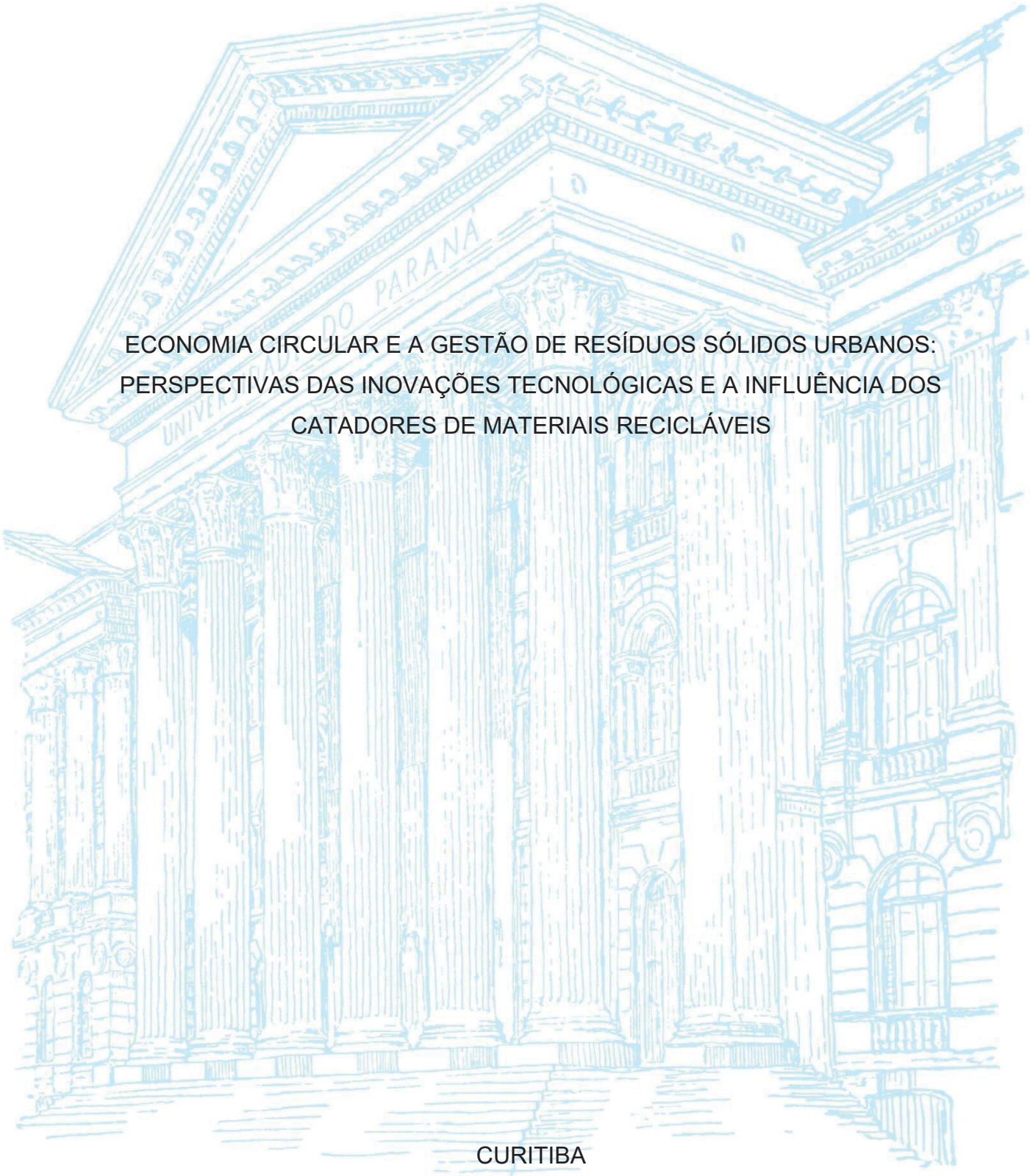
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

KAROLINE DELIBERALI FERRARI



ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PERSPECTIVAS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E A INFLUÊNCIA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

CURITIBA

2024

KAROLINE DELIBERALI FERRARI

ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PERSPECTIVA DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E A INFLUÊNCIA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Dissertação de Mestrado apresentado ao curso de Pós-Graduação em Planejamento Urbano, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná como requisito à obtenção do título de Mestra em Planejamento Urbano.

Orientador: Prof. Dr. Mariano de Matos Macedo

CURITIBA
2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Ferrari, Karoline Deliberali
Economia circular e a gestão de resíduos sólidos urbanos: perspectiva das inovações tecnológicas e a influência dos catadores de materiais recicláveis / Karoline Deliberali Ferrari. – Curitiba, 2024.
1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano.

Orientador: Mariano de Matos Macedo

1. Economia circular. 2. Resíduos sólidos urbanos. 3. Catadores de materiais recicláveis. I. Universidade Federal do Paraná. II. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano. III. Macedo, Mariano de Matos. IV . Título.

Bibliotecário: Leticia Priscila Azevedo de Sousa CRB-9/2029

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação PLANEJAMENTO URBANO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **KAROLINE DELIBERALI FERRARI** intitulada: **ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PERSPECTIVAS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E A INFLUÊNCIA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS**, sob orientação do Prof. Dr. MARIANO DE MATOS MACEDO, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 29 de Maio de 2024.

Assinatura Eletrônica
11/06/2024 09:58:17.0
MARIANO DE MATOS MACEDO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
08/06/2024 10:09:31.0
KATIA VALERIA MARQUES CARDOSO PRATES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
29/07/2024 19:24:13.0
ALTAIR ROSA
Avaliador Externo (PONTIFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANA)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 371306
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 371306

ATA Nº66

ATA DE SESSÃO PÚBLICA DE DEFESA DE MESTRADO PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRA EM PLANEJAMENTO URBANO

No dia vinte e nove de maio de dois mil e vinte e quatro às 14:00 horas, na sala https://teams.microsoft.com/l/meetup-join/19%3ameeting_NzkzM2IzMzQtNzg3Zi00NjAxLWEyNzAtMmQzNzFiZjgwYjQz%40thread.v2/0?context=%7b%22Tid%22%3a%22c37b37a3-e9e2-42f9-bc67-4b9b738e1df0%22%2c%22Oid%22%3a%22ebc3d2cd-a984-4ef8-a2f8-6bef98cd92ab%22%7d, Microsoft Teams, foram instaladas as atividades pertinentes ao rito de defesa de dissertação da mestranda **KAROLINE DELIBERALI FERRARI**, intitulada**: ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: PERSPECTIVAS DAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS E A INFLUÊNCIA DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS**, sob orientação do Prof. Dr. MARIANO DE MATOS MACEDO. A Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação PLANEJAMENTO URBANO da Universidade Federal do Paraná, foi constituída pelos seguintes Membros: MARIANO DE MATOS MACEDO (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ), KATIA VALERIA MARQUES CARDOSO PRATES (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ), ALTAIR ROSA (PONTIFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANA). A presidência iniciou os ritos definidos pelo Colegiado do Programa e, após exarados os pareceres dos membros do comitê examinador e da respectiva contra argumentação, ocorreu a leitura do parecer final da banca examinadora, que decidiu pela APROVAÇÃO. Este resultado deverá ser homologado pelo Colegiado do programa, mediante o atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca dentro dos prazos regimentais definidos pelo programa. A outorga de título de mestra está condicionada ao atendimento de todos os requisitos e prazos determinados no regimento do Programa de Pós-Graduação. Nada mais havendo a tratar a presidência deu por encerrada a sessão, da qual eu, MARIANO DE MATOS MACEDO, lavrei a presente ata, que vai assinada por mim e pelos demais membros da Comissão Examinadora.

CURITIBA, 29 de Maio de 2024.

Assinatura Eletrônica
11/06/2024 09:58:17.0
MARIANO DE MATOS MACEDO
Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
08/06/2024 10:09:31.0
KATIA VALERIA MARQUES CARDOSO PRATES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
29/07/2024 19:24:13.0
ALTAIR ROSA
Avaliador Externo (PONTIFICA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANA)

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.
Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 371306
Para autenticar este documento/assinatura, acesse https://siga.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp e insira o codigo 371306

Para o meu amado esposo, Wilson Murilo, e minha querida filha, Lina.

Este trabalho é dedicado a vocês dois, as duas partes mais preciosas da minha vida, minha família. Ao meu esposo, meu companheiro de jornada, e a nossa filha, nosso raio de sol. Agradeço pelo apoio, amor e inspiração que vocês me proporcionaram a cada dia. Que este trabalho represente nosso compromisso em construir um futuro juntos e sempre melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao meu professor, doutor e orientador Mariano de Matos Macedo, pela orientação, paciência, estímulo constante e sabedoria compartilhada. Sou grata por ter acreditado em mim e seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho, e me conceder a oportunidade de aprender com alguém tão dedicado à ciência.

Aos meus pais, Nilo e Inês por terem me instruído com tanto amor e dedicação. À minha irmã, Kariane, por fazer parte tão importante da minha jornada. À família do meu marido, Tânia e Vanderlei, e as cunhadas, Ana Caroline e Vitória. Agradeço por sempre acreditarem em mim, mesmo nos momentos em que duvidei de mim mesma. Sou profundamente grata por todo o incentivo e encorajamento que estas famílias me proporcionaram.

Ao meu esposo, Wilson Murilo, agradeço pela paciência, amor e compreensão aos dias que fiquei ausente para a realização deste trabalho. À minha filha, Lina, meu maior presente, que veio de surpresa no meio do mestrado, renovou minhas forças reafirmando o propósito deste caminho de ser mãe, trazendo alegria e amor a cada passo dessa jornada.

Aos meus amigos, Hugo, Julyana e Sofia por compartilharmos experiências e conquistas. O caminho se tornou mais leve com a presença de vocês, e as trocas de conhecimento foram enriquecedoras.

Á Dona Anna, uma senhora de 70 anos que reside em Campinas SP, e que sempre me inspirou com suas reflexões filosóficas, encorajando-me a estudar e a confiar nas minhas decisões profissionais. Sou muito grata pela insistência em prosseguir com os meus estudos.

Aos meus amigos e colegas de estágio de pós-gradução no Tribunal de Contas do Paraná, Rafael, Jeth, Vinícius, Leonardo Lick, Leonardo Caniato, Dortas, Isabella, Valéria, Michelle, Caio, Kassia, Márcio, Júlia, Stephani, Sara, Carol, Débora, Elizandro, Rose, Marcelo, Rodrigo e Amanda expresso minha gratidão pelos conhecimentos gerados e contribuídos, bem como pelo incentivo oferecido durante a realização deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná pelo suporte acadêmico, pela oportunidade de aprendizado e pela estrutura oferecida durante todo o período do mestrado.

Por fim, dedico este trabalho a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste sonho. Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, os que não foram mencionados o meu muito obrigado.

Na economia circular, o desperdício é simplesmente uma falha de imaginação.

Ellen MacArthur

RESUMO

A economia circular é um modelo econômico que busca a sustentabilidade ao maximizar a reutilização de recursos e minimizar a geração de resíduos. Este estudo examina a implementação da economia circular na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil, focando na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e nos aspectos das inovações tecnológicas. Sobretudo, destaca-se o papel da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) que tende a favorecer a gestão dos RSU. Além disso, a pesquisa analisa a influência dos catadores de materiais recicláveis, reconhecendo-os como agentes importantes na transição para a economia circular. O principal objetivo deste trabalho é analisar a PNRS e outras regulamentações, incluindo os Decretos Federais 10.936/2022, 11.043/2022, 11.413/2023 e 11.414/2023, os quais têm contribuído para a adoção de práticas de economia circular na gestão de RSU no Brasil. A pesquisa utilizou uma abordagem qualitativa que combinou análise documental de legislações e decretos federais, bem como pesquisa bibliográfica em plataformas de banco de dados com foco na economia circular e na gestão de RSU. Os resultados indicam que, apesar dos avanços na legislação, a implementação prática da economia circular ainda enfrenta desafios significativos, especialmente em áreas rurais e periféricas. A coleta seletiva abrange apenas 14,7% da população urbana do Brasil, e há uma disparidade na geração de resíduos entre diferentes faixas de renda. A população de renda alta, que representa 17% da população, gera 34% dos resíduos sólidos. A pesquisa conclui que a PNRS e os decretos regulamentares são fundamentais para promover a economia circular no Brasil. Entretanto, é necessário um esforço contínuo para superar as disparidades regionais e envolver todos os setores da sociedade. A colaboração entre poder público, setor privado e sociedade civil é essencial para alcançar uma gestão de resíduos mais eficiente e sustentável.

Palavras-chave: economia circular; gestão de RSU; catadores de materiais recicláveis; inovações tecnológicas; políticas públicas.

ABSTRACT

The circular economy is an economic model that seeks sustainability by maximizing resource reuse and minimizing waste generation. This study examines the implementation of the circular economy in the management of Municipal Solid Waste (MSW) in Brazil, focusing on the National Solid Waste Policy (PNRS) and the aspects of technological innovations. Notably, it highlights the role of Information and Communication Technology (ICT), which tends to favor MSW management. Additionally, the research analyzes the influence of recyclable material collectors, recognizing them as important agents in the transition to a circular economy. The main objective of this work is to analyze the PNRS and other regulations, including Federal Decrees 10.936/2022, 11.043/2022, 11.413/2023, and 11.414/2023, which have contributed to the adoption of circular economy practices in MSW management in Brazil. The research used a qualitative approach that combined documentary analysis of legislation and federal decrees, as well as bibliographic research on database platforms focused on the circular economy and MSW management. The results indicate that, despite advances in legislation, the practical implementation of the circular economy still faces significant challenges, especially in rural and peripheral areas. Selective collection covers only 14.7% of the urban population in Brazil, and there is a disparity in waste generation across different income brackets. The high-income population, which represents 17% of the population, generates 34% of solid waste. The research concludes that the PNRS and regulatory decrees are fundamental in promoting the circular economy in Brazil. However, continuous efforts are necessary to overcome regional disparities and engage all sectors of society. Collaboration between the public sector, private sector, and civil society is essential to achieve more efficient and sustainable waste management.

Keywords: circular economy; waste management; recyclable material pickers; technological innovation; public policies.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Classificação da pesquisa científica.....27
FIGURA 2 – Classificação da pesquisa científica da presente dissertação.....29
FIGURA 3 – Intuição para a escolha do tema de pesquisa.....29
FIGURA 4 – Fluxograma do tema de pesquisa nesta dissertação.....31
FIGURA 5 – Etapas da pesquisa científica desta dissertação.....33
FIGURA 6 – Etapas da pesquisa bibliográfica desta dissertação.....37
FIGURA 7 – Processo da economia linear.....42
FIGURA 8 – Sistema da economia circular: processos técnicos e biológicos.....44
FIGURA 9 – Parâmetros de *Top-Down Change* e *Bottom-Up Change*.....47
FIGURA 10 – Ondas de ciclos longos de Kondratieff.....59
FIGURA 11 – Os padrões de desenvolvimento conforme a trajetória histórica.....61
FIGURA 12 – Cinco revoluções tecnológicas: desde 1771 aos anos 2000.....63
FIGURA 13 – Sequência recorrente na relação entre o capital financeiro e o capital produtivo em uma onda longa de desenvolvimento.....65
FIGURA 14 – Representação de 21 anos de discussões sobre o tema de gestão e gerenciamento de RSU no Congresso Nacional.....72
FIGURA 15 – Estruturação da legislação brasileira relacionada aos RSU.....73
FIGURA 16 – Estratégias de gestão e gerenciamento de RSU.....79
FIGURA 17 - O tratamento de um modelo de gestão integrada de RSU.....81
FIGURA 18 – Processo de triagem dos resíduos para a coleta seletiva.....83
FIGURA 19 – Coleta seletiva de materiais recicláveis porta a porta no município de Cascavel (PR).....87
FIGURA 20 – Ponto de Entrega Voluntária (PEVs) no município de Morungaba (SP).....87
FIGURA 21 – Trabalhador autonômo realizando a coleta de materiais recicláveis na área urbana.....88
FIGURA 22 – Estrutura do modelo Integrado de Gestão Sustentável (ISWM).....92
FIGURA 23 – Site da empresa TerraCycle.....96
FIGURA 24 – População das regiões brasileiras.....101
FIGURA 25 - Geração de RSU no Brasil em 2022.....102
FIGURA 26 – Coleta de RSU no Brasil em 2022.....104

FIGURA 27 – Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população total 111
FIGURA 28 – Cobertura da coleta de resíduos sólidos domiciliares por cobrança em municípios brasileiros (2022) 113
FIGURA 29 – Colelta de resíduos recuperados por catadores e cooperativas no Brasil em 2023 115
FIGURA 30 – Catadores de materiais recicláveis na região urbana do Brasil..... 117
FIGURA 31 – Membros do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis: 22 anos de luta e organização 119
FIGURA 32 – Organizações de catadores nos municípios entrevistados pelo CEMPRE..... 121
FIGURA 33 – Ativista Diogo De Sant'Ana 127
FIGURA 34 – Geração de empregos para cada etapa de resíduos processados ... 137
FIGURA 35 – Relação da quantidade de resíduos gerados ao longo dos anos..... 141
FIGURA 36 – Pilares de conhecimento e engajamento do *Global Platform for Sustainable* (GPSC)..... 142
FIGURA 37 – Estrutura para aplicação da economia circular em Amsterdã 150
FIGURA 38 – Representação dos parâmetros de *Top-Down Change, Bottom-Up Change* e o método ReSOLVE 183

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Geração de RSU per capita por grande região 103
GRÁFICO 2 – Coleta de RSU por região no Brasil em 2022..... 105
GRÁFICO 3 – Disposição final adequada e inadequada de RSU no Brasil em 2022 105
GRÁFICO 4 – Disposição final de RSU por região do Brasil em 2022 106
GRÁFICO 5 – Massa de RSU gerada e destinada por ano..... 108
GRÁFICO 6 – Coleta de Resíduos recuperados por catadores e cooperativas no Brasil em 2023 115
GRÁFICO 7 – Coleta de Resíduos recuperados por catadores e cooperativas por região do Brasil em 2023 116
GRÁFICO 8 – Renda mensal com a coleta e venda de recicláveis..... 123
GRÁFICO 9 – Geração de RSU em relação per capita à população dos países (2016)..... 141
GRÁFICO 10 – Número de publicações entre o período de 2020 a 2024 182
GRÁFICO 11 – Resultado do número de artigos das plataformas conforme a tipologia..... 185

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Plataformas das bases de dados 34
QUADRO 2 – Principais autores desta dissertação 36
QUADRO 3 – Autores citados na metodologia desta dissertação 38
QUADRO 4 - O novo capitalismo 54
QUADRO 5 – Contraste entre o fordismo e a acumulação flexível 55
QUADRO 6 – Fases de uma revolução tecnológica e seus paradigmas tecno-econômico 66
QUADRO 7 – Diferenças dos aspectos de gestão e gerenciamento de RSU 78
QUADRO 8 – Metodologia da coleta seletiva 83
QUADRO 9 – Diferença no padrão de cores na legislação 85
QUADRO 10 – Métodos da coleta seletiva 86
QUADRO 11 – Princípios da economia circular 3Rs 89
QUADRO 12 – Fatores que influenciam o desempenho dos sistemas de gestão de resíduos 92
QUADRO 13 – Impacto do financiamento governamental à ONG na transparência da informação e nos danos associados do *greenwashing* da cadeia de abastecimento global 98
QUADRO 14 – Tipos de destinação adotadas para o RSU em 2019 109
QUADRO 15 – Cronologia das ações da Comissão Europeia para a economia circular – 2020 a 2022 139
QUADRO 16 – Tipologia dos parâmetros de *Top-Down Change*; *Bottom-Up Change* e o método ReSOLVE 184
QUADRO 17 – Relação de artigos encontrados na plataforma Periódicos da CAPES no período de 2020 ao mês de abril de 2024 classificados conforme tipologia 16
QUADRO 18 – Relação de artigos encontrados na plataforma *Scopus* no período de 2020 ao mês de abril de 2024 classificados conforme tipologia 23
QUADRO 19 – Relação de artigos encontrados na plataforma *Lens* no período de 2020 ao mês de abril de 2024, classificados conforme tipologia 30

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
Abetre	Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes
ABREMA	Associação Brasileira de Resíduo e Meio Ambiente
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ACV	Avaliação do ciclo de vida
ANCAT	Associação Nacional dos Catadores
CBO	Código Brasileiro das Ocupações
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
CONAMA	Conselho nacional do Meio Ambiente
DSS	Dubai Solar Show (evento)
EC	Economia Circular
EEA	*European Environment Agency* – Agência Europeia do Ambiente
EL	Economia Linear
EMF	*Ellen MacArthur Foundation* – Fundação Ellen MacArthur
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FUCAMP	Fundação Carmelitana Mário Palmério
GEF	*Global Environment Facility* – Fundo Global para o Meio Ambiente
GPSC	*Global Platform for Sustainable Cities* – Plataforma Global para Cidades Sustentáveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Ipea	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISCV	Inovação e Sustentabilidade na Cadeira de Valor
ISWM	*Integrated Sustainable Waste Management* – Modelo Integrado de Gestão Sustentável de Resíduos
IVA	Imposto de Valor Agregado
JIT	Produção *just-in-time*

LDPE	*Low Density Polyethylene* - PEBD
LED	*Light Emitting Diode* – Diodo Emissor de Luz
LR	Logística Reversa
MNCR	Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis
NEPER	Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONG	Organização não governamental
ONU	Organização das Nações Unidas
PEVs	Pontos de Entrega Voluntária
PICs	Pontos de Incentivo à coleta seletiva
PLS	Projeto de Lei do Senado
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - UNEP
PPPs	*Municipal Public-private Partnerships* – Parcerias Público-privadas Municipais
PUC	Pontifícia Universidade Católica
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
Selur	Sindicato das Empresas de Limpeza urbana no Estado de São Paulo
Selurb	Sindicato das Empresas de Limpeza urbana
SHS	Departamento de Hidráulica e Saneamento
SINIMA	Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente
SINIR	Sistema Nacional de Informação sobre a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos
SINISA	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNS	Secretaria Nacional de Saneamento
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação
TOD	*Transit-oriented Development* – Desenvolvimento Orientado ao Trânsito
UE	União Europeia
UECE	Universidade Estadual do Ceará
UFPR	Universidade Federal do Paraná
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UnB	Universidade de Brasília

UNEP	*United Nations Environment Programme* – PNUMA
UNESP	Universidade Estadual Paulista
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USF	*Urban Sustainability Framework* – Estrutura de Sustentabilidade Urbana
USP	Universidade de São Paulo
WWF	*World Wildlife Fund* – Fundo Mundial da Natureza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21
1.1 Problema 22
1.2 Objetivos 23
1.2.1 Objetivo geral 23
1.2.2 Objetivos específicos 23
1.3 Justificativa 24
2 METODOLOGIA 26
2.1 O método da pesquisa 26
2.2 A escolha do tema 29
2.3 O desenvolvimento da pesquisa 32
2.3.1 Procedimento metodológico 34
3 REVISÃO DE LITERATURA 40
3.1 A TRANSIÇÃO DA ECONOMIA LINEAR PARA A ECONOMIA CIRCULAR NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL URBANO 41
3.1.1 A economia linear 41
3.1.2 A estrutura da economia circular 43
3.1.3 A economia circular urbana 46
3.1.4 Transição nas cidades do sistema linear para a economia circular 49
3.2 TRANSFORMAÇÕES DOS PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO DO CAPITALISMO 52
3.2.1 Do fordismo para a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) 52
3.2.2 As revoluções tecnológicas e os paradigmas tecno econômicos 58
3.3 A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS REFERENTE À ECONOMIA CIRCULAR 69
3.3.1 Breve histórico dos Resíduos Sólidos Urbanos 69
3.3.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 72
3.3.2.1 Resíduos Sólidos: as estratégias, gerenciamento e gestão 77
3.3.2.2 A coleta seletiva: metodologias e métodos 82
3.3.3 Modelo de produção circular na gestão de RSU 89
3.3.3.1 Informações ocultas: *greenwashing* 95
3.4 ECONOMIA CIRCULAR: UMA ABORDAGEM NACIONAL E INTERNACIONAL NA GESTÃO DE RSU 100

3.4.1 CONTEXTO NACIONAL 100
3.4.1.1 O consumo, a geração e a gestão de RSU no Brasil 100
3.4.1.2 Gestão e gerenciamento de RSU no Brasil 110
3.4.1.3 A coleta seletiva de RSU no Brasil 114
3.4.1.4 Catadores de materiais recicláveis: a luta dos protagonistas da sustentabilidade urbana no Brasil 117
3.4.1.5 Perfil demográfico e socioeconômico dos catadores de materiais recicláveis no Brasil 121
3.4.1.6 Políticas públicas e leis para os catadores de materiais recicláveis no Brasil 126
3.4.1.7 Economia Circular no Brasil: um panorama das mudanças e desafios 129
3.4.2 CONTEXTO INTERNACIONAL 136
3.4.2.1 A União Europeia (UE) na economia circular e o compromisso do Banco Mundial com a Sustentabilidade Urbana 138
3.4.2.2 Práticas globais em Gestão de RSU 143
3.4.2.3 América: Canadá 144
3.4.2.4 Ásia-Pacífico: Yokohama - Japão 145
3.4.2.5 Europa: Amsterdam - Holanda 149
3.4.2.6 Oriente Médio e África: Emirados Árabes Unidos e Etiópia 151
4 CONCLUSÃO E ANÁLISE 153
4.1 Adaptações nos padrões de desenvolvimento capitalista diante da economia circular e desafios na gestão de resíduos sólidos urbanos 153
4.2 Economia circular: desafios e oportunidades na gestão de resíduos sólidos urbanos no brasil 154
4.3 Rumo a cidades sustentáveis na economia circular 158
4.4 Desafios e perspectivas na gestão de resíduos sólidos à economia circular 159
4.5 Parcerias globais para um futuro sustentável: o compromisso da união europeia e do banco mundial 160
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 162
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 163
REFERÊNCIAS 165
6 APÊNDICE 1 181
6.1 ESTADO DA ARTE: ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS 181

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional acelerado impulsiona um consumo desenfreado, que resulta no aumento dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (ONU, 2020). Neste cenário, destaca-se a importância da coleta seletiva como um aspecto para garantir a qualidade de vida dos habitantes, uma vez que os catadores de materiais recicláveis desempenham um trabalho na reciclagem e na reutilização, contribuindo para mitigar o impacto ambiental causado pelo descarte inadequado de resíduos.

A gestão de RSU se torna uma questão premente diante deste panorama, necessita da implementação de políticas práticas eficazes para o manejo adequado dos resíduos. Com isso, observa-se uma tendência em direção à automação urbana, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) têm potencial para auxiliar na gestão e na mitigação dos impactos ambientais decorrentes do aumento do consumo (Cardoso e Kuazaqui, 2020).

Com o aumento da população e do consumo, também aumenta a demanda por recursos naturais, impactando diretamente nas mudanças climáticas. Nesse contexto, fica evidente que os problemas ambientais estão intrinsecamente ligados às atividades econômicas, que têm sido amplamente fundamentadas no paradigma da economia linear, baseado na extração de recursos naturais sem levar em consideração a finitude do planeta Terra (Joensuu *et al.*, 2020).

Nesse sentido, um dos avanços significativos é a transição para uma economia circular, que busca superar as limitações do modelo linear, promovendo a redução do desperdício, a reutilização de recursos e a reciclagem de materiais, com o objetivo de criar um sistema mais sustentável e resiliente (EMF, 2013).

A economia circular se baseia no princípio de estabelecer um sistema sustentável e economicamente viável, que visa minimizar a extração de recursos naturais e maximizar a reutilização de produtos. As mudanças estratégicas nos modelos de negócios associados a essa transição estão diretamente ligadas à gestão política e à forma de produção (EMF, 2013).

No contexto internacional, organizações globais, como a Organização das Nações Unidas têm demonstrado uma crescente preocupação com o meio ambiente (ONU, 2020). No âmbito nacional, algumas empresas no Brasil têm aderido à economia circular, buscando promover mudanças em seus processos produtivos e contribuir para a sustentabilidade. Entretanto é importante ressaltar que ainda existem

desafios e lacunas a serem enfrentados no desenvolvimento e implementação da economia circular, especialmente no que diz respeito à gestão de RSU (CNI, 2018).

As áreas urbanas são espaços caracterizados por sua dinamicidade, o que as torna propícias para a implementação de programas voltados para a transição e experimentação, especialmente diante do desafio da sustentabilidade. As cidades oferecem um ambiente propício para a análise e o desenvolvimento de novas soluções, como destacado por Loorbach *et al.*, (2016).

Diante desse contexto, esta dissertação tem o objetivo de analisar a adoção da economia circular na gestão de RSU no contexto nacional e internacional. Este estudo busca compreender os desafios e as oportunidades associadas a essa transição, considerando especialmente o papel das inovações tecnológicas e a influência significativa do trabalho dos catadores de materiais recicláveis. Além disso, pretende-se investigar como as políticas públicas, as práticas de gestão e as iniciativas tecnológicas podem impactar nas transformações rumo à economia circular nas cidades.

1.1 PROBLEMA

A economia circular apresenta-se como uma alternativa sustentável, buscando minimizar a extração de recursos naturais, reduzir a produção de resíduos e as emissões de poluentes, e otimizar a utilização eficiente dos recursos disponíveis. A transição da economia linear para a economia circular, em particular, requer atenção e investigação aprofundada, com enfoque na gestão de RSU, nas revoluções tecnológicas e na influência dos catadores de materiais recicláveis que podem impulsionar a eficiência nesse processo.

Dessa maneira, ao longo da elaboração desta dissertação, desafios foram surgindo, levando à formulação das seguintes perguntas:

- Quais são as características do contexto urbano que exemplificam as práticas e desafios na transição para uma economia circular?
- Qual o impacto das políticas públicas na gestão de RSU durante a transição para a economia circular?
- De que maneira os catadores de materiais recicláveis contribuem para a economia circular nas cidades, e qual é sua importância nesse contexto?

- Como as TICs auxiliam para a transição da economia circular?
- Como a gestão de RSU impacta para promover a economia circular nas cidades?
- Como os governos locais, empresas público-privadas e comunidades podem contribuir na economia circular urbana?

Diante destas questões, pode-se dedicar esforços a fim de promover uma compreensão mais sólida dos desafios e oportunidades da economia circular nas áreas urbanas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo central desta dissertação consiste em analisar a transição da economia circular no contexto da gestão de RSU no Brasil, levando em consideração os aspectos das inovações tecnológicas e a influência do trabalho dos catadores de materiais recicláveis como prática adotada para alcançar a economia circular urbana.

1.2.2 Objetivos específicos

A fim de alcançar o objetivo principal desta Dissertação de Mestrado, foram estipulados os seguintes objetivos específicos:

- Conceituar a economia linear na transição da economia circular urbana, demonstrando suas diferenças e transições.
- Verificar o contexto de emergência da economia circular na TIC.
- Demonstrar perspectivas atuais e futuras da gestão de RSU com a implementação da economia circular no contexto nacional e internacional.
- Analisar a transição da economia circular no contexto da gestão de RSU, considerando a influência do trabalho dos catadores de materiais recicláveis no Brasil.

Esses objetivos específicos visam fornecer uma compreensão abrangente da transição da economia circular na gestão de RSU.

1.3 JUSTIFICATIVA

Diante dos desafios ambientais cada vez mais urgentes, a economia linear, está se mostrando inadequada para enfrentar as demandas do mundo contemporâneo. Segundo *Ellen MacArthur Foundation* (EMF) (2013), esse modelo de produção e consumo tem contribuído para problemas como a degradação ambiental, mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, se tornando insustentável a longo prazo.

Com isso, surge a necessidade da transição para a economia circular, especialmente nas áreas urbanas, onde o crescimento populacional e o consequente aumento do consumo estão intensificando a pressão sobre os recursos naturais e exacerbando os impactos ambientais. A economia circular propõe um modelo de produção e consumo baseado na maximização do uso eficiente dos recursos, na redução de resíduos e na promoção da reutilização, reciclagem e recuperação de materiais (EMF, 2013).

Para ocorrer a transição, alguns desafios podem ser enfrentados na implementação da economia circular urbana, a TIC auxilia na visão desse novo paradigma social e econômico (Petit- Boix e Leipold, 2018). A TIC tem potencial de otimizar os processos de gestão de RSU para tornar os processos eficientes. Facilitar a comunicação e a colaboração entre os diversos atores envolvidos, incluindo governos, empresas, organizações da sociedade civil, promovendo a troca de conhecimentos, iniciativas conjuntas e a disseminação de boas práticas e soluções inovadoras (Szigethy e Antenor, 2020).

As iniciativas para alcançar a economia circular urbana podem ser impulsionadas pelo trabalho dos catadores de materiais recicláveis, os quais desempenham um papel na sociedade para promover a coleta seletiva. As contribuições advindas desse trabalho da coleta seletiva incluem a redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários e o aumento das taxas de reciclagem, sendo aspectos na transição para um modelo circular. Além disso, o trabalho dos catadores contribui para a geração de emprego e renda em comunidades locais, e promove a inclusão social ao oferecer a possibilidade de mudança de vida (Gov.br, 2021).

Contudo, as políticas públicas podem incluir medidas que incentivem a gestão de RSU, que são desempenhados pela participação dos catadores. A gestão política e econômica de inovação e tecnologia no meio urbano tem o potencial de impulsionar a transição para um modelo urbano sustentável, favorecendo a criação de uma infraestrutura urbana inteligente, o desenvolvimento de energias renováveis e a promoção de práticas ambientalmente responsáveis (Kniess *et al.*, 2019).

Portanto, é fundamental buscar conhecimento para compreender os desafios e as oportunidades associadas à transição para a economia circular nas áreas urbanas. Essa compreensão não apenas destaca a necessidade de políticas públicas estruturadas, mas também impulsiona a inovação e a integração dos catadores de materiais recicláveis, para aproveitar as oportunidades e promover uma economia sustentável e inclusiva (Limonad e Randolph, 2002).

2 METODOLOGIA

O presente trabalho se baseia na pesquisa científica, a qual não se satisfaz com o conhecimento superficial, se sustenta em questionamentos, indagações, críticas e porquês. É um conhecimento ordenado na lógica, formando um sistema de ideias com as teorias. Deste modo, o conhecimento científico se torna uma ferramenta forte de convicção, pela sua objetividade e eficiência.

