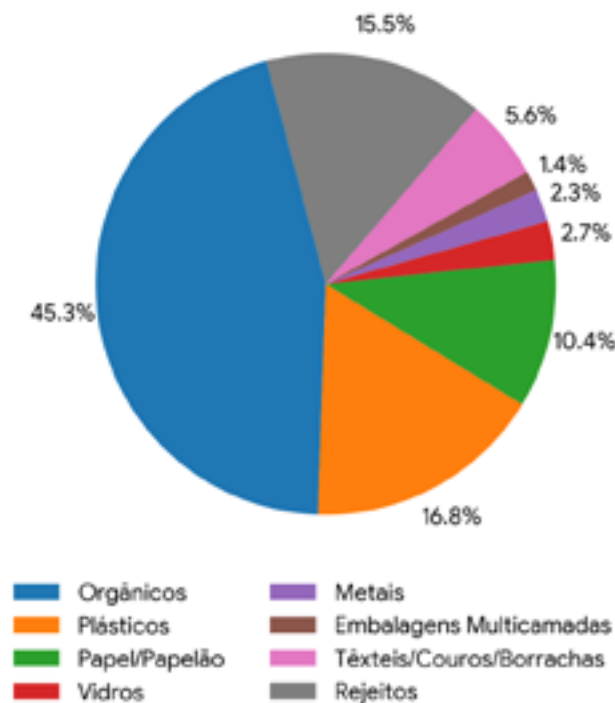


Gráfico 1 - Composição média dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil (em peso).
Fonte: DRS/SEMIL, 2025 (adaptado de ABRELPE, 2020).

Segundo o *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil* (ABREMA, 2024), apenas 8,3% dos RSU gerados foram enviados para a reciclagem, em 2023, onde 67,2% desse montante teve a participação de coleta informal, feita por catadores autônomos. Embora a reciclagem seja frequentemente tratada como a “bala de prata” para o problema da massiva geração de resíduos, o país recicla apenas uma parcela ínfima do total que produz. Isso porque nem todo plástico fabricado é coletado e, dentre os demais materiais coletados, nem todos são recicláveis (PAGOTTO et al., 2023). Em 2019, por exemplo, apenas 1,28% dos resíduos plásticos domiciliares, o equivalente a 145 mil toneladas, foram efetivamente reciclados (Fundação Heinrich Böll Brasil, 2020). Atualmente, 36,0% da população é coberta com coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares (SINISA, 2024) e as taxas de reciclagem efetiva variam entre 3% e 4% (SNIS, 2023).



Gráfico 2 - Resíduos pós-consumo coletados pelos sistemas de logística reversa do estado de São Paulo em 2023 (em toneladas).
Fonte: DRS/SEMIL, 2025 (Adaptado da Cetesb, 2024).

No estado de São Paulo, um panorama da fração de massa retornada ao processo produtivo de empreendimentos licenciados e acompanhados pela Cetesb. Os dados revelam uma distribuição assimétrica na coleta de resíduos pós-consumo sujeitos à logística reversa dos empreendimentos com licença ambiental, com três categorias dominando amplamente o panorama (Gráfico 1).

Resíduos de embalagens lideram, representando quase metade do total coletado, seguida de baterias chumbo-ácido e pneus, que juntas respondem por aproximadamente 96% da massa registrada. Essa concentração em poucos setores contrasta radicalmente com os demais itens, onde se observam quantidades significativamente menores - como no caso de tintas e agrotóxicos - até chegar a registros quase simbólicos como medicamentos e pilhas, que somados equivalem a apenas 0,04% do total.

A Logística Reversa

Como tratado inicialmente, outro modo cujo a atuação da reciclagem é através dos sistemas de logística reversa. No estado de São Paulo, a logística

reversa é exigida pela Decisão de Diretoria Nº 051/2024/P como uma condicionante para o licenciamento ambiental de empreendimentos abrangidos, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- a) Óleo lubrificante, para a logística reversa do óleo lubrificante usado e contaminado (OLUC);
- b) Óleo lubrificante automotivo, para a logística reversa de suas embalagens plásticas;
- c) Baterias de chumbo-ácido;
- d) Pilhas e baterias portáteis;
- e) Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- f) Pneus;
- g) Agrotóxicos, para a logística reversa de suas embalagens vazias ou contendo resíduos;
- h) Tintas imobiliárias, para a logística reversa de suas embalagens vazias;
- i) Óleo comestível;
- j) Filtro de óleo lubrificante automotivo;
- k) Produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus acessórios, com tensão até 240 Volts;
- l) Medicamentos domiciliares, de uso humano, para a logística reversa dos respectivos medicamentos vencidos ou em desuso e suas embalagens;
- m) Desinfestantes domissanitários³ de uso profissional, para a logística reversa de suas embalagens;
- n) Produtos alimentícios, para a logística reversa de suas embalagens;
- o) Bebidas, para a logística reversa de suas embalagens;
- p) Produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, para a logística reversa de suas embalagens;
- q) Produtos de limpeza e afins, para a logística reversa de suas embalagens;

³ Desinfestantes domissanitários são produtos destinados à aplicação em domicílios e suas áreas comuns, no interior de instalações, em edifícios públicos ou coletivos e ambientes afins, para o controle de insetos, roedores e de outras pragas incômodas ou nocivas à saúde.

r) Desinfestantes domissanitários de venda livre, para a logística reversa de suas embalagens

Porém, há produtos e materiais cuja simplicidade – desde a composição e a produção até o processo de beneficiamento para reciclagem – facilita sua reinserção na cadeia produtiva. Por outro lado, outros produtos e embalagens são considerados mais complexos, tanto em composição, pela mistura de diferentes materiais e tecnologias necessárias para produção, quanto pelos processos de beneficiamento mais elaborados e variados que necessitam para reinserção na cadeia produtiva, o que, por vezes, acaba dificultando uma compreensão do material-base que está sendo reciclado e reinserido no sistema produtivo (ex: plástico, vidro, metal, papel/papelão, entre outros). Dessa forma, se faz necessário apresentar um breve histórico e caracterização desses materiais.

Na sequência, são apresentados alguns setores que utilizam desses materiais ou de outros e que vêm sendo acompanhados pelos sistemas de logística reversa no estado de São Paulo, no âmbito dos termos de compromisso, tais como: embalagens, baterias chumbo-ácido, pneus, eletroeletrônicos, pilhas e baterias. Porém, é necessário ressaltar que esta lista não esgota os materiais e os processos de beneficiamento a eles aplicados.

Plásticos

Histórico

O inglês Alexander Parkes criou, em 1862, o plástico, um material orgânico, à base de celulose, que ao ser aquecido podia ser moldado das mais diferentes formas - a parkesina. A palavra “plástico” tem origem grega, plastikós, e significa adequado à moldagem. O uso industrial do plástico iniciou-se, aproximadamente, em 1920.

O plástico é um polímero, material obtido pela junção de moléculas menores denominadas monômeros, interligadas quimicamente. De acordo com sua origem, os polímeros podem ser divididos em naturais ou sintéticos. Os polímeros naturais são comuns em plantas e animais e os sintéticos são obtidos por meio de reações químicas de polimerização.

Os plásticos podem ser classificados de acordo com suas características térmicas em termorrígidos (ou termofixos) e termoplásticos. Essas características dependem do tamanho e estrutura da molécula formadora.

Termofixos são os plásticos que não se fundem e quando moldados e endurecidos, não possibilitam a reciclagem. Os termofixos não podem

ser remodelados. São apresentados na forma de mistura em pó e podem ser moldados quando submetidos à determinada temperatura e pressão. Como exemplo, temos as telhas transparentes, revestimento de telefone de orelhões e inúmeras peças de indústrias, principalmente da indústria automobilística.

Termoplásticos são os plásticos que amolecem ao serem aquecidos, portanto podem ser moldados. Como o processo pode ser repetido várias vezes, eles são passíveis de reciclagem. Como exemplo, existem sacolas plásticas, baldes, filmes para embalar alimentos, mangueiras, sacos de lixo, embalagens de bebidas e óleos vegetais, engradados de bebidas, brinquedos, potes de iogurte, pratos e copos descartáveis, aparelhos de barbear descartáveis, etc. Existem diferentes tipos de Termoplásticos: PVC, PET, PEAD, PEBD, PP e OS.

A origem de praticamente todo o plástico que se utiliza hoje é o petróleo, um combustível fóssil, não renovável, composto por várias substâncias com diferentes pontos de ebulição.

A maioria dos plásticos não é biodegradável, portanto, pode permanecer por muito tempo no ambiente.

Reciclagem dos Plásticos

Os plásticos levam muito tempo para se decompor, uma vez descartados como resíduos sólidos domésticos. São, em média, 500 anos para a decomposição de sacolas plásticas, 450 anos para fraldas descartáveis, 400 anos para embalagens de bebidas (PET), 150 anos para tampas de garrafas, 50 anos para copos plásticos, 150 anos para isopor (poliestireno expandido ou EPS).

Estima-se que o mundo utilize um milhão de sacolas plásticas por minuto. Uma forma de diminuir o volume de resíduos plásticos gerados é realizar a Educação Ambiental, voltada à minimização, com foco especial na redução de resíduos na fonte, propondo, por exemplo, substituir as sacolas plásticas distribuídas, nos mercados e outros estabelecimentos comerciais, por sacolas de tecido trazidas pelo próprio consumidor, o que significa aderir ao consumo sustentável. A fabricação de plásticos mais resistentes e retornáveis também é apresentada como alternativa para a redução do uso.

Uma das principais questões na reciclagem de resíduos plásticos é o sistema de coleta seletiva e triagem (considerando abrangência e eficiência), pois uma das dificuldades técnicas em se reciclar os resíduos plásticos pós-consumo está no fato dos diferentes tipos de resinas se encontrarem

misturados. Para uma maior eficiência do sistema de reciclagem, é interessante o uso de embalagens compostas pelo menor número possível de resinas diferentes, bem como a prevenção ao uso excessivo de materiais, com rótulos adesivos, aditivos, dentre outros contaminantes.

Segundo o Plastivida, vale ressaltar que o PET é a resina reciclada em maior escala, e a única que, após reciclada, pode voltar a ter contato com alimentos. Em 2024, seu índice de reciclagem, no Brasil, atingiu 53%, correspondentes a 410 mil toneladas de embalagens pós-consumo.

Novos plásticos

A origem de praticamente todo o plástico que se utiliza hoje é o petróleo, além do gás natural, ambos combustíveis fósseis não renováveis. Portanto, a busca por soluções ambientalmente sustentáveis para a cadeia do plástico passa, necessariamente, por considerar novas opções de matéria-prima de fabricação, de fontes renováveis (cana-de-açúcar, mandioca, milho e outros), bem como pelo desenvolvimento de plásticos com propriedades de (bio) degradabilidade e possibilidade de reciclagem.



Gráfico 3 - Segmentos e destino das vendas dos Plástico no Brasil em toneladas em 2024.
Fonte: Elaboração do gráfico MAXI QUIM com dados da PICPlast 2024.

Vidro

Histórico

Não se sabe ao certo a data exata do surgimento do vidro, o que se sabe é que sírios, fenícios e babilônios já utilizavam o vidro desde 7.000 a.C., mas foi no Egito antigo, por volta do ano 1.500 a.C., que o uso do vidro começou a crescer, sendo utilizado, primeiramente, em adornos pessoais, joias e embalagens para cosméticos.

No Brasil, a primeira oficina foi construída no século XVII, em Pernambuco, por artesões, produzindo, inicialmente, janelas, copos e frascos. Mas, a partir do século XX, as fábricas de vidro brasileiras começaram a se automatizar e processar em escala industrial, o que até então era feito de modo artesanal e individual.

Caracterização do vidro

O vidro é um material obtido a partir da fusão de matérias-primas, principalmente minerais, resfriado até uma condição de rigidez, sem se cristalizar. É um material que resiste a temperaturas de até 150°C sem deformar, por isso pode ser reutilizado várias vezes para a mesma finalidade.

Sua composição pode variar de acordo com a sua aplicação, mas é basicamente sílica (areia), óxido de cálcio (barrilha) e óxido de sódio (calcário). Dependendo dos elementos que se introduzem na composição do vidro, este filtra a luz, deixando passar alguns raios de certos comprimentos de onda e retendo outros. Por essa razão são utilizadas garrafas âmbar para cerveja e verde para o vinho, uma vez que estas impedem a passagem de radiações ultravioleta, que afetariam a qualidade dos produtos.

Reciclagem do vidro

O vidro das embalagens é um material totalmente reciclável, por isso quando se fala em reciclagem, principalmente na indústria vidreira, o assunto sempre teve um grande destaque, e ganhou forças nos últimos anos com os grandes investimentos feitos para promover e estimular o retorno da embalagem de vidro descartável como matéria-prima. O vidro pode ser reciclado várias vezes, pois é feito de minerais como areia, barrilha, calcário e feldspato. Ao se agregar o caco na etapa de fusão de vidro, diminui-se a retirada de matéria-prima da natureza.

A reciclagem do vidro, além de poupar uma boa parte dos recursos naturais, também consome menor quantidade de energia e emite menos material particulado, que a fabricação do vidro sem a incorporação de cacos.

Vale ressaltar que, com um quilo de vidro se faz outro quilo de vidro, com perda zero. Outros aspectos a considerar ao se reciclar o vidro é a menor geração e descarte de resíduos sólidos urbanos, a redução nos custos de coleta urbana e o aumento da vida útil dos aterros sanitários.

No Brasil, o índice de reciclagem de vidro, estimado em 2024, foi de 25%, segundo dados da Circula Vidro, entidade responsável por gerir a logística reversa de embalagens de vidro, no Brasil. Das 877 mil toneladas de vidros consumidos, 221 mil toneladas retornaram para a indústria; até então, apenas 11% dos vasilhames de vidro recebiam a destinação adequada.

Os dados abaixo apresentam alguns dados a respeito dos números dessa reciclagem e sua contribuição para a preservação do meio ambiente são:



A reciclagem do vidro, apesar de ser considerada uma atividade economicamente viável e com grande potencial de lucratividade, ainda é pouco explorada no Brasil. A sensibilização da população, por meio da Educação Ambiental permitiria o reaproveitamento integral das embalagens de vidro, gerando enormes ganhos ambientais, econômicos e sociais.

Papel

Histórico

O papel foi fabricado, pela primeira vez, na China, em 105, por Ts'AI Lun. Sua fabricação foi feita por desintegração de fibras de diversos materiais. Hoje, o papel é fabricado a partir da extração da celulose de árvores e, até mesmo, a partir de aparas (pedaços), por meio do processo de reciclagem. (Paraná, 2006) A celulose pode ser obtida a partir de qualquer material fibroso, porém, somente algumas espécies de árvores têm a qualidade e a pureza adequadas. No Brasil, as espécies apropriadas para a produção do papel são eucalipto, pinho e gmelina.

A indústria de papel e celulose tem grande importância no Brasil, sendo responsável por, aproximadamente, 1% do PIB do país. Em 1968, iniciou-se a descoberta da potencialidade da estrutura brasileira na produção de papel.

Produção de Papéis

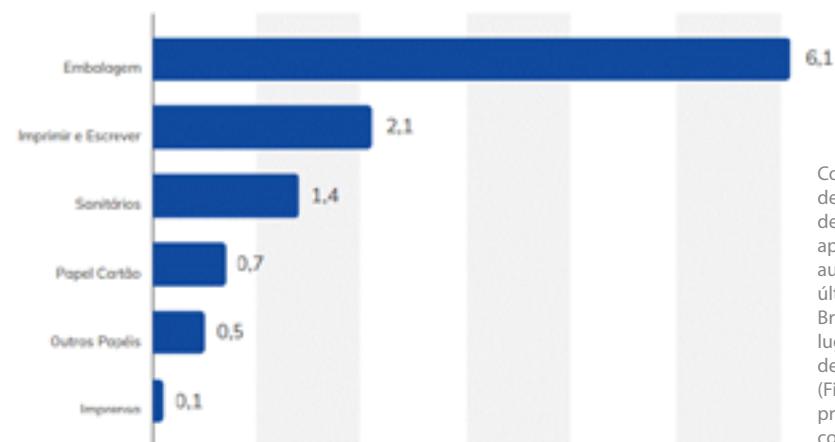
Os impactos da produção do papel são maiores que os de sua disposição pós-consumo. Como o papel é biodegradável, a maior preocupação está na derrubada de árvores e plantio de “monoculturas” para sua produção e nos resíduos gerados durante seu processo de fabricação. A diminuição da biodiversidade é uma das causas de aumento da probabilidade de desequilíbrios ecossistêmicos. Desta forma, incentivos para a reciclagem abrangem não só aspectos econômicos, como, também, de sustentabilidade.

De um modo geral, o aumento do consumo de papel contribuiu para um incremento do uso de aparas na reciclagem. As cidades de São Paulo e Santa Catarina concentram boa parte (cerca de 80%) do consumo de aparas no Brasil.

De acordo com os dados do Mosaico Ibá - boletim produzido pela Indústria Brasileira de Árvores, em 2024, em termos de produção, o Brasil registrou recorde de 25,5 milhões de toneladas de celulose, alta de 5,2%, na comparação com 2023. A produção de papel também foi recorde, em 2024, atingindo 11,3 milhões de toneladas, alta de 4,6%.

Produção de papel no Brasil por tipo em 2023 [Milhões de toneladas]

Fonte: Ibi (2023) | Elaboração: ESG Tech



Com uma produção de 10,8 milhões de toneladas e apresentando um aumento de 4% nos últimos cinco anos, o Brasil permanece em 9º lugar no ranking global de produtores de papel (Figura 39). O maior produtor do mundo continua sendo a China.

Gráfico 4 - Produção de papel por tipo, no Brasil, em 2023.

Reciclagem de Papéis

A reciclagem é fundamental na busca pela sustentabilidade. Uma tonelada de aparas pode evitar o corte de 10 a 12 árvores provenientes de reflorestamentos e o uso de aparas para a reciclagem leva à economia de insumos, em especial da água utilizada nos processos de produção a partir da celulose.

O Brasil é um dos maiores recicladores de papel do mundo, com 66,9% de índice de recuperação do material (volume de papel reciclado sobre o total de papel que entrou no mercado brasileiro), segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ). Esse percentual representa, aproximadamente, 50 milhões de toneladas encaminhadas para a reciclagem. Se considerarmos apenas papéis de embalagem, esse índice fica em torno de 85%. Além disso, 91,4% do papelão ondulado foi reciclado.

Estima-se que na fabricação de, aproximadamente, 1 tonelada de papéis corrugados (ondulados), são necessárias cerca de 2 toneladas de madeira (o equivalente a 15 árvores), 44 a 100 mil litros de água e de 5 a 7,6 mil KW de energia. A produção desta mesma quantidade de papel gera, ainda, 18 Kg de poluentes orgânicos descartados nos efluentes e 88 Kg de resíduos sólidos. Os poluentes são compostos por fibras, breu (material insolúvel) e celulose (de difícil degradação). Já, no processo de reciclagem, o volume de água utilizado cai para 2 mil litros e o consumo de energia cai para 2,5 mil kW. Reciclar o papel, ao invés de fabricá-lo a partir da celulose, pode levar a uma redução de consumo de energia, emissão de poluentes e do uso da água, além de redução da percentagem de papel descartado como resíduo sólido.

Para que o papel seja passível de reciclagem com qualidade, ele não pode estar “contaminado” com materiais como ceras, plásticos, manchas de óleo e tinta, terra, metais, vidros, etc., que podem dificultar o processo de reciclagem. Por isso, adota-se uma subdivisão indicativa para papel reciclável e papel não reciclável. (tabela 6)

PODE SER RECICLADO	NÃO PODE SER RECICLADO
Caixas de papelão	Papéis sanitários
Jornal	Papéis metalizados
Revistas	Papel Carbono
Impressos em geral	Fotografias
Rascunhos	Fitas adesivas
Papéis timbrados	Etiquetas adesivas
Cartões sem chip	Papel Parafinado
Copos de recicláveis de papel	Post It
Papel Kraft	

TABELA 6 – CLASSIFICAÇÃO INDICATIVA PARA RECICLAGEM DE PAPÉIS.
Fonte: Adaptado de MEIRA, 2002 - por DEA/SEMIL, 2025.

A reciclagem do papel, além dos fatores econômicos que propicia, contribui para a preservação dos recursos naturais (matéria-prima, energia e água), redução da poluição e dos resíduos sólidos urbanos gerados. Apesar de proporcionar todos estes benefícios, a indústria da reciclagem também consome energia e polui. Portanto, é fundamental o uso racional do papel e o consumo sustentável. Em paralelo, é imprescindível a estruturação da coleta seletiva e da logística reversa, e o desenvolvimento de novas tecnologias de reciclagem.

Metal

Os metais são materiais de elevada durabilidade, resistência mecânica e facilidade de conformação. Os primeiros metais utilizados pelo homem foram o cobre e o ferro, encontrados em vestígios de civilizações pré-históricas.

Entre os metais de maior abundância na natureza, destacam-se o alumínio e o ferro. O ferro obteve tanta importância na história, que, após a sua descoberta, em 1200 a.C., houve um período histórico denominado Idade do Ferro. O alumínio, na forma que conhecemos hoje, só foi isolado, em

1825, pelo dinamarquês Hans Christian Oersted. Suas excelentes propriedades físico-químicas, como a baixa densidade (é um dos metais mais leves), resistência mecânica e à oxidação, entre outras, levaram a uma utilização crescente pelo homem.

O aço foi desenvolvido a partir do ferro, em 1856, e por ser mais resistente à corrosão que o ferro fundido, obteve grande aprovação no meio industrial, sendo produzido hoje em grandes quantidades, como fonte de matéria-prima para muitas indústrias.

Poucos metais, como o ouro e o cobre, são encontrados na forma nativa, ou seja, em estado metálico, na natureza. Portanto, a obtenção de metais e suas ligas depende da extração e processamento de minérios extraídos de solos e rochas. São, geralmente, processos altamente intensivos em termos de consumo de energia e, na maioria dos casos, a produção de metais gera grande quantidade de resíduos e emissões de poluentes. Entretanto, os benefícios da utilização dos metais e ligas superam largamente estes problemas ligados à sua extração e produção.

Metais também são capazes de formar ligas úteis. Exemplos de ligas de cobre são:

- Latão = cobre + zinco;
- Bronze = cobre + estanho + pequenas porcentagens de outros metais como alumínio, zinco, fósforo.

A predominância atual do uso dos metais à base de ferro, principalmente o aço, justifica a classificação dos metais em ferrosos (ferro e aço) e não ferrosos (alumínio, chumbo, cobre e suas ligas).

Produção e reciclagem de Metais

Na metalurgia, geralmente, as sucatas são as matérias-primas mais utilizadas na fundição, porque não há perdas de qualidade no processo. As sucatas são separadas magneticamente em ferrosas e não ferrosas.

As principais sucatas descartadas são as latas de folhas de flandres (aço revestido com estanho) e as latas de alumínio, que podem ser recuperadas em grandes quantidades pela coleta seletiva.

Devido ao maior valor comercial, os metais não-ferrosos despertam mais interesse em relação à reciclagem. Porém, é muito grande a procura pela sucata de ferro e de aço, principalmente, nas usinas siderúrgicas e fundições, onde a sucata de metais ferrosos é fundida a 1550°C em fornos elétricos e retorna ao ciclo produtivo.

A reciclagem dos metais apresenta os seguintes benefícios:

- economia de minérios, de energia e de água;
- aumento da vida útil dos aterros;
- redução da emissão de CO₂;
- Diminuição da poluição; e
- Diminuição das áreas degradadas pela extração do minério.

a) Alumínio

Este metal é 100% reciclável. Quando se recicla o alumínio, são economizados 95% da energia que foi necessária para sua primeira produção. Uma grande porcentagem do alumínio destinado à reciclagem é proveniente das embalagens, em especial, latas de bebidas. São necessárias, em média, 60 latas para se obter um 1 kg de sucata.

O Brasil é o país que mais recicla latas de alumínio no mundo. No ano de 2024, 97,3% das latinhas de alumínio produzidas foram recicladas, ou seja, 33,9 bilhões de unidades, segundo a Recicla Latas - Associação responsável pelo programa de aperfeiçoamento da reciclagem da latinha. O recorde histórico aconteceu, em 2022, chegando a 100% de latas produzidas que foram recicladas.

Uma lata de alumínio leva 60 dias para ser fabricada, comercializada, consumida, reciclada e estar pronta para ser comercializada novamente.



FIGURA 20 – LATAS DE ALUMÍNIO.
Fonte: ABAL, 2010.

b) Aço

O aço reciclado mantém propriedades como dureza, resistência e versatilidade. As latas de aço descartadas após processamento podem retornar na forma de novas latas ou vários utensílios, como arames, peças de automóveis, dobradiças, maçanetas e outros.

Quando lançadas na natureza, as latas de aço sofrem oxidação, num prazo médio de três anos, transformando-se em óxidos ou hidróxidos de ferro. Se, ao invés de descartadas, as latas de aço forem coletadas após o uso, podem ser recicladas infinitamente.

Segundo a Abeaço (Associação Brasileira de Embalagem de Aço), em 2019, 47,1% do total das latas de aço consumidas, no Brasil, foram recicladas. Cada tonelada de aço que é reciclado equivale a uma economia de 1.140 kg de minério de ferro, 154 kg de carvão vegetal e 18 kg de cal (CaO). Poupase a quantidade de carvão vegetal equivalente a uma árvore, a cada 75 embalagens médias de aço recicladas. Outra vantagem é a redução da emissão



FIGURA 21 – LATAS DE AÇO.
Fonte: ABEAÇO, 2010.

de CO₂.

Embalagens em Geral

As embalagens em geral são compostas por resíduos como plásticos,

papéis, vidros e metais, materiais que podem possuir um ciclo de vida por meio da reciclagem. Entretanto, as embalagens têm sido utilizadas como resíduo de uso único. Por meio da reciclagem, por exemplo, as latas de metal, são transformadas em lingotes, que retornam à produção de novas embalagens, autopeças e diversos outros produtos. Por outro lado, normas da ANVISA têm regrado sobre o uso de PET reciclado para embalagens de alimentos. O vidro, por ser totalmente reciclável e feito de minerais naturais, pode ser refundido inúmeras vezes, sem perder qualidade, um processo que tem ganhado forte incentivo da indústria. No entanto, necessita da extração de recursos naturais, com grande potencial de impacto ambiental.