> Criamos uma civilização global na qual elementos importantes, como transporte, comunicações, indústrias diversas, agricultura, medicina, educação, entretenimento, proteção ao meio ambiente e até mesmo a instituição democrática do voto, dependem profundamente de avanços em ciência e tecnologia. A compreensão geral desses fundamentos científicos e tecnológicos é limitada pela disparidade de informação. A dependência crescente ao entendimento sem fundamentação representa um potencial risco, ao qual pode resultar em consequências adversas no futuro (Sagan, 1997).

Neste capítulo, serão descritos a metodologia adotada neste trabalho, delineada por meio da pesquisa bibliográfica, bem como os aspectos da pesquisa e o desenvolvimento do estudo, que incluem a seleção do tema de pesquisa e os procedimentos metodológicos utilizados.

2.1 O MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa científica está presente em toda área da ciência, representando um processo de investigação direcionado para solucionar, responder ou aprofundar o entendimento de um fenômeno. O investigador não é o único a contribuir com seu trabalho intelectual, os seres humanos, os grupos e as sociedades são significativos a suas ações e construções, na medida em que se desenvolvem as estruturas sociais, o nível de consciência histórica reflete as posições frente à realidade da pesquisa (Minayo *et al.*, p. 14, 2002).

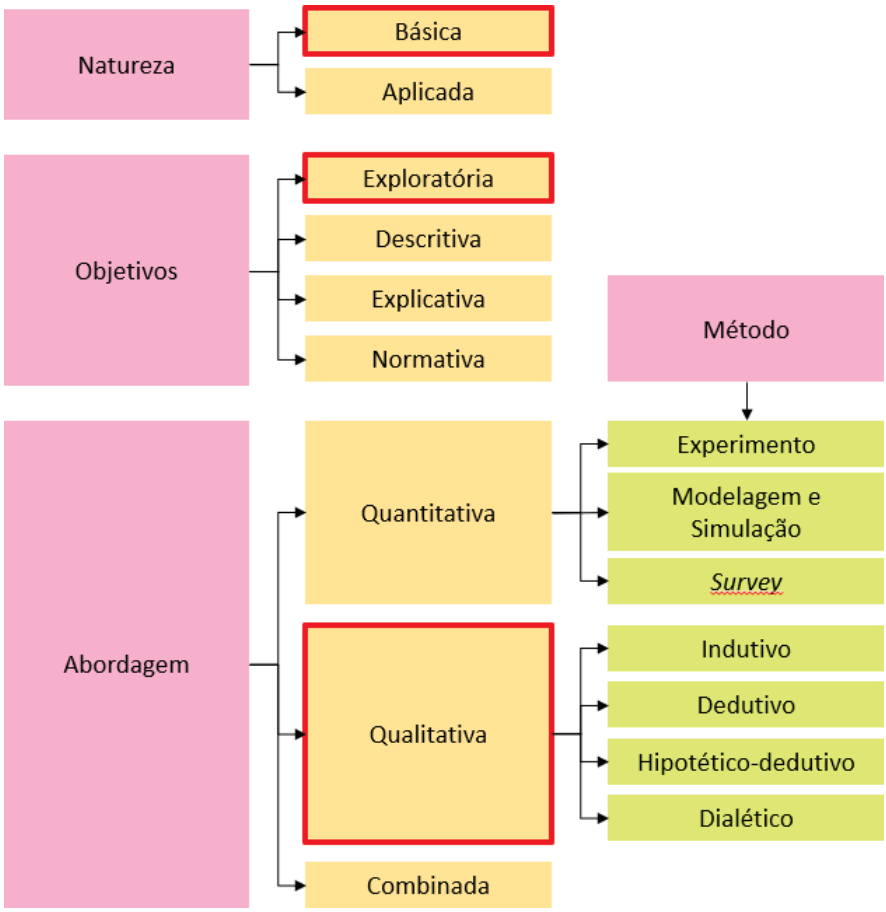
Conforme a classificação correspondente, a natureza de pesquisa nesta dissertação pode ser considerada como **básica**. Segundo Gerhardt e Silveira (p. 34, 2009), a qual estabelece que a pesquisa básica tem por objetivo a produção de conhecimento, para o avanço da ciência, sem necessária aplicação prática prevista.

Neste contexto, a investigação em pauta se concentra na análise da economia circular, especialmente no que diz respeito à geração de RSU em concomitância com

o desenvolvimento da TIC e os catadores de materiais recicláveis, sob a perspectiva das cidades.

Na FIGURA 1 é mostrada a classificação da pesquisa científica adaptada de Turrioni e Mello (2012), de acordo com a dissertação descrita.

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA.



FONTE: Autora (2024) adaptado de Turrioni e Mello (2012).

Conforme a FIGURA 1, em relação aos objetivos é possível classificar a pesquisa em três grupos: a pesquisa exploratória, descritiva e explicativa. Neste contexto, a presente pesquisa é qualificada como **exploratória**, pois segundo Gil (2017), a pesquisa exploratória tem o objetivo de se familiarizar com o problema ou fenômeno de pesquisa, visando torná-lo mais explícito ou a desenvolver hipóteses.

Minayo *et al.* (2002), demonstra a dificuldade de finalizar a fase exploratória de uma pesquisa, cita que:

> "(...) a fase exploratória termina quando o pesquisador definiu seu objeto de pesquisa, construiu o marco teórico conceitual a ser empregado, definiu os instrumentos de coleta de dados, escolheu o espaço e o grupo de pesquisa, definiu amostragem e estabeleceu estratégias para entrada no campo. Assim, se conclui que não é possível determinar com tanto rigor seu término. Com isso, é imprescindível que o pesquisador programe o final desta etapa, incluindo num cronograma" (Minayo *et al.*, p. 32, 2002).

Entende-se que a fase exploratória se alicerça na pesquisa bibliográfica disciplinada, crítica e ampla. Esta forma de proceder auxilia na agilidade com a dimensão prática para a construção das etapas necessárias à investigação que deverão ser esboçadas no projeto de pesquisa (Minayo *et al.*, 2002).

O parâmetro de abordagem no presente estudo conforme a FIGURA 1 se caracteriza como **qualitativa**. A pesquisa qualitativa se dedica a explorar questões particulares. No contexto das ciências sociais, seu foco reside na dimensão da realidade que não se presta à quantificação. Em outras palavras, essa abordagem concentra-se no universo de significados, motivações, aspirações, crenças, valores e atitudes, abrangendo um domínio profundo das relações, processos e fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (Minayo *et al.*, p. 21-23, 2002).

No âmbito das concepções teóricas de abordagem, a teoria e a metodologia estão interligadas de forma inseparável. Enquanto o conjunto de técnicas, a metodologia deve dispor de uma estrutura objetiva, coerente, elaborada, capaz de direcionar os desafios teóricos para a realização da prática (Minayo *et al.*, p. 16, 2002).

Para tal, na pesquisa qualitativa identificada no trabalho se desenvolve através da abordagem **indutiva** e **dedutiva**. A pesquisa indutiva frequentemente envolve a análise de dados específicos, como entrevistas, observações ou documentos, para identificar padrões, temas ou teorias emergentes. O pesquisador procura compreender o significado subjacente dos dados antes de formular conclusões gerais. Assim, a pesquisa dedutiva envolve a aplicação de teorias ou conceitos preexistentes ao contexto específico do estudo. O pesquisador pode iniciar uma estrutura teórica e, em seguida, verificar sua aplicabilidade ou adaptar com base nas observações em campo (Gerhardt e Silveira, p. 26-27, 2009).

Diante da explicação citada, a FIGURA 2 ilustra a classificação da pesquisa adotada.

FIGURA 2 - CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA DA PRESENTE DISSERTAÇÃO.

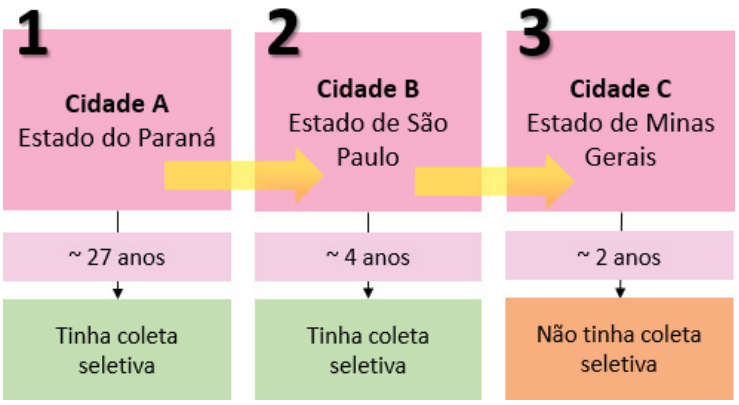
FONTE: Autora (2024).

Para concluir, a classificação pesquisa científica nesta dissertação se caracteriza como pesquisa de natureza básica, o objetivo como exploratório com abordagem qualitativa e a utilização do método indutivo e dedutivo.

2.2 A ESCOLHA DO TEMA

O planejamento detalhado de todos os processos a serem utilizados constitui a primeira etapa da pesquisa científica, a formulação da escolha do tema (Gil, p. 12, 2017). O tema de pesquisa pode ser elaborado de acordo com a identidade do pesquisador, na FIGURA 3 está demonstrada de modo simplificado as experiências da pesquisadora.

FIGURA 3 - INTUIÇÃO PARA A ESCOLHA DO TEMA DESTA PESQUISA.



FONTE: Autora (2024).

Conforme a FIGURA 3, a pesquisadora residiu na **cidade A** no estado do Paraná por aproximadamente 27 anos, onde contava com o serviço de coleta seletiva providenciado pelo município. Durante 4 anos em que habitou a **cidade B**, estado de

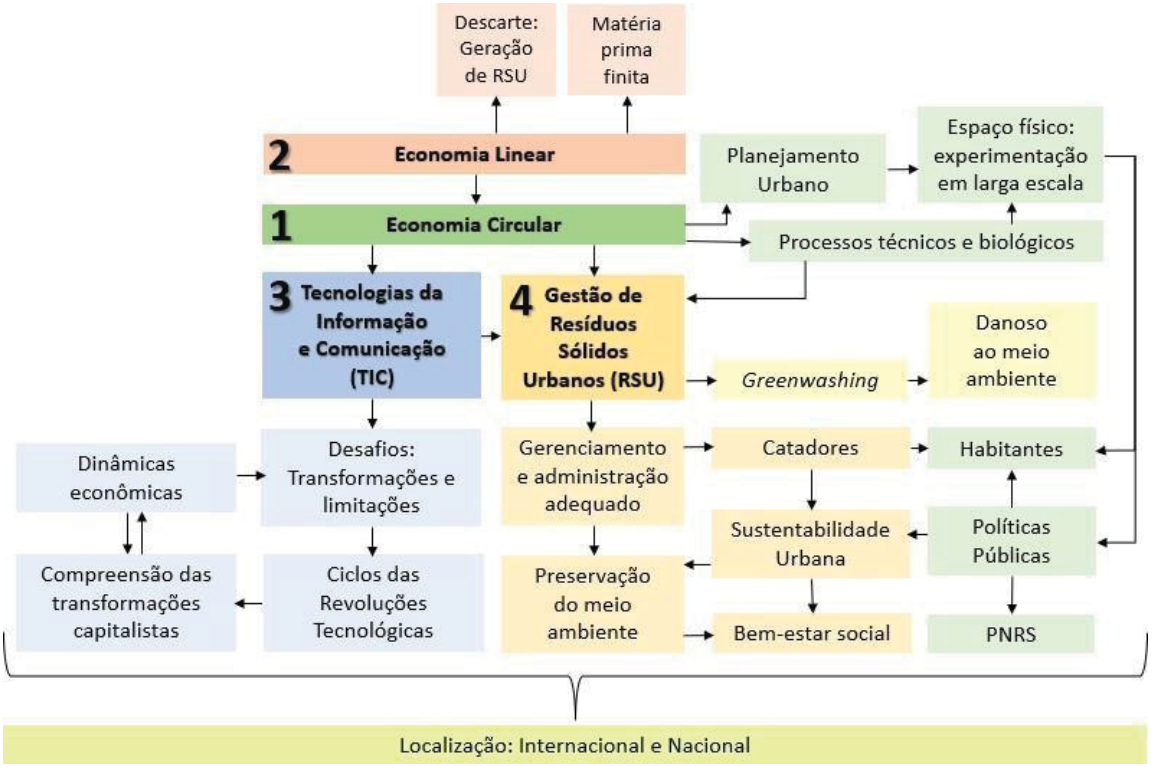
São Paulo, manteve a prática da separação do lixo, devido à disponibilidade do serviço de coleta seletiva municipal. No entanto, ao residir por 2 anos na **cidade C**, estado de Minas Gerais, a pesquisadora enfrentou desafios em relação à separação de resíduos, impactando sua experiência de vida de maneira abrangente.

Com a experiência de viver em três estados distintos, a pesquisadora que é formada em Arquitetura e Urbanismo, possui uma perspectiva distinta ao observar as cidades. Esse olhar diferenciado levou as questões sobre a prática de reciclagem e o impacto dos catadores na coleta seletiva das cidades brasileiras. Inicialmente, a pesquisa começou com ideias simples, evoluindo para a abordagem do tema “economia circular”, uma referência internacional que pode e está sendo introduzida em âmbito nacional.

Dessa forma, segundo as autoras Marconi e Lakatos (p. 44, 2003), o tema de pesquisa é uma área ou assunto de interesse escolhido pelo pesquisador para ser investigado conforme as qualificações pessoais. Representa uma delimitação inicial e relativamente amplo do campo de estudo, abordando um tópico geral que desperta a curiosidade ou a demanda de compreensão, em que o objeto consiga ser investigado cientificamente e delimitado em função da pesquisa.

Para efetuar uma pesquisa, é necessário realizar uma delimitação mais específica e concreta desse escopo. Tal qual, a formulação de perguntas ao tema e o assunto proposto, pode construir a problematização (Minayo *et al.*, p. 37, 2002). A FIGURA 4 apresenta um fluxograma do tema de pesquisa sem ordem fixa para exemplificar a pesquisa realizada.

FIGURA 4 - FLUXOGRAMA DO TEMA DE PESQUISA NESTA DISSERTAÇÃO.



FONTE: Autora (2024).

A FIGURA 4 representa a seleção do tema central desta pesquisa, inicialmente estabelecido como “Economia Circular”. Em seguida, sem ordem fixa no fluxograma, foram exploradas diferentes facetas desse tema. Em primeiro, investigou-se a economia circular no contexto do planejamento urbano, enfocando a caracterização dos espaços físicos para experimentação em larga escala, ou seja, as cidades, considerando aspectos como habitantes, as políticas públicas e a PNRS. Em segundo, foi definida e examinada a economia linear, com destaque para sua transição para o modelo circular.

A terceira etapa da pesquisa concentrou-se na TIC, explorando os padrões de desenvolvimento tecnológico e os ciclos das revoluções tecnológicas que moldaram a sociedade ao longo dos anos. Foi analisada a interconexão dessas novas tecnologias com a economia circular, especialmente no que diz respeito à gestão dos RSU.

Ainda na FIGURA 4, a quarta e última etapa da pesquisa delineou a abordagem final sobre a gestão dos RSU, associada à economia circular. Essa fase busca um gerenciamento adequado, com uma abordagem sobre a influência dos

catadores de materiais recicláveis contribuindo a coleta seletiva urbana como um meio de alcançar a sustentabilidade, a preservação ambiental e o bem-estar social dos habitantes. Como consequência, o *greenwashing* foi identificado e exemplificado como uma prática prejudicial ao meio ambiente.

2.3 O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Para desenvolver o projeto, é essencial mapear um conjunto de elementos-chave e traçar uma estratégia objetiva para abordar a realidade em questão. Isso envolve identificar quais aspectos serão investigados, definir os métodos a serem empregados e compreender os motivos subjacentes a essas escolhas (Minayo *et al.*, p. 34-35, 2002).

Essa etapa de reconstrução da realidade compreende a definição de um objeto de conhecimento científico e as abordagens para investigar, ao qual existem várias dimensões envolvidas. No projeto científico cita-se três dimensões importantes que estão simultaneamente interligadas, a dimensão técnica, ideológica e a científica (Minayo *et al.*, p. 34-35, 2002).

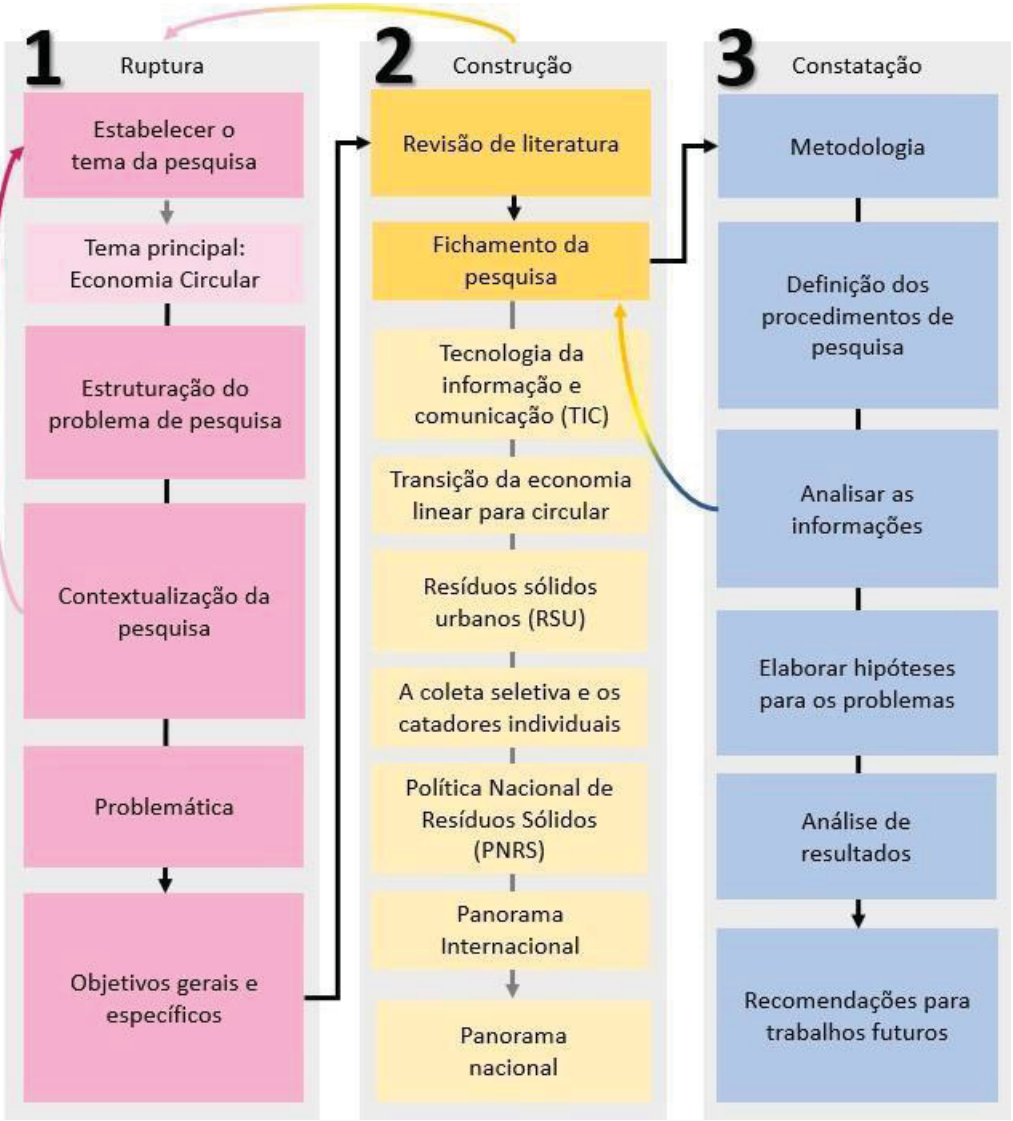
Além das dimensões técnicas, ideológicas e científicas, Gil (p. 46, 2017), descreve os princípios contidos nos três eixos de uma pesquisa e da lógica que os unem: a ruptura, a construção e a constatação. No desenvolvimento prático de uma pesquisa, esses três eixos metodológicos são realizados ao longo de sete etapas, compreendendo a formulação da questão inicial, a exploração dessa questão, a elaboração da problemática, a construção de um modelo de análise, a coleta de dados, a análise das informações e as conclusões (Gil, p. 47, 2017).

Essas etapas estão em constante interação, exigindo retroalimentação para manter coerência e lógica ao longo do processo de pesquisa. Dessa forma, na FIGURA 5 são apresentadas as etapas de pesquisa desta dissertação.

Conforme a FIGURA 5, a primeira etapa se inicia com a ruptura que estabelece o tema da pesquisa (economia circular), a estruturação do problema de pesquisa, a contextualização da pesquisa, a problemática, os objetivos gerais e específicos. A segunda etapa é da construção, que se constitui pela revisão de literatura e o fichamento da pesquisa (citando uma parte dos temas pesquisados nesta dissertação). Em terceiro e último, a constatação que se baseia na metodologia, a definição dos procedimentos de pesquisa, análise das informações, elaboração das

hipóteses para os problemas, análise dos resultados e as recomendações para trabalhos futuros (Gil, p. 47, 2017).

FIGURA 5 - ETAPAS DA PESQUISA CIENTÍFICA DESTA DISSERTAÇÃO.



FONTE: Autora (2024) adaptada de Gil (p. 47, 2017).

Entretanto, segundo Gil (p. 46, 2017), os três eixos não seguem uma linearidade de raciocínio no desenvolvimento da pesquisa. Isso é representado na FIGURA 5 por setas arcadas e coloridas, indicando que, ao analisar as informações no parâmetro de constatação, é necessário se atentar ao fichamento da pesquisa que foi realizado. Assim como o eixo da construção requer atenção à estrutura na etapa de ruptura, a contextualização demanda foco no tema estabelecido para a pesquisa.

2.3.1 Procedimento metodológico

Entre as diversas modalidades de pesquisa, se destaca a pesquisa bibliográfica, a qual é empregada neste trabalho para investigar as atividades relacionadas à economia circular.

As bases de dados consistem em informações obtidas em bibliotecas que possuem assinaturas de bancos de dados ou acesso à internet. A localização das obras ocorre por meio de sites de bases de dados ou bibliotecas virtuais da universidade. Para localizar as obras, foram inseridas as palavras-chave que envolvem a “economia circular”, conforme o objeto de estudo pesquisado (Sousa *et al.*, 2021). O QUADRO 1 apresenta algumas das bases de informações utilizadas neste trabalho.

QUADRO 1 - PLATAFORMAS DAS BASES DE DADOS.

Plataforma	Informação	Objetivo
Scopus	Extensa base de dados da plataforma *online* conhecida como ScienceDirect.	Editora especializada em publicações acadêmicas, científicas e técnicas.
Periódicos da CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). O termo “periódico” se refere a revistas científicas, com sistema chamado “Qualis Periódicos”, que é uma classificação dos periódicos científicos.	Agência governamental brasileira vinculada ao Ministério da Educação, que desempenha um papel crucial no desenvolvimento e aprimoramento da pós-graduação no país.
Lens	*Lens.org* é uma plataforma *online* que oferece acesso gratuito a uma ampla variedade de recursos relacionados à pesquisa científica e inovação.	É conhecido por sua abordagem aberta e transparente, fornecendo acesso público de patentes, artigos científicos e outros tipos de documentos, promovendo a descoberta e análise de informações relevantes para pesquisa e inovação.
Google Acadêmico	Ferramenta que auxilia na busca de literatura acadêmica como: teses, artigos, livros e outros.	O objetivo é permitir que pesquisadores, acadêmicos e estudantes encontrem trabalhos acadêmicos relevantes e livros em uma variedade de disciplinas.

FONTE: Autora (2024).

Foram obtidas a maioria das fontes da revisão bibliográfica nas plataformas de acesso à internet como apresentado no QUADRO 1 que são *Scopus*, Periódicos da CAPES, *Lens* e *Google* Acadêmico. Com o *Google* Acadêmico foram referenciados livros através do *Google Books*[1]. Para acessar determinados artigos restritos, por exemplo no *Scopus*, foram utilizadas as credenciais de login e senhas específicas da pesquisadora pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

Para complementar a pesquisa bibliográfica, foi realizado um levantamento do estado da arte relacionado à palavra-chave "*circular economy and urban solid waste management*", que em português significa "economia circular e gestão de resíduos sólidos urbanos". Essa pesquisa está documentada no APÊNDICE 1 desta dissertação, o qual inclui gráficos e quadros dos resultados encontrados. Vale ressaltar que o *Google* Acadêmico não foi considerado como estado da arte, pois forneceu apenas alguns livros que foram utilizados como parte da pesquisa bibliográfica ao longo da dissertação.

De acordo com Lima e Mioto (2007), a pesquisa bibliográfica é frequentemente confundida com a revisão de literatura. Essa confusão ocorre devido à falta de compreensão de que a revisão de literatura é um pré-requisito fundamental para qualquer pesquisa. Em contraste, a pesquisa bibliográfica envolve um conjunto organizado de procedimentos de busca por soluções, exigindo atenção com o objeto de estudo. Portanto, não deve ser conduzida pelo pesquisador de forma aleatória. Os principais autores citados neste trabalho de acordo com a base de dados com acesso à internet são descritos no QUADRO 2.

---

[1] *Google Books* procura textos completos de livros que são digitalizados, convertidos por meio de reconhecimento óptico de caracteres e armazenados em seu banco de dados digital. Alguns livros exigem pagamento para acesso integral (Coelho, 2022).

QUADRO 2 - PRINCIPAIS AUTORES DESTA DISSERTAÇÃO.

Objeto de estudo	Citado	Nome original do autor(a)	Título da obra	Tipo do documento	Ano da obra
Economia Circular (definição)	EMF	*Ellen Macarthur Foundation*	*Towards the circular economy* (2013)	Artigos	2013-2015
	Prendeville *et al.*	Sharon Prendeville; Emma Cherim; Nancy Bocken	*Circular Cities: Mapping Six Cities in Transition*	Artigo	2017
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	Harvey	David Harvey	Condição Pós-Moderna	Livro	1992
	Perez	Carlota Perez	*Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages* (2003)	Livros e Artigos	2003-2021
Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)	Pereira	Eduardo Vinícius Pereira	Resíduos Sólidos	Livro	2019
	Viana	Fernando Luiz Emerenciano Viana	Economia circular e gestão de resíduos sólidos: perspectivas para o Brasil e o Nordeste	Artigo	2021
	Guerrero *et al.*	Lilliana Abarca Guerrero; Ger Maas, William Hogland	*Solid waste management challenges for cities in developing countries*	Artigo	2013
Contexto Internacional	Artemisia e Gerdau	Organizações e empresa brasileira	Tese de impacto socioambiental em reciclagem	Tese	2022
	European Parliament	-	*Circular economy: definition, importance and benefits*	Governamental	2023
	The World Bank	Institucional	*Who we are*	Institucional	2023
	GPSC	*Global Platform for Sustainable Cities*	*Urban Sustainability Framework (USF)*	Artigo	2018
Contexto Nacional	Artemisia e Gerdau	Organizações e empresa brasileira	Tese de impacto socioambiental em reciclagem	Tese	2022
	ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais	Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022	Institucional	2022
	CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem	Ciclosoft 2023 Panorama da coleta seletiva no Brasil	Empresarial	2023
	McDonough e Braungart	William McDonough; Michael Braungart	*Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*	Livro	2002
	CNI	Confederação Nacional das Indústrias	Economia Circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira	Institucional	2018

FONTE: Autora (2024).

O QUADRO 2 exibe as fontes principais referenciadas neste estudo, organizadas de acordo com a estrutura desta dissertação. As partes incluem o nome do autor, a forma de citação, o formato da pesquisa e o ano de publicação.

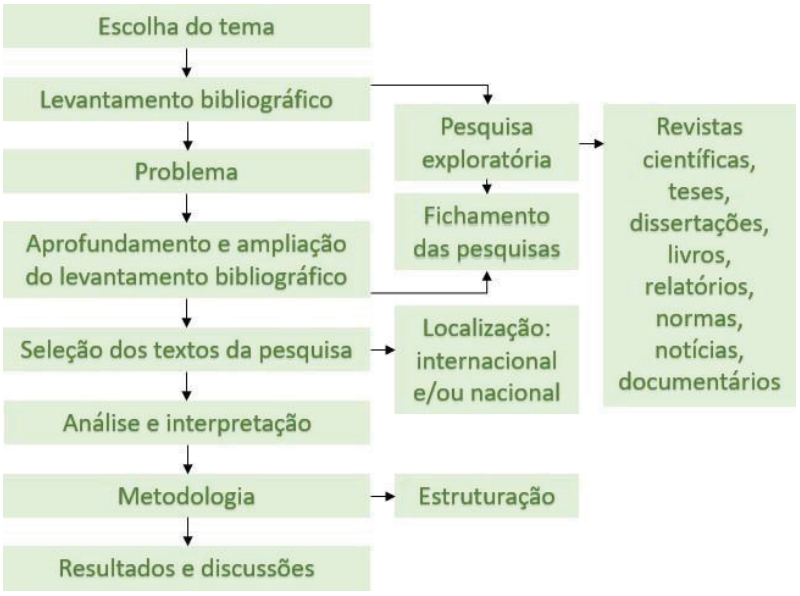
A pesquisa bibliográfica consiste no levantamento ou revisão de obras publicadas relacionadas à teoria que orientará o trabalho científico. Esse processo exige dedicação, estudo e análise por parte do pesquisador responsável, visando reunir e examinar textos publicados para fundamentar o trabalho científico (Sousa *et al.*, 2021).

Para Fonseca (2002):

> A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de *web sites*. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (Fonseca, p. 31-32, 2002).

Na FIGURA 6 é apresentado um cronograma sequencial que se inicia com a escolha do tema com procedimentos até a análise e interpretação para a realização da pesquisa, representa as etapas de pesquisa bibliográfica desta dissertação.

FIGURA 6 - ETAPAS DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA DESTA DISSERTAÇÃO.



FONTE: Autora (2024) apud Gil (2002); Marconi e Lakatos (2003).

De acordo com a FIGURA 6 o processo de pesquisa teve início com a escolha do tema principal, seguido por um levantamento bibliográfico que se relacionasse com o problema em questão. O aprofundamento e ampliação a partir da pesquisa exploratória se realizou por meio de artigos científicos, teses, dissertações, livros, relatórios, leis, notícias, documentários para a realização do fichamento das pesquisas. Em sequência, com resultado do fichamento da seleção dos textos pesquisados determinou-se que a localização parte de uma pesquisa abrangente no contexto nacional e internacional. Dessa forma, a metodologia com a estruturação foi delineada e estruturada, culminando na obtenção dos resultados e nas discussões pertinentes. Segundo Sousa *et al.,* (p. 67, 2021), a revisão bibliográfica deve contribuir na investigação do problema proposto e conter conhecimentos significativos que colaborem com o progresso do trabalho.

Para finalizar o desenvolvimento da pesquisa, no QUADRO 3 são demonstrados os autores citados para o desenvolvimento da metodologia.

QUADRO 3 - AUTORES CITADOS NA METODOLOGIA DESTA DISSERTAÇÃO.

	Citado	Nome original do autor(a)	Título da obra	Formato	Ano da obra
Metodologia da dissertação	Minayo *et al.*	Maria Cecília de Souza Minayo; Suely Ferreira Deslandes; Otávio Cruz Neto; Romeu Gomes	Pesquisa social: teoria, método e criatividade	Livro	2002
	Gerhardt e Silveira	Tatiana Engel Gerhardt; Denise Tolfo Silveira	Métodos de pesquisa	Livro	2009
	Gil	Antônio Carlos Gil	Como elaborar projetos de pesquisa	Livro	2017
	Marconi e Lakatos	Mariana de Andrade Marconi; Eva Maria Lakatos	Fundamentos de metodologia científica	Livro	2003
	Lima e Mioto	Telma Cristiane Sasso de Lima; Regina Célia Tamaso Mioto	Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica	Artigo	2007
	Fonseca	João José Saraiva da Fonseca	Metodologia da pesquisa científica	Apostila	2002
	Sousa *et al.*	Angélica Silva de Sousa; Guilherme Saramago de Oliveira; Laís Hilário Alves	A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos	Artigo	2021

FONTE: Autora (2024).

No QUADRO 3 se apresentam os principais autores citados durante a elaboração desta metodologia, sendo parte integrante do desenvolvimento desta dissertação. A presença e contribuição desses autores auxiliam no contexto e fundamentam as bases teóricas do presente estudo. A seguir, será apresentada a revisão de literatura, que se constitui como parte essencial deste trabalho.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A transição da economia linear para a economia circular surge como uma abordagem promissora para lidar com os desafios relacionados aos RSU. A economia circular busca redefinir os processos produtivos e de consumo, eliminando o conceito de ‘fim de vida útil’ dos produtos e promovendo a recirculação dos materiais de forma contínua.

Introduzir a economia circular em uma metrópole enfrenta desafios significativos. É necessário encontrar parâmetros que caracterizem a cidade em termos de qualidade de vida para seus cidadãos. Isso envolve considerar não apenas o desenvolvimento econômico, mas também a infraestrutura, a inovação e o equilíbrio dos recursos disponíveis.

Dessa forma, serão analisados as inovações tecnológicas e os paradigmas tecno econômicos da autora e economista Carlota Perez e da padronização dos processos de produção à Era da TICs com o autor e geógrafo marxista David Harvey, sendo assim, relacionadas ao conceito da economia circular, destacando sua aplicação na área urbana. Será dada ênfase à importância da gestão adequada de RSU como um elemento-chave para alcançar a sustentabilidade urbana.

Ao longo dos anos, as transformações dos padrões de desenvolvimento do capitalismo têm influenciado significativamente a forma como as pessoas consomem, resultando em um aumento constante na geração de RSU. Esse comportamento de consumo excessivo e descarte inadequado tem levado a uma série de problemas ambientais, sociais e econômicos nas cidades.

A revisão bibliográfica sobre esse tema será fundamental para compreender a evolução conceitual e os fundamentos teóricos da economia circular, assim como suas aplicações práticas em contextos urbanos, fornecendo uma base sólida de conhecimento sobre a importância da transição para a economia circular no contexto da gestão de RSU no âmbito nacional e internacional, contribuindo para a busca de soluções sustentáveis que promovam a qualidade de vida dos cidadãos e o equilíbrio ambiental nas metrópoles.