Por fim, o aumento progressivo da produção per capita de resíduos sólidos, impulsionado, principalmente, pelo descarte de embalagens, reforça a urgência de práticas sustentáveis e da logística reversa para fechar esse ciclo.

Baterias Chumbo-Ácido

As baterias chumbo-ácido são muito utilizadas, tendo como principal vantagem, em relação às demais, o baixo custo. Os principais tipos de baterias chumbo-ácido são:

- automotivas - usadas em veículos em geral, para alimentar os sistemas de partida, iluminação e ignição;
- industriais - usadas para tracionar motores de veículos elétricos e em serviços que não podem ter o fornecimento de energia elétrica interrompido (companhias telefônicas, hospitais etc.);
- seladas - de menor tamanho, usadas para alimentar no-breaks, computadores, luzes de emergência, etc.
- Uma bateria chumbo-ácido é composta por anodo e catodo de chumbo esponjoso; o eletrólito é composto por 35% de ácido sulfúrico e 65% de água destilada, o contêiner geralmente é de plástico (polipropileno e/ou polietileno), tendo formato cilíndrico ou tetragonal.

Pneus

Existem diversos tipos de pneus destinados aos diferentes tipos de veículos, sendo os pneus para automóveis os mais comuns. Há, ainda, pneus maciços, em borracha sólida, com aplicação exclusiva em alguns veículos

industriais, agrícolas e militares.

Um pneu típico é constituído, basicamente, de uma mistura de borracha natural e sintética, negro de fumo, aço e nylon.

Inevitavelmente, todo pneu se tornará inservível, transformando-se em um resíduo com potencial de causar danos ao meio ambiente e à saúde pública, pois sua principal matéria-prima, a borracha vulcanizada, é de difícil degradação. Quando queimados a céu aberto, contaminam o meio ambiente pela emissão de gases como carbono, enxofre e outros poluentes, podendo constituir risco à saúde pública. Quando abandonados em cursos d'água, terrenos baldios e beiras de estradas (Figura 26) favorecem a proliferação de mosquitos e roedores.

Reciclagem de Pneus

No Brasil, em 2009, o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente aprovou a Resolução nº 416, que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada (logística reversa) e prevê a responsabilidade compartilhada, onde consumidores deverão efetuar a devolução dos pneus aos comerciantes ou distribuidores, que, por sua vez, deverão encaminhar para os fabricantes ou aos importadores, que farão o processo de destinação ambientalmente adequada.

Tecnologias de Reciclagem

a) Incorporação na Massa Asfáltica de Pavimentos

Uma das tecnologias para reciclagem de pneus inservíveis é a adição à mistura asfáltica para pavimentação de estradas.

b) Pirólise de Pneus (retortagem) com Xisto Betuminoso

Os produtos gerados pelo processamento do xisto com adição de pneus picados são: óleo, gás combustível e enxofre. O aço dos pneus é reciclado em indústrias siderúrgicas.

c) Coprocessamento em Fornos de Cimenteiras

O coprocessamento dos pneus em fornos de clínquer (cimento) é uma atividade que proporciona o aproveitamento térmico dos pneus, reduzindo a queima de combustíveis fósseis não renováveis. Além disso, incorpora ao clínquer o aço contido nos pneus.

d) Desvulcanização

O processo de desvulcanização da borracha dos pneus envolve a trituração e a quebra de ligações químicas. A borracha desvulcanizada tem os mais variados usos, tais como cobertura de áreas de lazer e quadras esportivas, isolantes acústicos, tapetes para automóveis, passarelas, solados de sapatos, tintas industriais e impermeabilizantes, colas e adesivos, vedantes



FIGURA 22 – PNEUS ABANDONADOS EM TERRENO BALDIO.
Fonte: Acervo SMA, 2010.

industriais, câmaras de ar, paletes, estrados, sinalizadores de trânsito, rodízios para móveis, correias e etc.

De acordo com dados disponibilizados pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), em 2023, a indús-

HISTÓRICO DE PNEUS DESTINADOS



Gráfico 5 - Histórico de pneus destinados.
Fonte: ANIP.

tria nacional de pneus destinou de forma ambientalmente correta mais de 418 mil toneladas de pneus inservíveis. De 2011 até 2023, foram coletados e destinados mais de 5,1 milhões de toneladas.

Eletroeletrônicos

Os equipamentos eletroeletrônicos são os televisores, rádios, telefones celulares, todos os eletrodomésticos, todos os equipamentos de microinformática, cabos, controles remotos, ferramentas elétricas, DVD, lâmpadas fluorescentes, brinquedos eletrônicos, balanças, lanternas, etc. Tudo que vai na tomada ou usa pilha é eletrônico. Como estes produtos têm um tempo curto de vida, já que inovações tecnológicas ocorrem cada vez mais rapidamente, também se tornam resíduos em curto espaço de tempo. O resíduo eletroeletrônico tem muitos componentes, os metais são os elementos químicos mais encontrados. Podem ser encontrados nos resíduos eletroeletrônicos os plásticos e outros polímeros, os vidros e os compostos cerâmicos, que podem ser reciclados.

Principais problemas associados ao descarte inadequado

O volume enorme de resíduos eletrônicos e a baixa reciclagem dos produtos trazem graves consequências ambientais. Isso porque muitos desses dispositivos, principalmente os mais antigos, tem metais pesados e substâncias tóxicas em sua composição.

Quando descartados em terrenos baldios ou em aterros não controlados, podem contaminar o solo e o subsolo, bem como as águas subterrâneas.

Reciclagem de resíduos eletroeletrônicos

A geração mundial de resíduos eletrônicos (e-lixo) está aumentando cinco vezes mais rápido do que a reciclagem documentada de resíduos eletrônicos, revela o quarto Monitor Global de Resíduos Eletrônicos (GEM) da ONU.

Um recorde de 62 milhões de toneladas (Mt) de lixo eletrônico foi produzido, em 2022, um aumento de 82% em relação a 2010; a caminho de aumentar outros 32%, para 82 milhões de toneladas, em 2030; bilhões de dólares em recursos estrategicamente valiosos foram desperdiçados e descartados, sendo que poderiam ser reutilizados.

Atualmente, estamos desperdiçando US\$ 91 bilhões em metais valiosos devido à reciclagem insuficiente de lixo eletrônico. Devemos aproveitar os benefícios econômicos e ambientais da gestão adequada dos resíduos eletrônicos; caso contrário, as ambições digitais das nossas gerações futuras enfrentarão riscos significativos.

A Produção de eletrônicos é cinco vezes maior do que sua reciclagem.

O Brasil está entre os maiores produtores de lixo eletrônico do mundo. Por ano, são produzidos por aqui 2,4 milhões de toneladas de e-lixo, o que coloca o país na segunda posição do ranking das Américas, atrás apenas dos Estados Unidos, que produzem 7,2 milhões de toneladas de lixo eletrônico, anualmente.

A reciclagem do lixo eletrônico produzido no Brasil pode gerar 40 mil empregos diretos e, no mínimo, R\$ 800 milhões ao ano, segundo informações obtidas a partir de dados do Movimento Circular e da empresa GM&C, que atua no setor. Hoje, estimativas mostram que apenas 3% dos eletrônicos descartados estariam sendo, de fato, reciclados de modo oficial e rastreável.

Somente 25% dos brasileiros sabem que todos os eletroeletrônicos podem ser reciclados, segundo pesquisa Resíduos Eletrônicos no

Brasil – 2023.

Existem diversas empresas com pontos de coleta ou que coletam gratuitamente os resíduos em residências, como atualmente: Circular Brain (Ecosistema Circulare para consumidores), ABREE - Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos, GreenEletron, Coopermiti, Ecoleve, eCycle, Sucata digital, entre outros.

Pilhas e Baterias

Com composições extremamente variadas e largamente utilizadas no dia a dia - nas residências, comércio e indústrias - as pilhas e baterias se tornaram um resíduo abundante na sociedade atual.

Uma pilha é um dispositivo que gera eletricidade a partir da transformação da energia química. Existem dois tipos básicos de pilhas: primárias (não recarregáveis) e secundárias (recarregáveis).

Uma bateria é uma associação de pilhas agrupadas em um único contêiner. Quando a tensão fornecida por uma pilha é insuficiente para o funcionamento de um equipamento, duas ou mais pilhas são associadas formando uma bateria, com a finalidade de gerar a tensão necessária. Assim, por exemplo, uma lanterna de 3 V utiliza duas pilhas de 1,5 V.

As pilhas e baterias podem ser diferenciadas umas das outras quanto às reações químicas que geram energia, ou seja, quanto aos seus componentes químicos. Assim, embora algumas sejam denominadas de forma especial, todas elas podem ser classificadas nos tipos descritos a seguir:

a) Primárias

Dentre as inúmeras pilhas e baterias primárias comercializadas, as que se destacam no mercado nacional são as secas do tipo zinco-carbono. São produzidas em dimensões padronizadas internacionalmente nas formas cilíndricas, tipo botão e tipo moeda. A preferência pela forma cilíndrica ocorre pela maior facilidade de produção quando comparada com as demais formas.

São amplamente utilizadas em lanternas, rádios e relógios. O termo “seca” é utilizado neste caso, pois o eletrólito está em estado pastoso, e não líquido.

As pilhas secas cilíndricas contêm em sua composição zinco (Zn), grafite (carbono) e dióxido de manganês (MnO₂); além destas substâncias, contêm, também, mercúrio (Hg), chumbo (Pb) e cádmio (Cd), usados para revestir o

eletrodo de zinco e, assim, reduzir a corrosão, aumentando o desempenho. Exemplos de algumas pilhas primárias são: zinco / dióxido de manganês (*Leclanché*); zinco / cloreto (*Heavy Duty*); zinco / dióxido de manganês (alcalina); e zinco / óxido de prata, dentre outras. As pilhas e baterias primárias não podem ser recarregadas, pois a reação química acaba por destruir um dos eletrodos, normalmente o negativo (ânodo).

b) Secundárias

Uma pilha ou bateria é considerada secundária (recarregável) quando é capaz de suportar 300 ciclos completos de carga e descarga, com 80% da sua capacidade. Diferentemente das baterias primárias, as baterias secundárias são usadas, principalmente, em aplicações que requerem alta potência (maiores correntes elétricas num menor tempo) como, por exemplo, aparelhos sem fio, *notebooks*, telefones celulares e outros produtos eletrônicos.

As pilhas e baterias secundárias que dominam o mercado nacional são: chumbo-ácido (Pb-ácido), níquel-cádmio (Ni-Cd), níquel-hidreto metálico (Ni-MH) e íons lítio (Li-íon). Um cuidado que devemos ter ao descrever as pilhas secundárias é quanto à denominação dos terminais positivo (cátodo) e negativo (ânodo), já estes se invertem durante a recarga. Neste texto, os termos ânodo e cátodo se referem sempre ao processo de descarga, ou seja, quando a pilha gera energia útil.

As baterias chumbo-ácido, abordadas anteriormente, são do tipo bateria secundária.

Principais Problemas Associados ao descarte inadequado

As pilhas e baterias apresentam um grande perigo à saúde humana e ao meio ambiente, quando descartadas incorretamente. Os metais pesados existentes em seu interior, como cádmio, chumbo e mercúrio, são extremamente perigosos e ao serem descartadas, de forma inadequada, podem sofrer deformações na cápsula que as envolvem: amassam, estouram, e deixam vazar o líquido tóxico de seus interiores. Esse líquido se acumula na natureza por não ser biodegradável, ou seja, não é consumido com o passar dos anos, contaminando solo e lençóis freáticos.

Reciclagem de Pilhas e Baterias

O descarte de pilhas e baterias não pode ser feito no lixo comum, pois são produtos que devem participar, obrigatoriamente, do sistema de logística reversa.

Empresas atualmente com pontos de coleta: GreenEletron e Ambipar. No site dessas empresas você pode encontrar o ponto de descarte mais próximo, inserindo seu CEP. O Ecomap da CETESB também faz essa busca.

Lâmpadas

A lâmpada, inicialmente desenvolvida por Thomas Edson, em 1879, é hoje conhecida como incandescente. Este tipo de lâmpada consumia muita energia, esquentava e tinha a vida útil baixíssima. Foi estabelecido o fim da sua comercialização até 2017, de acordo com as diretrizes do Plano Nacional de Eficiência Energética (PNEf).

O incremento tecnológico voltado à busca de lâmpadas mais eficientes, levou ao desenvolvimento das lâmpadas fluorescente e LED.

As lâmpadas fluorescentes utilizam **mercúrio** líquido e por isso **não podem ser descartadas no lixo comum**, pois acabam parando em aterros sanitários e, **quando quebradas, liberam o metal tóxico no ar e no solo**. O mercúrio chega até os lençóis freáticos e contamina os rios, plantações, animais, inclusive os seres humanos.

Um dos meios mais comuns de intoxicação por mercúrio é pela ingestão de peixes ou frutos do mar infectados. Outra forma muito conhecida é por meio da inalação (caso uma lâmpada quebre, a poeira liberada por ela contém altos níveis de toxidade, sendo o vapor de mercúrio um dos

Quais lâmpadas contêm mercúrio?

Lâmpadas fluorescentes:

- Tubos fluorescentes lineares, em U e circulares
- Mata-insetos
- Lâmpadas de bronzamento
- Luzes negras
- Bulbos germicidas
- Lâmpadas de alto rendimento
- Lâmpadas fluorescentes de cátodo frio

Lâmpadas de descarga de alta intensidade:

- Halogeneto metálico
- Halogeneto metálico cerâmico
- Sódio de alta pressão
- Vapor de mercúrio
- Lâmpadas de arco curto de mercúrio
- Lâmpadas de neon

Fonte: EPA – United States Environmental Protection Agency.

mais nocivos).

Caso uma lâmpada fluorescente seja quebrada, saia imediatamente do local por pelo menos 15 minutos e nunca toque no mercúrio, busque informações de como proceder.

As lâmpadas LED são mais econômicas, duram mais e geram menor impacto ambiental, uma vez que não possuem mercúrio na sua consti-



FIGURA 23 – LÂMPADA INCANDESCENTE.
Fonte: SMA, 2010.



FIGURA 24 – LÂMPADA HALÓGENA.
Fonte: SMA, 2010.



FIGURA 25 – LÂMPADA FLUORESCENTE.
Fonte: SMA, 2010.



FIGURA 26 – LÂMPADA DE VAPOR DE MERCÚRIO.
Fonte: SMA, 2010.



FIGURA 27 – LÂMPADA FLUORESCENTE.



FIGURA 28 – TIPOS DE LÂMPADAS DE LED.

tuição. Elas também não emitem radiação ultravioleta e infravermelha (sendo mais confortável para os olhos) e são mais difíceis de quebrar. Mesmo que isso aconteça, um revestimento especial impede que cacos se espalhem pelo ambiente, preservando a saúde e a segurança do usuário, segundo o INMETRO.

Eficiência Energética

As lâmpadas fluorescentes têm eficiência luminosa 3 a 6 vezes maior, possuem vida útil 4 a 15 vezes mais longa e tem uma economia entre 70% e 80% no consumo de energia, do que as lâmpadas incandescentes.

As lâmpadas LED são mais econômicas e mais ecológicas e apresentam a vantagem de possuírem vida útil 4 vezes maior que as lâmpadas fluorescentes compactas, além de durarem até 50.000 horas, significando baixa necessidade de manutenção.

Estima-se que, em 2030, LED irão compor 84% do mercado e reduzirão em até 40% o consumo de energia utilizada por meio de fontes luminosas. Dentre os materiais que as compõem, pode-se destacar a presença notável de componentes eletrônicos (13%) e metais (31%), que compreendem a parte mais valiosa deste resíduo e possibilita uma logística reversa lucrativa (REBELLO et. al, 2020)

Logística Reversa de Lâmpadas e Reciclagem

As Lâmpadas incandescentes podem ser descartadas no lixo comum, porém embaladas em jornais ou caixas, para não quebrarem e cortarem os coletores.

Lâmpadas fluorescentes precisam ser descartadas em pontos de

coleta para serem descontaminadas. (Muitas lojas que vendem lâmpadas já contam com ponto de descarte voluntário (PEV). Geralmente as lojas de materiais de construção e alguns supermercados.

A empresa que faz a coleta desse tipo de lâmpada é a RECICLUS. No site da empresa você pode inserir seu CEP para encontrar um ponto de descarte mais próximo).

Lâmpadas de LED podem ser recicladas, pois elas são feitas de plástico e placas eletrônicas, que podem ser transformadas em matéria-prima novamente e voltar para a indústria, evitando novas emissões de carbono, mas, para isso acontecer, elas têm que ser descartadas em pontos específicos de coleta para lâmpadas LED. Os componentes das lâmpadas de LED são 98% recicláveis. Antes do descarte, certifique-se de que elas estejam dentro das caixas, para evitar a quebra e riscos de ferimentos no manuseio dos resíduos.

A empresa atual que faz a coleta desse tipo de lâmpada é a Green Eletron (no site da empresa você pode inserir seu CEP para achar um ponto de descarte mais próximo).

Óleo Comestível

O óleo comestível é um item essencial na nossa alimentação, mas seu descarte pós-consumo requer uma atenção especial. Quando despejado no ralo da pia, no vaso sanitário, no lixo comum ou no solo, ele se torna um grande vilão para o meio ambiente, poluindo a água, o solo e o ar. Por isso, a reciclagem por meio da logística reversa é a solução ideal, e ela funciona como uma corrente, na qual cada um de nós tem um papel crucial.

A reciclagem do óleo é um esforço compartilhado entre fabricantes, comerciantes e consumidores. Entender a responsabilidade de cada um é o primeiro passo para fazer a coisa certa:

a responsabilidade da indústria: os fabricantes e importadores de óleos comestíveis que compramos têm a obrigação legal de criar e financiar o sistema de coleta. Eles são os responsáveis por contratar empresas especializadas para recolher o óleo dos pontos de descarte e garantir que ele seja transformado em novos produtos, como o biodiesel ou o sabão.

a responsabilidade dos comerciantes: os supermercados, padarias e outros estabelecimentos comerciais têm um papel fundamental. Eles devem dispor de espaço em suas lojas para a instalação dos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) – aqueles coletores especiais, onde podemos deixar nosso

óleo usado. Ao oferecer essa facilidade, eles tornam o descarte correto acessível para a comunidade.

o papel de cada consumidor: após usar o óleo (pós-consumo), devemos esperá-lo esfriar, armazená-lo em uma garrafa PET com tampa e, então, levá-lo até um Ponto de Entrega Voluntária mais próximo. É um gesto simples, mas que evita a contaminação de milhares de litros de água.

Quando cada elo dessa corrente faz sua parte, o óleo que iria poluir é transformado em um recurso valioso.

O principal desafio para a reciclagem eficiente do óleo comestível é a ausência de sistemas de coleta e de financiamento pelos fabricantes e importadores, somadas à falta de pontos de entrega e descarte inadequado pela população.

A implementação de sistemas de logística reversa, embora prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), enfrenta desafios operacionais. Óleos degradados por reuso excessivo, por exemplo, formam ácidos carboxílicos de cadeia curta, que reduzem a eficiência dos processos de reciclagem.

Já, a reciclagem de óleo comestível usualmente ocorre por meio da fabricação de sabão, biodiesel ou tintas, mas esses processos têm limitações:

- produção de sabão caseiro: apesar de poder ser manipulado de maneira artesanal, requer manipulação de soda cáustica (substância corrosiva). Também pode ser fabricado em escala industrial.
- conversão para biodiesel: embora tecnicamente viável, exige investimentos em purificação e transesterificação, inviabilizando economicamente para pequenos volumes.

Tintas

As tintas são materiais de revestimento, amplamente utilizados na construção civil, na indústria e no artesanato, compostas essencialmente por um solvente (líquido que dá consistência), pigmentos (que conferem cor e opacidade), cargas (que modificam propriedades físicas) e aditivos (que melhoram características como secagem e resistência). Embora fundamentais para proteção e embelezamento de superfícies, o ciclo de vida das tintas, particularmente o descarte de suas embalagens, representa um significativo desafio ambiental quando não é realizado de forma correta.

O principal problema ambiental associado às tintas está na tinta residual

que sobra nas latas e na sua respectiva embalagem. Muitas tintas imobiliárias são comercializadas em embalagens de aço, um material reciclável. No entanto, quando descartadas incorretamente no lixo comum ou no meio ambiente, diversos impactos negativos podem ser encontrados:

• **contaminação do solo e dos recursos hídricos:** os resíduos químicos de tinta presentes nas latas podem lixiviar (ser carregados pela água da chuva) para o solo e atingir lençóis freáticos. Metais pesados, solventes e outros compostos tóxicos, contidos nesses resíduos, poluem a terra e a água, tornando-a imprópria para consumo e prejudicando ecossistemas aquáticos e terrestres.

• **acúmulo em aterros sanitários:** as latas de aço, por serem muito resistentes, demoram décadas para se decompor. Seu descarte em aterros sobrecarrega a capacidade desses locais, ocupando um volume desnecessário, que poderia ser destinado a resíduos verdadeiramente não recicláveis.

• **perda de um recurso valioso:** o aço é um dos materiais mais reciclados do mundo. Cada embalagem descartada no lixo comum representa a perda de uma matéria-prima valiosa, que precisa ser extraída da natureza (minério de ferro) por meio de um processo intensivo em energia e recursos, contribuindo para o desmatamento e a emissão de gases de efeito estufa.

Ferramentas Digitais e a Prática Pós-Consumo da Logística Reversa

A correta separação e destinação de resíduos sólidos é um pilar fundamental da preservação ambiental e da construção de cidades mais sustentáveis. Pensando em facilitar e incentivar essa prática pela população, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) disponibilizou uma ferramenta digital inovadora: o EcoMapa.

Esta plataforma funciona por meio de geolocalização, permitindo que qualquer cidadão localize rapidamente os pontos de coleta mais próximos para itens que são sujeitos à logística reversa. Isso significa que produtos que, após o uso, podem contaminar o solo e a água se descartados incorretamente, agora têm um destino ambientalmente adequado ao alcance de todos.

Como funciona?

Os estabelecimentos e pontos de entrega (como comerciantes e fabricantes) cadastram suas informações diretamente na plataforma. O usuário, por sua vez, acessa o sistema e encontra os locais mais próximos para descartar

Aponte seu celular para o QR Code e acesse o Pontos de Coleta de Resíduos no Estado de São Paulo:



seus resíduos.

Como acessar?

Para utilizar o serviço, basta acessar o site da CETESB (<https://cetesb.sp.gov.br/blog/2025/05/16/cetesb-lanca-ferramenta-digital-para-consul-ta-de-pontos-de-coleta-de-residuos-no-estado-de-sao-paulo/>), navegar até a seção de Resíduos, depois Logística Reversa e clicar em ECOMAPA CETESB.

Para saber mais:

A educação ambiental é um processo contínuo de informação e formação e é a base para a mudança de hábitos. Para aprofundar seus conhecimentos na temática de resíduos sólidos e consumo consciente, o **Portal de Educação Ambiental**, da Diretoria de Educação Ambiental, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo (SEMIL) oferece um vasto material, incluindo:

- Publicações diversas no menu “Prateleira Ambiental”;
- Vídeos e textos com dicas e orientações, no menu “Vida Sustentável”;
- Definições e conceitos de termos técnicos, de forma didática, no menu “Dicionário Ambiental”;
- Datas comemorativas, no menu “Calendário Ambiental”;
- Materiais diversos para professores no menu “Ei, Professores!”;
- E um guia prático, no menu “Onde Descartar?”, que ensina a destinar corretamente mais de 20 tipos de resíduos.

Aponte seu celular para o QR Code e acesse o Portal de Educação Ambiental:



Acesse o Portal de Educação Ambiental e explore:

<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/>

A Reciclagem como um Problema

Quando se fala em resíduos sólidos urbanos, a reciclagem costuma ocupar lugar central nos discursos e campanhas de Educação Ambiental. As publicações existentes frequentemente se concentram na coleta seletiva e na triagem dos materiais, porém, pouco se aprofunda sobre os processos sociais, tecnológicos e industriais que, de fato, possibilitam a reciclagem dos produtos descartados. É comum a impressão de que separar corretamente os resíduos é suficiente para garantir sua reinserção no ciclo produtivo, o que está longe de ser verdade, em detrimento de uma reflexão crítica e abrangente a respeito dos valores culturais da sociedade de consumo e dos aspectos políticos e econômicos da questão do lixo (LAYRARGUES, 2002).

A composição dos resíduos sólidos urbanos, no Brasil, é diversificada, com destaque para o papel e o plástico, os principais itens presentes na coleta seletiva. Entretanto, nem todos os materiais têm o mesmo potencial

RESÍDUOS RECICLÁVEIS DE EMBALAGENS	ÍNDICE DE RECICLAGEM	ANO-BASE	REFERÊNCIA
Latas de aço	47,10%	2019	Abeaço
Latas de alumínio	97,30%	2024	Abralatas/Abal
Papel/ Papelão	66,90%	2019	Ibá
Embalagem multicamada	42,70%	2020	Cempre/ TetraPak
Plástico	24,3%	2023	Abiplast
Vidro	25,00%	2024	Abividro

TABELA 7 – ÍNDICE DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SECOS PROVENIENTES DE EMBALAGENS. Fonte: Adaptado de Planares, 2022.

de reciclagem, também conhecido como reciclabilidade. Há produtos considerados simples, compostos por um único tipo de material, cujo beneficiamento para retorno à cadeia produtiva é relativamente viável. Por outro lado, há materiais com uma composição ou um design complexo, que resultam da combinação de diferentes matérias-primas, aditivos químicos e tecnologias, exigindo processos sofisticados, custosos e, muitas vezes, inviáveis economicamente para serem reciclados. Isto está dentre as razões pelas quais os diferentes materiais têm índices de reciclagem distin-

tos, no Brasil, como exemplificado na Tabela 7.

Apesar da existência de marcos legais, que estabelecem a destinação ambientalmente adequada desses materiais, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo, bem como de iniciativas setoriais, a realidade da reciclagem, no país, ainda é marcada por profundos desafios, que vão desde fragilidades econômicas e desigualdades sociais, até lacunas de governança.

Segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2022), considerando a definição legal e o conceito tecnicamente aplicável, as frações dos resíduos sólidos urbanos recolhidas pelos programas de coleta seletiva, quando passam por beneficiamento, ou seja, por alterações em suas propriedades físicas, indicam o início do processo de reciclagem, que só se concretiza com a transformação do material em insumo ou novo produto.

Mesmo com expansão geográfica da coleta, persistem gargalos na triagem, na logística reversa e na comercialização dos materiais recicláveis. Embora haja avanços nos índices, as ações não são refletidas numa reciclagem propriamente dita. Muitas vezes, são apenas iniciativas em âmbito municipal, como o uso de latas de lixo coloridas para descarte de acordo com sua origem.

A avaliação do desempenho da coleta seletiva, no Brasil, porém, também apresenta importantes desafios sociais. Uma parcela significativa dos materiais recicláveis é coletada por catadores de forma autônoma ou informal, o que faz com que grande parte dessa atividade não seja contabilizada nas estatísticas oficiais. Esses trabalhadores são responsáveis por atuar como elo fundamental entre o descarte e a indústria da transformação.

Com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o Brasil passou a contar com uma legislação mais avançada, que reconhece a importância dos catadores de materiais recicláveis e o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação, possibilitando sua inclusão socioprodutiva como prestadores de serviço público. A lei determina que os municípios estabeleçam contratos com cooperativas locais, garantindo a essas organizações o acesso aos recicláveis oriundos da coleta seletiva. Embora ainda existam desafios para a implementação plena dessa diretriz, já há diversas experiências bem-sucedidas, especialmente em municípios do Estado de São Paulo, que demonstram a capacidade dos catadores de assumirem diferentes funções na cadeia dos recicláveis, desde a coleta porta a porta, até a triagem, classificação e venda dos materiais (Gonçalves-Dias, Sakurai & Ziglio, 2020).

Contudo, a estruturação plena dessa cadeia enfrenta obstáculos relevantes. A grande extensão territorial do país, somada à escassez de unidades de triagem e reciclagem, resulta em altos custos logísticos e reduz a competitividade dos materiais reciclados, principalmente nas regiões mais remotas. A fragmentação da malha logística nacional, e majoritariamente rodoviária, intensifica essas dificuldades, elevando o custo final dos recicláveis e dificultando sua reinserção no ciclo produtivo. Além disso, o mercado de recicláveis é altamente volátil, com preços diretamente influenciados por *commodities* globais, como o petróleo, o que afeta especialmente a reciclagem do plástico. Essa instabilidade desestimula investimentos privados em novas tecnologias e limita a capacidade de absorção dos materiais coletados, gerando, por consequência, grandes volumes de rejeitos.

Nesse cenário, mesmo organizados em cooperativas ou associações, muitos catadores ainda atuam em condições precárias, enfrentando baixa remuneração, jornadas exaustivas e pouca ou nenhuma proteção social. Estão frequentemente expostos a resíduos contaminantes, materiais perfurocortantes e à falta de equipamentos de proteção individual e coletiva. A invisibilidade desse segmento, agravada pela ausência de reconhecimento formal e de acesso a políticas públicas estruturantes, amplia suas vulnerabilidades sociais e sanitárias (Gonçalves-Dias, Sakurai & Ziglio, 2020).

Segundo o SINISA (2024), que divulga os dados de cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis, a informação sistematizada



FIGURA 29 – TRABALHADOR AUTÔNOMO DE RECICLAGEM.
Fonte: Recicla Sampa, 2022.

sobre trabalhadores informais da catação é inédita. Têm-se registrado, aproximadamente, 2.092 cooperativas e/ou associações de catadores, 37.386 catadores associados e 22.428 catadores informais. O número de catadores informais corresponde à estimativa de trabalhadores autônomos, que coletam materiais recicláveis, de forma independente, muitas das vezes sem vínculo com cooperativas ou associações, também conhecidos como carrinheiros. Esse número se distribui entre as macrorregiões do Brasil, e é significativamente mais alto na região Sudeste (SINISA, 2024; Figura 14).

Ainda que a reciclagem seja fundamental, cabe também à Educação Ambiental estimular uma consciência crítica sobre seu uso reducionista, que pode desviar o foco de estratégias mais abrangentes, como a redução na fonte ou na produção, o reuso e o redesenho (design) de produtos e embalagens, além de transferir a responsabilidade para o indivíduo-gerador e ocultar as falhas do modelo de produção e a ausência de políticas públicas estruturantes.

Esse desencontro entre possibilidade técnica e prática concreta revela a necessidade urgente de enfrentar os desafios estruturais, econômicos e políticos, que impedem o funcionamento pleno da cadeia da reciclagem. Isso inclui desde o fortalecimento da coleta seletiva e da inclusão dos catadores, até investimentos em infraestrutura, incentivos econômicos e mecanismos de rastreabilidade e transparência.

Entre as estratégias indispensáveis está a ampliação da logística reversa e a regulamentação mais clara e eficaz do princípio da responsabilidade estendida do produtor, que determina que fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes assumam a responsabilidade pelos resíduos gerados após o consumo. Para que esse ciclo funcione, são necessários instrumentos que incentivem a reinserção dos materiais recicláveis na cadeia produtiva e valorizem a matéria-prima secundária, garantindo sua competitividade frente às matérias-primas virgens.

Mais do que insistir apenas na reciclagem como solução, é preciso reconhecer seus limites e adotar uma abordagem mais ampla e integrada, que combine redução da geração de resíduos, reutilização, ecodesign de produtos e embalagens, e modelos de produção e consumo sustentáveis. A reciclagem deve ser parte de uma transformação sistêmica, e não uma promessa isolada.

Portanto, ao longo do tempo, a reciclagem permanece como um ideal a ser alcançado, cuja imagem simbólica exerce forte apelo social e político. No entanto, essa centralidade atribuída à reciclagem frequentemente mascara a complexidade real da gestão de resíduos sólidos, no Brasil, ao reforçar

uma solução tecnicamente limitada e deslocar o debate a respeito de outras medidas estruturantes, como a redução da geração de resíduos, a restrição a produtos de difícil reaproveitamento e o fortalecimento de políticas públicas participativas.

Superar os desafios da efetiva gestão e gerenciamento de resíduos, no Brasil, requer uma abordagem ampla e integrada, observando as estratégias de:

- Fortalecimento das cooperativas de catadores, com formalização, capacitação e melhoria de infraestrutura.
- Regulamentação e fiscalização da logística reversa, garantindo que fabricantes e demais agentes da cadeia assumam responsabilidade pelos resíduos pós-consumo.
- Estruturação de sistemas para aumentar a recuperação de resíduos orgânicos.
- Políticas públicas efetivas, com monitoramento de metas claras e financiamento sustentável.
- Mudança cultural, deslocando o centro da solução para práticas de redução e reuso, alinhadas ao combate ao consumismo.
- Inovação tecnológica e incentivo a novos mercados para materiais reciclados e de matéria-prima sustentável.



Considerações Finais

5

5. Considerações Finais

A gestão dos resíduos sólidos corresponde a uma preocupação consagrada, no Estado de São Paulo, refletida pela Política Estadual de Resíduos Sólidos, em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O Estado tem como objetivo, portanto, tornar a gestão dos resíduos sólidos em seu território mais eficiente, por meio da atuação conjunta dos órgãos ambientais estaduais, junto aos municípios paulistas.

A construção de parcerias entre Estado, Municípios e o setor econômico e produtivo é de fundamental importância para o atendimento do conteúdo da legislação e para o cumprimento das metas estabelecidas, no âmbito das Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos. Atendendo à hierarquia de resíduos sólidos, prevista na PNRS, deve-se ter atenção especial à não-geração de resíduos, ou seja, uma consciência sobre o uso reducionista do consumo, ao envio somente de rejeitos, e não mais de resíduos, para aterros sanitários, demonstrando a compreensão sobre o real significado do resíduo sólido como um bem de valor econômico.

Vale ressaltar que o sucesso das políticas públicas voltadas aos resíduos sólidos, assim como outros temas ambientais, não depende apenas dos governos. A participação ativa da sociedade é essencial para garantir que essas políticas sejam executadas de maneira efetiva, em prol da saúde das pessoas e do meio ambiente. Esse envolvimento é conhecido como controle social, o direito e o dever dos cidadãos de acompanhar, fiscalizar e influenciar as decisões do poder público.

No campo dos resíduos sólidos, o controle social se manifesta em diversas frentes: pressionando para que os municípios cumpram os Planos Municipais ou de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, acompanhando a implementação da coleta seletiva e pressionando pelo reconhecimento e inclusão socioeconômica dos catadores, por exemplo.

Os espaços formais de participação social, como conselhos municipais de meio ambiente ou de resíduos sólidos, audiências públicas e conferên-

cias de políticas públicas, são canais fundamentais. Neles, a sociedade pode cobrar o cumprimento de metas, sugerir melhorias e fiscalizar a execução das ações previstas em planos e programas governamentais.

Além desses espaços, a incidência política também pode ocorrer por meio de mobilizações, campanhas, redes sociais, associações de bairro e movimentos organizados. Essa atuação contribui para tornar as políticas mais transparentes, democráticas e adaptadas à realidade local.

Fortalecer o controle social é essencial para que o poder público atue com mais responsabilidade, justiça e eficiência. Quando a sociedade participa, ela se apropria dos seus direitos e contribui para transformar a gestão dos resíduos sólidos em uma política pública mais inclusiva, eficaz e sustentável.

Glossário



Glossário

• **Acordo setorial:** ato de natureza contratual, firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

• **Agrotóxicos:** são produtos químicos sintéticos usados para matar insetos, larvas, fungos, carrapatos, sob a justificativa de controlar as doenças provocadas por esses vetores e de regular o crescimento da vegetação, tanto no ambiente rural, quanto urbano (BRASIL, 2002; INCA, 2021).

• **Aterro sanitário:** local utilizado para disposição final de rejeitos, onde são aplicados critérios de engenharia e normas operacionais especiais, para confinar esses resíduos com segurança, do ponto de vista do controle da poluição ambiental e proteção à saúde pública. (SÃO PAULO, 2006)

• **Biodigestão Anaeróbia:** processo biológico em que microrganismos decompõem a matéria orgânica — como restos de alimentos, podas de jardins e outros resíduos biodegradáveis — na ausência de oxigênio. Esse tratamento ocorre em um equipamento chamado biodigestor, resultando na produção de biogás (rico em metano, usado como fonte de energia renovável) e de biofertilizante (um adubo natural).

• **Biomassa:** matéria orgânica de origem vegetal ou animal, como lenha, bagaço de cana, resíduos agrícolas e urbanos biodegradáveis, utilizada como fonte de energia renovável. Pode ser convertida em combustível empregado em usinas termelétricas. Além de aproveitar resíduos que seriam descartados, o uso da biomassa contribui para reduzir a dependência de combustíveis fósseis e pode emitir menos gases poluentes, especialmente quando associado a tecnologias de controle e aproveitamento eficiente da energia.

• **Chorume:** também chamado de lixiviado ou percolato, é um líquido escuro, viscoso, de cheiro forte e muito desagradável, resultado de matéria orgânica em decomposição. Esse líquido, altamente poluidor, é encontrado em aterros sanitários, lixões e, também, nos cemitérios (porém o nome dado ao líquido resultante da decomposição de cadáveres é o **necrochorume**), e origina-se de reações e processos físicos, químicos e biológicos, junto com a água das chuvas, que percolam/ passam através da massa de líquido aterrada.

• **Ciclo de vida do produto:** série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final. (BRASIL, 2010)

• **Coleta seletiva:** recolhimento diferenciado de resíduos sólidos, previamente selecionados nas fontes geradoras, com o intuito de encaminhá-los para reciclagem, compostagem, reuso, tratamento ou outras destinações alternativas. (SÃO PAULO, 2006)

• **Combustível Derivado de Resíduo (CDR):** tipo de combustível de alto valor calorífico, obtido a partir do processamento de resíduos não recicláveis.

• **Compostagem:** processo biológico de decomposição controlada de resíduos orgânicos em condições aeróbias (com presença de oxigênio). Por meio do equilíbrio de fatores como umidade, oxigênio e nutrientes (especialmente carbono e nitrogênio), promove-se a ação de microrganismos e outros organismos decompositores, acelerando a transformação dos resíduos em um produto estável e homogêneo, o composto orgânico — semelhante ao húmus, rico em nutrientes e seguro para uso agrícola. É um método simples, seguro, que garante um produto uniforme, pronto para ser utilizado nos cultivos de plantas e que pode ser realizado tanto em pequena escala (doméstica) quanto em média (comunitária, institucional) ou grande escala (municipal, industrial). (MMA, 2017)

• **Compras públicas sustentáveis:** prática administrativa que incorpora critérios de sustentabilidade nos processos licitatórios das organizações; ou seja, incluem e promovem os princípios do desenvolvimento sustentável nas aquisições de bens, contratações e execuções de serviços e obras, estimulando a eficiência no uso de recursos, a redução de impactos ambientais e a geração de benefícios sociais e econômicos para a sociedade.

• **Consumo sustentável:** é o ato de refletir e fazer escolhas antes, durante e após consumir algum bem ou serviço. Baseia-se no respeito ao meio ambiente e na preservação dos recursos naturais, e privilegia escalas de produção seguras e saudáveis para os trabalhadores e a comunidade em geral.