3.1 A TRANSIÇÃO DA ECONOMIA LINEAR PARA A ECONOMIA CIRCULAR NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL URBANO

As cidades se desenvolveram a partir de núcleos densos, influenciadas por uma variedade de fatores, incluindo aspectos sociais, econômicos e geopolíticos específicos de cada localidade. Esse crescimento urbano nem sempre foi acompanhado por práticas sustentáveis, levando a consequências negativas para o meio ambiente e a saúde da população.

O abandono de fábricas obsoletas deixou resíduos contaminantes que representam riscos para a população urbana, especialmente quando ocorre a reconstrução e expansão das periferias em áreas insalubres (Kennedy *et al.*, 2007).

Na década de 1960, com a rápida expansão das áreas metropolitanas, Wolman (1965) publicou um artigo pioneiro que introduziu o conceito de metabolismo urbano, analisando a degradação da qualidade da água e do ar nas cidades americanas. Wolman quantificou os fluxos gerais de energia, materiais, água e resíduos em uma cidade com um milhão de habitantes. A abordagem ecológica definiu o metabolismo de um ecossistema com base na produção de matéria orgânica (por meio da fotossíntese) e seu consumo (por meio da respiração). Estudos posteriores aplicaram essa abordagem à ecologia urbana, onde a quantidade de área biologicamente produtiva é considerada em relação aos recursos necessários e à absorção de resíduos (Wackernagel, 1998).

Dessa forma, é evidente que os processos socioeconômicos, técnicos e inovadores que ocorrem nas cidades, principalmente relacionados às indústrias, podem ter impactos significativos na produção de energia, no crescimento econômico e na redução do desperdício de recursos. Assim, é crucial adotar abordagens sustentáveis e promover práticas que minimizem os danos ambientais e maximizem a eficiência na utilização dos recursos disponíveis.

3.1.1 A economia linear

O conceito de economia linear de consumo teve origem durante a Revolução Industrial do século XVIII, impulsionado por valores centrados em bens materiais. Pela primeira vez, foi possível obter uma produção em massa, com a sensação de que as matérias-primas e a energia eram efetivamente infinitas. Os países industrializados se

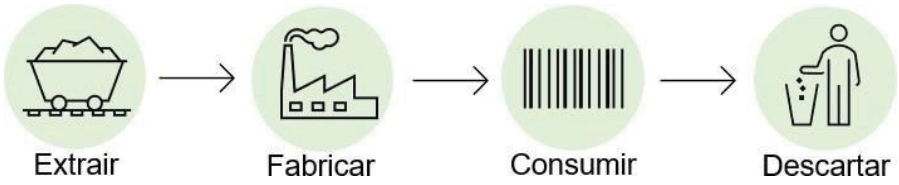
tornaram sociedades de abundância, a população mundial disparou e milhões de pessoas saíram da pobreza (EMF, 2023).

A EMF (2023), descreve sobre a economia linear:

> Esse desenvolvimento global só foi possível a partir da extração de recursos finitos e da degradação do ambiente natural para gerar valor econômico. Com o tempo, aprendemos a fazer isso de diferentes maneiras para criar produtos cada vez mais avançados. Mas o modelo econômico predominante não mudou (EMF, 2023).

Nesse processo, emergiu a prática de extrair recursos naturais que, eventualmente, acabavam sendo rejeitados pelos consumidores ou descartados pelas indústrias. Esse ciclo era conhecido como '*take-make-dispose*', em tradução livre 'pegar-fazer-descartar', que trouxe um crescimento econômico sem precedentes (EMF, 2023), como demonstrado na FIGURA 7.

FIGURA 7 - PROCESSO DA ECONOMIA LINEAR.



FONTE: Autora (2023) adaptado de FIESP (2023).

Na FIGURA 7 se apresenta o processo de extração de recursos naturais, seguido pela sua transformação em produtos industriais, o uso desses produtos pelo consumidor e, por fim, o descarte que resulta na geração de RSU.

Se o consumo de matéria prima se manter nesse modelo linear, as reservas disponíveis de alguns materiais se esgotarão em algumas décadas, entretanto é necessária uma mudança neste sistema (FIESP, 2023).

Dessa maneira, torna-se viável reavaliar os métodos de produção quanto aos padrões de consumo e obter uma transformação global que desconecte o crescimento incessante das demandas por matérias primas e dos recursos naturais, à medida que a população mundial continua a consumir e a se expandir.

3.1.2 A estrutura da economia circular

A origem do conceito de economia circular foi introduzida entre as décadas de 60 e 70, quando Boulding (1966) escreveu um artigo apresentando uma ideia do mundo como um sistema fechado em escala local, nacional ou global, e interconectado.

Segundo a EMF (2015), o conceito inclui a economia de serviços (economia de desempenho) de Walter Stahel[2]; a filosofia '*cradle to cradle*' (em tradução livre, berço a berço) de William McDonough e Michael Braungart[3]; a biomimética articulada por Janine Benyus[4]; a ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel[5]; o capitalismo natural de Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken[6]; e a abordagem dos sistemas de *Blue Economy* descritos por Gunter Pauli[7].

Diante de vários princípios e interpretações que abordam a economia circular, entre os teóricos e suas localizações geográficas demonstram ter em comum o objetivo de reduzir o uso de matéria-prima e evitar resíduos, promovendo o reaproveitamento e substituindo o comportamento para um sistema de circuito fechado (Joensuu *et al.*, 2020).

Como visto, a economia circular aborda diversos conceitos, tais como reciclagem, regeneração, reaproveitamento e reuso, como estratégias para mitigar os impactos ambientais do modelo linear de produção e consumo. O conceito se associa ao desenvolvimento econômico do melhor uso de recursos naturais, através de novos modelos de negócios e da otimização nos processos de fabricação com menor dependência de matéria-prima virgem, priorizando insumos mais duráveis, renováveis e recicláveis (Portal da Indústria, 2023).

A EMF é conhecida por sua contribuição significativa no campo da economia circular, propõe uma abordagem abrangente que busca repensar e redesenhar os

---

[2] W. R. Stahel. *The Performance Economy*, Palgrave Macmillian, 2006.
[3] W. McDonough *and* M. Braungart, *Toward a Sustaining Architecture for the 21st Century: The Promise of Cradle to Cradle Design, Industry & Enviroment*, 2003.
[4] J. Benyus, *Biomimicry, HarperCollins*, 2003.
[5] R. Lifset *and* T. E. Graedel, *Industrial Ecology: Goals and Definitions*. In R. U. Ayres *and* L. Ayres (ed.) *Handbook for Industrial Ecology, Brookfield: Edward Elgar*, 2001.
[6] P. Hawken, A. Lovins, *and* L. H. Lovins, *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*, BackBay, 2008.
[7] G. Pauli*, Blue Economy: 10 Years, 100 Innoavtions, 100 Million Jobs, Paradigm Pubns*, 2010.

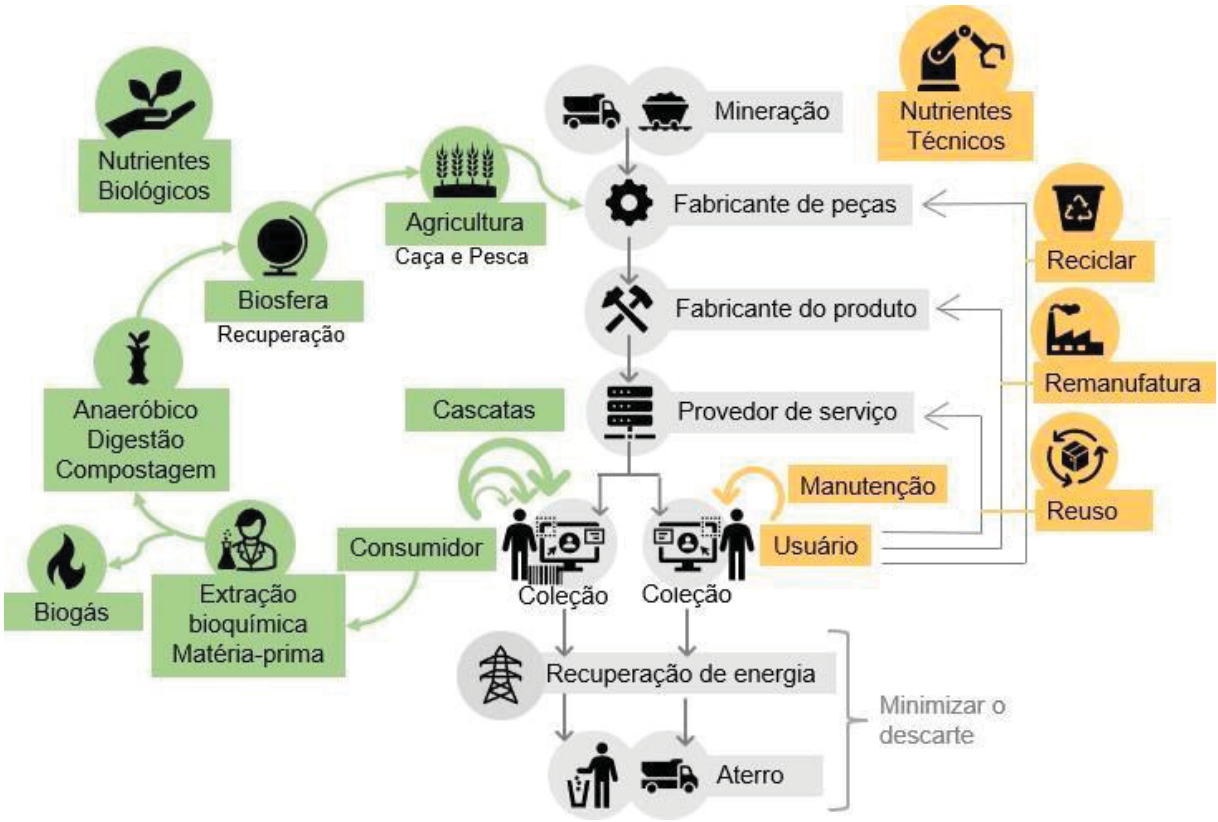
processos econômicos, com o objetivo de criar um sistema mais sustentável e regenerativo.

Segundo EMF (2015) descreve sobre a economia circular:

> A economia circular é concebida como um ciclo contínuo de desenvolvimento positivo que preserva e aprimora o capital natural, otimiza a produtividade de recursos e minimiza riscos sistêmicos gerindo estoques finitos e fluxos renováveis. Ela funciona de forma efetiva em qualquer escala. Esse novo modelo econômico busca, em última instância, dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos (EMF, 2015).

A perspectiva da economia circular vem atraindo cada vez mais a atenção nos últimos anos, pois demonstra ser uma economia que é restaurativa e regenerativa por princípio e tem como o objetivo manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor, sendo distintos entre os ciclos técnicos e biológicos conforme a FIGURA 8.

FIGURA 8 - SISTEMA DA ECONOMIA CIRCULAR: PROCESSOS TÉCNICOS E BIOLÓGICOS.



FONTE: EMF (2013).

A FIGURA 8 demonstra os dois processos da economia circular, o ciclo técnico (na cor laranja) e o ciclo biológico (na cor verde) que podem variar ao longo da cadeia de abastecimento, levando em consideração os fatores locais e globais (EMF, 2023).

O ciclo técnico busca a maximização da vida útil dos materiais e a sua circulação na economia, por meio de estratégias como a reciclagem e a remanufatura. A ideia é evitar o descarte prematuro e o desperdício, possibilitando que os materiais sejam utilizados em novos produtos ou processos. Dessa forma, envolve materiais inorgânicos como: metais, minerais e plásticos convencionais (EMF, 2013).

Nesse contexto, a reciclagem desempenha um papel fundamental para transformar os materiais em novos produtos ou componentes, prolongando sua utilidade e evitando desperdício (EMF, 2013).

O segundo método é o ciclo biológico, que se concentra em materiais orgânicos e biodegradáveis. Nesse caso, o objetivo é promover a compostagem, a decomposição ou a transformação dos resíduos em produtos úteis, como fertilizantes ou fontes de energia renovável. Esse ciclo visa fechar o ciclo dos nutrientes e reintegrar os materiais biológicos de forma segura e sustentável na natureza (EMF, 2013).

Segundo EMF (2023), de forma geral:

> A economia circular é sustentada pela transição para energias e materiais renováveis e dissocia a atividade econômica do consumo de recursos finitos. Trata-se de um sistema resiliente e positivo para as empresas, para as pessoas e para o meio ambiente (EMF, 2023).

Ao adotar os princípios da economia circular, se observa que as cidades podem transformar esses desafios em oportunidades. Em seguida será abordado como as cidades podem possibilitar a implementação da economia circular com o propósito de fornecer soluções e orientações práticas.

3.1.3 A economia circular urbana

O aumento da população nas metrópoles gera desafios no ambiente construído[8] e no consumo. Essa realidade proporciona oportunidades para transformar os resíduos em recursos, impulsionando a transição para a economia circular nas áreas urbanas (Joensuu *et al.*, 2020).

As diversas cidades se empenham para se tornar modelos de desenvolvimento do urbanismo sustentável, para isso precisam de uma abordagem prática para orientar as iniciativas aplicáveis (Marin e De Meulder, 2018). Nessa visão, deve-se avaliar os impactos estratégicos da economia circular em diversos aspectos urbanos e ambientais, incorporando essas práticas em seus processos de planejamento de forma integrada (Petit- Boix e Leipold, 2018).

Uma estrutura conceitual para a implementação de uma cidade circular é conhecida como ‘mudança de cima para baixo’ (*top-down change*) e ‘mudança de baixo para cima’ (*bottom-up change*), conforme descrito por Joensuu *et al.* (2020).

A mudança de cima para baixo (*top-down change*) é impulsionada por instituições que orientam estratégias e tomadas de decisão políticas, em colaboração com o governo municipal ou local. Isso envolve a implementação de projetos de parceria público-privados que têm interesse no desenvolvimento sustentável, por meio de iniciativas que promovem a criação de mercados facilitadores (Joensuu *et al.*, 2020).

Por outro lado, a mudança de baixo para cima (*bottom-up change*) é caracterizada por inovações e movimentos sociais liderados pela sociedade civil. Isso inclui atividades empreendedoras e administradas por organizações, empresas e comunidades, que buscam promover a transição para uma economia circular de forma descentralizada e participativa (Joensuu *et al.*,2020).

Para enriquecer a estrutura das cidades circulares, Prendeville *et al.* (2017) utilizou a metodologia chamada **ReSOLVE** no estudo comparativo sobre as iniciativas da economia circular das cidades. O termo “ReSOLVE” é discutido e criado por Ellen MacArthur Foundation – EMF (2013), essa abordagem é baseada nas letras iniciais

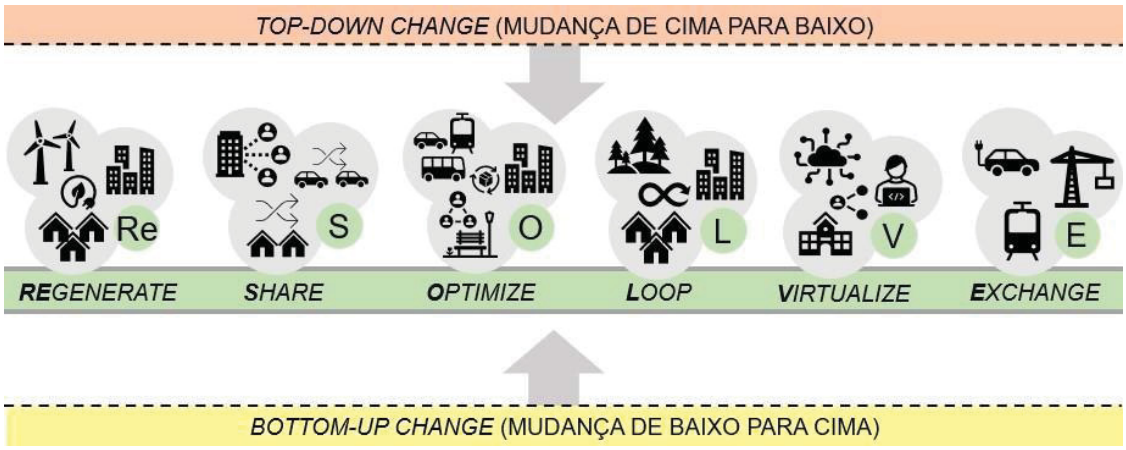
---

[8] O termo ‘ambiente construído’ se refere ao conjunto de edifícios, infraestrutura e espaços urbanos que foram planejados, projetados e construído pelo ser humano. Em relação, com a economia circular se faz a integração de princípios de sustentabilidade em todo o ciclo de vida desses elementos urbanos (Schiller *et al.*, 2017).

das palavras em inglês: ***Re**generate* (regenerar), ***S**hare* (compartilhar), ***O**ptimize* (otimizar), ***L**oop* (ciclar), ***V**irtualize* (virtualizar) e ***E**xchange* (trocar). Cada um desses elementos descreve uma ação ou princípio fundamental para promover a transição para uma economia circular urbana.

O método ReSOLVE caracteriza parâmetros práticos para *top-down change* (mudança de cima para baixo) e *bottom-up change* (mudança de baixo para cima) conforme a FIGURA 9, com as seguintes concepções mostradas abaixo.

FIGURA 9 - PARÂMETROS DE *TOP-DOWN CHANGE* E *BOTTOM-UP CHANGE*.



FONTE: Autora (2021) adaptado de EMF (2015).

Na FIGURA 9 são apresentados os parâmetros utilizados para orientar essa transição, os quais estão organizados na primeira letra de cada palavra (Re, S, O, L, V, E) para uma melhor compreensão. Cada um desses parâmetros desempenha um papel fundamental na construção de uma economia circular nas cidades, oferecendo diretrizes e ações concretas que contribuem para a sustentabilidade e eficiência dos sistemas urbanos.

De acordo com a FIGURA 9, abaixo são descritos cada parâmetro:

Top-down change (mudança de cima para baixo): Re) Utilizar telhados verdes com sistema solar. Espaços de jardins para a biodiversidade e melhorar a qualidade do ar. S) Inovar a política para apoiar a economia colaborativa, medidas fiscais que incentivem o compartilhamento. O) Usar dados coletados para otimizar fluxos de tráfego para a eficiência dos meios de transporte e diminuir os congestionamentos. Instalar iluminação LED inteligente na cidade para economizar energia. Reformar

edifícios antigos para aumentar sua eficiência energética. L) Realizar a correta separação de resíduos, utilizar a logística reversa[9] com base biológica para a economia. V) Balcões virtuais de prefeituras, bibliotecas, arquivos jurídicos e transformar um município sem papel. E) Materiais e processos nas edificações de forma circular (inclui construir/demolir), transporte público movido à energia renovável, aquisição de móveis oriundos de economia circular para os escritórios (EMF, 2015).

Bottom- up change (mudança de baixo para cima): Re) Aquisição particular de painéis solares, agricultura urbana, mobilidade elétrica ou movida a biogás. S) Compartilhamento de carros e eletrodomésticos (máquinas de lavar, ferramentas), manutenções corretivas (consertar máquinas), reutilização de bens (móveis, roupas, eletrodomésticos, veículos). O) Laboratórios de '*Smart Cities*' (cidades inteligentes), comunidades inteligentes. L) Iniciativa de reciclagem na comunidade, utilizando biodigestores comunitários. V) Plataformas digitais lideradas pela comunidade, monitoramento de clima (entre ciência-cidadão). E) Mobilidade elétrica (leitores eletrônicos), escolher alimentos orgânicos de origem local, utilizar sacolas ecológicas (*ecobags*) (EMF, 2015).

A fim de promover uma implementação eficaz nas áreas urbanas, a abordagem proposta por Bergman *et al.* (2010) busca formular políticas que desempenhem um papel crucial no estímulo às atividades comerciais, ao engajamento da população e às comunidades em prol da sustentabilidade urbana.

Essas abordagens complementares, de *top-down* (cima para baixo) e *bottom-up* (baixo para cima) são essenciais para a construção de cidades circulares. Promovem a adoção de práticas sustentáveis, a redução do desperdício, a eficiência energética e a utilização de recursos de forma mais consciente. Ao combinar ações governamentais e iniciativas da sociedade, é possível criar um ambiente propício na transição para uma economia circular e a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes (EMF, 2015).

---

[9] Logística Revesa (LR) são cadeias de abastecimento dedicadas ao fluxo reverso de produtos e materiais para fins de manutenção, reparo, reuso, recondicionamento, refabricação, reciclagem ou regenaração de sistemas naturais (EMF, 2015).

3.1.4 Transição nas cidades do sistema linear para a economia circular

A transição das cidades do sistema linear para a economia circular é um processo que visa repensar e redesenhar a forma como os recursos são utilizados nas áreas urbanas. No sistema linear, baseado em um modelo de produção e consumo, os recursos naturais são extraídos, transformados em produtos e, posteriormente, descartados como resíduos. Esse modelo gera enormes quantidades de desperdício e degradação ambiental.

As cidades podem se tornar um local adequado para aplicação da gestão de transição de muitas maneiras por conta de suas dinâmicas múltiplas com participação de programas entre governos e empresas, e espaços físicos para experimentação. Desta forma, o impacto de insustentabilidade pode ser um contexto interessante para aplicação de novas soluções, produzindo inovação e tecnologia em larga escala para alavancar a mudança do sistema (Loorbach *et. al.,* 2016).

Segundo Su *et al.* (2013), realizou um estudo no período de 2006 a 2010 na cidade de *Dalian*[10] na China para implementar a economia circular. O objetivo do seu trabalho foi fornecer uma análise de dados dos principais indicadores para esta transição. A autora identificou problemas, desafios e sugestões futuras durante o estudo e através de outras literaturas.

Su *et al.*, (2013) categorizou as práticas da economia circular em quatro principais áreas, como produção, consumo, gestão de resíduos e outros apoios. Com estas informações subdividiu em nível micro, meso e macro das práticas da economia circular.

As medidas adotadas em nível micro na área de produção, incentiva ou exige práticas mais limpas e o *eco-design*[11]. No nível meso, são implementadas práticas como o desenvolvimento de parques industriais e agrícolas cooperadas. O terceiro nível, o macro, ocorre o surgimento com redes de cooperação complexas entre indústrias e parques industriais em diferentes setores na área de produção. Ao que envolve os outros apoios se baseiam no suporte governamental e não governamental

---

[10] A cidade de Dalian é um dos maiores centros industriais da China. O governo de Dalian incentivou implementar as estratégias da economia circular (Su *et al.*, 2017).

[11] O ecodesign de produtos evita a produção de resíduos destinados a aterros sanitários, incentivando a desmontagem e a reutilização dos produtos durante a montagem, o que contribui para a sustentabilidade ambiental

para a implementação da economia circular com níveis mais amplos, como cidades ou estados (Su *et al.*, 2017).

A transição para uma economia circular nas cidades requer mudanças significativas em diversas áreas. Envolve a adoção de práticas de regeneração ambiental, como a implementação de telhados verdes e espaços verdes para melhorar a qualidade do ar e a biodiversidade. Além disso, inclui a promoção de estratégias de compartilhamento, como o compartilhamento de veículos e o aluguel de objetos, visando reduzir o consumo excessivo e maximizar a utilização dos recursos existentes (EMF, 2015).

A otimização dos fluxos de tráfego e a implementação de tecnologias inteligentes são fundamentais para melhorar a eficiência dos transportes e reduzir os congestionamentos, enquanto a adoção de práticas de reciclagem e logística reversa (LR) contribui para a gestão adequada dos RSU e a reintrodução dos materiais na cadeia produtiva (EMF, 2015).

Prendeville *et al*. (2017) realizou um estudo de caso e comparou a economia circular entre seis cidades sendo quatro cidades da Holanda: Amsterdã utilizou exemplos inovadores de como fazer experiências com política; *Rotterdam* demonstrou a importância de longo prazo e ser objetivo no estabelecimento de planos que substituem ciclos de políticas; *Haarlemmermeer* reflete a propriedade política que pode impulsionar iniciativas; *Haia* mostrou a falta de liderança que deixou os formuladores à deriva, expressando a necessidade de se inspirar em outras cidades.

Em *Glasgow* na Escócia enfatizou a importância de saber como envolver todas as partes interessadas, mesmo que seja um desafio. Enquanto em Barcelona, na Espanha, trouxe uma abordagem inicial de *top-down change* e alinhou as visões dos cidadãos e da comunidade (Prendeville *et al.*, 2017).

Enquanto isso na Alemanha, existe um alto nível de comprometimento para a mudança do sistema em que cada etapa no âmbito dos serviços é responsável como, por exemplo, pela gestão de RSU, uso de matérias-primas secundárias com potencial energético, bem como a reciclagem correta. Os procedimentos utilizados pela indústria fazem o gerenciamento de produtos ser consciente da poluição gerada no qual pode ser multada. As empresas que fazem o recolhimento de resíduos urbanos garantem a coleta adequada, com classificação e técnica. O consumidor tem a obrigação de entregar corretamente, o que incluem a separação dos resíduos domésticos (orgânicos e recicláveis). O governo federal e estadual implementou a

legislação da União Europeia (UE) em lei nacional, que estipula requisitos, planejamento e acompanhamento da execução. A Comissão Europeia estabeleceu o ambiente estratégico com metas e especificações políticas de RSU (Kurth *et al.*, 2016).

A demonstração de várias abordagens da economia circular nas cidades ilustra que não há um único caminho, mas sim um leque de estratégias que podem ser adaptadas com a necessidade e característica de cada cidade.

Considerando estas estratégias para uma cidade ser circular, a tecnologia é um fator chave para o desenvolvimento que requer desenvolvimento avançados e a atualização de instalações e equipamentos (Su *et al*., 2017). Isso proporciona mudanças de comportamento que acarretam efeitos sociais e econômicos. Com a TIC e os serviços eletrônicos se tornando relevantes nas cidades inteligentes[12] estas estratégias devem ser compreendidas para desvendar o potencial ambiental para a transição da cidade circular (Petit- Boix e Leipold, 2018).

[12] As cidades inteligentes integram o capital social e os investimentos humanos, combinados com infraestrutura de transporte e telecomunicações para promover a economia e o desenvolvimento (Macke *et al.*, 2019).

3.2 TRANSFORMAÇÕES DOS PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO DO CAPITALISMO

As transformações dos padrões de desenvolvimento do capitalismo têm o objetivo de compreender a dinâmica de acumulação e identificar o contexto em que ocorrem. Será dada ênfase às inovações tecnológicas e ao papel da TIC nesse processo.

Essa revisão bibliográfica tem como objetivo fornecer uma base conceitual para compreender as transformações ocorridas no capitalismo ao longo da história de maneira suscinta e proporcionar o debate nos tópicos seguintes, em relação com a transição para a economia circular, a gestão de RSU e a influência dos catadores de materiais recicláveis.

3.2.1 Do fordismo para a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)

O fordismo, como um regime de acumulação e modo de regulação, tem sido amplamente discutido e analisado por vários teóricos, entre eles o autor do livro “Condição Pós-Moderna” do geógrafo marxista David Harvey. Em seu trabalho, explorou a importância do fordismo na formação e consolidação do capitalismo no século XX (Harvey, 1992).

Segundo Harvey (1992), o fordismo desempenhou um papel crucial na organização espacial do capitalismo e na formação das cidades industriais. Através da produção em massa e da padronização dos processos de produção, possibilitou a criação de um mercado de consumo em larga escala, impulsionado pelo poder aquisitivo dos trabalhadores assalariados. Essa dinâmica econômica levou ao crescimento das cidades e à expansão da infraestrutura urbana para acomodar a produção em massa e o consumo de bens.

De acordo com Finger (2015), sobre o consumo na produção capitalista:

> [...] Sendo o consumo a base da economia capitalista, de produção e demanda, de compra e venda, os profissionais responsáveis pela criação de uma condição favorável à aceleração da circulação estão cada vez mais atentos, ousados e valorizados. Suas investidas criam situações, não raro, inimagináveis, sempre procurando favorecer a circulação de mercadoria e capital (Finger, 2015).

Além disso, Harvey (1992) enfatiza a importância da organização do trabalho fordista na criação de uma força de trabalho disciplinada e especializada. Através da divisão do trabalho e da aplicação de métodos científicos de administração, como o Taylorismo[13], em que as tarefas foram fragmentadas e padronizadas, permitindo um aumento significativo da produtividade. No entanto, esse processo também gerou alienação e monotonia para os trabalhadores, que passaram a desempenhar tarefas repetitivas e pouco gratificantes.

Harvey (1992) destaca o papel do fordismo na reprodução do capitalismo por meio da demanda agregada. A crescente produção em massa permitiu uma redução nos custos de produção, tornando os bens de consumo mais acessíveis para a classe trabalhadora. Isso, por sua vez, estimulou a demanda por mais produtos, criando um ciclo de crescimento econômico impulsionado pelo consumo em massa.

As contradições e limitações do fordismo conforme Harvey (1992), argumenta que a rigidez e a inflexibilidade inerentes ao sistema fordista levaram à crise do modelo, especialmente em face de mudanças tecnológicas e pressões competitivas. A busca por maior eficiência e redução de custos levou à deslocalização da produção para regiões com mão de obra mais barata, resultando em desindustrialização em certas áreas e desemprego estrutural.

Segundo Harvey (1992),

> [...] Esse aumento de competição (tanto nos mercados de trabalho como entre os empreendimentos) se mostrou, é verdade, destrutivo e ruinoso para alguns, mas sem dúvida gerou uma explosão de energia que muitos, até na esquerda, comparam favoravelmente com a ortodoxia e a burocracia rígidas do controle estatal e do poder corporativo monopolista (Harvey, p. 161, 1992).

Apesar dessa transição serem inquestionavelmente complexas e profundas, sua relação com a mudança do fordismo para a acumulação flexível é bastante evidente, embora a direção da causalidade possa não ser tão clara.

---

[13] “Os Princípios da Administração Científica” de F. W. Taylor, publicado em 1911 – um influente tratado que descrevia como a produtividade do trabalho podia ser radicalmente aumentada através da decomposição de cada processo de trabalho em movimentos componentes e da organização de tarefas de trabalho fragmentadas segundo padrões rigorosos de tempo e estudo do movimento (Harvey, p. 121, 1992).

Segundo o autor Halal (1986), descreve a forma como a teoria da inovação sobre os 'empreendedores de Schumpeter[14] são os impulsionadores do capitalismo. No QUADRO 4 apresentam os relatos da transição do antigo e do novo capitalismo.

QUADRO 4 - O NOVO CAPITALISMO.

	O antigo capitalismo (Paradigma industrial)	O novo capitalismo (Paradigma pós-industrial)
Fronteira de progresso	Crescimento difícil	Crescimento esperto
Organização	Estrutura mecânica	Redes de mercado
Processo de decisão	Comando autoritário	Liderança participativa
Valores institucionais	Alvos financeiros	Alvos múltiplos
Foco gerencial	Gerência operacional	Gerência estratégica
Macrossistema econômico	Grande negócio centrado no lucro	Livre empresa democrática
Sistema mundial	Capitalismo versus socialismo	Híbridos do capitalismo e do socialismo
Modelo econômico	Economia Linear	Economia Circular

FONTE: Adaptado de Harvey, (p. 164, 1992) apud Halal, (1986).

No QUADRO 4 se apresentam a estrutura e os aspectos do sistema capitalista pertinentes ao comparar o antigo capitalismo (paradigma industrial) com o novo capitalismo (paradigma pós-industrial) de acordo com Halal (1986). No QUADRO 4, o paradigma industrial se refere ao período histórico caracterizado pela revolução industrial, onde ocorreu uma transição de uma economia agrária para uma economia na produção industrial em larga escala. E o paradigma pós-industrial pode ser conhecido como Era da informação ou economia do conhecimento nas indústrias que emergiu a partir do final do século XX até os dias atuais (Dantas, 2007). Portanto, foi adicionado no QUADRO 4 o avanço tecnológico referente ao modelo econômico da economia linear para a economia circular, sendo destaque desta dissertação.

A análise sobre o fordismo destaca tanto suas conquistas quanto suas contradições. Reconhece sua importância histórica na expansão do capitalismo e na organização das cidades, mas também ressalta a necessidade de entender as

[14] Joseph Schumpeter renomado economista e cientista político austríaco do século XX, via a inovação como o principal motor do desenvolvimento econômico, em contraste com outras teorias que enfatizavam a acumulação de capital como a principal fonte de crescimento (Schumpeter, 1997).

transformações e limitações do sistema para compreender os desafios enfrentados pelo capitalismo contemporâneo (Harvey, 1992).

Em relação aos processos produtivos do capitalismo, a produção *just-in-time* (JIT) produz apenas o necessário no momento certo, evitando estoques excessivos e reduzindo desperdícios (Moura *et al.*, 2017). Essa prática se alinha com os princípios da economia circular, no QUADRO 5 se apresentam as distinções da produção fordista e a produção JIT, destacando suas características distintas nos âmbitos do processo de produção, trabalho, espaço, Estado e a abordagem ideológica.

QUADRO 5 - CONTRASTE ENTRE O FORDISMO E A ACUMULAÇÃO FLEXÍVEL.