• **Crédito de carbono:** é a moeda utilizada no mercado de carbono. Um crédito de carbono representa uma tonelada de carbono, que deixou de ser emitida para a atmosfera, contribuindo, para a diminuição do aquecimento global e das mudanças climáticas. Uma tonelada de dióxido de carbono é igual a um crédito de carbono. As organizações/ países que possuem um nível de emissão alto e não conseguem tomar medidas de redução, têm a possibilidade de comprar créditos de carbono para compensar as suas emissões. Dessa forma, quanto mais um país conseguir reduzir as suas emissões de poluentes, mais créditos de carbono conseguirá produzir, podendo, portanto, utilizá-los como moeda de negociação com países que não conseguiram alcançar as suas metas de redução.

• **Desenvolvimento sustentável:** é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades das gerações atuais, sem comprometer a capacidade de atender as

necessidades das futuras gerações. O desenvolvimento sustentável procura aliar a preservação ambiental e o uso racional dos recursos naturais, ao progresso socioeconômico e político dos países (ONU, Comissão Brundtland, 1987).

• **Destinação final ambientalmente adequada:** destinação de resíduos, que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou a disposição final, por exemplo. (BRASIL, 2010)

• **Disposição final ambientalmente adequada:** distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (BRASIL, 2010)

• **Ecodesign:** é o processo cujo principal objetivo é projetar ambientes, desenvolver produtos e executar serviços que de alguma maneira contemple aspectos ambientais, reduza o uso dos recursos não-renováveis e minimize o impacto ambiental deles durante seu ciclo de vida. Consequentemente, há a redução na geração de resíduos sólidos, poluição e economia nos custos da disposição final do produto. Ecodesign é uma ferramenta de gestão ambiental focada na fase de concepção dos produtos e nos seus processos de produção, distribuição e utilização.

• **Economia Circular:** estratégia para 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. (BRASIL, 2024)

• **Economia Linear:** é um modelo tradicional de organização da produção e do consumo, que se baseia na lógica de extração, transformação/ produção, uso e descarte dos recursos naturais. Essa abordagem, que teve início na Revolução Industrial, tem se mostrado insustentável, frente aos desafios ambientais e sociais da atualidade e considerando que os limites de reposição/regeneração do planeta estão chegando a um nível insustentável para manter esse modelo.

• **Educação Ambiental:** processos, por meio dos quais, o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. (POLÍTICA NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL)

• **Geradores de resíduos sólidos:** pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo. (BRASIL, 2010)

• **Gestão Ambiental:** é um conjunto de ações que tem como principal objetivo administrar as atividades humanas, nos setores público e privado, considerando a conservação e a preservação do meio ambiente, o desenvolvimento socioeconômico e o uso sustentável dos recursos naturais. Ela compreende processos de admi-

nistração do uso e apropriação dos recursos naturais, por meio de regulamentos, investimentos e instituições. Implica na mediação entre interesses de diferentes atores sociais, adequando atividades produtivas à capacidade de reposição dos recursos naturais, e em uma perspectiva de gestão compartilhada entre governo e sociedade.

• **Gestão integrada de resíduos sólidos:** é a maneira de conceber, implementar, administrar os resíduos sólidos, considerando uma ampla participação das áreas de governo responsáveis no âmbito estadual e municipal. São etapas do processo de gestão dos resíduos sólidos: a geração, a coleta (convencional e seletiva), o tratamento, a destinação e disposição final. (SÃO PAULO, 2006)

• **Incineração:** consiste na queima controlada dos resíduos sólidos, gerando energia elétrica, energia térmica e cinzas. É um processo complexo, com alta tecnologia envolvida. (MMA, 2017)

• **Lixo no mar:** qualquer tipo de resíduo sólido produzido pelo ser humano, gerado em terra ou no mar, que, intencionalmente ou não, tenha sido introduzido no ambiente marinho, inclusive pelo transporte desses materiais por meio de rios, drenagens, sistemas de esgoto ou vento, excluindo-se os materiais orgânicos (como restos de alimento e vegetais). (IOUSP, 2020).

• **Logística reversa:** 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. (BRASIL, 2010)

• **Microplásticos:** pequenos fragmentos de plástico com dimensões menores que 5 milímetros, originados da degradação de peças plásticas maiores ou produzidos intencionalmente em escala microscópica (como microesferas usadas em cosméticos e produtos de higiene). Por sua alta resistência à degradação, permanecem no ambiente por longos períodos e podem se dispersar amplamente em ecossistemas terrestres, aquáticos e atmosféricos. Estudos já identificaram microplásticos em diferentes órgãos e fluidos do corpo humano, como sangue, pulmões, fígado, intestinos, placenta e até no leite materno. Embora os impactos de longo prazo na saúde ainda não sejam totalmente conhecidos, sua presença crescente é motivo de preocupação científica e ambiental.

• **Minimização dos resíduos gerados:** é a redução, ao menor volume, quantidade e periculosidade possíveis dos materiais e substâncias, antes de descartá-los no meio ambiente. (SÃO PAULO, 2006)

• **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):** é um plano de ação global (17 objetivos interligados e 169 metas de ação global), para alcançar, até o ano de 2030, que têm como objetivos principais garantir os direitos humanos, erradicar a

pobreza e a fome, garantir água, saneamento e energia para todos, oferecer saúde e educação de qualidade para todos, combater as desigualdades e as injustiças, promover a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas, enfrentar a degradação ambiental e as mudanças climáticas, proteger a biodiversidade, estimular o desenvolvimento sustentável e promover sociedades pacíficas e inclusivas, até o ano de 2030.

• **Pagamento por Serviços Ambientais (PSA):** é um mecanismo financeiro para remunerar produtores rurais, agricultores familiares e assentados, assim como comunidades tradicionais e povos indígenas, pelos serviços ambientais prestados em suas propriedades, que geram benefícios para toda a sociedade. De acordo com a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, PSA é a transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes.

• **Pirólise:** processo de decomposição térmica de materiais orgânicos, realizado em altas temperaturas e na ausência de oxigênio. Ao quebrar a estrutura química dos compostos, gera subprodutos como óleos, gases e carvão, que podem ser reaproveitados como fontes de energia ou matérias-primas industriais. A pirólise é aplicada tanto no tratamento de resíduos quanto em setores como a indústria petroquímica.

• **Poluição:** de acordo com a Política Nacional de Meio Ambiente, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

• **Pós-consumo:** são os resíduos procedentes do descarte de produtos pelos consumidores, após seu consumo.

• **Prevenção da poluição ou redução na fonte:** a utilização de processos, práticas, materiais, produtos ou energia, que evitem ou minimizem a geração de resíduos na fonte e reduzam os riscos para a saúde humana e para o meio ambiente. (SÃO PAULO, 2006)

• **Princípio do poluidor-pagador:** determina que o poluidor, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental, pague por todas as despesas relativas à prevenção, controle e reparação do dano ambiental e da poluição causada por determinada atividade, além de monitorar as atividades para o devido cumprimento da legislação ambiental.

• **Reciclagem:** processo de transformação dos resíduos sólidos, que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. (BRASIL, 2010)

• **Redução:** diminuir a quantidade gerada de resíduos, evitando-se a produção de resíduos desnecessários.

• **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. (BRASIL, 2010)

• **Resíduos da construção civil (RCC):** são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307/2002)

• **Resíduos de serviços de saúde (RSS):** são aqueles provenientes de qualquer unidade que execute atividades de natureza médico-assistencial humana ou animal, como, por exemplo, os hospitais; centros de pesquisa, desenvolvimento ou experimentação na área de farmacologia e saúde, como, por exemplo, aqueles inseridos nas universidades; necrotérios, funerárias e serviços de medicina legal; e barreiras sanitárias; além dos medicamentos e imunoterápicos vencidos ou deteriorados.

• **Resíduos perigosos:** aqueles que, em função de suas propriedades químicas, físicas ou biológicas, possam apresentar riscos à saúde pública ou à qualidade do meio ambiente. (SÃO PAULO, 2006) De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, são aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental.

• **Resíduos sólidos:** material, substância, objeto ou bem descartado, resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido; bem como gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (BRASIL, 2010)

• **Resíduos sólidos urbanos:** são os resíduos gerados nas residências, da varrição, de podas e da limpeza de vias, logradouros públicos, comércio e serviços locais,

que contêm, normalmente, matéria orgânica, embalagens, material de escritório, resíduos descartados em banheiros, etc.

• **Resina:** substância orgânica, de origem natural ou sintética, caracterizada por uma estrutura polimérica. A maioria das resinas, mas não todas, são de alta massa molar e consistem em uma cadeia longa ou estrutura em rede. Muitas resinas são solúveis em suas formas de baixa massa molar. (PETROPOL)

• **Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos:** conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental, decorrentes do ciclo de vida dos produtos. (BRASIL, 2010)

• **Reutilização:** processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química.

• **Saneamento Básico:** conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais, de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e drenagem e manejo das águas pluviais.

• **Sustentabilidade:** condição de uso racional dos recursos naturais, unindo o crescimento econômico à justiça social e à conservação da natureza, sem comprometer o uso das gerações futuras.

• **Transbordo:** local onde caminhões coletores descarregam sua carga em veículos maiores, para que sejam enviadas até o destino final, objetivando a redução do tempo gasto no transporte e custos.

Saiba mais sobre resíduos sólidos e os diversos temas da área ambiental visitando o Portal de Educação Ambiental em:

<https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/>

Aponte seu celular para o QR Code e acesse o Portal de Educação Ambiental:



Referências

Referências

ABAL - Associação Brasileira do Alumínio. **Reciclagem: fluxos da reciclagem**. 2012. Disponível em: <<http://www.abal.org.br/reciclagem/fluxo.asp>>.

ABEAÇO - Associação Brasileira de Embalagem de Aço. **Meio Ambiente – Reciclagem**. 2010. Disponível em: <<http://www.abeaco.org.br/reciclagemacotexto.html>>.

ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Indústrias Automáticas de Vidro. **Benefícios da reciclagem do vidro**. 2009. Disponível em ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2024. Disponível em: <http://www.abividro.org.br/banners.php/5>.

ABIPLAST. Disponível em: https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2024/10/Indices_Reciclagem2023_PICPlast2024-Divulgacao_-2.pdf

ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – Edição 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://www.meuresiduo.com/news/panorama-dos-residuos-solidos-no-brasil-edicao-2020/>. Acesso em: 23 ago. 2025

ANIP. Disponível em: <https://www.anip.org.br/destinacao-ambientalmente-correta/>

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **PET reciclado para uso em contato com alimentos**. 2008. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz-9CP0os3hnd0cPE3MfA-wMDMydnA093Uz8z00B_A3cvA_2CbEdFADQgSKI!/?1d-my&urile=wcm%3Apath%3A/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/pet+reciclado+para+uso+em+contato+com+alimentos>. Acesso em 02/04/2009

ARAÚJO, J. C. et. al. **Custo de disponibilização e distribuição da água por diversas fontes no Ceará**. Revista Econômica do Nordeste. Fortaleza, v. 36, n. 2, abr./jun., 2005. Disponível em: < http://www.banconordeste.gov.br/content/aplicacao/Publicacoes/REN--Numeros_Publicados/docs/ren2005_v36_n2_a7.pdf>. Acesso em 23/06/2008.

ARAÚJO, Mishene Christie P. B. de et. al. **Reciclagem de fios e cabos elétricos - cabo paralelo**. In: Rev. Esc. Minas. Ouro Preto, v. 61, n. 3, p. 391-396, jul./set., 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rem/v61n3/a19.pdf>>. Acesso em 20/01/2009.

BARREIRA, L. P. **Avaliação das usinas de compostagem do Estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção.** 2005. 187 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOCCHI, N.; et. al. Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental. In: **Química Nova na Escola**, n. 11, maio/ 2000. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>>. Acesso em 2/07/2009.

BRACELPA - Associação Brasileira de Celulose e Papel. Relatório Estatístico 2010/2011. São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2010.pdf>>. Acesso em 9/10/2012.

Bragança Jornal Diário Online. **Consumo sustentável: uma saída contra o hábito das sacolas plásticas. Bragança Paulista.** 11 de fevereiro de 2009. Disponível em: < <http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/27481/consumo-sustentavel-saida-contra-habito/>>. Acesso em 02/04/2009

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde.** Brasília, 2006. 182 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS): Diagnóstico Temático – Resíduos Sólidos Urbanos – 2023.** Brasília: MDR, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis>

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação.** Brasília, DF: MMA, 2017.

BRASIL. Advocacia-Geral da União (AGU). Consultoria-Geral da União. **Guia Nacional de Contratações Sustentáveis.** 6ª ed. Brasília: AGU, setembro 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agu/pt-br/composicao/cgu/cgu/guias/guia-de-contratacoes-sustentaveis-set-2023.pdf>

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, [...] e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 139, n. 5, p. 1-12, 8 jan. 2002.

CAMPOS, H. K. T. et al. **Correção das deposições e reciclagem de entulho em Belo Horizonte.** 1996. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03373p04.pdf>>. Acesso em: 15/07/2008.

CARASCHI, José Cláudio. **Avaliação das propriedades mecânicas dos plásticos reciclados provenientes de resíduos sólidos urbanos.** In: Acta Scientiarum, Maringá, v. 24, n.6, p. 1599-1602. 2002.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado de São Paulo.** 2023. 88 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2024/05/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-no-Estado-de-Sao-Paulo-2023.pdf>.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Painéis dinâmicos de Logística Reversa.** 2024. Disponível em: https://arcgis.cetesb.sp.gov.br/portal/apps/experiencebuilder/experience/?_gl=1%2A1xgody2%2A_ga%2AMjYxNTc2Nj-Q1LjE3NDQxMzYzNDc.%2A_ga_6K4LW0FWR4%2AczE3NTUzODA2NTYkbzlkZzEkd-DE3NTUzODA2NjUkajUxJGwwJGgw&draft=true&id=4d06e6ff49634c608e945e92af27e5fe&page=Resultados.

CIMM - Centro de Informação Metal Mecânica. Disponível em: <<http://www.cimm.com.br/por-tal>>. Acesso em 19/05/2010

CONAMA. RESOLUÇÃO Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.** Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305

CONDER - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA BAHIA. **Manual de operação de aterros sanitários.** Bahia: SEPLANTEC/CONDER. s.d.

COPAM - COMÉRCIO DE PAPÉIS E APARAS MOOCA LTDA. **Reciclar vidro.** Disponível em http://www.compam.com.br/re_vidro.htm. Acesso em 12/01/2009.

COPAM - COMÉRCIO DE PAPÉIS E APARAS MOOCA LTDA. **Reciclar metais.** Disponível em http://www.compam.com.br/re_metal.htm. Acesso em 20/01/2009.

CORTEZ, Cristiane Lima. **Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia-estudo de caso: AES Eletropaulo.** 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ECOLOGIA – DBI. **Baterias de Chumbo-Ácido**. Disponível em: <<http://www.ecologia.dbi.ufla.br/site%20ecoaplicada/reciclagem/Baterias%20de%20Chumbo.doc>>. Acesso em 18/11/2008.

ENSINAS, A. V. **Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas - SP. 2003**. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ESCANDOLHERO, J. M.; SOUZA, A. M. de; HESS, S. C. **Reciclagem de Papel em Campo Grande - MS e Outros Locais**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária Ambiental, 27. Campo Grande: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/iii-065.pdf>>. Acesso em 27/11/2008.

ECYCLE. **Ecodesign: o que é, princípios e importância**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/ecodesign/>

ECYCLE. **O que é economia linear e seus impactos?** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/economia-linear/>

EPA. Disponível em: <https://www.epa.gov/mercury/cleaning-broken-cfl>

ESPINOSA, D. C. R. e TENÓRIO, J. A. S. **O estado-da-arte em reciclagem de pilhas e baterias**. Disponível em: <http://observatorioderesiduos.com.br/wp-content/uploads/2011/03/Doc_Encontro04_JorgeTenorio2.pdf>. Acesso em 16/12/2012.

FAVERA, Eduardo Ceretta Dalla. Lixo Eletrônico e a Sociedade. 2008. 8 p. **Trabalho apresentado ao Curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial da disciplina de Computadores e Sociedade**. Santa Maria, RS. Disponível em: <<http://www-usr.inf.ufsm.br/~favera/elc1020/t1/artigo-elc1020.pdf>>. Acesso em 20/01/2009.

FILHO PEIXOTO, Getúlio Ezequiel da Costa. **Reciclagem: Benefícios e Perdas Obtidas em Campo Grande - MS**. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27. Campo Grande: ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2007. Disponível em: <<http://www.pmcg.ms.gov.br/SEMADES/downloads/672III-115.pdf>>. Acesso em 27/11/2008.

GALLON, A. V.; SALAMONI, F. L.; BEUREN, I. M. **Tratamento dos Resíduos no Processo de Fabricação de Papel Reciclado em Indústria de Santa Catarina**. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2006. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGERP2006_TR520347_7381.pdf>. Acesso em 27/08/2009.

GREENELETRON. Disponível em: <https://greeneletron.org.br/wp-content/uploads/2019/09/localizador.png>

GRINGS, V. H.; OLIVEIRA, P. A. V. **Cisternas para armazenagem de água da chuva**. EMBRAPA Suínos e Aves. Concórdia, 2005.

GONÇALVES-DIAS, Sylmara Lopes Francelino; SAKURAI, Tatiana; ZIGLIO, Luciana. **Catadores e espaços de (in)visibilidades**. Editora Blucher, 2020.

IBÁ. Disponível em: <https://iba.org/>

INMETRO. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/cartilhas/lampadaled.pdf>

INPEV – Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Estatísticas**. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.inpev.org.br/destino_embalagens/estatisticas/br/teEstatisticas.asp>. Acesso em 9/10/2012.

JADOVSKI, Iuri. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição**. Porto Alegre, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (RS).

JORDAM, Rodrigo Aparecido; TAVARES, Maria Hermínia Ferreira. **Análise de sistemas de iluminação em granjas de produção de ovos férteis**. In: Enc. Energ. Meio Rural, ano 3, 2003. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200051&script=sci_arttext>. Acesso em 12/11/2008.

Jornal do Departamento de Eng. Química da Universidade Estadual de Maringá: Banco de Dados. **Pilhas**. Disponível em: <<http://www.deq.uem.br/JornalDEQ/Pilhas.htm>>. Acesso em 18/11/2008.

JÚNIOR, Walter Alves Durão; WINDMÖLLER, Cláudia Carvalinho. **A Questão do Mercúrio em Lâmpadas Fluorescentes**. In: Química Nova na Escola, n. 28, maio, 2008. Disponível em: <qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/04-QS-4006.pdf>. Acesso em 12/11/2008.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, 1998. v.18, n.2, abr./jun.2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-14282008000200007&script=sci_arttext>. Acesso em 14/01/2009.

KIHARA, Yushiro. **Coprocessamento como alternativa de Gestão de Resíduos**. Associação Brasileira de Cimento Portland. Curitiba (PR), 2009. Disponível em:

<[http://www.cema.pr.gov.br/arquivos/File/CoprocessoCEMA2009\[12742\].pdf](http://www.cema.pr.gov.br/arquivos/File/CoprocessoCEMA2009[12742].pdf)>. Acesso em 9/10/2012.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva.** – Rio de Janeiro: INCA, 2021.

LAGARINHOS, C. A. e TENÓRIO, J. A. S. **Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil.** In: Polímeros, São Carlos,

LAYRARGUES, P. P. **O Cinismo da Reciclagem:** O Signo Ideológico da Reciclagem e a Entropia do Sistema. In: II Congresso Brasileiro de Educação Ambiental, 2002, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2002.

LOUREIRO, Saulo Machado. **Índice de Qualidade no Sistema da Gestão Ambiental em Aterros de Resíduos Sólidos Urbanos:** IQS. 2005. 489 p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

MACEDO, M. I. F.; TRINDADE, R. B. E.; SOARES, P. S. M. **Alternativas de Processo Hidrometalúrgico para Reciclagem de Pilhas Domésticas Usadas.** Rio de Janeiro: CETEM/ MCT, 2002.

MANECHINI, Guilherme. **Troca de lâmpadas é incentivada, mas falta capacidade. Hemeroteca do Instituto Eletrotécnico de Energia, Nº 104539, 2007.** Disponível em: <infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/104539.htm>. Acesso em 22/10/2008.

MANRICH, Sati. **Estudos em Reciclagem de Resíduos Plásticos Urbanos para Aplicações Substitutivas de Papel para Escrita e Impressão.** In: Polímeros, São Paulo, v.30, n.3. jul./ set., 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v10n3/3510.pdf>>. Acesso em 13/02/2009.

MARQUES NETO, J. C. **Projeto para implantação de estação de transbordo e triagem para pequenos volumes de resíduos da construção civil e resíduos volumosos para Município de Rio Claro – ETT Ecoestação Wenzel e ETT Ecoestação Cerveão. 2004.**

MARTINS, Agnes F.; SUAREZ, João Carlos M.; MANO, Eloísa B. **Produtos Poliolefinicos Recicladoss com Desempenho Superior aos Materiais Virgens Correspondentes.** In: Polímeros, São Carlos, v.9, n.4, out./ dez., 1999.

MEIRA, Rui. **A Reciclagem do Papel.** 2002. Disponível em: <www.rudzerhost.com/papel/recipapel.htm>. Acesso em 27/11/2008.

MIRANDA, L. F. R. **Contribuição ao desenvolvimento da produção e controle de arga- massas de revestimento com areia reciclada lavada de resíduos Classe A da construção civil.** 2005.439 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO, J. H. P. et. al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em 13/02/2009.

MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimento de baixo volume de tráfego.** 2005. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-19072006-114729/pt-br.php>>. Acesso em 03/02/2009.

MMA. **Ecodesign.** Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/informma/item/7654-ecodesign.html>

MINISTÉRIO DA FAZENDA. **Economia Circular.** Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/transformacao-ecologica/transformacao-ecologica-pagina-antiga/economia-circular>

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>

NAIME, Roberto; GARCIA, Ana Cristina. **Propostas para o Gerenciamento dos Resíduos de Lâmpadas Fluorescentes.** In: Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v.6, n.1, p.1-6, 2004. Disponível em: <<http://comlurb.rio.rj.gov.br/GerenciamentoLampadasFluorescentes.pdf>> Acesso em 12/11/2008.

NUNES, Flávia Furlan. Contas: lâmpada fluorescente protege natureza e gera economia de até 80%. In: Infomoney. São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.infomoney.com.br/minhas-financas/noticia/864795>>. Acesso em 12/11/2008.

PALLONE, Simone. **Resíduo Eletrônico:** redução, reutilização, reciclagem e recuperação. In: Com Ciência- Revista Eletrônica de Jornalismo Científico. Disponível em: <<http://comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379>>. Acesso em 20/01/2009.

PARANÁ. **Kit Resíduos.** Desperdício Zero: Plástico, nº 1. SEMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Curitiba (PR), 2006.

PETROBRÁS - Petróleo Brasileiro S/A. **11 milhões de pneus reaproveitados**. 2009. Disponível em: <<http://www.petrobras.com.br/minisite/ambiental/noticias/11-milhoes-de-pneus-reaproveitados/>>. Acesso em 8/10/2012.

PAGOTTO, E. L.; PAIVA, D. F.; DIAS, S. L. F. G.; VALLIN, I. C.; CARVALHO, I. R. B. **Por que os descartáveis são um problema?** São Paulo: Escola de Artes, Ciências e Humanidades, 2023. 1 e-book. (NOSS repensando o plástico, v. 4). DOI 10.11606/9786585803522.

PETROPOL - Indústria e Comércio de Polímeros LTDA. **Glossário (letras R e V)**. Disponível em: <http://www.petropol.com.br/pt_BR/glossary-rs.htm>.

PINTO, Mônica. **Reciclagem de lâmpadas fluorescentes no Brasil é dificultada por rigidez na legislação sobre transporte do produto**. Ambiente Brasil, 2008. Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/exclusivas/2008/06/25/38997-exclusivo-reciclagem-de-lampadas-fluorescentes-no-brasil-e-dificultada-por-rigidez-na-legislacao-sobre-transporte-do-produto.html>>. Acesso em 15/11/2008.

PINTO, Mônica. **Usar Lâmpadas Fluorescentes é uma Decisão em Prol do Planeta**. 2008. Disponível em: <brasilatual.com.br/sistema/?p=1153>. Acesso em 12/11/2008.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLEZ, Juan Luiz Rodrigues. **Manejo e gestão de resíduos da construção Civil: Como montar um sistema de manejo e gestão de resíduos da construção civil nos Municípios**. Brasília (DF): CAIXA, 2005. vol. 1.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Manejo e gestão de resíduos da construção Civil: Procedimentos para solicitação de financiamento**. Brasília (DF): CAIXA, 2005. vol. 2.

PIVA, A. M.; NETO, M. B.; WIEBECK, H. **A Reciclagem de PVC no Brasil**. In: Polímeros, São Carlos, v.9, n.4, out./ dez., 1999. PLASTIVIDA – Instituto Socioambiental dos Plásticos. Monitoramento dos Índices de Reciclagem Mecânica de Plástico no Brasil (IRmP). São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.plastivida.org.br/2009/pdfs/IRmP/Apresentacao_IRMP2010.pdf. Acesso em 9/10/2012.

PLANALTO. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12

de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art7

PLANALTO. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Política Nacional de Educação Ambiental**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm

PLANALTO. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. **Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm

PÓLEN. Disponível em: <https://www.creditodelogisticareversa.com.br/post/taxas-de-reciclagem-no-brasil>

PORTAL BRASIL FATOR. **Campanha incentiva uso de lâmpadas fluorescentes para economizar energia**. 2008. Disponível em: <www.revistafator.com.br/ver_noticia.php?not=28241>. Acesso em 12/11/2008.

PORTAL LUMIÈRE. **O lucro das lâmpadas ecológicas**. In: O Estado de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <www.edlumiere.com.br/index.php?strArea=noticias&id=6121>. Acesso em 12/11/2008. PRIMACK, Richard B. Biologia da conservação. Londrina: Editora Planta, 2001.

QUEIROZ, G. C. e GARCIA, E.E.C. **ACV como ferramenta do gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. In: COLTRO, L. org. Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. Campinas: CETEA/ITAL, 2007. 75p.