Produção Fordista (baseada em economias de escala)	Produção *just-in-time* (baseada em economias de escopo)
A. O PROCESSO DE PRODUÇÃO	
Produção em massa de bens homogêneos	Produção em pequenos lotes
Uniformidade e padronização	Produção flexível e em pequenos lotes de uma variedade de tipos de produto
Grandes estoques e inventários	Sem estoques
Testes de qualidade *ex-post* (detecção tardia de erros e produtos defeituosos	Controle de qualidade integrado ao processo (detecção imediata de erros)
Produtos defeituosos ficam ocultados nos estoques	Rejeição imediata de peças em defeito
Perda de tempo de produção por causa de longos tempos de preparo, peças com defeito, pontos de estrangulamento nos estoques etc.	Redução do tempo perdido, reduzindo-se “a porosidade do dia de trabalho”
Voltada para os recursos	Voltada para a demanda
Integração vertical e (em alguns casos) horizontal	Integração (quase) vertical, subcontratação
Redução de custos através do controle dos salários	Aprendizagem na prática integrada ao planejamento a longo prazo
Produção Fordista (baseada em economias de escala)	Produção *just-in-time* (baseada em economias de escopo)
B. TRABALHO	
Realização de uma única tarefa pelo trabalhador	Múltiplas tarefas
Pagamento pro rata (baseado em critérios da definição do emprego)	Pagamento pessoal (sistema detalhado de bonificação)
Alto grau de especialização de tarefas	Eliminação de demarcação de tarefas
Pouco ou nenhum treinamento no trabalho	Longo treinamento no trabalho

Organização vertical do trabalho	Organização mais horizontal do trabalho
Nenhuma experiência de aprendizagem	Aprendizagem no trabalho
Ênfase na redução da responsabilidade do trabalhador (disciplinamento da força de trabalho)	Ênfase na corresponsabilidade do trabalhador
Nenhuma segurança no trabalho	Grande segurança no emprego para trabalhadores centrais (emprego perpétuo). Nenhuma segurança no trabalho e condições de trabalho ruins para trabalhadores temporários
Produção Fordista (baseada em economias de escala)	Produção *just-in-time* (baseada em economias de escopo)
C. ESPAÇO	
Especialização espacial funcional (centralização/descentralização)	Agregação e aglomeração espaciais
Divisão espacial do trabalho	Integração espacial
Homogeneização dos mercados regionais de trabalho (mercados de trabalho espacialmente segmentados)	Diversificação do mercado de trabalho (segmentação interna do mercado de trabalho)
Distribuição em escala mundial de componente e subcontratantes	Proximidade espacial de firmas verticalmente quase integradas
Produção Fordista (baseada em economias de escala)	Produção *just-in-time* (baseada em economias de escopo)
D. ESTADO	
Regulamentação	Desregulamentação/re-regulamentação
Rigidez	Flexibilidade
Negociação coletiva	Divisão/individualização, negociações locais ou por empresa
Socialização do bem-estar social (o Estado do bem-estar social)	Privatização das necessidades coletivas e da seguridade social
Estabilidade internacional através de acordos multilaterais	Desestabilização internacional; crescentes tensões geopolíticas
Centralização	Descentralização e agudização da competição inter-regional/interurbana
O Estado/cidade “subsidiador”	O Estado/cidade “empreendedor”
Intervenção indireta em mercados através de políticas de renda e de preços	Intervenção estatal direta em mercados através de aquisição
Políticas regionais nacionais	Políticas regionais “territoriais” (na forma de uma terceira parte)
Pesquisa e desenvolvimento financiados pelas firmas	Pesquisa e desenvolvimento financiados pelo Estado
Inovação liderada pela indústria	Inovação liderada pelo Estado

Produção Fordista	Produção *just-in-time*

(baseada em economias de escala)	(baseada em economias de escopo)
E. IDEOLOGIA	
Consumo de massa de bens duráveis: a sociedade de consumo	Consumo individualizado: cultura “yuppie”
Modernismo	Pós-modernismo
Totalidade/reforma estrutural	Especificidade/adaptação
Socialização	Individualização; a sociedade do “espetáculo”

FONTE: Harvey, p. 167-169, (1992) apud Swyngedouw, (1986).

No QUADRO 5 se apresentam os elementos fundamentais do modo capitalista de produção. Apresenta informações detalhadas sobre transformações no âmbito da tecnologia e dos processos de trabalho, enquanto ao mesmo tempo que analisa como o regime de acumulação e suas modalidades de regulamentação se transformaram (Harvey, p. 163, 1992).

Assim, compreende que a produção fordista é baseada na produção em massa, padronizada e altamente especializada, enquanto a produção *just-in-time* (JIT) é direcionada para a eficiência, a minimização de estoques e a flexibilidade para atender à demanda do cliente de forma mais direta (Harvey, p. 164-173, 1992), ao qual suas características são pertinentes com a economia circular.

Essa transição da produção em massa fordista para a Era da TIC trouxe impactos significativos na organização do trabalho, na produtividade e na própria economia. As empresas passaram a adotar sistemas de produção mais flexíveis e adaptáveis, permitindo a personalização dos produtos de acordo com as demandas dos consumidores. Além disso, a comunicação e o compartilhamento de informações foram aprimorados, facilitando a coordenação e a tomada de decisões nas organizações (Sader, 2007).

Deste modo, essa transição não apenas molda os métodos de produção, mas também desempenha uma transição em direção à economia circular, uma abordagem emergente que contribui significativamente para promover a sustentabilidade urbana.

3.2.2 As revoluções tecnológicas e os paradigmas tecno econômicos

As transformações das revoluções tecnológicas desencadeiam os paradigmas tecno econômicos, sendo um impacto substancial da economia circular para compreender de que forma esses dois fatores interagem e moldam o cenário tecno econômico contemporâneo.

A renomada economista e pesquisadora venezuelana, Carlota Perez, é conhecida por suas contribuições da compreensão das revoluções tecnológicas e dos paradigmas tecno econômicos. Seu trabalho principal, "*Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*" (em tradução livre, "Revoluções Tecnológicas e Capital Financeiro: A Dinâmica das Bolhas e da Idade de Ouro"), publicado em 2003, oferece uma análise abrangente dos padrões de desenvolvimento econômico impulsionados pelas revoluções tecnológicas.

Segundo Perez (2010), a revolução tecnológica pode ser distinguida de um conjunto aleatório de sistemas tecnológicos, justificado por seu conceito como revolução e podem ser descritas por duas características básicas.

A primeira característica é ter uma forte interligação e interdependência dos sistemas participantes em termos das tecnologias e dos mercados, se entende comumente como 'a revolução'. E a segunda característica básica, a sua capacidade de transformar profundamente o restante da economia e supostamente a sociedade (Perez, 2010).

Deste modo, a autora Carlota Perez (2003) define a revolução tecnológica:

> Uma revolução tecnológica pode ser definida como um poderoso e altamente visível aglomerado de tecnologias, produtos e indústrias novas e dinâmicas, capazes de provocar uma reviravolta em toda a economia e de impulsionar um aumento de desenvolvimento a longo prazo. É uma constelação fortemente inter-relacionada de inovações técnicas, geralmente incluindo uma matéria-prima [*input*] de baixo custo onipresente e importante, muitas vezes uma fonte de energia, às vezes um material crucial, além de novos produtos e processos significativos e uma nova infraestrutura. Esta última geralmente muda a fronteira em velocidade e confiabilidade de transporte e comunicações, enquanto reduz drasticamente seu custo (Penna, (2018) apud Perez (2003).

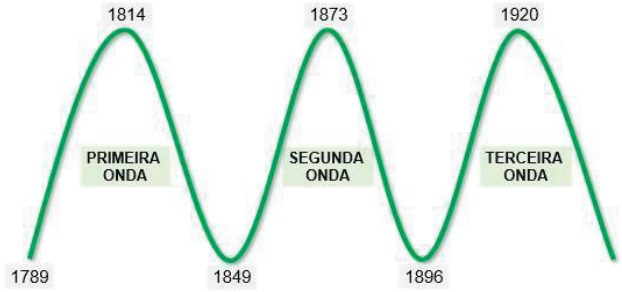
Essa capacidade de uma revolução tecnológica de transformar as indústrias e atividades são resultados da influência de seu 'paradigma técnico-econômico'[15], que é descrito por Perez (2010) como um modelo de melhores práticas para o uso mais efetivo de novas tecnologias em indústrias novas e indústrias não novas se atualizarem.

Conforme novos setores se expandem para assumir o papel do crescimento ao longo prazo, o paradigma técnico-econômico atua como um direcionador fundamental para uma ampla reestruturação e um aumento geral da eficiência produtiva em todas as indústrias e mercados (Perez, 2010).

Nesse contexto sobre as revoluções tecnológicas, a estrutura analítica de Carlota Perez foi adquirida através dos conceitos do economista soviético Nikolai Kondratieff, que foi pioneiro na identificação dos ciclos econômicos de longo prazo, conhecido como 'longas ondas de Kondratieff'. Esses ciclos destacam o padrão recorrente de inovação tecnológica ocorrendo em períodos de aproximadamente 45 a 60 anos (Penna, 2018). Desta forma, Carlota Perez utiliza métodos desta teoria com análise econométrica[16].

Na FIGURA 10 se apresentam as três longas ondas do ciclo tecnológico que aborda um estudo empírico baseado na análise dos preços das *commodities* nos Estados Unidos e no Reino Unido no período de 1790 a 1920. Essa abordagem estatística contribui para a compreensão dos ciclos econômicos e a relação entre as transformações tecnológicas e os movimentos econômicos ao longo da história.

FIGURA 10 - ONDAS DE CICLOS LONGOS DE KONDRATIEFF.



FONTE: Autora (2023) adaptado de Penna (2018).

[15] O conceito de paradigma técnico-econômico foi introduzido por Pérez em 1985 como uma alternativa ao termo anteriormente utilizado em 1983, a fim de estabelecer uma ligação com o conceito de paradigma técnico proposto por Dosi em 1982 (Dosi, *et. al.*, 1988).

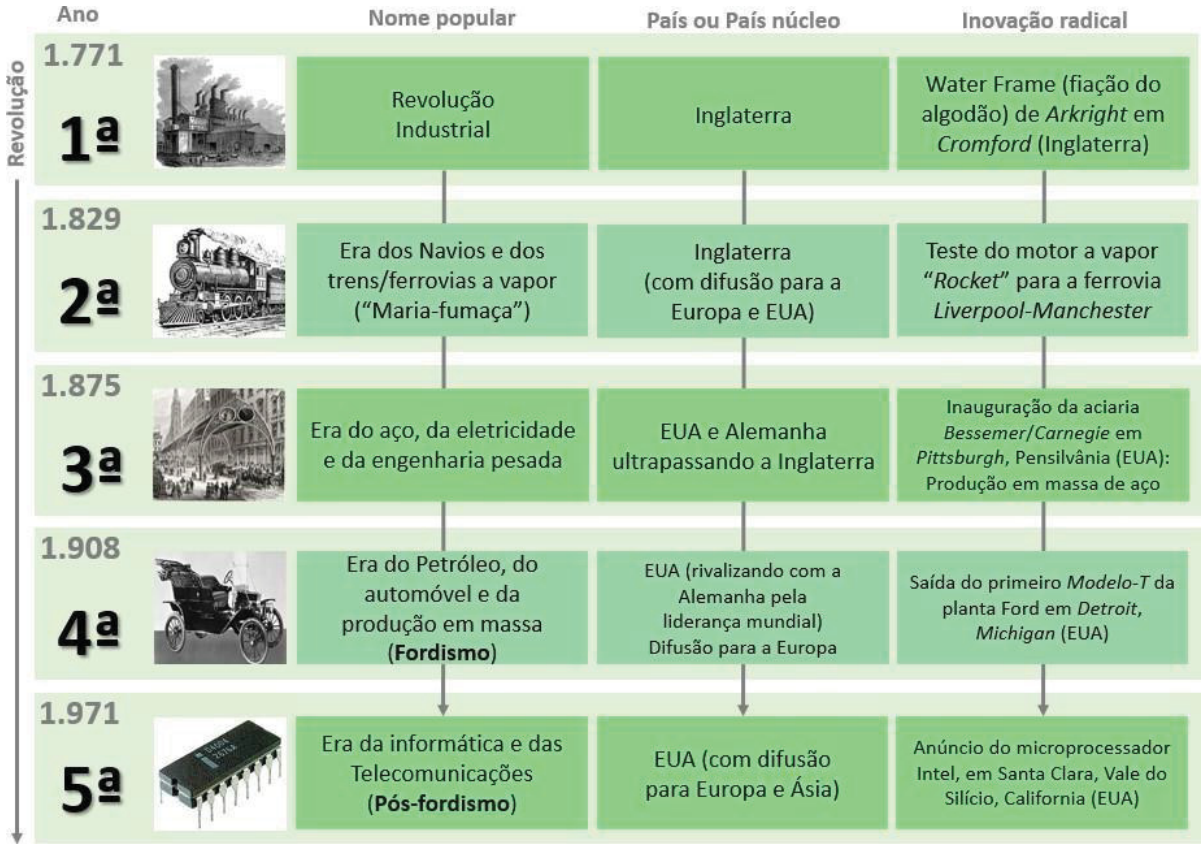
[16] A econometria é um campo de estudo que utiliza métodos matemáticos e estatísticos, como distribuições de probabilidade e modelos de equações para avaliar teorias em economia e finanças (Gujarati e Porter, 2011).

Na FIGURA 10 é possível observar as três ondas das mudanças tecnológicas identificadas por Kondratieff. A primeira onda abrange o período de 1790 a 1849, com um ponto de mudança em 1815. A segunda onda surge nos anos de 1850 a 1896, com um ponto de virada em 1873. Já a terceira onda é indicada por Kondratieff como iniciando em 1896, sugerindo o início de um novo ciclo tecnológico. Essas ondas representam as mudanças tecnológicas que ocorrem periodicamente, com duração e tempo de maturação dos equipamentos de capital (Penna, 2018).

Perez (2010), elabora o conceito de mudanças de paradigma tecno econômico e a teoria das grandes ondas de desenvolvimento fundamentando-se no trabalho de Schumpeter sobre as ondas de ciclos de Kondratieff. Com base nessa abordagem, Perez explora a interação entre inovação tecnológica, mudança econômica e transformações sociais, destacando a importância das rupturas e avanços tecnológicos para impulsionar as transformações nos sistemas econômicos ao longo do tempo.

Essa perspectiva de mudança de paradigma e ondas de desenvolvimento fornece uma estrutura teórica para compreender a dinâmica evolutiva das economias e os principais impulsionadores de progresso e transformação que são apresentados na FIGURA 11.

FIGURA 11 - OS PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO CONFORME A TRAJETÓRIA HISTÓRICA.



FONTE: Autora (2024) adaptado de Harvey (1989) e Perez (2010).

Dessa forma, Perez (2010) propõe um modelo teórico que descreve as cinco fases distintas em uma revolução tecnológica e os principais paradigmas tecno-econômico associados a cada etapa.

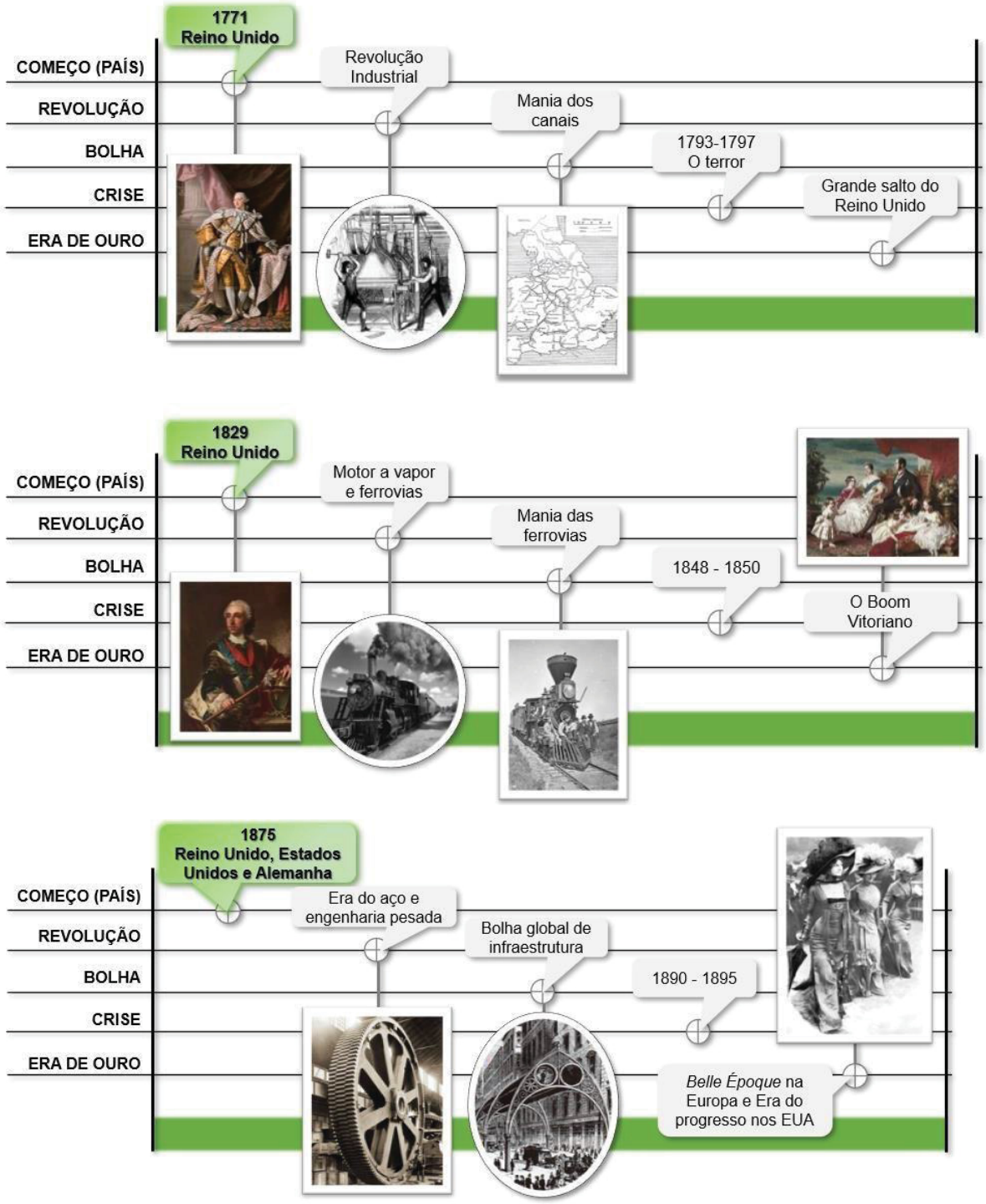
A FIGURA 11 apresenta as cinco revoluções tecnológicas caracterizadas pelo nome popular na época, o país de origem e o que ocorreu para iniciar a revolução desde o ano de 1770 aos anos 2000. A Primeira Revolução Industrial que foi notada pela invenção da máquina hidráulica de fiar algodão por Richard Arkwright que fundou uma fábrica têxtil em *Derbyshire* na vila de *Cromford*, Inglaterra, em 1771. A Segunda Revolução foi marcada pela era do vapor e das ferrovias que iniciou na Inglaterra e se espalhou pela Europa e nos Estados Unidos pelo teste de motor a vapor como um 'foguete' para a ferrovia em *Liverpool-Manchester*, no ano de 1829. A Terceira Revolução foi a era do aço, eletricidade e a Engenharia pesada com a inauguração da siderúrgica *Bessemer* de Carnegie em *Pittsburgh*, Pensilvânia em 1875.

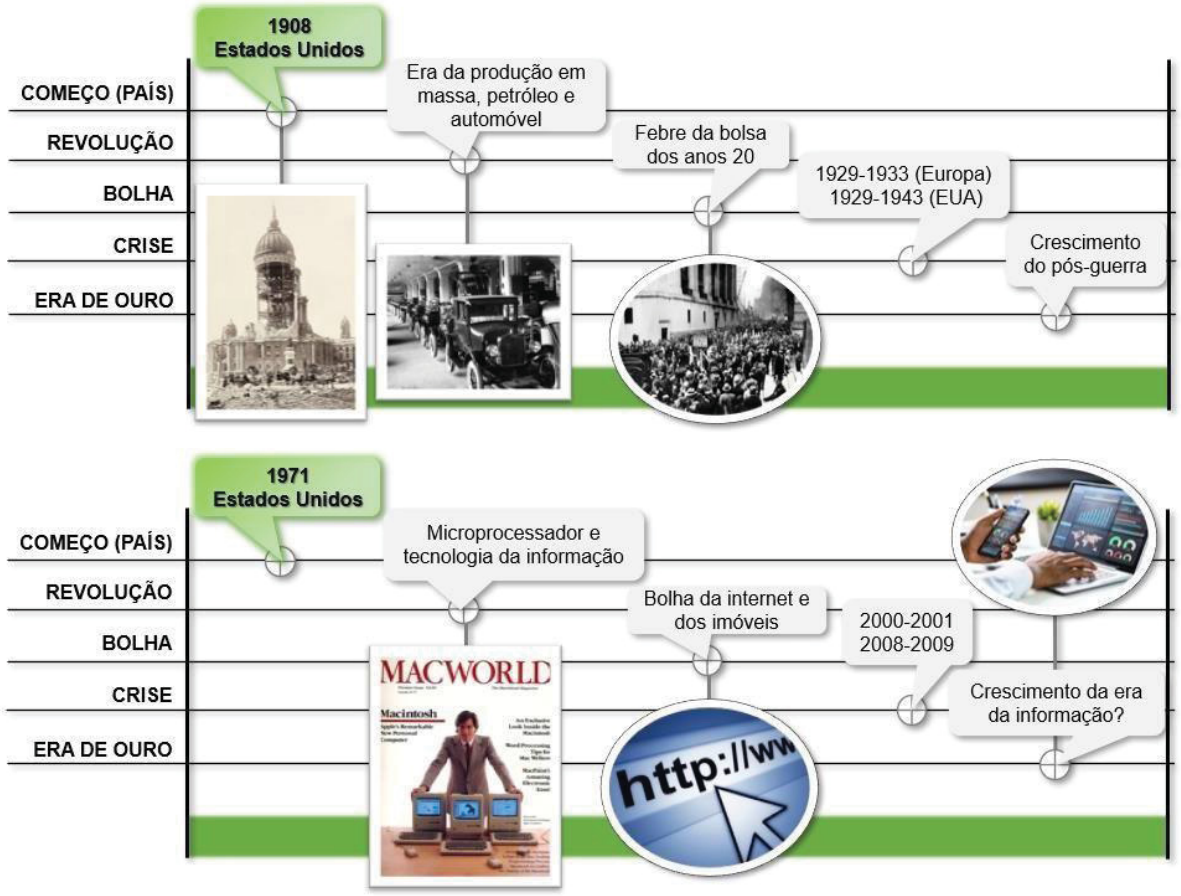
Em sequência, a Quarta Revolução foi representada pela era do petróleo, do carro e a produção em massa, que se iniciou nos Estados Unidos e rivalizava com a

Alemanha pela liderança mundial obtendo a difusão para a Europa através do lançamento do primeiro ‘Modelo-T’ na fábrica da Ford em *Detroit*, *Michigan* no ano de 1908 (Fordismo). A Quinta Revolução é marcada pela era do computador e as telecomunicações que se iniciou nos Estados Unidos e se espalhou pela Europa e pela Ásia com o anúncio do chip da Intel em Santa Clara, Califórnia, em 1971 (Pós-fordismo).

A FIGURA 12 apresenta uma linha do tempo das cinco revoluções tecnológicas que são descritas pela autora Carlota Perez.

FIGURA 12 - CINCO REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS: DESDE 1771 AOS ANOS 2000.



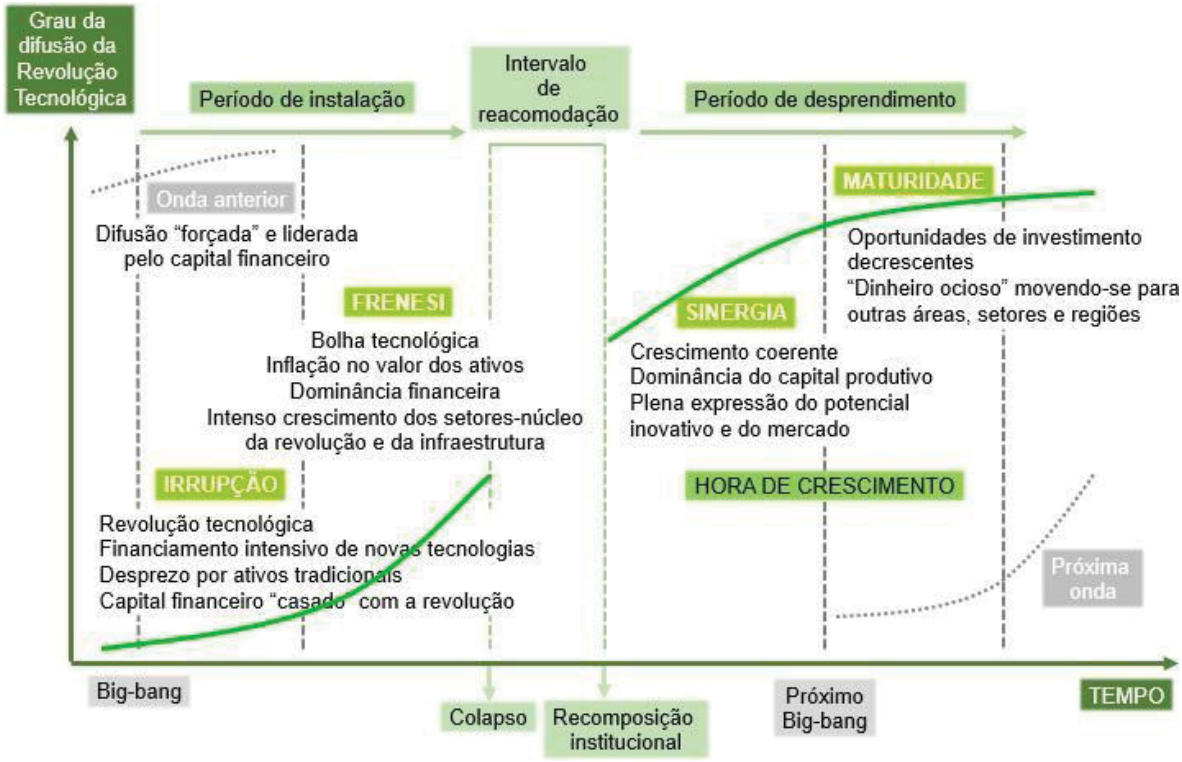


FONTE: A autora (2024) adaptado de Porto (2010).

Essas mudanças tecnológicas são caracterizadas pelas mudanças disruptivas na tecnologia, organização produtiva, instituições e a transição dos sistemas financeiros.

Dessa forma, Perez (2004) desenvolveu um modelo histórico-analítico demonstrado na FIGURA 13 para compreender o caráter mutante e progressista do capitalismo que ocorre através de ondas longas de desenvolvimento, seguidas com crises econômico-financeiras e reestruturação institucional (Arend, 2012).

FIGURA 13 - SEQUÊNCIA RECORRENTE NA RELAÇÃO ENTRE O CAPITAL FINANCEIRO E O CAPITAL PRODUTIVO EM UMA ONDA LONGA DE DESENVOLVIMENTO.



FONTE: Autora (2023) adaptado de Arend (2012) apud Perez (2004).

A FIGURA 13 é apresentado o grau da difusão tecnológica pelo tempo. Observa-se que a linha do gráfico termina como 'onda anterior' e se inicia como a 'próxima onda'. Neste mesmo contexto, Perez (2004) destaca dois períodos principais representados pela linha verde do gráfico da FIGURA 13, o primeiro trecho do período de instalação marcado pela 'irrupção' e 'frenesi' que dura cerca de 20 a 30 anos desde o início do paradigma tecno econômico e o segundo trecho é marcado pelo período de desprendimento (difusão) que é representado pela 'sinergia' e 'maturidade' através da disseminação completa da revolução tecnológica nas décadas seguintes.

Na FIGURA 13 observa-se que na metade da uma revolução tecnológica existe um período chamado por Perez (2004) como 'intervalo de reacomodação' estabelecido pelo 'colapso' financeiro e a 'recomposição institucional', ou seja, os colapsos financeiros são acontecimentos inevitáveis. Após esses eventos, ao longo da história, as ideologias político-econômicas tendem a se inclinar em direção ao intervencionismo do Estado, e o crescimento econômico passa a ser guiado por critérios de longo prazo relacionados ao capital produtivo, em detrimento dos critérios financeiros de curto prazo para investimentos.

Ainda na FIGURA 13 apresenta a explosão tecnológica conhecida como '*Big-bang*', em grande parte é impulsionada pelo capital financeiro que desempenha um papel crucial na quebra das rotinas estabelecidas e facilita as mudanças radicais. Observa-se que na fase de 'Irrupção', o capital financeiro se une a um novo capital produtivo emergente, pois as novas técnicas superam qualquer capital existente em termos de geração de riqueza. Na fase de 'Maturidade' se nota uma sobreposição entre a revolução antiga com a emergência de uma 'nova economia'.

Nesse contexto, o QUADRO 6 apresenta as fases de uma revolução tecnológica e seus paradigmas tecno econômicos segundo Arend (2012).

QUADRO 6 - FASES DE UMA REVOLUÇÃO TECNOLÓGICA E SEUS PARADIGMAS TECNO-ECONÔMICO.

Fase	Descrição	Paradigmas tecno econômicos
Irrupção (*Surge*)	Emergência de uma nova tecnologia disruptiva	Mudança radical dos paradigmas existentes
Frenesi (*Frenzy*)	Euforia, investimentos e rápida disseminação	Entusiasmo excessivo, especulação
Sinergia (*Synergy*)	Integração com os outros setores econômicos	Novos modelos de negócios, eficiência
Maturidade (Maturity)	Estabilização, busca por aplicações diversificadas	Adaptação dos paradigmas à maturidade
Declínio (*Decline*)	Diminuição da inovação, evidência de limites	Declínio dos paradigmas, preparação para a próxima revolução

FONTE: Autora (2023) adaptado de Arend (2012).

De acordo com Arend (2012), o QUADRO 6 apresenta que a tecnologia é iniciada pela Irrupção (*Surge*) sendo um período de inovação intensiva. Em seguida, um Frenesi (*Frenzy*) de euforia especulativa que culmina em uma crise financeira e uma reestruturação da economia. Após a crise, ocorre uma fase de Sinergia (*Synergy*) em que uma nova tecnologia é adotada e difundida, levando a um período de crescimento estável pela Maturidade (*Maturity*) em que a taxa de crescimento diminui e a economia se estabiliza com o Declínio (*Decline*) (Arend, 2012).

Essa expansão econômica é conhecida por Perez (2003) como Era de Ouro[17], em que as inovações são amplamente aceitas e integradas à economia e à sociedade, que resulta num período de crescimento econômico sustentado, aumento da produtividade, desenvolvimento de novos modelos de negócios e melhorias no bem-estar social.

A Idade do Ouro descrito por Carlota Perez:

> Foi assim que aconteceu a Idade de Ouro do Pós-Guerra. O enorme potencial de inovação da massa e a revolução produtiva instalada nas décadas de 20 e 30 trouxe, de meados da década de 40 até a década de 60, o maior *boom* e a primeira economia de pleno emprego na história do capitalismo (Perez, 2013).

A idade de ouro, conhecida como os “anos dourados do Pós-Guerra”, foi impulsionada pelas tecnologias de produção em massa do quarto paradigma, que começaram a se difundir nas primeiras décadas do século XX. Assim, para que essa era de prosperidade florescesse plenamente, foram necessárias instituições que facilitassem o consumo em massa, tanto pela sociedade em geral quanto pelo Estado (Arend, p. 380, 2012).

O Estado desempenha um papel crucial na orientação e no apoio à adoção e difusão de novas tecnologias, bem como na regulação dos mercados e na estabilidade financeira. Esses paradigmas moldam a forma como a economia funciona, definindo as regras e as estruturas organizacionais (Perez, 2003).

Conforme Dosi, *et al.*, (1988), é essencial entender a inovação no contexto da tecnologia, economia e ambiente socioinstitucional, pois é nesse espaço significativo que ocorrem as transformações técnicas. A mudança tecnológica é dinâmica e possui um conceito simples, porém implica um ritmo e uma direção específica para uma determinada tecnologia, definindo assim a trajetória do paradigma em questão (Sicsú e Rosenthal, 2006, p. 12).

Dessa maneira, o conceito de mudanças de paradigma tecno-econômico por Perez é descrito como:

---

[17] A Era do Ouro é designada ao período Pós-Segunda Guerra Mundial até meados da década de 1970, caracterizado pelo notável crescimento econômico e estabilidade pelo mundo, principalmente nos países industrializados. As empresas norte-americanas expandiram suas atividades, como produção em massa e tecnologia avançada. As corporações europeias e japonesas se adaptaram as empresas americanas com modernização e expansão para um ambiente favorável ao crescimento de tecnologias e mercados (Diegues e Sarti, 2021).

> “Um paradigma tecno-econômico é, então, um modelo de melhores práticas composto de um conjunto de princípios tecnológicos e organizacionais genéricos, que representam a maneira mais eficaz de aplicar uma revolução tecnológica específica e de usá-la para modernizar e rejuvenescer toda a economia. Quando geralmente adotados, esses princípios se tornam a base do senso comum para organizar qualquer atividade e estruturar qualquer instituição” (Pérez, 2002, p. 15).

Com base nos paradigmas e revoluções tecnológicas Perez propõe que a economia verde[18] representa a nova trajetória para as políticas de desenvolvimento (Perez, 2021). Essa abordagem é capaz de fomentar sinergias e vantagens para a sociedade, marcando a transição sobre os conceitos e implicações da economia circular como novo paradigma tecno econômico.

Os paradigmas tecno econômicos possibilitam a compreensão de que ao longo da história, o desenvolvimento tecnológico desempenhou um papel fundamental na transformação das economias e das sociedades. Pela análise dos diversos paradigmas tecnológicos e suas fases, podemos observar que as revoluções tecnológicas moldaram o mundo econômico e influenciaram os modelos sociopolíticos.

Dessa forma, à medida que pensamos sobre o futuro, a economia verde emerge como uma direção promissora que promove a sustentabilidade, e está diretamente relacionado com a economia circular que compartilham objetivos comuns de sustentabilidade ambiental e econômica.

---

[18] Conceito de ‘economia verde’ se refere a uma abordagem econômica sustentável que busca promover o crescimento econômico, ao mesmo tempo em que reduz os impactos ambientais negativos e prioriza a inclusão social. Isso envolve a adoção de práticas mais limpas, a conservação de recursos naturais e a promoção de uma economia equitativa e ambientalmente responsável (Portal da Indústria, 2023).

3.3 A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS REFERENTE À ECONOMIA CIRCULAR

A gestão de RSU é um desafio global, onde os resíduos são vistos como problemas a serem descartados, porém na economia circular, esses resíduos são reconhecidos como recursos valiosos. Esse tópico aborda estratégias de gestão de RSU conforme a lei da PNRS, destacando a gestão e o gerenciamento dos RSU rumo à economia circular.

3.3.1 Breve histórico dos Resíduos Sólidos Urbanos

A compreensão sobre a gestão de RSU demanda uma análise histórica que remonta aos primórdios da civilização humana. Ao longo dos séculos, os resíduos têm desempenhado um papel significativo no ciclo de vida das sociedades, evoluindo conforme as comunidades progridem e se estabeleciam em áreas urbanas.