RECICLA LATAS. Disponível em: <https://reciclalatas.com.br/>

RECICLASAMPA. Disponível em: <https://www.reciclasampa.com.br/>

RECICLOTECA: **Banco de Dados**. Disponível em: <www.recicloteca.org.br>. Acesso em 20/01/2009.

RECICLUS. Disponível em: <https://reciclus.org.br/onde-descartar/>

REIDLER, N. M. V. L., GÜNTHER, W. M. R. **Impactos ambientais e sanitários causados por descarte inadequado de pilhas e baterias usadas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0330EB12/ImpactosAmbientaisSanitarios.doc>>. Acesso em 21/02/2009.

REIS, M. F. P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2005. 239 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. REIS et. al. Efeitos escala e clima no processo de compostagem em região subtropical. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27. dez/2000.

RIBEIRO, Flávio de Miranda. **Responsabilidade Pós-Consumo na Política de Resíduos Sólidos: visão, estratégia e resultados até o momento no Estado de São Paulo**. Conexão Acadêmica. ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Ano I - Volume 2. Jul., 2012. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/conexao_edicoes.cfm> Acesso em 1/10/2012.

RODRIGUES, Angela Cássia. **Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Alter-nativas de Política e Gestão**. 2003. Monografia (A integra da pesquisa encontra-se na biblioteca da Escola de Sociologia e Política de SP) Disponível em: <http://comlurb.rio.rj.gov.br/Residuos_de_Equipamentos_Eletricos_e_Eletronicos.pdf>. Acesso em 20/01/2009.

ROMERO, Thiago. **Reciclagem de lâmpadas fluorescentes tem solução brilhante**. In: Agência FAPESP, 2006. Disponível em: <www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010125060623>. Acesso em 22/10/2008.

SANTOS, Amélia S. F.; AGNELLI, José Augusto M.; MANRICH, Sati. **Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas**. In: Polímeros, v. 14, p. 307-312, 2004.

SANTOS, A. M. A.; PINTO, T. C. N. O. **Contaminação do ar em usinas de reciclagem brasileiras e aspectos de saúde**. In: Conferência RCD Como Material de Construção. 4, São Paulo, 2008.

SCHALCH, V. et. al. **Curso sobre gerenciamento de resíduos sólidos**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1995. 227p.

SÃO PAULO (ESTADO). **Cadernos de Educação Ambiental – 10 – Consumo Sustentável. SMA, 2023**. Disponível em: <https://www.infraestruturaambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/caderno-10-consumo-sustentavel/>

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. **Gestão ambiental**. São Paulo: SMA, 2011.

SÃO PAULO (ESTADO). Secretaria do Meio Ambiente. **Texto Básico do Projeto Cidades Sustentáveis. Resíduos Sólidos Domiciliares e de Serviço de Saúde - Tratamento e Disposição Final**. São Paulo, 1997.

SÃO PAULO. Prefeitura Municipal de São Paulo. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS_2014)**. 2014. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/arquivos/PGIRS-2014.pdf>.

SCYCLE. Disponível em: <https://www.scycle.info/electronic-waste-rising-five-times-faster/>

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. **Coordenadoria de Planejamento Ambiental. Responsabilidade Pós-consumo**. Disponível em: <<http://www.am-biente.sp.gov.br/cpla/residuos-solidos-/responsabilidade-pos-consumo>>.

SILVA, Julie Brenda Santos da; CRUZ, Glauber. **Potencial energético dos resíduos de podas urbanas e reaproveitamento por meio da produção de biocombustíveis**. In: **VI Congresso Brasileiro de Resíduos Sólidos, 2019**. (VI CBRS 2019). Universidade Ceuma - São Luís (MA).

SINISA. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico, 2024**. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa>>. Acesso em: 02/07/2025.

SUZUKI, F. K. S. **Plano de Gerenciamento Sustentável dos Resíduos de Construção Civil (RCC). O caso de Rio Claro - SP**. 58 p. Trabalho de Formatura (graduação) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro (SP).

TAKAHASHI, V. C. I. **Reciclagem de baterias de íon de Li**: condicionamento físico e extração do Co. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TUFAILE, A. **Experimentos com LED**. São Paulo, 2007. (Notas de Aula).

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

UGAYA, C. M. L. **Análise do ciclo de vida: estudo de caso para os materiais e componentes automotivos no Brasil**. 2001. 199 p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas (SP).

ULSEN, C. **Caracterização tecnológica de resíduos de construção e demolição**. 2006. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VAN ELK, A. G. H. P. **Redução de emissões na disposição final**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007. 40 p.

VEIT, Hugo Marcelo. **Emprego do processamento mecânico na reciclagem de sucatas de placas de circuito impresso**. Resumo eletrônico, 05/11/2008. Disponível em: <http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/38064522.html>. Acesso em 22/01/2009.

VEIT, H. M.; BERNARDES, A. M. **Reciclagem de Sucatas Eletrônicas Através da Combinação de Processos Mecânicos e Eletroquímicos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 17. Paraná, 2006. Disponível em: <<http://www.metallum.com.br/17cbecimat/resumos/17Cbecimat-312-002.pdf>>. Acesso em: 20/01/2009.

VEIT, H. M.; BERNARDES, A. M.; BERTUOL, D. A.; OLIVEIRA, C. T. **Utilização de processos mecânicos e eletroquímicos para reciclagem de cobre de sucatas eletrônicas**. In: Rev. Esc. Minas, v.61, n.2, p. 159-164, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0370-44672008000200008&lng=en&nrm=iso&tIng=pt>. Acesso em: 20/01/2009.

VEIGA, Tallita Eduarda da. **Resíduos de podas e aparas de vegetação arbórea urbana: estudo exploratório sobre os instrumentos de gestão e práticas no município de São Paulo**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. doi:10.11606/D.6.2023.tde-10102023-184050.

VILHENA, André. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**. CEMPRE - Compromisso Empresarial para Re- ciclagem, São Paulo, 1999. NARVAES, PATRÍCIA. Dicionário ilustrado de meio ambiente. 2ª edição. São Caetano do Sul, SP: Yendis Editora; Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2012.

VILHENA, André. **Guia da Coleta Seletiva de Lixo**. CEMPRE - Compromisso Empresarial para Reciclagem, São Paulo, 1999.

WOLMER, F. A. **Gestão de resíduos sólidos urbanos**. Apostila do Curso Gestores Municipais de Resíduos Sólidos. São Paulo: CETESB/SMA, 2008. 45p.

WOLMER, F. A. **Apostila de Resíduos de Serviços de Saúde**. São Paulo: CETESB/SMA, 2008.

ZANICHELI, Claudia et. al. **Reciclagem de lâmpadas: Aspectos Ambientais e Tecnológicos**. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2004. Disponível em: <http://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/L%E2mpadas/reciclagem_de_lampadas_aspectos_ambientais_e_tecnologicos.pdf>. Acesso em 22/10/2008.

Legislações Aplicáveis

Legislações Federais

Leis Federais

- Lei nº 12.305/2010: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- Lei nº 14.260/2021: Lei de Incentivo à Reciclagem.
- Lei 14.026/2020: Novo Marco Legal do Saneamento.
- Lei nº 6.894/1980: Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura.
- Lei nº 12.890/2013: Altera a Lei nº 6.894/1980 para incluir remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura.

Decretos Federais

- Decreto nº 11.043/2022: Estabelece o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.
- Decreto nº 10.936/2022: Regulamenta a Lei nº 12.305/2010.
- Decreto nº 10.240/2020: Implementa sistemas de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico.
- Decreto nº 10.388/2020: Institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso.
- Decreto nº 11.300/2022: Institui o sistema de logística reversa de embalagens de vidro.
- Decreto nº 11.413/2023: Institui certificados de crédito de reciclagem.
- Decreto nº 4.954/2004: Aprova o Regulamento da Lei nº 6.894/1980, estabelecendo normas para a produção, importação e comercialização de fertilizantes e outros produtos relacionados.
- Decreto nº 8.384/2014: Altera o anexo ao Decreto nº 4.954/2004.
- Decreto nº 875/1993: Controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito.

- Decreto nº 12.082/2024: Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC).

Resoluções CONAMA

- Resolução CONAMA nº 001/1986: Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.
- Resolução CONAMA nº 237/1997: Revoga os artigos 3º e 7º da Resolução CONAMA nº 001/1986.
- Resolução CONAMA nº 237/1997: Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.
- Resolução CONAMA nº 275/2001: Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos.
- Resolução CONAMA nº 06/1991: Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos.
- Resolução CONAMA nº 358/2005: Dispõe sobre o tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de serviços de saúde.
- Resolução CONAMA nº 307/2002: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.
- Resolução CONAMA nº 348/2004: Altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe D e resíduos perigosos.
- Resolução CONAMA nº 431/2011: Altera o art. 3º da Resolução nº 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso.
- Resolução CONAMA nº 448/2012: Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 e revoga os artigos 7º, 12 e 13 da Resolução nº 307/2002.
- Resolução CONAMA nº 469/2015: Classifica as embalagens vazias de tintas imobiliárias como resíduo de Classe B nas diretrizes da Resolução nº 307/2002.
- Resolução CONAMA nº 452/2012: Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basiléia sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósito.

Legislações Estaduais

Leis estaduais

- Lei nº 997/1976: Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente.
- Lei nº 12.300/2006: Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes, objetivos, instrumentos para a gestão integrada e compartilhada de resíduos sólidos.
- Lei nº 12.528/2007: Obriga os Shopping Centers a implantarem processo de coleta seletiva de lixo.
- Lei nº 10.888/2001: Dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos de resíduos que contenham metais pesados.
- Lei nº 12.047/2005: Institui o Programa Estadual de Tratamento e Reciclagem de Óleos e Gorduras de Origem Vegetal ou Animal e Uso Culinário.
- Lei nº 17.806/2023: Disciplina a obrigatoriedade do gerenciamento adequado de resíduos sólidos gerados em eventos públicos, privados ou público-privados.

Decretos Estaduais

- Decreto nº 54.645/2009: Regulamenta dispositivos da Lei nº 12.300/2006.
- Decreto nº 64.512/2019: Dá nova redação a dispositivos do Regulamento da Lei nº 997/1976, que dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente.
- Decreto nº 46.584/2002: Dispõe sobre apoio aos projetos de controle da poluição ambiental em municípios do Estado de São Paulo.

Resoluções Estaduais

- Resolução nº 112/22: Altera a Resolução SIMA nº 145, de 22/12/2021, que estabelece procedimento para análise do processo de licenciamento da atividade de preparo de combustível derivado de resíduos perigosos para coprocessamento em fornos de clínquer.
- Resolução nº 145/21: Estabelece procedimentos para análise do processo de licenciamento da atividade de preparo de combustível derivado de resíduos perigosos para coprocessamento em fornos de clínquer.
- Resolução nº 028/22: Disciplina os procedimentos de celebração de convênios com Municípios paulistas, no âmbito da Política Estadual de Resíduos Sólidos.
- Resolução nº 027/21: Institui o Manifesto de Transporte de Resíduos – MTR do Sistema SIGOR, estabelece diretrizes para sua implementação e dá providências correlatas.

- Resolução nº 047/20: Estabelece diretrizes e condições para o licenciamento de unidades de preparo de CDR e da atividade de recuperação de energia proveniente do uso de CDR.
- Resolução nº 117/17: Estabelece condições para o licenciamento de aterros municipais no Estado de São Paulo.
- Resolução nº 45/15: Define as diretrizes para implementação e operacionalização da responsabilidade pós-consumo no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas.
- Resolução nº 081/14: Estabelece diretrizes para implementação do Módulo Construção Civil do Sistema SIGOR.
- Resolução nº 079/09: 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.

Cadernos de Educação Ambiental

Coordenação Geral

Diretoria de Educação Ambiental

Lara Carolina Chacon Costa – Diretora

Organização

Diretoria de Planejamento Ambiental

Marina Balestero dos Santos - Diretora

Diretoria de Resíduos Sólidos

André Simas

Caderno 6 – Resíduos Sólidos – 3ª Edição, 2025

Autoria

Tallita Eduarda da Veiga Reis

Diogo Sarmiento de Azevedo Lessa

Vitória Milanez Scrich

Natasha Jose Keber

Maria Teresa Castilho Mansor

Teresa Cristina Ramos Costa Camarão

Márcia Capelini

André Kovacs

Martinus Filet

Gabriela de Araújo Santos

Amanda Brito Silva

Colaboração

Eduardo Brito Bastos - INPEV

Fernando Antonio Wolmer – Cetesb

Revisão Técnica

Aruntho Savastano Neto - Cetesb

Cristiano Kenji Iwai - Cetesb

Elvira Lúcia Straus - Cetesb

Flávio Maron Vichi - Universidade de São Paulo - Instituto de Química

João Antonio Fuzaro - Cetesb

Maria Heloísa Assumpção - Cetesb

Revisão, Colaboração e Edição de Texto

Denise Scabin Pereira – DEA/SEMIL

Projeto Gráfico

Vera Severo

Diagramação

Laiane Silva Dantas dos Santos

Impressão e Acabamento

Laiane Silva Dantas dos Santos

**Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura
e Logística do Estado de São Paulo**

Av. Professor Frederico Hermann Junior, 345

CEP 05459-900 - Alto de Pinheiros, São Paulo - SP

PABX: +55 (11) 3133-3000

<https://semil.sp.gov.br/>

Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO SÃO TODOS