Desde os tempos mais remotos, os resíduos estiveram presentes no ciclo de vida dos organismos vivos, desempenhando funções vitais e influenciando as interações entre os seres humanos e o meio ambiente (Pereira, 2019).

A espécie conhecida como *Homo sapiens*, transformou a evolução ao longo de milênios até os dias atuais e a interação dos seres vivos do planeta com os resíduos gerados. Há aproximadamente 300 mil anos, os rejeitos gerados pelos seres vivos, incluindo seus próprios cadáveres, serviam de alimento para outros seres da cadeia alimentar. Pela regra de sobrevivência se buscava o equilíbrio, nada era desperdiçado (Pereira, 2019).

Por volta de 10.000 a.C., em que a humanidade deixou os estilos de vida nômades e passou a adotar práticas de agricultura e pecuária, o equilíbrio ambiental não pôde mais ser restaurado. Ao longo da história, os resíduos sólidos geraram impacto nas comunidades com graves doenças que afetaram a população mundial, uma vez que os resíduos sólidos atraem vetores, como animais e insetos, responsáveis pela transmissão de doenças às pessoas (Pereira, 2019).

Quando o ser humano começou a se estabelecer em um local fixo, passamos a conviver com os próprios resíduos gerados, ou seja, o lixo. Segundo Aguiar (2016), a palavra lixo vem do latim *LIX*, que significa lixívia ou cinzas, esse significado vem de

uma época bem remota, em que a maior parte dos resíduos de cozinha eram formados por cinzas e restos de lenha carbonizada dos fornos, lareiras e fogões.

Para resolver a situação dos resíduos sólidos gerados, a resposta da sociedade foi relocar os resíduos para locais distantes das cidades, seja enterrando no solo ou lançando em corpos d'água existentes. Entretanto, essa atitude resultou em consequências negativas, com rios e mares poluídos e contaminação do solo e da água subterrânea nas áreas de descarte de resíduos (Pereira, 2019).

Pereira (2019) descreve que as civilizações como os sumérios, assírios, hindus, egípcios, israelitas, gregos e, especialmente, os romanos, apresentaram soluções para questões de saneamento em suas cidades. As áreas distantes onde havia resíduos sólidos da metrópole era alcançada pela população, conforme as cidades cresciam e se tornavam bairros.

O ponto crucial para a transformação ocorreu durante a Revolução Industrial, que teve início na Inglaterra no século XVIII, quando um novo padrão de produção em larga escala provocou uma profunda mudança nos modos de vida das sociedades (Pereira, 2019). Nesse período ocorreu uma transição significativa da manufatura para a indústria mecânica, resultou o aumento da produção e a introdução de novas tecnologias que provocaram profundas transformações no modo de vida global (Pott e Estrela, 2017).

Durante esse período, houve um aumento maciço na produção industrial, a rápida urbanização e o consumo de bens, o que resultou em uma quantidade significativa de RSU gerados pelas atividades humanas. Esse desenvolvimento histórico reflete a natureza do progresso humano, que ao longo dos séculos, tem sido impulsionado pelo capitalismo, sendo inerente aos RSU (Moura, 2014).

A industrialização trouxe consigo não apenas a introdução de novas tecnologias e métodos de produção, mas também desafios ambientais sem precedentes (Moura, 2014). A partir disso, houve um crescimento acelerado de Organizações não governamentais (ONGs), ativismos como os 'partidos verdes' que iniciaram a influência da política, a multiplicação de atores transnacionais em matéria de meio ambiente, o surgimento como novo movimento social e uma oposição política às estruturas dominantes (Le Prestre, 2005).

Desse modo, a inclusão sobre o tema 'resíduos sólidos' se solidificou a partir dos eventos de grande relevância global, como a Conferência de Estocolmo em 1972, através do documento conhecido como "Nosso Futuro Comum" ou Relatório de

Brundtland, sendo a primeira tentativa de aproximar os direitos humanos e o meio ambiente, integrando as discussões políticas na agenda das nações (Gurski *et al.*, 2012). No evento Rio-92 passaram a citar a necessidade de reduzir os atuais padrões insustentáveis de consumo de recursos naturais, o combate à poluição e demais formas de degradação ambiental (Klein, 2017).

Desta forma, os RSU passaram a ter relevância nas discussões ambientais, pois são materiais provenientes das atividades domésticas, denominados resíduos domiciliares, assim como os provenientes de operações de varrição[19], que são classificados como resíduos de limpeza urbana (SINIR, 2023).

A identificação de problemas ambientais, incluindo questões relacionadas à gestão de RSU, é influenciada por uma variedade de fatores contextuais, como características geográficas, históricas, culturais, econômicas e políticas. A percepção desses problemas e sua relevância são moldadas pela interação desses fatores, e sua inserção na agenda política ocorre através de um processo complexo de negociação e mobilização de diferentes grupos de interesse (Klein, 2017).

O Estado, é o principal ator na definição e implementação de políticas da gestão de RSU. Os grupos da sociedade civil, como as associações empresariais, sindicatos, organizações não governamentais e institutos de pesquisa, desempenham um papel importante na defesa de seus interesses e na influência das decisões políticas relacionadas à gestão de RSU. Esses aspectos geram uma dinâmica de interação entre os atores governamentais e não governamentais, onde diferentes perspectivas e agendas competem pela atenção e pelo apoio das autoridades governamentais (Klein, 2017).

Assim, os RSU estão intrinsicamente ligados à trajetória histórica da humanidade e ao seu desenvolvimento. Desde os tempos remotos, os resíduos estão presentes na vida das civilizações evoluindo à medida que as sociedades progridem. A conscientização sobre esses desafios pela busca de soluções culmina na inclusão do tema da gestão de RSU na agenda global. A responsabilidade ambiental destaca a necessidade contínua de abordagens eficazes para lidar com o RSU em um mundo de constante crescimento populacional e de evolução.

---

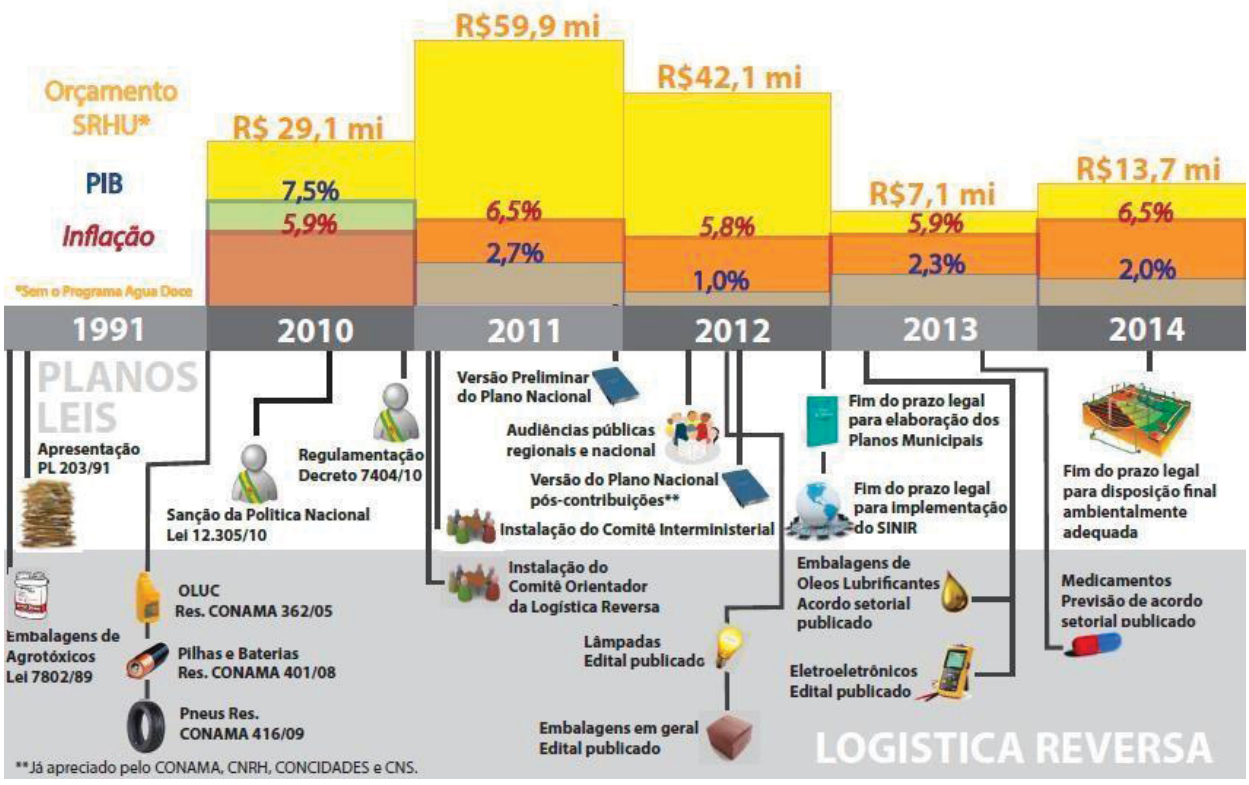
[19] Varrição é realizado manualmente ou mecanicamente, mantém as vias públicas limpas e higienizadas dia a dia. Nas feiras livres, é feita ainda uma lavagem e desinfecção do local após o encerramento das atividades. O serviço garante ruas e calçadas limpas, para ter uma cidade agradável (Estre, 2024).

3.3.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

No âmbito nacional, foi implementada em 2010 a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) sob a luz da Lei 12.305, sendo um marco regulatório que revolucionou a abordagem do planejamento da gestão de resíduos. Essa política impulsionou os diálogos entre os diversos atores e estabeleceu princípios de compartilhamento com responsabilidades, à geração e a destinação adequada dos RSU (Gonçalves-Dias, *et al.*, 2015).

A promulgação da Lei 12.305/2010 resultou em 21 anos de deliberações no Congresso Nacional. Concomitantemente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) aprovou um projeto de lei que foi encaminhado ao Poder Executivo Federal, conforme apresentado na FIGURA 14.

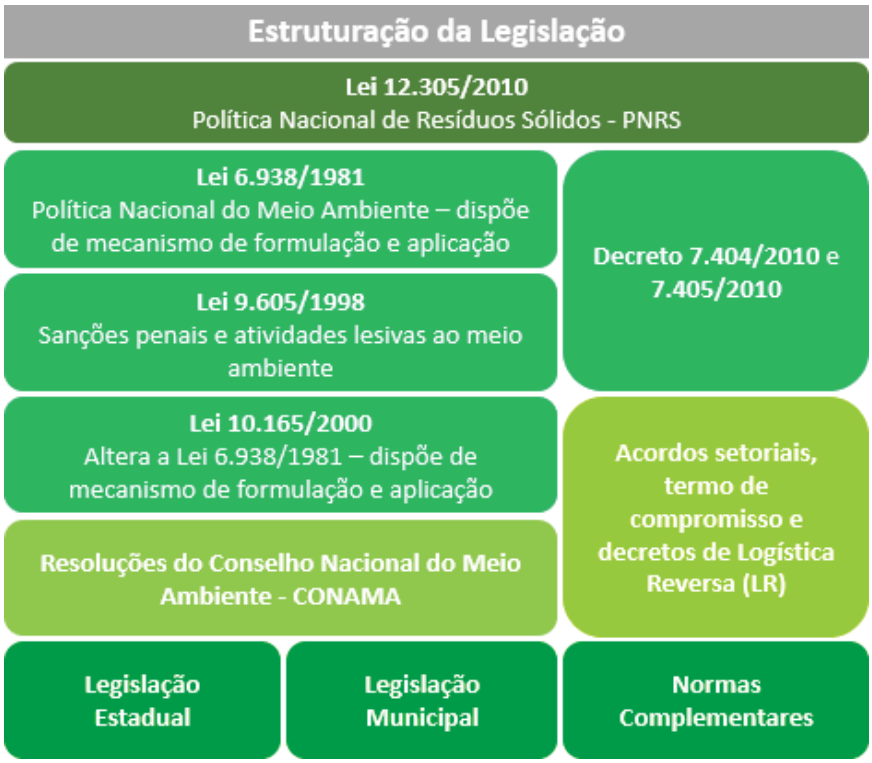
FIGURA 14 - REPRESENTAÇÃO DE 21 ANOS DE DISCUSSÕES SOBRE O TEMA DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RSU NO CONGRESSO NACIONAL.



FONTE: IBAMA (2022).

A estrutura da Lei 12.305/2010[20], conforme ilustrado na FIGURA 15, foi desenvolvida, adaptada e implementada com base em outras legislações, tais como as Leis n° 6.938/1981, Lei n° 9.605/1998 e Lei n° 10.165/2000, bem como os decretos n° 7.404/2010 e n°7.405/2010. Além disso, foram consideradas as resoluções do CONAMA e estabelecidos acordos setoriais, termos de compromisso e decretos de LR[21] para diferentes cadeias, como as de pneus, pilhas e baterias, a partir de 1990. Essa abordagem culminou na promulgação da Lei Nacional 12.305/2010, que serve como base para legislações estaduais e municipais, complementadas por normativas específicas (IBAMA, 2022).

FIGURA 15 - ESTRUTURAÇÃO DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA RELACIONADA AOS RSU.



FONTE: Autora (2023) adaptado de IBAMA (2022).

Desde então, a PNRS está em vigor através da Lei 12.305 desde 2010, no qual reforça os princípios de gestão sustentável e introduz políticas de gerenciamento

[20] A PNRS se iniciou em 1989, com o Projeto de Lei do Senado (PLS) 354, do ex-senador Francisco Rollemberg, culminado apenas no ano de 2010 na aprovação da Lei 12.305 (Pereira, 2019).

[21] A Logística Reversa conforme definido no art. 3 da PNRS, regula o retorno das embalagens de produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de RSU.

regionalizado dos resíduos, estabelecendo metas para reciclagem e coleta seletiva. Além disso, inova ao abordar questões relacionadas à responsabilidade compartilhada ao longo do ciclo de vida dos produtos e à LR para o retorno de produtos (Jacobi e Besen, 2011).

Para garantir a eficácia da Lei 12.305/2010, é crucial implementar medidas práticas que envolvam não apenas o Poder Público em todas as esferas, mas também o setor empresarial e a sociedade civil. Essas medidas devem ser direcionadas a induzir alterações nos padrões de produção e de consumo. Conforme Gonçalves-Dias *et al.* (2015), sem essa capacidade de promover as mudanças efetivas entre as esferas, se torna arriscado postergar a solução dos problemas, ao invés de solucioná-las.

A PNRS proporcionou uma nova perspectiva para a gestão de RSU no Brasil, através de seus objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e obrigações audaciosas a fim de, reconfigurar as práticas relacionadas com a gestão e equacionar os problemas ambientais e sociais sobre essas questões (Artemisia e Gerdau, 2022).

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente:

> A busca por soluções na área de resíduos reflete a demanda da sociedade que pressiona por mudanças motivadas pelos elevados custos socioeconômicos e ambientais. Se manejados adequadamente, os resíduos sólidos adquirem valor comercial e podem ser utilizados em forma de novas matérias-primas ou novos insumos. A implantação de um Plano de Gestão trará reflexos positivos no âmbito social, ambiental e econômico, pois não só tende a diminuir o consumo dos recursos naturais, como proporciona a abertura de novos mercados, gera trabalho, emprego e renda, conduz à inclusão social e diminui os impactos ambientais provocados pela disposição inadequada dos resíduos (Ministério do Meio Ambiente, 2023).

Com isso, a PNRS em 2010 aprimorou a gestão de RSU no Brasil em diversos aspectos sobre os RSU, tais como:

- Priorização da não geração de RSU: ordena que a gestão dos resíduos siga o princípio de não geração, redução, reaproveitamento, reciclagem, tratamento dos resíduos e, por último, a disposição final adequada ambientalmente dos rejeitos[22], ou seja, daquilo sem valor econômico.

[22] Rejeitos são resíduos que não podem ser reutilizados, reciclados, compostado ou tratados de forma a serem reintegrados ao meio ambiente ou à cadeia produtiva de forma segura (Governo do Estado de São Paulo, 2014).

- O resíduo como um bem econômico: reconhece o resíduo sólido com um bem econômico reutilizável e reciclável e de valor social, gerador de trabalho e renda, sendo promotor de cidadania.
- Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de produtos: Cria o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos que envolvem atribuições à indústria, ao governo e aos consumidores para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.
- Logística Reversa, educação ambiental e coleta seletiva: Estabelece a LR, a educação ambiental e a coleta seletiva como elementos fundamentais para a gestão dos RSU no Brasil.
- Integração de catadores de materiais recicláveis: reconhece a importância da integração desses indivíduos em ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, além de incentivar a organização de catadores em cooperativas e associações.
- Poluidor-pagador, protetor-recebedor: firma os princípios de poluidor-pagador – aquele que deve arcar com os custos da reparação do dano causado por ele ao meio ambiente; e protetor-recebedor – aquele que deve receber o ônus pela mitigação do dano causado pelo poluidor.
- Planos de resíduos sólidos para atingir metas: institui a necessidade dos municípios, Estados e da União elaborarem seus planos de resíduos sólidos e a meta de erradicação dos lixões[23] até 2014[24] (Artemisia e Gerdau, 2022).

Além disso, a PNRS oferece a adoção de tecnologias voltadas à recuperação energética dos RSU, ao debate nacional sobre o tema de resíduos, em que representa uma inversão lógica dos modelos anteriores da gestão na PNRS, os quais historicamente priorizavam a destinação final. Essa abordagem de tecnologia e

---

[23] Lixão é um local inadequado de disposição final de resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga do lixo sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (EXAME, 2023).

[24] A meta de erradicar os lixões até 2014 não foi cumprida. Porém, o Congresso Nacional postergou o prazo para o fim dos lixões estabelecidos pela PNRS (Jornal da USP, 2020). O lixão do Aurá, em Belém ainda continua recebendo 800 toneladas de resíduos por dia, ao qual já deveria ter encerrado as operações (Portal Saneamento Básico, 2023).

debates está alinhada com os princípios da economia circular (Artemisia e Gerdau, 2022).

Dessa forma, a PNRS regulamentada por uma série de decretos federais que visam promover a economia circular e a gestão ambiental adequada dos resíduos sólidos. O Decreto Federal 10.936/2022 regulamenta a PNRS com o intuito de promover a gestão ambiental adequada do RSU no Brasil. Este decreto estabelece diretrizes fundamentais para a redução da geração de resíduos, incentivo à reciclagem e reutilização de materiais, ,além de promover a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e o poder público. O Decreto 11.043/2022 complementa a regulamentação da PNRS, focando na melhoria da infraestrutura de gestão de resíduos e na criação de mecanismos de financiamento para projetos de reciclagem e gestão de RSU.

O Decreto 11.413/2023 traz novas regulamentações específicas para a logística reversa, com foco em ampliar a abrangência e a eficiência dos sistemas de devolução e reciclagem de produtos pós-consumo. O Decreto 11.414/2023 foca na inclusão social e no apoio aos catadores de materiais recicláveis, fortalecendo sua participação na gestão de resíduos sólidos.

Estes decretos formam um marco regulatório abrangente, estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos específicos para a redução, reutilização, reciclagem e destinação final adequada dos resíduos.

Em relação à demanda, a solução envolve uma reorientação e redução do consumo para ser mais consciente e responsável. A mudança de comportamento deveria ser reconhecida pelos consumidores sobre suas escolhas de consumo por terem impactos ambientais negativos. Em relação à oferta, é necessário regular a produção e estabelecer requisitos através de políticas de produtos, como o ‘*ecodesign*’, a eliminação de substâncias tóxicas e a implementação de rótulos ambientais e entre outras medidas (Gonçalves-Dias *et al.*, 2015).

Nesse contexto, a PNRS desempenha um papel importante no contexto ambiental brasileiro com questões essenciais relacionadas à preservação do meio ambiente.

3.3.2.1 Resíduos Sólidos: as estratégias, gerenciamento e gestão

Os resíduos sólidos são materiais descartados resultantes de atividades humanas e pelos processos naturais, manifestando-se na forma física sólida. Este conjunto abrange uma ampla gama de substâncias, tais como plásticos, metais, papel, vidro, resíduos orgânicos e outros materiais dispensados (Art. 3°, inciso XVI, Lei.305/2010).

Nas definições da Lei 12.305/2010, que institui a PNRS, define os resíduos sólidos como:

> "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 sólidos ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em copos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível" (Art. 3°, Lei 12.305/2010).

A Lei 12.305/2010 diferencia as palavras 'resíduos' de 'rejeitos', definido o 'rejeito' como:

> "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" (Art. 3°, Lei 12.305/2010).

As definições no Art. 3° da Lei 12.305/2010 sugere que, à medida que a tecnologia avança e novos processos são desenvolvidos, alguns resíduos classificados como rejeitos podem eventualmente ser reutilizados de alguma forma. Esses resíduos não devem ser destinados à disposição em aterros.

Outras definições da Lei 12.305/2010 que englobam os resíduos sólidos, são as palavras 'gestão' e 'gerenciamento' utilizadas como sinônimos tanto na língua portuguesa quanto na inglesa, conhecida no inglês como *management* para se referir a ambas (Schalch *et al.*, 2015).

No QUADRO 7 é apresentado as diferenças dos aspectos da 'gestão' e 'gerenciamento' dos resíduos sólidos, incluindo suas definições, áreas de atuação e objetivos específicos.

QUADRO 7 - DIFERENÇAS DOS ASPECTOS DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RSU.

Aspecto	Gestão de Resíduos Sólidos	Gerenciamento de Resíduos Sólidos
Definição	Conjunto de normas, diretrizes e regulamentações para organizar o setor de resíduos sólidos	Implementação das diretrizes estabelecidas pela gestão por meio de ações administrativas, controle e planejamento
Envolvimento	Tomada de decisões estratégicas e organização do setor	Implementação prática das decisões e diretrizes estabelecidas
Abrangência	Inclui instituições, políticas, instrumentos e recursos	Engloba ações administrativas, controle e planejamento de todas as etapas do processo
Objetivo	Estabelece diretrizes, arranjos institucionais e mecanismos de financiamento	Assegura a eficácia na execução das diretrizes e garante o cumprimento dos objetivos definidos
Resultado	Criação de uma estrutura para a gestão dos resíduos sólidos	Execução eficaz das políticas e diretrizes estabelecidas, resultando na correta gestão dos resíduos sólidos

FONTE: Autora (2023) adaptado de Schalch *et al.*, (2015).

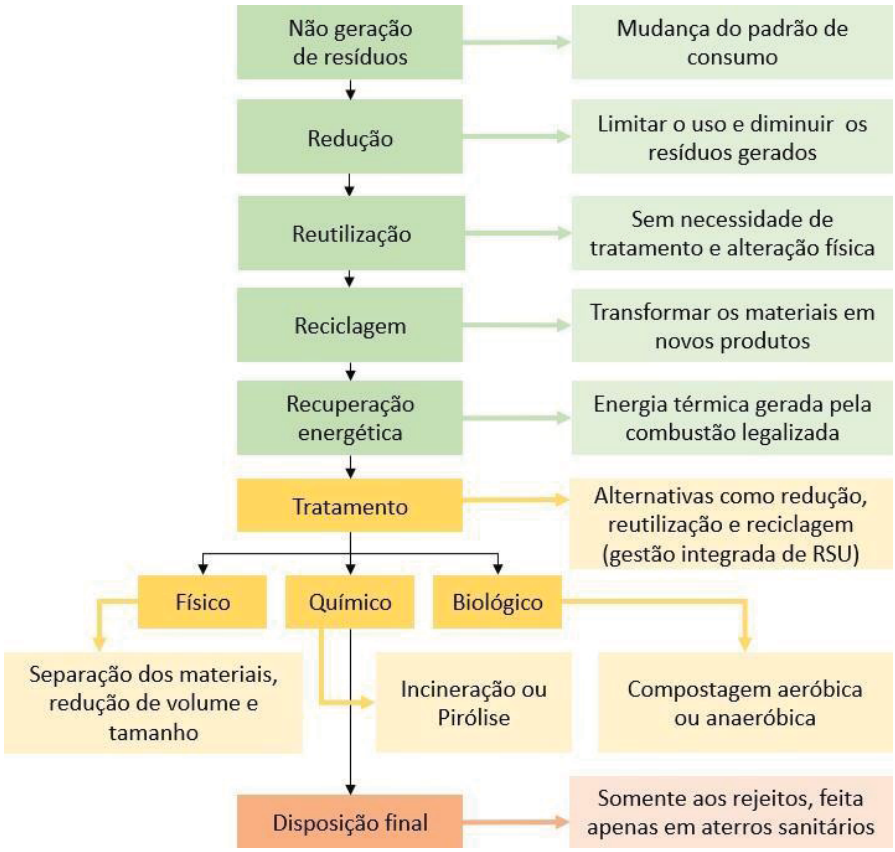
Conforme o QUADRO 7, a ‘gestão’ se refere ao conjunto de normas, diretrizes e instituições que regulam a tomada de decisões estratégicas e organizam o setor para a gestão de RSU. Por outro lado, o ‘gerenciamento’ envolve a implementação prática das decisões da gestão por meio de ações administrativas, controle e planejamento de todas as etapas do processo de gestão de RSU.

Desta forma, torna-se possível a implementação de estratégias complementares que promovem uma abordagem eficiente na gestão de RSU. Segundo ANCAT (2024), a PNRS deve seguir uma ordem de prioridade, com o cenário ideal é aquele em que não há geração de resíduos, enquanto a situação menos desejável é quando não existe alternativas viáveis para o descarte adequado.

A PNRS estabelece uma ordem hierárquica e inovadora que recomenda a não geração de resíduos sempre que possível, ao qual busca tornar os rejeitos visíveis, pois estes revelam os erros de projeto dos desenhos industriais. De acordo com Wirth e Oliveira (2016), aquilo que não pode ser reaproveitado, reciclado ou compostado não deveria estar no mercado.

Na FIGURA 16 é apresentado os eixos das estratégias de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos conforme a PNRS.

FIGURA 16 - ESTRATÉGIAS DE GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RSU.



FONTE: Autora (2023) adaptado de Schalch *et al.*, (2015) e Governo do Estado de São Paulo (2014).

A FIGURA 16 apresenta um eixo da gestão de RSU, ao qual se insere os seguintes aspectos:

a) Não geração de resíduos: prioriza-se a redução na fonte, evitando a produção desnecessária de resíduos, através da mudança do consumo.
b) Redução: reduzir a quantidade de resíduos produzidos, por meio de práticas como o uso consciente de recursos e a minimização de embalagens.
c) Reutilização: promover a reutilização de materiais e produtos, prolongando sua vida útil sempre que possível.
d) Reciclagem: implementar programas de reciclagem para coletar, separar e processar materiais recicláveis, dando-lhes um novo ciclo de vida.
e) Recuperação de energia: envolve o aproveitamento do potencial energético dos resíduos por meio de processos como incineração controlada e aproveitamento do biogás em aterros sanitários.

f) Tratamento: utilizar tecnologias de tratamento, como processos químicos, físicos e biológicos que envolvem a mudança de tamanho, a incineração ou pirólise e compostagem. Essas ações fazem parte da gestão integrada do RSU.
g) Disposição final adequada: quando todas as outras opções naõ são viáveis, os resíduos remanescentes devem ser dispostos de forma ambientalmente segura em aterros sanitários projetados para minimizar os impactos negativos.

Com relação aos aspectos de gestão dos RSU, a abordagem da gestão integrada desempenha um papel fundamental. A gestão integrada de RSU envolve a coordenação de diferentes atividades e processos ao longo do ciclo de vida dos resíduos, desde a sua geração até a disposição final.

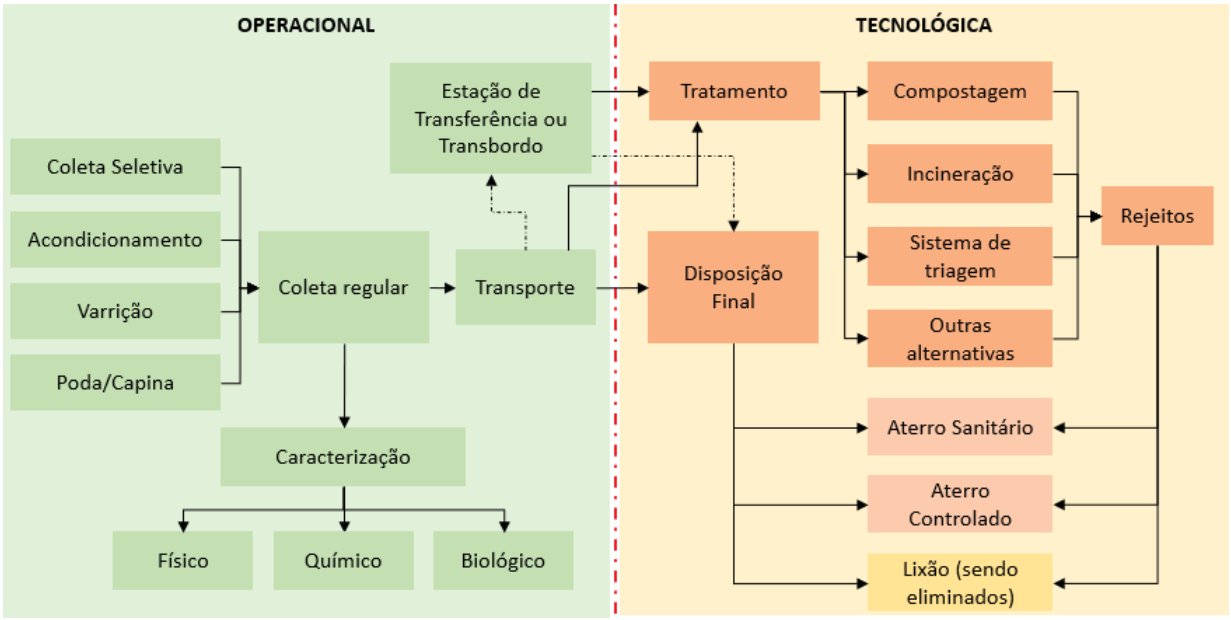
A Lei 12.305/2010 define a gestão integrada como:

> "conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável" (Art. 3°, Lei 12.305/2010).

O sistema de gerenciamento integrado de RSU é aquele que aborda a prevenção, destinação, tratamento e disposição dos resíduos de forma a proteger tanto a saúde humana quanto o meio ambiente. Esse tipo de gerenciamento envolve uma avaliação das necessidades e condições locais, seguida pela seleção e combinação das atividades mais adequadas para as circunstâncias específicas (Lei 12.305/2010). Segundo Jardim *et al.* (2000), descreve que não existe uma solução pronta para todas as situações da gestão de RSU, o gerenciamento integrado não se resume em determinar qual estratégia é melhor, mas encontrar a proporção mais apropriada entre as abordagens.

Na FIGURA 17 é apresentada uma proposta de um modelo de gestão e de gerenciamento de RSU que exige conhecimento das distintas formas de tratamento e destinação final dos resíduos ou rejeitos.

FIGURA 17 - O TRATAMENTO DE UM MODELO DE GESTÃO INTEGRADA DE RSU.



FONTE: Autora (2023) adaptado de Schalch *et al.*, (2015).

Conforme apresentado na FIGURA 17, distingue o gerenciamento operacional e tecnológico. No gerenciamento operacional, ocorre a coleta regular conforme a caracterização do material, definindo o transporte para a estação de transferência ou tratamento. A partir disso, o gerenciamento tecnológico se estabelece com o tipo de tratamento que o resíduo irá receber, podendo ser a compostagem, a incineração, sistema de triagem ou outras alternativas, caso não tiver opções será caracterizado como rejeito, sendo encaminhado para o aterro sanitário[25], aterro controlado[26] ou lixão, que está sendo eliminado (Schalch *et al.*, 2015).

Entre os benefícios do tratamento de resíduos estão a redução significativa do volume destinado aos aterros, com a possibilidade de aproveitamento energético ou de nutrientes, a diminuição da poluição de águas e ar, a inativação de resíduos perigosos e a geração de empregos por meio da criação de indústrias relacionadas (Schalch *et al.*, 2015).

---

[25] Os aterros sanitários são estruturas projetadas para o descarte final apropriado de resíduos sólidos, sendo especialmente concebido para receber e processar esses materiais de forma segura e ecologicamente responsável (Portal de Educação Ambiental, 2023).

[26] Aterro controlado é um local preparado para receber resíduos sólidos. É uma técnica que consiste em uma tentativa de transformar os lixões em aterros, minimizando os impactos ambientais (NBR 8419, 1992).

A PNRS introduz o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, com o intuito desde o momento de geração do resíduo até o descarte final. Esse conceito abrange diversos setores, incluindo o empresarial – fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes – os consumidores e o governo atuam como responsáveis pelos serviços e gerenciamento dos RSU (Wirth e Oliveira, 2016).

A gestão e o gerenciamento se tornam eficazes à medida que novos paradigmas tecnoeconômico emergem. A Lei 12.305/2010 demonstra processos tecnológicos de gestão, essa legislação estabelece a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado, visando o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias relacionadas à gestão, reciclagem, reutilização, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

3.3.2.2 A coleta seletiva: metodologias e métodos

A coleta seletiva é um processo de recolhimento de resíduos segregados pelos consumidores de acordo com sua composição. A Lei Federal 12.305/2010 define a coleta seletiva como a coleta de RSU previamente separados de acordo com a sua constituição e composição.

Segundo o CEMPRE (2023), existem várias modalidades de operacionalização de um sistema de coleta seletiva de RSU. A escolha do método mais apropriado cabe a cada município após avalição conforme a PNRS. Em determinadas circunstâncias, a adoção de uma combinação de abordagens pode ser vantajosa para alcançar os resultados desejados.

Conforme estabelecido pela PNRS, diferentes metodologias e métodos são empregados na realização da coleta seletiva. A) As metodologias incluem a segregação total na fonte e a separação em centrais de triagem. B) Já os métodos de coleta seletiva abrangem: coleta seletiva porta a porta; coleta seletiva em postos de entrega voluntária (PEVs); Pontos de Incentivo (PICs) à coleta seletiva; coleta seletiva por trabalhadores autônomos.

A) Metodologia da coleta seletiva

No QUADRO 8 é apresentada a descrição da metodologia da coleta seletiva entre a segregação total na fonte e a separação em centrais de triagem.

QUADRO 8 - METODOLOGIA DA COLETA SELETIVA.

Metodologia	Descrição
Segregação total na fonte	Os resíduos são separados em categorias específicas pelo gerador, como papel, plástico, vidro e metal, diretamente no local da geração
Separação em centrais de triagem	Os resíduos são coletados de forma mista e, posteriormente, encaminhados para centrais de triagem, onde são separados e classificados em diferentes categorias

FONTE: Autora (2023) adaptado de Mirandas e Mattos, (2018).

A segregação total na fonte é realizada pelo próprio morador ou funcionário responsável pela geração de resíduo, que os armazena separadamente, exigindo espaço disponível para essa finalidade (Mirandas e Mattos, 2018).

Conforme apresentada na FIGURA 18, essa triagem pode ser realizada em três etapas pelo próprio gerador, os resíduos secos, que incluem materiais recicláveis como papel, plástico, vidro e metal; os resíduos úmidos, compostos por resíduos orgânicos; e os rejeitos (Mirandas e Mattos, 2018).

FIGURA 18 - PROCESSO DE TRIAGEM DOS RESÍDUOS PARA A COLETA SELETIVA.

FONTE: Autora (2023) adaptado de *CleanLurb* (2023).

A metodologia da separação em centrais de triagem necessita de um centro de triagem para a segregação primária, sendo realizada por meio do sistema de separação entre resíduos secos e úmidos, visto que ainda é requerida a separação dos materiais secos (tais como papel, plástico, vidros etc.), úmidos (componentes orgânicos) e outros (considerados como rejeitos). A adaptação do galpão pode ser realizada para um formato mais simplificado e de custo reduzido, conforme as demandas e a escala do programa de coleta seletiva (Mirandas e Mattos, 2018).

Em determinados estados e municípios do Brasil, são estabelecidas regulamentações que categorizam a coleta seletiva de resíduos em duas modalidades distintas: coleta seletiva simples ou diferenciada e a coleta seletiva multisseletiva, conforme delineado nas leis pertinentes a seguir: (Mirandas e Mattos, 2018).

- A Lei Federal 12.305/2010 define a coleta seletiva como a recolha de resíduos sólidos previamente segregados de acordo com sua constituição ou composição. O art. 9, § 2, do capítulo II da PNRS estipula que o sistema de coleta seletiva implementado pelo titular do serviço público de limpeza urbana deve, no mínimo, separar resíduos secos e úmidos e, gradualmente, ampliar a separação dos resíduos secos em suas frações específicas, de acordo com metas estabelecidas nos respectivos planos.
    - A resolução CONEMA 55/2013 do Estado do Rio de Janeiro define a coleta seletiva simples como a recolha de resíduos sólidos domiciliares, urbanos, comerciais e de serviços previamente segregados em duas categorias: recicláveis e rejeitos; ou em três categorias: recicláveis, compostáveis e rejeitos, quando há sistema de compostagem. A coleta multisseletiva é definida como a recolha de diferentes tipos de resíduos sólidos recicláveis quando há segregação na fonte geradora. A resolução também estabelece padrões de cores para a coleta diferenciada, sendo azul para recicláveis, cinza para não recicláveis e marrom para compostáveis.
- A resolução CONAMA 275/2003 estabelece um código de cores para diferentes tipos de resíduos, a ser usado na identificação de coletores e transportadores, bem como em campanhas informativas para coleta seletiva. Também determina que os programas de coleta seletiva devem aderir aos padrões de cores estabelecidos.

As legislações descritas se tornam importantes, pois pela primeira vez se definiu um padrão de cores para identificação dos materiais a ser adotado nos sistemas de coleta seletiva no Brasil. No QUADRO 9 é apresentado o padrão de cores entre a coleta multisseletiva e a coleta simples.

QUADRO 9 - DIFERENÇA NO PADRÃO DE CORES NA LEGISLAÇÃO.

Resíduos	CONEMA 55/2013 (multisseletiva)	CONAMA 275/2001
Papel e papelão	Recicláveis	Azul
Plástico		Vermelho
Vidro		Verde
Metal		Amarelo
Madeira		Preto
Resíduos perigosos		Laranja
Resíduos de saúde		Branco
Radiativos		Roxo
Resíduos Orgânicos		Marrom
Rejeitos (não recicláveis)		Cinza

FONTE: Autora (2023) adaptado de Mirandas e Mattos, (2018).

A coleta multisseletiva tem as principais vantagens: obtenção de materiais mais limpos para o mercado; o processamento mais barato, sem a necessidade de equipamentos especiais para separação; consciência aprimorada do consumidor sobre os tipos de resíduos descartados. E as desvantagens: complexidade operacional devido à necessidade de separação de diferentes tipos de resíduos na fonte geradora; maior investimento em educação ambiental para garantir a correta separação dos resíduos pelos usuários; possibilidade de contaminação cruzada entre os materiais durante o processo de coleta ou armazenamento (Mirandas e Mattos, 2018).

As vantagens da coleta simples ou diferenciada podem ser caracterizadas pela: facilidade de implementação devida à segregação em apenas dois ou três tipos de resíduos; menor complexidade operacional em comparação com a coleta multisseletiva; redução da contaminação cruzada entre os materiais devido à

segregação prévia. E as desvantagens podem ser: limitação na quantidade de materiais recicláveis coletados à segregação em categorias mais amplas; possibilidade de materiais recicláveis ficarem contaminados devido à presença de resíduos orgânicos; potencial aumento dos custos de processamento devido à necessidade de separação adicional durante o tratamento dos resíduos (Mirandas e Mattos, 2018).

B) Método da coleta seletiva

No sistema operacional, o gerenciamento de RSU dos materiais recicláveis pode ser subdividido nos seguintes métodos da coleta seletiva conforme o QUADRO 10.

QUADRO 10 - MÉTODOS DA COLETA SELETIVA.

Método	Descrição
Coleta seletiva porta a porta	Neste método, os resíduos são coletados diretamente nas residências ou estabelecimentos comerciais pelos coletores, que separam os materiais recicláveis dos demais resíduos
Coleta seletiva em postos de entrega voluntária (PEVs)	Os resíduos são entregues pelos cidadãos em locais específicos, como contêineres ou postos de coleta, onde são separados de acordo com sua composição
Pontos de Incentivo (PICs) à coleta seletiva	Este método envolve a troca de materiais recicláveis por incentivos, como descontos em compras ou outros benefícios, em postos ou pontos específicos
Coleta seletiva por trabalhadores autônomos	Os resíduos são coletados e separados por catadores autônomos, que realizam o processo de triagem e encaminham os materiais recicláveis para a reciclagem

FONTE: Autora (2023) adaptado de Mirandas e Mattos, (2018).

Conforme o QUADRO 10, a coleta seletiva porta a porta envolve o cidadão separar o resíduo sólido entre materiais secos e fração orgânica, que são posteriormente disponibilizados para o caminhão do serviço de coleta seletiva domiciliar (Mirandas e Mattos, 2018). De acordo com a FIGURA 19, em alguns municípios, os cidadãos recebem bolsas de ráfia com a *logo* do programa de coleta seletiva municipal, os quais são usados para acondicionar os materiais recicláveis. Em dias específicos, os habitantes colocam essas bolsas na porta de casa, onde o

veículo da coleta seletiva recolhe os materiais e devolve as bolsas de ráfia para os cidadãos, mantendo assim um ciclo sustentável e contínuo (Portal Cascavel, 2021).

FIGURA 19 - COLETA SELETIVA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS PORTA A PORTA NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL (PR).

FONTE: Portal Cascavel (2021).

Outro método da coleta seletiva está apresentado na FIGURA 20, são os Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), também conhecidos como Ecopontos, proporcionam uma alternativa, onde o cidadão realiza a segregação dos RSU e os encaminha diretamente ao PEV (Mirandas e Mattos, 2018).

FIGURA 20 - PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA (PEVS) NO MUNICÍPIO DE MORUNGABA (SP).

FONTE: CRN Itatiba (2020). Foto: Rodrigo Marques.

Outro método é conhecido como os Pontos de Incentivos (PICs) à coleta seletiva: consiste na troca de materiais recicláveis por incentivos em postos específicos, promovendo a participação comunitária na coleta seletiva e incentivando práticas sustentáveis de descarte de resíduos (Mirandas e Mattos, 2018).

Para finalizar sobre os métodos, a Coleta seletiva pelo trabalhador autônomo: desempenham um papel fundamental na coleta e reciclagem de RSU, realizam a triagem e encaminham materiais recicláveis para a reciclagem. Contribuem para a redução do volume de resíduos destinados a aterros sanitários, conservando os recursos naturais e promovendo a inclusão social ao gerar renda através de seu trabalho independente (Mirandas e Mattos, 2018). Na FIGURA 21 apresenta um trabalhador autônomo fazendo a coleta seletiva na área urbana.

FIGURA 21 - TRABALHADOR AUTÔNOMO REALIZANDO A COLETA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NA ÁREA URBANA.

FONTE: Migalhas, 2023.

A coleta seletiva desempenha um papel crucial na transição para a economia circular, representa uma etapa fundamental no ciclo de vida dos resíduos. Ao permitir a separação eficiente de materiais recicláveis nos domicílios e empresas, a coleta seletiva contribui para a maximização do aproveitamento desses recursos. Isso não apenas reduz a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários, mas também promove a reciclagem e a reutilização, que são essenciais para minimizar a extração de novas matérias-primas e diminuir o impacto ambiental associado à produção de bens.

3.3.3 Modelo de produção circular na gestão de RSU

A economia circular é fundamentada na aplicação de práticas que abrangem desde o projeto sustentável até a reciclagem de longa duração, passando pela manutenção, reparo, reutilização, remanufatura e reforma.

Geissdoerfer *et al.* (2017) destacam que a economia circular busca reduzir o desperdício e promover o uso mais eficiente de recursos para contribuir com o desenvolvimento sustentável. Atua diretamente no gerenciamento de resíduos, reuso, reciclagem, prevenção da poluição e produção mais limpa, promovendo um modelo de produção circular, em que os resíduos e a energia são reaproveitados em todo o processo.

Nessa circunstância, os princípios da economia circular, possibilitam uma perspectiva para adoção de novos modelos de negócios em diferentes setores da economia, conhecido por 3Rs – redução, reuso e reciclagem (Yong, 2007), apesar de possuir no total de seis elementos essenciais, o *ecodesign*, a redução, a reutilização, a reciclagem, a reclassificação e a renovação. No QUADRO 11 é apresentado os princípios da economia circular de acordo com os 3Rs.

QUADRO 11 - PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR 3Rs.

Princípio	Descrição
Ecodesign	Se concentra no projeto de produtos de forma a evitar a geração de resíduos em aterros sanitários. Promover a desmontagem e o reuso dos produtos durante a montagem, contribuindo para a sustentabilidade ambiental.
Redução	Busca minimizar a entrada de energia, matérias-primas e resíduos através da melhoria da eficiência nos processos de produção (chamada de eco eficiência) e consumo, por exemplo, introduzindo melhores tecnologias, produtos mais leves ou mais compactos, embalagens simplificadas e entre outros.
Reutilização	Supõe que os produtos ou componentes que não são resíduos possam ser utilizados novamente para o mesmo propósito ao qual foram concebidos.
Reciclagem	Operação de valorização através do qual os resíduos são reprocessados em produtos, materiais ou substâncias, seja para outros fins ou para utilidade original. Possibilita a continuidade na circulação dos componentes e materiais no

	sistema econômico, estendendo ao máximo o uso desses materiais.
Reclassificação	Propicia uma reclassificação dos materiais ‘técnicos’ e ‘nutrientes’. Os materiais técnicos (como metais e plásticos) são projetados para serem reutilizados no final do ciclo de vida. Já os ‘nutrientes’, que não sejam tóxicos, podem retornar com segurança para a biosfera.
Renovação	Coloca as energias renováveis como principal fonte de energia para a economia circular, reduzindo a dependência de energia fóssil e melhorando a adaptabilidade (resiliência) do sistema econômico em relação aos efeitos negativos do petróleo.

FONTE: Viana, (2021).

Conforme o QUADRO 11, é evidente que dentro dos princípios da economia circular, os chamados 3Rs – redução, reuso e reciclagem – desempenham um papel fundamental nos processos de gestão de resíduos sólidos, destacando a relevância da gestão de resíduos e constitui um importante ‘subconjunto’ dos modelos circulares de produção. Nessa condição, representa uma transição do modelo linear para o modelo circular, principalmente em regiões que estão iniciando o caminho em direção à economia circular, com o propósito de dar o primeiro passo (Viana, 2021).

Para isso, a sociedade contemporânea enfrenta um desafio significativo relacionado com a vasta geração de resíduos sólidos comprometendo a logística e a gestão desses resíduos que são lançados no meio ambiente, que resultam em impactos socioambientais, tais como a degradação do solo e da qualidade dos cursos d’água. Desta forma, ocorre uma preocupação com a produção crescente dos resíduos domiciliares (Jacobi e Besen, 2011).

Com o aumento da população, o crescimento econômico e a rápida urbanização condicionaram para o crescimento do padrão de vida das pessoas tem sido um fator determinante na produção dos RSU em países em desenvolvimento (Minghua *et al.*, 2009).

Assim, os municípios são responsáveis pela gestão dos resíduos sólidos nas cidades e tem o desafio de fornecer uma gestão eficaz e eficientes aos habitantes. Porém, existe problemas além da capacidade municipal de lidar (Sujauddin *et. al.*, 2008) com a falta de organização, recursos financeiros, complexidade e multidimensionalidade do sistema (Burntley, 2006), principalmente em municípios menores (Viana, 2021).

Segundo Viana (2021), para enfrentar os problemas relacionados aos resíduos sólidos de uma forma organizada e integrada, é importante que se adote algum modelo de gestão, desde que já tenha sido testada e validada em outros países.

Existe o Modelo Integrado de Gerenciamento Sustentável de Resíduos (*Integrated Sustainable Waste Management* - ISWM), que permite estudos de sistemas complexos e multidimensional de forma integral. Este modelo reconhece a importância de três dimensões ao analisar, desenvolver ou alterar um sistema de gerenciamento de resíduos. Dessa forma, os três aspectos de dimensão realizada por este modelo são:

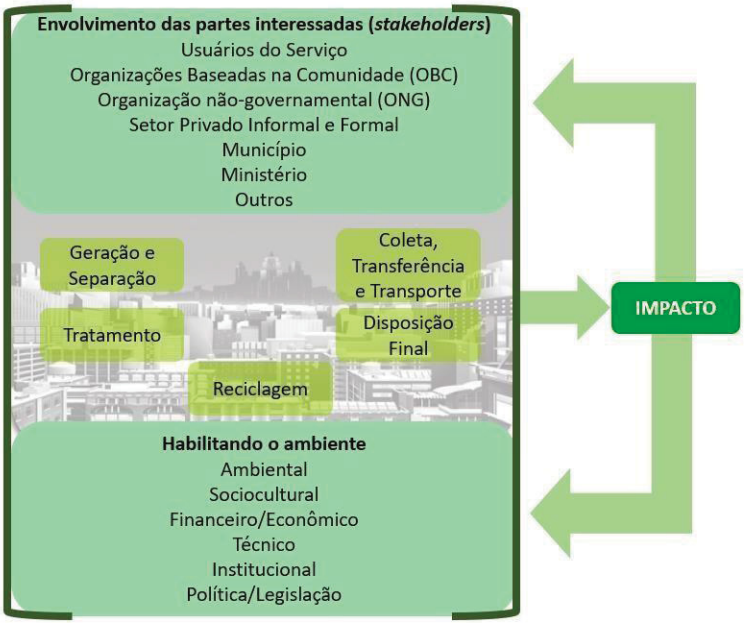
1) os *stakeholders*[27] ou partes interessadas pelo gerenciamento de resíduos sólidos;
2) os elementos ou etapas do movimento ou fluxo de materiais, desde os pontos de geração até o tratamento e o descarte final;
3) os aspectos ou 'lentes' pelos quais o sistema é analisado.

Este modelo foi desenvolvido por consultores em meio ambiente urbano e desenvolvimento, e parceiros ou organizações que trabalham nos países em desenvolvimento, durante a década de 1980, sendo aprimorado nos anos de 1990 (Guerrero *et al.*, 2013).

Na FIGURA 22 é apresentada a estrutura do modelo Integrado de Gestão Sustentável de Resíduos (*Integrated Sustainable Waste Management – ISWM*).

[27] Os *stakeholders* em uma organização é, por definição, aqueles indivíduos, grupos e outras organizações que têm interesse nas ações de uma empresa e que têm habilidade para influenciá-la (Lyra *et al.*, 2009).

FIGURA 22 - ESTRUTURA DO MODELO INTEGRADO DE GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS (ISWM).



FONTE: Autora (2023) adaptado de Guerrero *et al.*, (2013).

Na FIGURA 22 é apresentado o comportamento das partes interessadas e dos fatores que influenciam os elementos do sistema de gestão de resíduos sólidos na cidade, assim como as ligações técnicas, ambientais, socioculturais, jurídicas, institucionais e econômicas presentes. Dessa maneira pode-se avaliar o impacto real dos RSU para permitir o funcionamento do ciclo no sistema global (Guerrero *et al.*, 2013).

Os fatores citados na FIGURA 22 estão vinculados à atuação de cada um dos *stakeholders* que envolvem aspectos técnicos, ambientais, financeiros, socioculturais, institucionais e legais, conforme apresentado no QUADRO 12.

QUADRO 12 - FATORES QUE INFLUENCIAM O DESEMPENHO DOS SISTEMAS DE GESTÃO DE RESÍDUOS.

Tipos de Fatores	Fatores
Técnicos	Soluções locais Disponibilidade de habilidades técnicas locais Infraestrutura rodoviária e veículos Tecnologias e dados confiáveis Disponibilidade de infraestrutura e equipamentos adequados Presença de tecnologias de baixo custo
Ambientais	Sistemas de controle ambiental Filiação a organizações ambientais

	Avaliação de impactos ambientais
Financeiros/ Econômicos	Instrumentos econômicos Participação do setor privado e falta de recursos Disposição/vontade de pagar
Socioculturais	Apatia social pela participação Coordenação e cooperação entre usuários e provedores dos serviços Campanha de educação e conscientização Cidadãos dispostos a participar das soluções Participação dos cidadãos na tomada de decisão
Institucionais/ Organizacionais	Conhecimento da gestão municipal de resíduos Existência de planos estratégicos Gestão inadequada Suporte das autoridades municipais Baixa prioridade dos políticos para questões da gestão de resíduos Liderança de políticos Coordenação entre agências Motivação dos trabalhadores do Município Pessoal habilitado, cooperação entre os setores público e privado Mudanças de políticos municipais Suporte do governo central Conhecimentos sobre tecnologias e boas práticas Líderes interessados em questões ambientais e sobre resíduos Eficiência da gestão municipal Conhecimento dos cidadãos a respeito da situação da gestão dos resíduos na cidade
Políticos/ Legislação	Políticas adequadas Regulação rigorosa Legislação adequada

FONTE: Viana (2021) apud Guerrero *et al.*, (2013).

Se observa que no QUADRO 12 que os fatores principais (técnicos, ambientais, financeiros/econômicos, socioculturais, institucionais/organizacionais e políticos/legislação) são os importantes *stakeholders* para o desempenho dos sistemas de gestão de resíduos sólidos. No qual cada fator estabelece políticas para a implantação dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos e incluem autoridade local, serviços privados, governo central, nacional e local (Guerrero *et al.*, 2013). Além disso, os usuários de serviço (cidadãos, empresas de diferentes setores), empresas de reciclagem, catadores e entre outros, forma uma estrutura legalizada com aplicações efetivas de regras que facilitam o planejamento e a execução de todas as atividades pertinentes ao sistema de gestão de resíduos sólidos (Viana, 2021).

Um estudo divulgado pelo Fórum Econômico Mundial demonstra que uma das principais complexidades decorrentes do processo dos negócios circulares está relacionada ao gerenciamento dos fluxos de materiais que se tornam mais intricados,

com preocupações especialmente ao desenvolvimento de sistemas de produto-serviço (conhecido como ‘servicização’ ou ‘servitização[28]’) e ao fechamento de ciclos de recursos[29]. Esse tipo de negócio interfere no design de produtos, sistemas de produção e logística, no qual será demandado aprimoramentos significativos na colaboração entre empresas que fazem parte das complexas cadeias de suprimentos (*World Economic Forum*, 2013).

Esses fatores e desafios são cruciais para compreender a dinâmica da gestão de RSU e a transição para modelos de negócios mais sustentáveis e circulares.

Mesmo diante da urgência em adotar boas práticas algumas empresas enganam ao atribuir selos verdes em seus produtos. Este fenômeno, conhecido como ‘*greenwashing*’ será abordado no próximo tópico, discutindo como essa prática pode gerar confusão entre os consumidores e comprometer a eficácia das iniciativas para alcançar a transição na economia circular, atuando com a redução da dependência de combustíveis fósseis.

---

[28] Estes termos é uma tendência que os consumidores valorizam mais o serviço prestado por um produto do que a posse de ter o produto, ou seja, ao invés de comprar permanentemente, os consumidores buscam atender a uma necessidade específica pelo uso temporário do produto. Esse serviço afeta setores como de transporte e mobilidade, a posse de veículos e bicicletas está sendo substituída pelo uso temporário de sistemas de aluguel e compartilhamento (NEO, 2015).

[29] O fechamento dos ciclos produtivos através de técnicas já conhecidas como a reutilização, remanufatura e reciclagem, entre outras, desde que estejam voltadas para a regeneração do ambiente (Moesch, 2019).

3.3.3.1 Informações ocultas: *greenwashing*

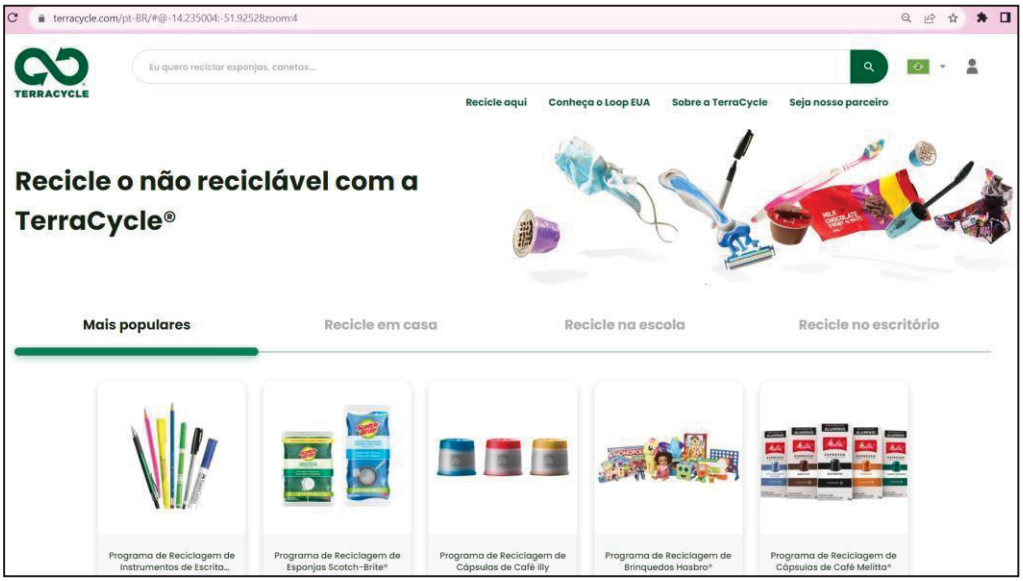
A crescente conscientização ambiental, incluindo a economia circular tem levado muitas empresas a adotarem práticas sustentáveis de boa-fé, contribuindo realmente com o meio ambiente. Contudo, se observa uma tendência preocupante com o uso de selos verdes e estratégias de *marketing* enganosos para aparentar uma sustentabilidade que, na prática não é efetivamente implementada. Essas táticas falsas são conhecidas como '*greenwashing*' (em tradução livre, lavagem verde) por utilizar uma fachada de responsabilidade ambiental.

O termo '*greenwashing'* consiste no ato de divulgação falsa sobre a sustentabilidade, onde empresas afirmam que seus produtos são sustentáveis, ou seja, utilizam publicidade colocando informações mentirosas e indevidas nos rótulos. As corporações globalmente têm demonstrado preocupação com as questões ambientais com a ascensão da sustentabilidade como um tema amplamente difundido e popular entre os *stakeholders*, como clientes, funcionários, fornecedores e a comunidade local. O tema ecológico ganhou destaque nas publicidades, porém se criou uma emergência de desafios adicionais com a prática de falsidade sustentável (Exame ESG, 2023).

De modo prático, o documentário da BBC *News* Brasil (2022) investiga atividades irresponsáveis da empresa *TerraCycle*, sendo considerada uma organização global de responsabilidade ambiental que se destaca pela estratégia inovadora de reciclagem na gestão de resíduos sólidos.

Na FIGURA 23, o site da *TerraCycle* exibe produtos que aparentam ser reciclados, embora a empresa se posicione como uma solução para o problema de resíduos por meio do processo de reciclagem, essa prática foi identificada como *greenwashing*. O documentário da BBC *News* Brasil (2022) revelou que, na realidade, os produtos anunciados para reciclagem são destinados à incineração de forma extralegal, desmentindo a abordagem aparentemente sustentável da empresa.

FIGURA 23 - SITE DA EMPRESA TERRACYCLE.



FONTE: Site da *TerraCycle*, 2023.

Na FIGURA 23 apresenta a empresa TerraCycle que prometem a reciclagem das embalagens. Ao longo do documentário da BBC News Brasil (2022), a empresa *TerraCycle* é responsável pela reciclagem de grandes corporações, tais como *Nestlé*, Esponjas *Scotch-Brite*, cápsulas de café, brinquedos *Hasbro*, *Heinz*, *Nutella*, *Danone*, *Walmart*, *Carrefour*, *Coca-Cola*, *Whiskas* e entre outras. Este contexto mostra que uma parcela significativa dos produtos acessíveis nos ambientes de varejo é terceirizada para a reciclagem por meio da empresa de reciclagem, como o exemplo da *TerraCycle*.

Diante dos fatos e evidências fotográficas do documentário da BBC *News* Brasil (2022) que revelam a verdadeira prática, a empresa *TerraCycle* escolheu não fornecer respostas e, de fato, adotou uma postura agressiva. A organização evitou abordar os fatos e se absteve de esclarecer as suspeitas de fraude, gerando um preocupante falta de transparência sobre suas operações.

Essas publicidades de selos verdes nos produtos têm o propósito de influenciar o consumidor baseado na promessa de sustentabilidade. Apesar da proliferação de embalagens rotuladas como recicláveis, é notável a ausência de produtos efetivamente reciclados nos estabelecimentos varejistas (BBC *News* Brasil, 2022).

O perito em reciclagem Thomas Fischer diz:

> "A embalagem ambientalmente responsável está se tornando um critério cada vez mais importante do consumidor. E isso tem levado muitas empresas a trapacearem, porque elas se deram conta de que não vendem sem algum tipo de *slogan* verde. E mais do que tudo, essas embalagens desnecessárias [nome do produto no varejo] com a palavra "reciclável" escrita nela. O que eles querem imprimir na mente das pessoas com essa palavra? 'Compre meu produto nessa embalagem totalmente desnecessária e excessiva'. E aqui estão jogando uns *slogans* verdes do tipo 'Ajude-nos a reciclar e fazer o mundo um pouquinho melhor'" (BBC *News* Brasil, 2022).

Entretanto, se observa uma disparidade entre essas propagandas de *marketing* e a presença efetiva de 'embalagens recicladas' nos estabelecimentos varejistas, ou seja, em grande parte, estas embalagens recicladas não são encontradas e nem informadas para o consumidor (BBC *News* Brasil, 2022).

Assim, segundo Kumar *et al.* (2021) o excesso de emissões de carbono de diferentes indústrias estimula o aumento no número de consumidores que optam por comprar produtos sustentáveis. Dessa forma, a procura por produtos ambientalmente conscientes pelos consumidores aumentam e inúmeras empresas se comprometem a promover uma transição ecológica (Ma *et al.*, 2021).

Entretanto, não existe apenas uma empresa responsável pela irresponsabilidade ambiental. Segundo Chen e Duan (2023) realizaram um estudo sobre o *greenwashing* nas cadeias de abastecimento globais ao qual examinaram mecanismos para aliviar ou erradicar comportamentos de *greenwashing*, a pesquisa envolve um fornecedor estrangeiro antiético, um retalhista[30] envolvido em *greenwashing* e uma ONG (exemplo, *Institute of Public & Environmental Affairs* - Instituto de Assuntos Públicos e Ambientais) que identificam frequentemente fornecedores que infringem as normas ambientais e divulgam em plataformas digitais, exercendo pressão para corrigir os problemas ecossistêmicos (Chen *et al.*, 2019).

Contudo, o financiamento governamental para a ONG tem um impacto significativo na transparência da informação no contexto de *greenwashing* da cadeia de abastecimento global. No QUADRO 13 é apresentado um resumo do resultado

---

[30] Refere-se à venda de bens ou serviços diretamente aos consumidores finais. Os retalhistas são empresas que compram produtos de fabricantes, atacadistas ou distribuidores e os vendem aos consumidores através de lojas físicas, comércio eletrônicos ou outros canais de venda (Nhamirre, 2023).

obtido da pesquisa realizada por Chen e Duan (2023), relaciona como o financiamento governamental para ONGs que induz na transparência da divulgação de fornecedores antiéticos no *greenwashing* da cadeia de abastecimento global.

QUADRO 13 - IMPACTO DO FINANCIAMENTO GOVERNAMENTAL À ONG NA TRANSPARÊNCIA DA INFORMAÇÃO E NOS DANOS ASSOCIADOS DO GREENWASHING DA CADEIA DE ABASTECIMENTO GLOBAL.

Nível de subsídios governamentais à ONG	Comportamento do retalhista de *Greenwashing*	Impactos nos danos sociais (quantidade de vendas de produtos verdes falsificados)	Impacto na transparência da informação
Suficientemente Grande	Divulga sempre identidades e localizações do fornecedor estrangeiro antiético	Redução significativa nas quantidades vendidas de produtos verdes falsificados	Significativamente Transparente
Modesto	Revela seletivamente fornecedor estrangeiro antiético com baixa conformidade e oculta fornecedor com alta conformidade	Redução moderada nas quantidades vendidas de produtos verdes falsificados	Seletivamente Transparente
Baixo	Prefere sempre esconder o fornecedor estrangeiro antiético	Aumento nas quantidades vendidas de produtos verdes falsificados	Pouca Transparência

FONTE: Autora (2024) apud Chen e Duan (2023).

No QUADRO 13 é apresentado os níveis de subsídios governamentais à ONG influenciam no comportamento do retalhista de greenwashing, no impacto de danos sociais e na transparência da informação. Como resultado apresentado, para os subsídios suficientemente grandes, existe maior transparência e menor venda de produtos verdes falsificados. Os subsídios modestos resultam em transparência seletiva e danos moderados, enquanto os subsídios baixos levam a pouca transparência e aumento nas vendas de produtos verdes falsificados.

Entretanto, as ONGs podem ser elementos essenciais na batalha contra o *greenwashing* no contexto da cadeia de abastecimento global, agindo como intermediárias e incentivando a adoção de padrões sustentáveis. A tendência dos retalhistas é terceirizar a produção para fornecedores estrangeiros devido à globalização, então as ONGs desempenham um papel importante em monitorar a manutenção da sustentabilidade desses fornecedores. Outro recurso, segundo Liu e

Yue Dai (2023), os analistas[31] desempenham um papel crucial no mercado com o processamento da informação divulgada pelas empresas com dados corporativos para criar relatórios públicos, exercendo um efeito de supervisão a fim de mitigar e resultar numa redução notável de *greenwashing* das empresas.

Assim, a perspectiva da economia circular se torna notadamente importante no âmbito da problemática relacionada à geração de RSU, onde as práticas de *greenwashing* acarretam impactos na integridade ambiental, o bem-estar social e a sustentabilidade econômica substanciais, correlatos à gestão inadequada desses resíduos.

Esta interseção crítica entre as práticas sustentáveis, gestão de resíduos e as considerações econômicas emitem uma análise que abrangem uma abordagem internacional e nacional na gestão de RSU e destacam estratégias pertinentes em relação à economia circular.

[31] Desempenham um papel de supervisão para reduzir a possibilidade de violações corporativas e de gerenciamento de resultados (Cheng e Subramanyam, 2008).

3.4 ECONOMIA CIRCULAR: UMA ABORDAGEM NACIONAL E INTERNACIONAL NA GESTÃO DE RSU

A ligação entre a economia circular e a gestão de RSU pode ser uma abordagem transformadora que visa a otimização de recursos, a redução do desperdício e a sustentabilidade em diversas esferas. Com esse propósito, será demonstrado como essa abordagem tem sido aplicada e adaptada em âmbito global e como as políticas e práticas nacionais desempenham um papel fundamental na promoção da economia circular, especialmente em relação à gestão de RSU e a função dos catadores de materiais recicláveis.

3.4.1 CONTEXTO NACIONAL

Este tópico irá abordar a interface da PNRS e seus diversos aspectos relacionados ao consumo, geração, gestão, a importância dos catadores de materiais recicláveis e a reciclagem de RSU no contexto brasileiro.

A pesquisa compreende as perspectivas governamentais e legislativas, aos atores fundamentais, como os catadores individuais e as cooperativas, os setores empresariais e os caminhos promissores para a adoção dos princípios da economia circular. Dessa forma, demonstra as dinâmicas da gestão sustentável dos RSU no contexto nacional, destaca os desafios, os avanços e as potenciais empresas nas práticas eficientes e ambientalmente responsáveis.

3.4.1.1 O consumo, a geração e a gestão de RSU no Brasil

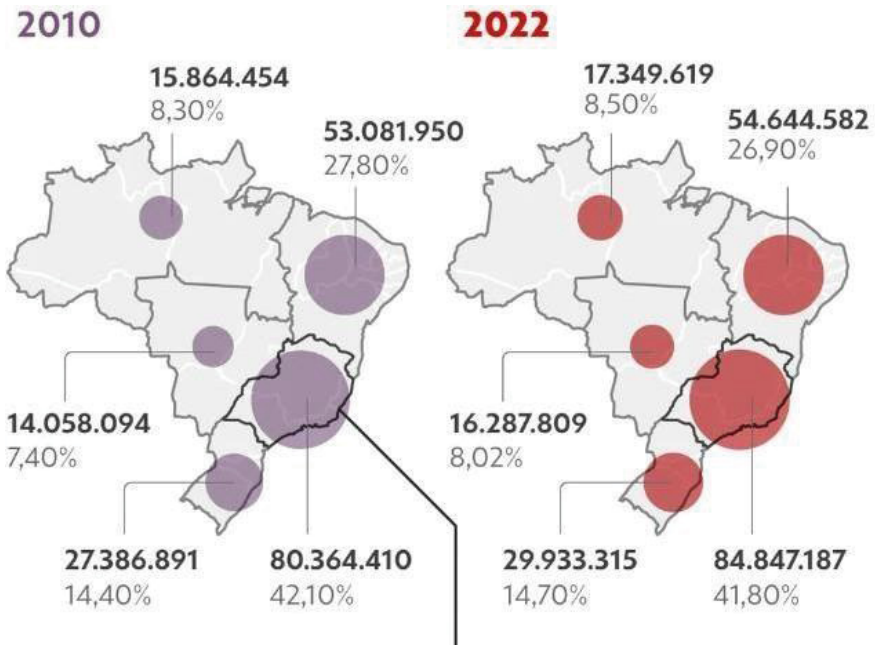
Conforme a população do planeta vem aumentando, um maior contingente populacional e a concentração em áreas urbanas resultam em ampliação na utilização dos serviços ecossistêmicos que demandam pela utilização para a produção e o consumo, com a consequência do descarte de resíduos após sua utilização pelo ser humano à natureza.

No contexto brasileiro, de acordo com o Censo 2022, mostra que a população do Brasil atingiu 203.062.512 pessoas, com aumento de 12,3 milhões desde a última coleta feita para o Censo 2010. A maior parte da população habita as zonas urbanas.

A região Sudeste concentra maior parte da população do país. Os estados mais populosos do Brasil são São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro (Gov.br, 2023).

Para entender a distribuição da população no Brasil, na FIGURA 24 é apresentado as cinco regiões brasileiras, fornecendo contexto para a discussão sobre o consumo e descarte de resíduos.

FIGURA 24 - POPULAÇÃO DAS REGIÕES BRASILEIRAS.



FONTE: G1 Economia (2023).

Observa-se na FIGURA 24 que a maior parte da população brasileira se concentra nos estados próximos das regiões litorâneas em zonas urbanas, de acordo com o Censo 2022. Essa tendência sugere a dificuldade de expansão populacional para o interior do país.

De acordo com Kremer (2007), a posse do produto mais recente, muitas vezes prometida, é como um caminho para a felicidade e bem-estar definitivos que são exaltados pela propaganda. Assim, o estudo sobre o consumo no campo das ciências sociais, desempenha um papel central na vida das pessoas, ao qual molda suas atitudes, comportamentos e emoções. O ato de consumir e descartar se torna um ciclo rápido e vicioso, alimentado pela incessante busca por novidades.

A dificuldade das populações de mudar os hábitos de consumo, entre outros fatores, está provocando impactos ambientais irreversíveis. Estima-se que o planeta

já perdeu 30% de sua biodiversidade, com impactos mais severos nos países tropicais, onde a perda alcançou 60% da fauna e flora originais (WWF Brasil, 2010).

Conforme os brasileiros ainda possuam o hábito de consumo e gerem resíduos, a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABRELPE)[32] se uniu com sindicatos e criaram a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA[33]), publicou panoramas sobre a situação dos resíduos sólidos no Brasil. Este trabalho discutirá os dados apresentados no panorama mais recente, publicado em 2023.

A geração de RSU no Brasil, conforme o Censo de 2022, calcula-se em média que cada brasileiro tenha produzido cerca de 1,04 kg de RSU por dia no ano de 2022. Estima-se que aproximadamente 77,1 milhões de toneladas de RSU foram geradas no país em 2022, que são apresentadas na FIGURA 25. Isso equivale a mais de 211 mil toneladas de resíduos produzidos diariamente, ou cerca de 380 kg por habitante ao longo do ano (ABREMA, 2023).

Figura 25 - Geração de RSU no Brasil em 2022.
(Projeções corrigidas com base no Censo 2022).

FONTE: ABREMA (2023).

Para compreender melhor a realidade do Brasil, é preciso analisar suas diversas regiões de forma individual. Cada uma delas apresenta características

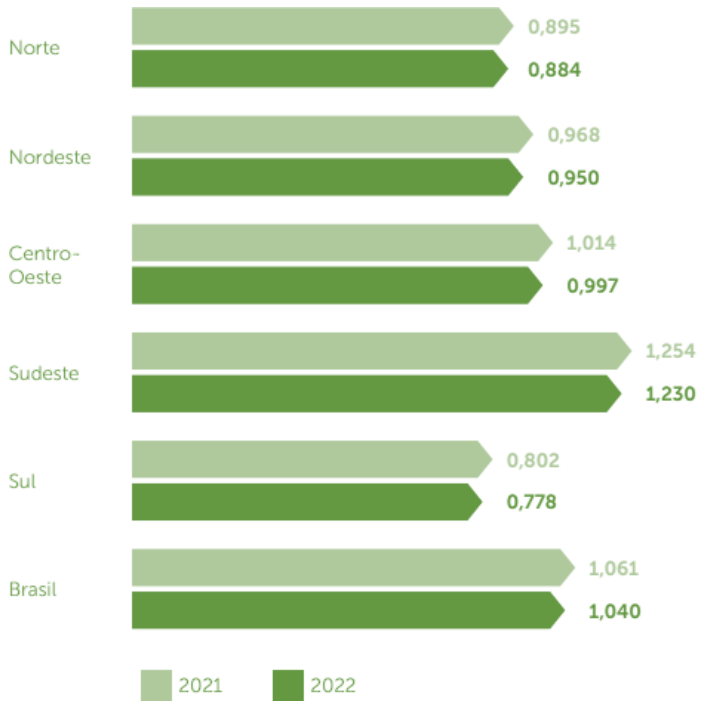
---

[32] ABRELPE, fundada em 1976 por empresários pioneiros no setor de RSU, atua com base na preservação ambiental e desenvolvimento sustentável. Sua missão é promover o avanço técnico-operacional da gestão de RSU no Brasil (ABRELPE, 2022).

[33] A ABRELPE com a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos e Efluentes (Abetre), o Sindicato das Empresas de Limpeza Urbana no Estado de São Paulo (Selur) e o Sindicato Nacional de Empresas de Limpeza Urbana (Selurb) se uniram e criaram a ABREMA (ABRELPE, 2023).

geográficas, econômicas, sociais e ambientais distintas, influenciando diretamente na gestão de RSU. Com isso, em termos regionais, o Sudeste registra a maior produção *per capita* de RSU, totalizando cerca de 449 kg por habitante em 2022. Em contrapartida, a região Sul apresenta a menor geração anual, com aproximadamente 284 kg de RSU por habitante, como apresentado no GRÁFICO 1. O Sudeste também lidera em termos de volume total de RSU, contribuindo com 104 mil toneladas diárias, o que representa aproximadamente metade da produção nacional. Por outro lado, a região Norte contribui com a menor parcela para o total nacional, gerando 15 mil toneladas diárias de RSU, o equivalente a 7,3% do total do país (ABREMA, 2023).

GRÁFICO 1 - GERAÇÃO DE RSU *PER CAPITA* POR GRANDE REGIÃO.
Comparativo 2021 e 2022 (kg/hab/dia).



FONTE: ABREMA (2023).

No GRÁFICO 1 é apresentada uma análise comparativa da geração de RSU no Brasil entre os anos de 2021 e 2022, revelando uma redução de 2% na produção *per capita*. Esse declínio, conforme indicado no GRÁFICO 1, está diretamente relacionado à diminuição do poder aquisitivo da população em geral, resultado do aumento do desemprego registrado nos estados. Além disso, a redução na geração

de RSU em 2022 pode ser atribuída a mudanças nos padrões de consumo decorrentes do relaxamento das medidas de isolamento social (ABREMA, 2023).

Conforme foi apresentado a geração de RSU, aproximadamente 93% dos RSU gerados no Brasil em 2022 foram coletadas de forma adequada, totalizando mais de 196 mil toneladas de RSU coletadas diariamente. Apesar disso, é importante ressaltar que os 7% não coletados representam mais de 5 milhões de toneladas, as quais são destinadas inadequadamente, apresentando potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública.

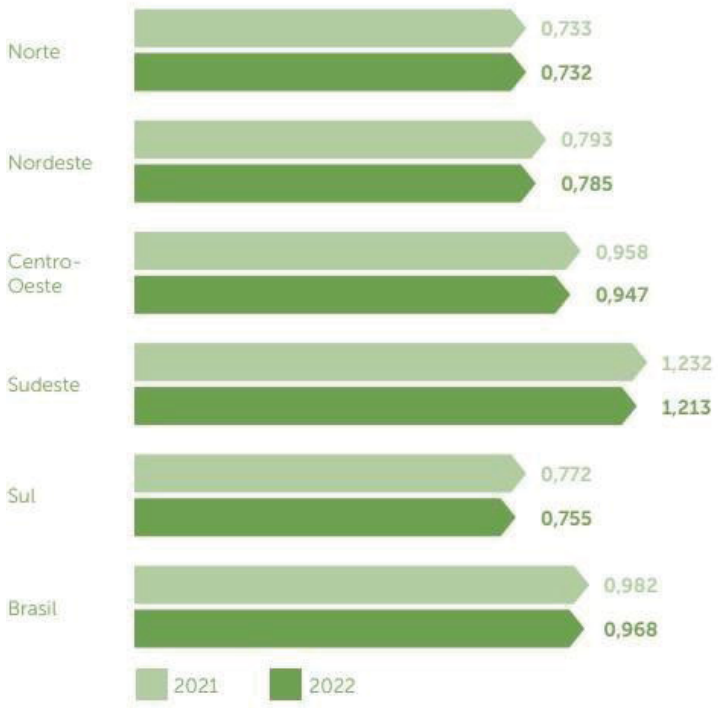
FIGURA 26 - COLETA DE RSU NO BRASIL EM 2022.
(Projeções corrigidas com base no Censo 2022).

FONTE: ABREMA (2023).

Conforme apresentado na FIGURA 26, em 2022 a coleta de RSU no Brasil atingiu a marca de 353 kg por habitante, resultando em um total de 71.729.841 toneladas de RSU recolhidos.

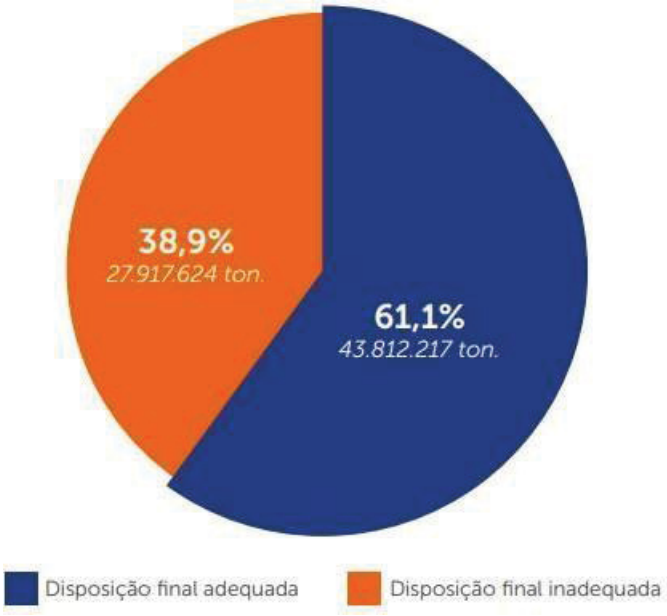
Assim, regionalmente, as projeções indicam que as regiões Sul com 97%, Sudeste com 98,6% e Centro-Oeste com 94,9% superam a média nacional de coleta dos RSU gerados. Por outro lado, as regiões Norte e Nordeste coletam aproximadamente 83% dos RSU produzidos, destacando disparidades regionais na gestão de RSU, como mostrado no GRÁFICO 2 e no GRÁFICO 3.

GRÁFICO 2 - COLETA DE RSU POR REGIÃO NO BRASIL EM 2022



FONTE: ABREMA (2023).

GRÁFICO 3 - DISPOSIÇÃO FINAL ADEQUADA E INADEQUADA DE RSU NO BRASIL EM 2022.
(Projeções corrigidas com base no Censo 2022)

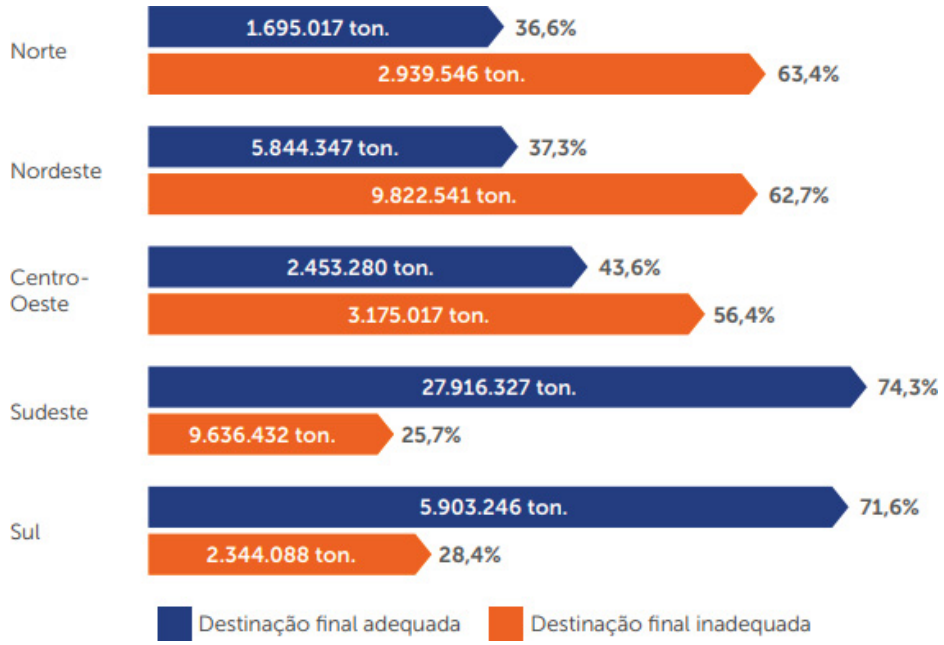


FONTE: ABREMA (2023).

Conforme o GRÁIFICO 3 no Brasil, aproximadamente 61% dos RSU coletados em 2022 foram direcionados para aterros sanitários, totalizando cerca de 43,8 milhões de toneladas de resíduos. Entre a disposição final adequada ou inadequada dos RSU no Brasil, a Lei 12.305/2010, que institui a PNRS, estabelece que, após submetidos aos tratamentos e destinações disponíveis, os RSU remanescentes, denominados rejeitos, devem ser encaminhados para uma disposição final que seja ambientalmente adequada. Tal disposição final deve obedecer às normas operacionais específicas para prevenir danos à saúde pública, garantir a segurança e minimizar impactos ambientais negativos (ABREMA, 2023).

Uma estrutura que se enquadra em atender a segurança e minimizar o impacto ambiental é o aterro sanitário, por outro lado, lixões, aterros controlados, valas, vazadouros e áreas similares não oferecem essa proteção ambiental adequada e são considerados inadequados para a disposição final de resíduos, conforme apresentado no GRÁFICO 4.

GRÁFICO 4 - DISPOSIÇÃO FINAL DE RSU POR REGIÃO DO BRASIL EM 2022.
(Projeções corrigidas com base no Censo 2022)



FONTE: ABREMA (2023).

No GRÁFICO 4, as regiões Sudeste e Sul se destacaram, enviando mais de 70% dos RSU coletados para aterros sanitários, superando a média nacional. Por

outro lado, as regiões Norte e Nordeste apresentaram desempenho inferior à média nacional, com apenas 37% dos resíduos coletados encaminhados para uma destinação final ambientalmente adequada. Em contrapartida, cerca de 39% do total de resíduos coletados em 2022 no Brasil, foram destinados a áreas de disposição inadequada, distribuídas por todas as regiões do país (ABREMA, 2023).

Após discorrer sobre a coleta de RSU no Brasil, é importante compreender a estrutura dos sistemas de informações que fundamentam a gestão desses resíduos no país. O Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) é um dos instrumentos fundamentais da PNRS, estabelecida pela Lei 12.305/2010, e regulamentada pelo Decreto 7.404/2010. A PNRS tem sua base vinculada a este sistema de informações que integra o Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (SINIMA)[34] e o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (SINISA)[35], atualmente conhecido como SNIS e coordenado pelo Ministério das Cidades (SINIR, 2021 e SNIS, 2021).

Esses sistemas de informação desempenham os dados da coleta, desenvolvem a análise e a divulgação de dados relacionados aos RSU, o SINIR e o SNIS são definidos como:

- SINIR: sistema dedicado à gestão de resíduos sólidos, responsável por coletar, armazenar e disponibilizar informações sobre todas as etapas do gerenciamento desses resíduos, desde sua geração até a disposição final. Fornece dados sobre quantidade produzida, métodos de coleta, transporte, tratamento e destino, desempenhando um papel crucial na formulação de políticas públicas e no planejamento de ações nessa área (SINIR).
- SNIS: sistema abrangente que inclui informações não apenas sobre resíduos sólidos, mas também sobre abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Seu objetivo é fornecer dados completos sobre a prestação desses

[34] O SINIMA foi iniciado em meados da década de 1990, como parte do processo de fortalecimento da gestão ambiental no Brasil. Sua estruturação e desenvolvimento foram se consolidando ao longo dos anos (SINIR).

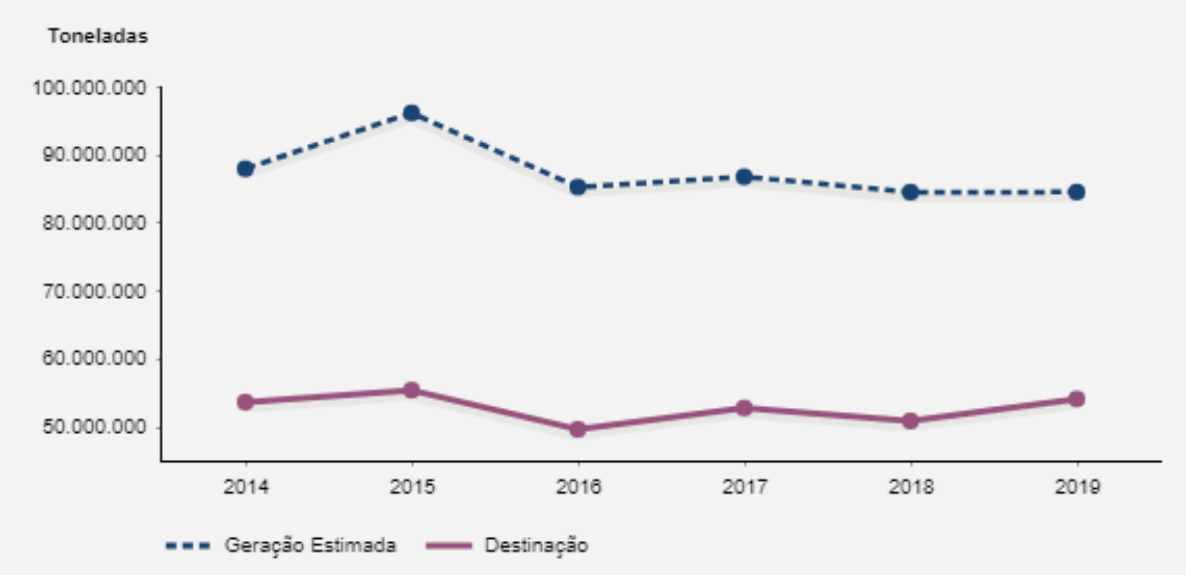
[35] A SINISA para o atual SNIS ocorreu em 2001, com a publicação da Lei 10.768/2003. Essa lei alterou dispositivos legais relacionados à política federal de saneamento básico e estabeleceu diretrizes para a prestação de serviços nesse setor, incluindo a gestão de informações por meio do SNIS (SNIS, 2021).

serviços em todo o país, abordando aspectos como cobertura, qualidade e eficiência. É importante para monitorar e avaliar o saneamento básico, contribuindo para o desenvolvimento de políticas e ações voltadas à melhoria da qualidade de vida e saúde pública (SINIR, 2021 e SNIS, 2021).

Embora o SINIR e o SNIS tenham áreas de atuação distintas, ambos desempenham o monitoramento e a promoção de avanços nas áreas de gestão de RSU e saneamento básico. A integração e o compartilhamento de informações entre esses sistemas garantem uma abordagem eficaz na promoção da sustentabilidade urbana (SINIR, 2021 e SNIS, 2021).

Em 2019, o SINIR publicou um inventário nacional de RSU, abrangendo a participação de 3.880 municípios no SNIS. No GRÁFICO 5 é demonstrado a evolução da geração e da destinação de RSU ao longo do período de 2014 a 2019, representando as quantidades em toneladas.

GRÁFICO 5 - MASSA DE RSU GERADA E DESTINADA POR ANO.



FONTE: SINIR (2019).

Conforme apresentado no GRÁFICO 5, em 2019, a geração de RSU totalizou 84.458.286,64 toneladas, das quais 54.042.554,50 toneladas foram direcionadas para destinação, conforme dados do SINIR (2019). A natureza específica dessas destinações é detalhada no QUADRO 14.

QUADRO 14 - TIPOS DE DESTINAÇÃO ADOTADAS PARA OS RSU EM 2019.

Tipo de destinação	Massa (t)	%
Reciclagem	1.613.786,60	2,99
Compostagem	304.632,30	0,56
Unidade de manejo de galhadas e podas	142.625,10	0,26
Aterro sanitário	39.859.929,20	73,76
Aterro controlado	5.944.139,30	11,00
Lixão	6.177.442,00	11,43
Totais	**54.042.554,50**	**100**

FONTE: SINIR, (2019).

Conforme demonstrado no QUADRO 14, a maior quantidade, representando 39.859.929,20 toneladas de RSU, foi direcionada para aterros sanitários. Uma quantidade de 6.177.442,00 toneladas foi destinada a lixões e 5.944.139,30 toneladas foram encaminhadas para aterros controlados. A reciclagem totalizou uma massa de 1.613.786,60 toneladas, e a compostagem atingiu 304.632,30 toneladas. Por fim, a menor quantidade, correspondendo a 142.625,10 toneladas de resíduos, foi proveniente da unidade de manejo de galhadas e podas.

O início da cadeia é o consumidor, e para que todo esse sistema funcione, é necessário que o consumidor faça a separação do resíduo orgânico e reciclável (Artemisia e Gerdau, 2022). É importante que os consumidores iniciem a educação ambiental sobre reciclagem, compreendendo o papel de cada cidadão e a importância do consumo consciente. Nesse sentido, apesar da coleta seletiva ser responsabilidade do governo, o consumidor desempenha a função importante no processo de gestão e recuperação de resíduos.

Sempre que se estabelece um sistema de coleta seletiva pelo plano municipal de gestão integrada de RSU e na aplicação da LR, os consumidores devem: acomodar adequadamente e de maneira diferenciada os resíduos sólidos gerados e disponibilizar corretamente os resíduos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução. Como também, o poder público municipal pode instituir incentivos

econômicos aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva, na forma de lei municipal - art. 35, § único PNRS (Lei 12.305/2010).

Dessa forma, a PNRS define a LR como “instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos RSU ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada” (Lei 12.305/2010).

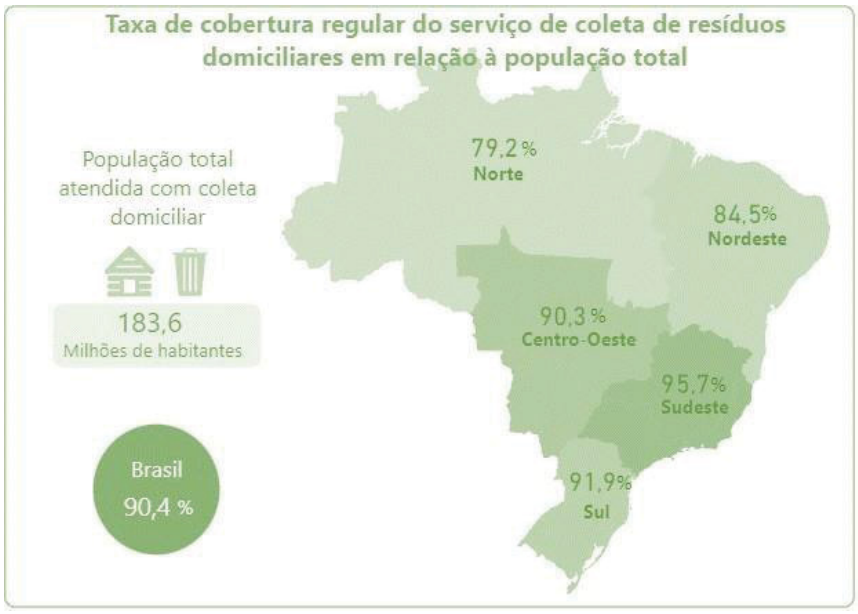
3.4.1.2 Gestão e gerenciamento de RSU no Brasil

A PNRS promove progressos na gestão e gerenciamento de RSU e destaca o planejamento como um instrumento fundamental para estabelecer uma cooperação entre as esferas do poder público e o setor empresarial.

Porém, na prática, decorreu uma década desde a aprovação da PNRS até a elaboração efetiva de um Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Durante este intervalo, o atraso na definição de metas e programas em âmbito nacional prejudicou a oferta de serviços pelos municípios, em que se dá o gerenciamento dos resíduos (Artemisia e Gerdau, 2022).

Conforme apresentado na FIGURA 27, regionalmente, o Brasil apresenta uma taxa de cobertura regular do serviço de coleta de resíduos domiciliares em relação à população total. Essa cobertura é de 95,7% no Sudeste, 91,9% no Sul, 90,3% no Centro-Oeste, 84,5% no Nordeste e 79,2% no Norte (Ministério de Cidades, 2022).

FIGURA 27 - TAXA DE COBERTURA REGULAR DO SERVIÇO DE COLETA DE RESÍDUOS DOMICILIARES EM RELAÇÃO À POPULAÇÃO TOTAL.



FONTE: Ministério das Cidades, 2022.

Segundo Gonçalves-Dias *et al.* (2020), as prefeituras alocam entre 7% e 15% de seus respectivos orçamentos municipais para a limpeza urbana e a gestão de resíduos sólidos. Em um contexto de recursos limitados, a administração de resíduos frequentemente é negligenciada à concorrência com os setores prioritários, como saúde e educação (Artemisia e Gerdau, 2022).

Conforme os dados do IBGE (2022), o Brasil possui 203,1 milhões de habitantes e 5.570 municípios. A população total atendida com a coleta domiciliar é de 183,6 milhões de habitantes, o que equivale a 90,4% (Ministério das Cidades, 2022).

Os dados do Censo 2022 do IBGE revelam que os serviços locais de coleta de resíduos sólidos estão alcançando uma parcela maior da população em todo o Brasil. De acordo com o levantamento, mais de 90% dos moradores e domicílios são atendidos por equipes de limpeza urbana. Apesar dessa melhoria em relação a anos anteriores, ainda persistem desafios, como o baixo índice de reciclagem e a presença contínua de lixões (Boletim do Saneamento, 2024).

O exemplo da comunidade ribeirinhas da Amazônia demonstra a dificuldade da distância dos centros urbanos com a logística hidroviária ocasionando as principais justificativas pela ausência do poder público. As populações rurais do Nordestes e os moradores dessas regiões ribeirinhas acabam destinando seus próprios resíduos de

maneira inadequada. Práticas como queima, enterramento, acumulação em terrenos baldios e descarte em corpos d'água são comuns, resultando na contaminação ambiental e representando um risco para a saúde humana. (Artemisia e Gerdau, 2022)

Nas zonas urbanas periféricas ou economicamente vulneráveis, a prestação deficiente do serviço de coleta devido à difícil acessibilidade dessas regiões. Apesar de estarem localizadas nas proximidades dos centros urbanos, as comunidades de favelas frequentemente enfrentam a falta de atendimento nos serviços de coleta de resíduo domiciliar. Isso se deve ao traçado irregular das vias, com dimensões incompatíveis com os equipamentos convencionais de coleta, e à topografia irregular da região. Como resultado, os moradores acabam por descartar seus resíduos nas vielas, becos da favela, encostas, corpos d'água ou terrenos baldios (Schueler *et al.*, 2018).

Embora seja um serviço essencial, a disposição da coleta domiciliar não é uniforme em todo território brasileiro, o que afeta principalmente a população rural. As dificuldades de acesso e custeio são os principais desafios para universalização (SNIS, 2020).

Apesar dos avanços na gestão de RSU, aproximadamente 9,1% da população brasileira ainda não tem acesso aos serviços de coleta de resíduos sólidos. Muitos recorrem a práticas prejudiciais ao meio ambiente, como queimar ou enterrar o lixo em suas propriedades. Para enfrentar essa realidade, são necessários investimentos em educação ambiental, infraestrutura adequada e políticas públicas voltadas para a promoção de práticas sustentáveis (Boletim do Saneamento, 2024).

As consequências recaem sobre a situação de saúde pública e no cotidiano dos residentes da cidade, manifestando-se através da poluição ambiental, poluição visual intensificada na paisagem urbana, o acúmulo de resíduos em grandes áreas e estruturas existentes, a obstrução de canais, redes de esgoto e sistema de drenagem. Afeta o bloqueio do leito dos rios, propiciando enchentes durante períodos chuvosos e a proliferação de insetos, roedores e microrganismos patogênicos (Artemisia e Gerdau, 2022).

Na gestão econômica do manejo dos RSU foram identificados 2.226 municípios que implementaram a cobrança pela prestação do serviço de coleta de resíduos domiciliares, o que corresponde a 44% da totalidade dos municípios. Essa cobrança contribui para cobrir 53,8% dos custos totais relacionados ao serviço. As

despesas totais relacionadas à coleta de resíduos domiciliares atingiram o montante de R$ 30,16 bilhões (Ministério das cidades, 2022), como mostrado na FIGURA 28.

FIGURA 28 - COBERTURA DA COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES POR COBRANÇA EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS (2022).

FONTE: Ministério das Cidades, 2022.

Garantir a sustentabilidade financeira é uma condição essencial para avançar na gestão de RSU, o marco regulatório do saneamento básico, estabelecido pela Lei 14.026/2020[36], tornou obrigatória a cobrança pelo serviço público de manejo de RSU. Essa cobrança pode ser integrada ao Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), como já ocorre em muitas prefeituras, ou ainda ter seu valor ajustado de acordo com o volume de resíduos gerado. Com a aprovação dessa legislação, a implementação de mecanismos de cobrança que assegurem a sustentabilidade econômico-financeira na gestão de RSU, juntamente com a elaboração de planos intermunicipais de resíduos sólidos, tornou-se uma condição para que os municípios obtenham novos prazos para garantir a disposição final ambientalmente adequada (Artemisia e Gerdau, 2022).

Nesse contexto, a gestão de RSU no Brasil apresenta desafios complexos, mesmo com a PNRS estabelecendo diretrizes cruciais. As iniciativas municipais representam passos essenciais, mas os desafios financeiros persistem, especialmente em áreas urbanas periféricas e rurais.

[36] Lei 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei 9.984/2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento e entre outras diretrizes estipuladas nesta lei.

3.4.1.3 A coleta seletiva de RSU no Brasil

Nos aspectos legais da coleta seletiva no Brasil é geralmente administrada pelas prefeituras municipais, que são responsáveis pelos serviços de limpeza urbana. Possibilitando a realização da coleta diretamente ou podem contratar empresas especializadas para executar esse serviço. Em algumas localidades, também existem cooperativas de catadores de materiais recicláveis que desempenham um papel importante na coleta seletiva, trabalhando em parceria com as autoridades locais e empresas privadas (Jus Brasil, 2019).

Além disso, em algumas regiões, as ONGs, associações comunitárias e movimentos ambientalistas também podem estar envolvidos na promoção da gestão da coleta seletiva, muitas vezes desenvolvendo projetos de educação ambiental e conscientização da população sobre a importância da separação correta dos resíduos. Em nível nacional, o governo federal também desempenha um papel importante ao estabelecer políticas e diretrizes para a gestão de RSU, incluindo a coleta seletiva, por meio da PNRS (Jus Brasil, 2019).

Para compreensão dos fatores nacionais sobre a coleta seletiva no Brasil, a Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT) é uma organização brasileira que representa os interesses e direitos dos catadores de materiais recicláveis. A ANCAT foi fundada em 2000 e busca promover a inclusão social, econômica e ambiental dos catadores, bem como melhorar as condições de trabalho e garantir seus direitos (ANCAT, 2024).

A ANCAT atua em várias frentes, incluindo *advocacy* político[37], capacitação técnica, articulação de redes e parcerias, e a promoção de projetos e iniciativas voltadas para o fortalecimento da categoria dos catadores de materiais recicláveis no Brasil (ANCAT, 2024). De acordo com a ANCAT (2024), no ano de 2023, foram coletadas 588,560 mil toneladas de resíduos recuperados em 269 cidades pelo Brasil, com a participação de 19.105 catadores e catadoras distribuídos em 512 cooperativas, conforme mostrado na FIGURA 29.

---

[37] Advocacy político é uma atividade que visa influenciar as políticas públicas e as decisões dos governantes em prol de determinadas causas ou grupos de interesses (Estratégia ODS, 2021).

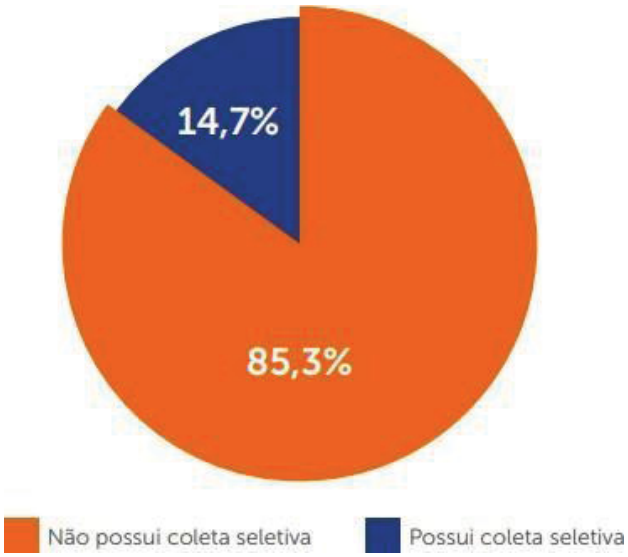
FIGURA 29 - COLETA DE RESÍDUOS RECUPERADOS POR CATADORES E COOPERATIVAS NO BRASIL EM 2023.

FONTE: Autora (2024) adaptado de ANCAT, (2024).

Independentemente da abordagem adotada, as prefeituras municipais enfrentam desafios significativos nas fases de coleta e transporte no manejo, os custos de gerenciamento dos RSU.

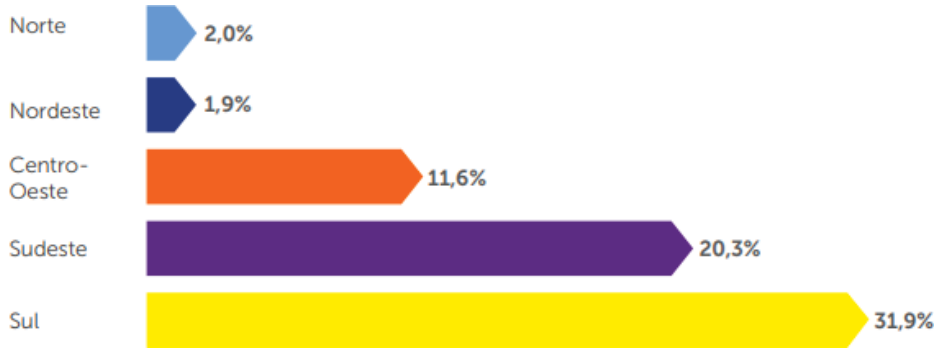
No Brasil, a implementação da coleta seletiva porta a porta nos sistemas municipais de gestão de resíduos sólidos ainda está em estágio inicial. Conforme indicado pelo SNIS (2021), esse tipo de coleta atende a uma população de aproximadamente 69,7 milhões de habitantes (ABREMA, 2023). No GRÁFICO 6 e no GRÁFICO 7 são apresentados os municípios de porte por menor adesão à coleta seletiva de porta a porta. Por outro lado, municípios mais populosos oferecem o serviço, mas falharam em universalizar o acesso em seu território (Artemisia e Gerdau, 2022).

GRÁFICO 6 - COLETA DE RESÍDUOS RECUPERADOS POR CATADORES E COOPERATIVAS NO BRASIL EM 2023.



FONTE: ABREMA, (2023).

GRÁFICO 7 - COLETA DE RESÍDUOS RECUPERADOS POR CATADORES E COOPERATIVAS POR REGIÃO DO BRASIL EM 2023.



FONTE: ABREMA, (2023).

Entretanto, ao analisar os dados do GRÁFICOS 6 é apresentado a média da população urbana atendida por município com a coleta seletiva, observa-se que a cobertura da coleta seletiva porta a porta abrange apenas 14,7% dos habitantes. No GRÁFICO 7 é apresentado as regiões do Brasil, no qual a região Sul registra a maior média de cobertura, atingindo 31,9% da população urbana. Em contrapartida, a região Nordeste apresenta a menor média de abrangência municipal da coleta seletiva porta a porta, atendendo apenas 1,9% da população urbana (ABREMA, 2023).

Apesar dos avanços na implementação da coleta seletiva porta a porta em algumas regiões do país, é evidente que exista a coleta informal pelos catadores de materiais recicláveis. Com isso, os desafios enfrentados por esses trabalhadores no ambiente urbano são notáveis e substanciais.

3.4.1.4 Catadores de materiais recicláveis: a luta dos protagonistas da sustentabilidade urbana no Brasil

Os primeiros registros dos catadores de RSU remontam ao século XIX, evidenciando que esse fenômeno acompanhou a urbanização do país. Isso indica que a presença do segmento social dos catadores está enraizada no cenário urbano brasileiro há muitos anos. Diante disso, essas pessoas encontram nessa atividade uma fonte de subsistência ou, no mínimo, uma forma de atender às necessidades básicas, mesmo diante da falta de reconhecimento pelo mercado de trabalho (IPEA, 2013).

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), embora os catadores desempenhem uma atividade que traz benefícios à sociedade e ao meio ambiente, esses trabalhadores enfrentam uma situação de extrema vulnerabilidade social. Isso ocorre devido à discriminação associada à atividade que realizam, frequentemente rotulada pela sociedade como lidando com o “lixo”, além da falta de acesso a diversos direitos essenciais, esses trabalhadores enfrentam diariamente uma luta por dignidade e cidadania (IPEA, 2013). Na FIGURA 30 é mostrado dois catadores de materiais recicláveis informais realizando a coleta seletiva na área urbana.

FIGURA 30 - CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS NA REGIÃO URBANA DO BRASIL.

FONTE: SBT NEWS (2023).

No contexto da vulnerabilidade social enfrentada pelos catadores de materiais recicláveis ao ocupar áreas urbanas centrais, a urbanização é definida como um processo no qual a população se estabelece em espaços capazes de suportar grandes concentrações de pessoas. Esse processo pode ser compreendido como uma área da superfície terrestre que permite a construção de habitações, infraestrutura, instalações, espaços de atividades e outros elementos que facilitam a aglomeração social. Além disso, a urbanização revela as estruturas econômicas, sociais, de lazer, de trabalho, de direitos e de concepções ideológicas que diferenciam os indivíduos (Pírez, 2018).

A discriminação social enfrentada pelos catadores de RSU resulta em uma histórica “invisibilidade” desses indivíduos, tanto por parte do poder público quanto da sociedade em geral. Esse cenário contribui para o aumento ou criação de áreas de pobreza concentrada, com acesso limitado ou inexistente a serviços públicos de qualidade (IPEA, 2013).

A parcela da população sem capacidade financeira enfrenta dificuldades para adquirir os bens urbanos comercialmente, ou seja, a moradia, uma vez que o mercado não oferece crédito para obtenção desses itens essenciais. Isso pode levar a um processo de falência pessoal, embora as situações de dívidas podem variar de acordo com as condições de mercado em constante mudança. As políticas públicas mantêm influência na renda social, na cobertura dos subsídios estatais e na dinâmica da economia dos mercados da urbanização (Pírez, 2018).

Na FIGURA 31 é apresentado membros do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), é um movimento social estabelecido há aproximadamente 22 anos, dedicado à organização e o reconhecimento da categoria dos catadores como trabalhadores essenciais na cadeia de reciclagem, enfatizando sua importância socioeconômica e ambiental. O principal objetivo do MNCR é assegurar o protagonismo popular da classe dos catadores, frequentemente marginalizada pelas estruturas do sistema social (MNCR, 2023).

FIGURA 31 – MEMBROS DO MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS: 22 ANOS DE LUTA E ORGANIZAÇÃO.

FONTE: MNCR (2023).

Conforme Hirata (2018), a integração das lutas sociais apresenta uma abordagem prática ao analisar as resistências sociais. Isso envolve o processo de formação das trajetórias dos catadores de materiais recicláveis no centro urbano de São Paulo, que representa uma reinterpretação das dinâmicas urbanas contemporâneas. O estudo do dia a dia desses trabalhadores considera elementos como a relação entre o trabalho e o ambiente urbano. Isso ajuda a entender a consolidação da mobilização para a criação do Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR)[38], assim como a contínua disputa pela valorização dos espaços urbanos centrais, especialmente no centro histórico de São Paulo.

A revolução urbana é entendida como um processo que envolve tanto aspectos regressivos quanto progressivos quando se analisa as mudanças no espaço urbanos e nas metrópoles. Isso inclui diferentes formas de produção, uso e práticas políticas que moldam o espaço urbano e podem aproximar ou afastar diferentes classes sociais e seus segmentos. A acumulação de capital muitas vezes ocorre às custas da espoliação dos cidadãos e do valor existente ou potencial, subjugando o trabalho e a produção às demandas de monopolização da propriedade (Petrella, 2018).

---

[38] O MNCR surgiu em meados de 1999 com o 1° Encontro Nacional de Catadores de Papel, sendo fundado em junho de 2001 através de uma Carta de Brasília lançado no 1° Congresso Nacional dos Catadores(as) de Materiais Recicláveis em Brasília, evento que reuniu mais de 1.700 catadores e catadoras (MNCR, 2023).

Na área central das cidades, há uma considerável produção de diversos materiais descartáveis que necessitam ser recolhidos. Caso contrário, as empresas teriam que assumir custos e contratar serviços especializados para lidar com o descarte de embalagens comerciais, papéis provenientes de serviços e instituições. Isso proporciona uma fonte estável de renda que levanta questões sobre a condição do lumpemproletariado[39]. Este grupo social é frequentemente composto por indivíduos negros, com baixo nível de escolaridade, alguns com mais de 50 anos ou jovens sem experiência profissional, além de pessoas com limitações físicas e mulheres que são chefes de família. São pessoas com poucas oportunidades de integração no mercado de trabalho formal e que enfrentam dificuldades mesmo em setores informais (Hirata, 2018).

[39] Lumpemproletariado é um termo que se refere a uma classe social marginalizada, composta por pessoas que não têm acesso aos meios de produção e que, portanto, não fazem parte da classe trabalhadora tradicional. São geralmente, desempregados, subempregados ou trabalham em empregos informais precários, e enfrentam condições de vida difíceis (Matsuo, 2009).

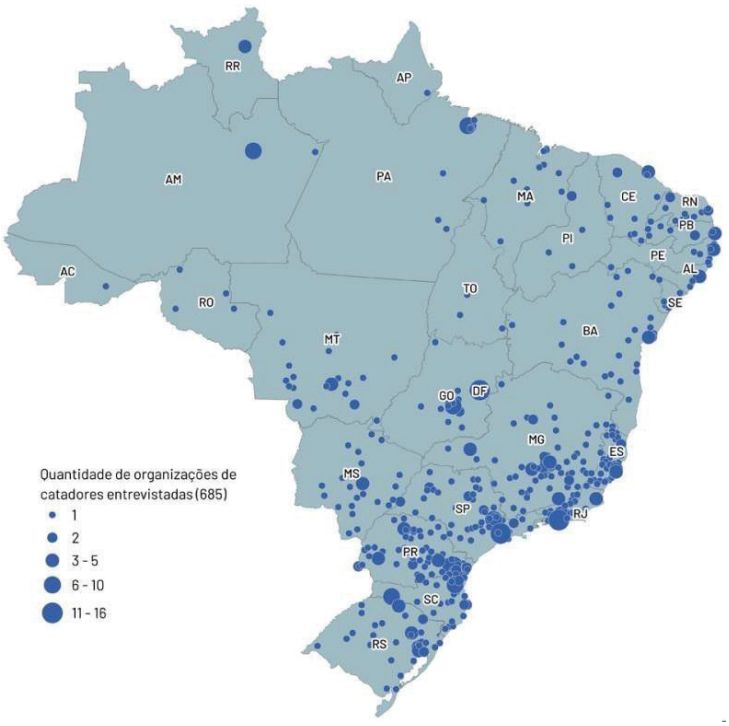
3.4.1.5 Perfil demográfico e socioeconômico dos catadores de materiais recicláveis no Brasil

Os catadores de materiais recicláveis enfrentam desafios socioeconômicos e de integração devido à discriminação e à falta de políticas adequadas. É crucial implementar medidas para apoiar sua atuação e promover sua inclusão social e econômica.

Uma organização que promove ações e iniciativas, é o Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), que é voltada para a gestão e a reciclagem de RSU no Brasil. Trabalha em parcerias com empresas, órgãos governamentais e organizações da sociedade civil para desenvolver soluções sustentáveis para a gestão de resíduos (CEMPRE, 2023).

Conforme o relatório publicado do CEMPRE (2023), foram abrangidas 685 organizações de catadores e catadoras de material reciclável, nas quais foram realizadas entrevistas. Esses questionários realizados pelo CEMPRE foram conduzidos por consultores de campo e preenchidos pelas lideranças das respectivas organizações. Como resultado, a FIGURA 32 apresenta um total de 16.058 catadores, indicando uma média de 23 catadores por organização.

FIGURA 32 - ORGANIZAÇÕES DE CATADORES NOS MUNICÍPIOS ENTREVISTADOS PELO CEMPRE.



FONTE: CEMPRE (2023).

Para a condução eficiente das operações das organizações de catadores, é imperativo manter uma documentação legal adequada. A maturidade regulatória, ou o grau de formalização dessas organizações, foi avaliada levando em consideração a presença de documentos como CNPJ, estatuto social, livro de matrícula e licença ambiental. Além disso, a pesquisa delineou o modelo de formalização adotado pelas organizações, como cooperativas, associações ou outras formas legais (CEMPRE, 2023).

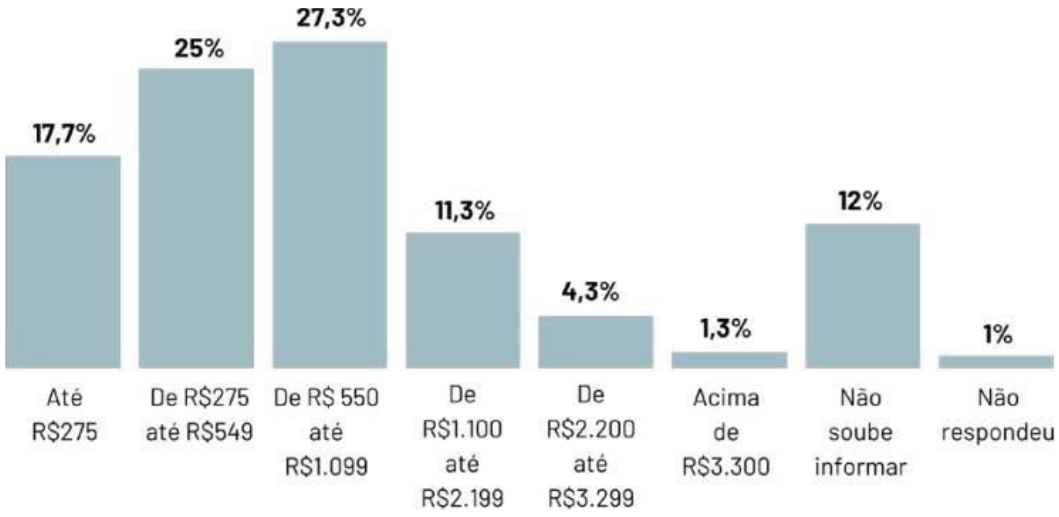
Outro aspecto relevante é a distribuição dos catadores por região em termos absolutos. De acordo com o Anuário da Reciclagem 2022, a região Sudeste apresenta o maior número de catadoras e catadores, com 3977 profissionais, representando cerca de 40% do total nacional, seguida pelo Sul, com 1964 profissionais. Por outro lado, o Norte registra o menor número de profissionais entre as regiões do país, totalizando 568, o que equivale aproximadamente a 6% do total nacional (Recicleiros, 2023).

Segundo Dagnino e Johansen (2017), o perfil demográfico dos participantes revela uma média de idade de 39 anos, sendo que 8% são considerados idosos, com 60 anos ou mais. A maioria, representada por 70%, é do gênero feminino. Em termos étnicos 66,14% autodeclaram-se como pretos ou pardos, enquanto essa proporção na população ocupada em geral é de 48%. Além disso, mais da metade dos catadores, precisamente 53,66% desempenham o papel de chefes de domicílios.

No perfil socioeconômico, se revela uma taxa de analfabetismo de 20%, aproximadamente quatro vezes superior à média da população ocupada. A jornada de trabalho varia entre 6 e 8 horas, ao longo de seis dias por semana. Em relação à renda, em 2010, os catadores apresentavam uma média de R$ 561,93, montante inferior ao salário médio da população ocupada no mesmo ano, que era de R$ 1.271,88 (Dagnino e Johansen, 2017).

O mercado de recicláveis é caracterizado por sua alta volatilidade que impactam a renda dos catadores autônomos. Cerca de 70% deles não atingem um montante superior a R$ 1.100,00 por mês, e 17,7% não alcançam sequer R$ 275,00 mensais, como mostra no GRÁFICO 8 (CEMPRE, 2023).

GRÁFICO 8 - RENDA MENSAL COM A COLETA E VENDA DE RECICLÁVEIS.



FONTE: CEMPRE (2023).

No GRÁFICO 8 é apresentado a categoria dos catadores autônomos revela uma ampla diversidade de renda. Aqueles que recebem de R$ 550,00 enfrentam condições de trabalho mais precárias, enquanto outros, com renda superior a R$ 2.200,00 e acima de R$ 3.300 possuem estrutura, incluindo veículo motorizado, serviços bancários e local de armazenagem (CEMPRE, 2023).

Os 40% dos catadores, cuja renda é inferior a R$ 550,00, ingressaram na coleta de rua nos últimos três anos, considerando o período da pesquisa realizada no segundo semestre de 2022, durante a pandemia do Coronavírus, abrangendo os anos de 2020 até 2022 (CEMPRE, 2023).

Diante da precariedade da informalidade, os catadores buscam a organização em associações e cooperativas de reciclagem, com o intuito de aprimorar as condições de trabalho e aumentar a geração de renda (Galon e Marziale, 2016). Essas organizações estão inseridas no contexto da economia solidária, operando como modelos de autogestão e participação plena (Artemisia e Gerdau, 2022).

- Trabalho: os catadores trabalham juntos na separação de materiais, compactando-os em fardos e blocos de material reciclável. Esses produtos podem ser vendidos a intermediários por um preço mais vantajoso ou diretamente para indústrias de reciclagem, dependendo da qualidade e escala de produção.

- Divisão das atividades: apresenta uma distinção de gênero, onde as mulheres desempenham predominantemente atividades como triagem, enquanto os homens assumem responsabilidades no transporte do material, carregamento nos caminhões e operação de maquinário, como prensa e empilhadeira, geralmente vinculado a uma remuneração mais elevada.
- Vantagens: espaços de trabalho mais amplo incluem condições aprimoradas para armazenamento e manipulação de materiais, aumento do valor agregado no processamento de recicláveis, maior poder de negociação, estabelecimento de rede de apoio entre trabalhadores e construção de identidade social, fortalecendo a categoria laboral.
- Importância das parcerias: parcerias entre catadores e outras organizações proporcionam benefícios, incluindo suporte estrutural, capacitação, recebimento de materiais em larga escala e promoção dos benefícios do trabalho. Esses aspectos fortalecem cooperativas, associações e a autonomia dos catadores.
- Benefícios socioambientais: abrangem maior taxa de reciclagem, redução do descarte no solo, prolongamento da vida útil dos aterros sanitários, preservação de recursos naturais e aumento da renda dos catadores (Artemisia e Gerdau, 2022).

Dada a relevância do papel desempenhado pelas cooperativas de reciclagem na cadeia produtiva e na sociedade em geral, é imperativo desenvolver estratégias para superar as dificuldades organizacionais que essas cooperativas enfrentam. Melhorar a qualidade de vida e de trabalho dos cooperados requer aprimoramento na organização interna, condições laborais adequadas, acesso a materiais recicláveis de alta qualidade e em grande quantidade, além do estabelecimento de parcerias benéficas com o setor empresarial (Galon e Marziale, 2016).

Uma das principais dificuldades da reciclagem consiste em converter resíduos em insumos ou produtos de alta qualidade, assegurando desempenho equivalente ou superior aos itens fabricados com matéria-prima virgem (Artemisia e Gerdau, 2022).

Com isso, vários obstáculos são enfrentados pela cadeia de reciclagem vinculados a questões econômicas, pois, afinal, é fundamental que o processo de reciclagem seja economicamente viável (ANCAT, 2024).

Diversos fatores exercem impactos nessa questão econômica, as propriedades dos materiais possuem características físico-químicas distintas, exigindo métodos de transformação específicos na reciclagem, o que impacta nos custos econômicos e ambientais. Influenciam a demanda e o valor de mercado dos recicláveis (ANCAT, 2024).

As questões tributárias, para isso, o custo de aquisição de materiais reciclados deve ser inferior ao da matéria-prima virgem. Todavia, no Brasil, a tributação, especialmente associada ao Imposto de Valor Agregado (IVA), cria obstáculos, resultando em bitributação para produtos recicláveis, conhecido como “efeito ambiental reverso”, ao qual favorece a extração da matéria-prima. Resolver esse problema é essencial para incentivar o uso de materiais recicláveis (Monzoni, p. 62, 2013).

A matéria-prima secundária, originada da reciclagem, muitas vezes concorre com a matéria-prima virgem em termos de qualidade e preço no mercado. A demanda por materiais reciclados varia conforme as flutuações do mercado e o preço da matéria-prima virgem (Artemisia e Gerdau, 2022).

Segundo Artemisia e Gerdau (2022), uma parcela significativa, aproximadamente 37%, do material reciclável coletado de forma seletiva é resultante do esforço desempenhado pelas cooperativas de catadores.

No ano de 2019, as cooperativas de catadores de materiais recicláveis desempenharam um papel crucial, contribuindo com 36,8% da massa total coletada seletivamente, o que representa uma parcela significativa em comparação com a participação das empresas contratadas pelo município, responsáveis por 45%. Essa constatação ressalta a importância dos catadores, especialmente em municípios com menos de 250 mil habitantes, onde os recursos financeiros disponíveis são mais limitados (SNIS, 2020).

Entretanto, em metrópoles como São Paulo e Rio Janeiro, as grandes empresas de limpeza urbana são favorecidas, resultando na participação praticamente nula dos catadores (SNIS, 2020).

Ao longo das últimas décadas, a ativa participação dessa categoria de trabalhadores no Brasil tem propiciado o surgimento de discussões públicas fundamentais sobre a gestão de resíduos sólidos. Um destaque nesse cenário é o Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis (MNCR), estabelecido

em 2001, com propósito de promover o reconhecimento da relevância desses profissionais (Dagnino e Johansen, 2017).

Estima-se que existem entre 800 mil e 1 milhão de catadores em atividades no Brasil, ao qual desempenham um papel fundamental na reciclagem, contribuindo com aproximadamente 90% dos materiais reciclados no Brasil por meio de suas atividades de coleta e triagem de materiais recicláveis, considerando que as mulheres são a maioria, cerca de 70% da categoria (MNCR, 2017). O desemprego, aliado à baixa qualificação profissional, leva muitos brasileiros a adotarem a atividade de catadores de materiais recicláveis (Dagnino e Johansen, 2017).

A profissão de catador foi oficialmente reconhecida em 2002 no Código Brasileiro das Ocupações (CBO) como “trabalhadores da coleta e seleção de material reciclável”. Essa categoria engloba uma série de atividades, incluindo coleta seletiva, triagem, classificação, processamento e comercialização de resíduos reutilizáveis e recicláveis, desempenhando um papel crucial no processo de reciclagem (Pereira e Goes, 2016).

A complexidade inerente à gestão de RSU, destaca a importância da estratégia da coleta seletiva ser um passo crucial na transição para uma economia circular. O papel fundamental desempenhado pelos catadores, especialmente os vinculados às cooperativas, surge como um componente essencial na cadeia de reciclagem. As disparidades regionais na oferta de coleta seletiva e as condições socioeconômicas variadas dos catadores ressaltam a necessidade de intervenções abrangentes e políticas públicas eficazes.

3.4.1.6 Políticas públicas e leis para os catadores de materiais recicláveis no Brasil

As políticas e regulamentações que orientam o trabalho dos catadores de materiais recicláveis muitas vezes têm como base a PNRS, a qual visa integrar socialmente esses trabalhadores por meio de programas mais amplos, como políticas assistenciais e iniciativas de capacitação profissional. No entanto, além da PNRS, outras propostas legislativas em discussão e programas em vigor oferecem oportunidades adicionais para os catadores de materiais recicláveis.

Como mencionado, a PNRS estabelece diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, incluindo a promoção da coleta seletiva e da inclusão social dos catadores (Lei 14.305/2010).

O Programa Nacional de Coleta Seletiva Solidária[40]: implementado no âmbito da PNRS, visa promover a coleta seletiva de RSU e a organização dos catadores em cooperativas e associações (Decreto 5.940/2006). E a Lei de Incentivo à Reciclagem[41] estabelece incentivos fiscais para empresas que adoram práticas de reciclagem e cooperativas de catadores que participam da coleta seletiva e do processamento de resíduos recicláveis (Lei 14.260/2021).

No início do ano de 2023, foi promulgado um marco significativo para os catadores de materiais recicláveis no Brasil, representando um avanço na busca por uma sociedade mais justa e sustentável. O atual presidente Lula assinou dois decretos importantes: o Decreto 11.413, que institui o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, e o Decreto 11.414, que estabelece o Programa Diogo de Sant'Ana[42] Pró-Catadoras e Pró-Catadores para a Reciclagem Popular, bem como o Comitê Interministerial para Inclusão Socioeconômica de Catadoras e Catadores de Materiais Reutilizáveis e Recicláveis (Jornal da USP, 2023).

A celebrada conquista para catadores e catadoras foi uma emocionante homenagem ao advogado Diogo de Sant'Ana mostrado na FIGURA 33, que foi responsável pelo Marco Legal das Organizações Sociais e defensor das pautas de catadoras e catadores (Jornal da USP, 2023).

FIGURA 33 - ATIVISTA DIOGO DE SANT'ANA.

FONTE: Brasil de Fato, (2023).

---

[40] Coleta Seletiva Solidária atende ao Decreto 5.940/2006 que institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelas instituições da administração pública federal, e a destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis (Gov.br, 2024).

[41] Lei de Incentivo à Reciclagem (Lei 14.260/2021) estabelece incentivos à indústria da reciclagem, e cria o Fundo de Apoio para ações voltadas à reciclagem e investimentos para ProRecicle.

[42] Diogo Sant'Ana era graduado em Direito pela USP, cursou mestrado em Administração Pública pela *Harvard Kennedy School* e posteriormente iniciou doutorado na USP. Em 2020 faleceu em um acidente, era uma referência na luta por mais direitos aos catadores de materiais recicláveis (Brasil de Fato, 2023).

Esses Decretos Federais de 2023 reafirmam o papel central dos catadores na política nacional de reciclagem. Embora já estivessem integrados à política desde 2010, com a implementação da PNRS e do Programa Pró-Catador, este último foi revogado uma década depois, como parte de uma série de retrocessos nas políticas sociais (Jornal da USP, 2023).

Com o Programa Diogo de Sant'Ana, o governo reconhece novamente a importância dos quase 1 milhões de catadores no país, que individualmente ou em cooperativas e associações, desempenham um papel crucial na coleta, triagem, processamento, transformação e comercialização de materiais recicláveis (Jornal da USP, 2023).

O reconhecimento dos catadores como atores-chave no processo de reciclagem, conforme estipulado pelo decreto, visa promover a capacitação e formação desses profissionais, ampliando seus conhecimentos e habilidades necessários ao longo da cadeia de reciclagem. Além disso, o programa incentivado pelo decreto busca facilitar a contratação remunerada das entidades do setor, promover o acesso a linhas de crédito específicas para cooperativas e associações de catadores, e estabelecer um compromisso do governo federal, por meio do Comitê Interministerial para a Inclusão de Catadores, em fortalecer programas que assegurem a plena inclusão socioeconômica desses atores no processo de reciclagem (Jornal da USP, 2023).

A promulgação dos decretos coroa o engajamento do indivíduo junto aos catadores, reconhecido pelas associações e cooperativas, como resultado de sua contínua busca por alcançar resultados tangíveis na defesa de questões populares e dos direitos humanos. Isso é exemplificado por sua intervenção oral perante o Supremo Tribunal Federal, em nome da ANCAT, ao contestar a constitucionalidade dos artigos 47 e 48 da Lei 11.196/2005[43], que revogava os benefícios fiscais para consumidores de sucatas. Argumentando que a aquisição de sucata deveria gerar créditos de PICs e Cofins para as empresas, o indivíduo trabalho para reverter a distorção tributária da legislação então vigente, que não apenas eliminava os

---

[43] A Lei 11.196/2005 institui o regime especial de tributação para a plataforma de exportação de serviços de tecnologia da informação (REPES), o regime especial de aquisição de bens de capital para empresas exportadoras (RECAP) e o programa de inclusão digital. Estabelece incentivos fiscais para a inovação tecnológica e promove alterações em diversos decretos e leis anteriores relacionados à tributação e aquisição de bens.

incentivos ao uso de materiais recicláveis, mas também prejudicava a renda dos trabalhadores envolvidos na cadeia de reciclagem. Em suas declarações Diogo de Sant'Ana enfatizou que a revogação visava "a proteção do meio ambiente e a promoção da inclusão social no Brasil" (Jornal da USP, 2023).

Os Decretos Federais de 2023, como o Decreto 11.413 e o Decreto 11.414, representam um avanço significativo para os catadores de materiais recicláveis no Brasil, reconhecendo seu papel fundamental na política nacional de reciclagem e promovendo sua inclusão socioeconômica. Essas iniciativas visam garantir melhores condições de trabalho e impulsionar uma economia circular.

3.4.1.7 Economia Circular no Brasil: um panorama das mudanças e desafios

A presente trajetória do desenvolvimento econômico nos expõe a uma crise de recursos, sinalizando a necessidade inevitável de reavaliar o modelo econômico. O processo produtivo nacional, se encontra cada vez mais enredado na produção linear, dependente do consumo de recursos finitos. Como resultado desse cenário, a disponibilidade de recursos diminui, acarretando elevados custos de produção e instabilidade que suscitam incertezas sobre o futuro, tanto no âmbito econômico quanto ambiental.

Esse panorama de impactos da emergência de recursos e ações climáticas demonstram ser uma fonte crescente de preocupação global, sendo fundamental reconhecer a importância de iniciar mudanças no âmbito nacional.

A economia circular representa um novo modelo de desenvolvimento que integra o crescimento a um ciclo contínuo positivo. Este paradigma visa preservar e aprimorar o capital natural, otimizar a produção de recursos e mitigar riscos sistêmicos ao gerenciar estoques finitos e fluxos renováveis. Nesse contexto, a ideia de "fim da vida" é substituída pela restauração; a produção faz uso de fontes de energia renováveis; são eliminados o emprego de produtos químicos tóxicos e não reaproveitáveis; e a geração de resíduos é evitada por meio do design de materiais, produtos, sistemas e, consequentemente, modelos de negócio (Artemisia e Gerdau, 2022).

O destino de um material transcende a esfera do gerenciamento de resíduos, tornando-se uma integração essencial no processo de design de produtos e sistemas. Em uma economia circular, elimina-se a concepção de 'lixo' (EMF, 2023).

Dessa forma, o ciclo de vida de um produto é frequentemente descrito como “do berço ao túmulo”, destacando o processo linear de extração, fabricação e descarte. Em contraste, o conceito de *Cradle to Cradle* (do berço ao berço) foi concebido para desafiar esse modelo tradicional, propondo uma gestão circular de recursos, onde cada fase do ciclo representa um novo “berço” ou início para o material em questão (McDonough e Braungart, 2002).

Nessa abordagem inovadora, o modelo linear é substituído por sistemas cíclicos, possibilitando a reutilização contínua de recursos em fluxos seguros e sustentáveis, tanto para os seres humanos quanto para a natureza. Nesse cenário, a própria concepção de lixo ou resíduo é abolida. Produtos e processos fabris são concebidos desde o início com inteligência, eliminando qualquer possibilidade de desperdício ou contaminação, resultando na eliminação da necessidade de gerenciamento de resíduos (McDonough e Braungart, 2002).

A adoção da economia circular é imperativa, uma vez que a reciclagem isolada não será suficiente para enfrentar a atual crise ambiental de recursos. É importante destacar que, em alguns casos, a reciclagem pode não ser a solução mais custo-efetiva, pois seus processos muitas vezes consomem considerável quantidade de energia e podem resultar na desvalorização ou redução da qualidade dos materiais, sem atender plenamente à demanda por matéria-prima virgem. Na economia circular, o foco não se restringe apenas ao design para uma melhor gestão da vida útil, mas também visa minimizar o consumo de energia (EMF, 2023).

A Confederação Nacional da Indústria – CNI (2018) apresenta características importantes para a transição da economia circular no Brasil, que são:

- Desafios do modelo linear: a escassez crescente de recursos indica que os modelos lineares de negócios estão se aproximando de seus limites.
- Redução de custos e aumento de valor: possibilidade de otimizar o uso de materiais, reduzir desperdícios, melhorar a eficiência dos sistemas de produção e adotar modelos de negócios baseados em serviços.
- Novas fontes de investimento: surgimento de financiamentos específicos voltados para a transição para a economia circular.
- Resiliência e colaboração aprimoradas: manutenção de materiais por mais tempo no sistema, reduzindo a dependência de matérias-primas

virgens e aumentando a resiliência diante da volatilidade nos preços das *commodities*.

- Geração de empregos: A mudança em direção a um uso mais eficiente dos recursos, especialmente através da reutilização, reciclagem e extensão da vida útil dos produtos, resultará em uma transformação na relação entre bens e serviços em qualquer economia.
- Conformidade legal e normativa: a transição para a economia circular permitirá que a indústria brasileira esteja à frente das legislações nacionais e internacionais, contribuindo para a criação de políticas públicas facilitadoras das mudanças sistêmicas (CNI, 2018).

Entretanto, para que a economia circular atinja uma escala abrangente e realize todo o seu potencial, são necessárias condições facilitadoras para essa transição. Isso inclui melhorias na qualidade da educação, a implementação de políticas públicas específicas, o desenvolvimento de infraestrutura voltada à circularidade e a adoção de tecnologias inovadoras (CNI, 2018).

- A educação desempenha um papel essencial na transição para a economia circular, fornecendo não apenas conhecimentos técnicos, mas também promovendo uma mudança de visão, atitudes e valores. Isso é baseado em aprendizagem ativa e colaborativa, desenvolvendo competências alinhadas à lógica circular.
- As políticas públicas desempenham um papel macroeconômico ao incentivar ciclos reversos e inovações em design e modelos de negócio circulares. Medidas como a redução de tributos sobre recursos secundários, fontes renováveis e mão de obra podem impulsionar a transição.
- O desenvolvimento da infraestrutura é fundamental para viabilizar atividades da economia circular, incluindo estruturas para logística reversa e saneamento básico. Esses elementos são essenciais para suportar o ciclo de vida de produtos e materiais de forma mais sustentável.
- A tecnologia permite inovações disruptivas nos modelos de negócios e gestão da cadeia de valor, além de soluções operacionais como a reciclagem. Em modelos como virtualização e compartilhamento, a

tecnologia é essencial para entrega, compartilhamento de valor e rastreabilidade de materiais (CNI, 2018).

Essas transformações demandam uma nova cultura empresarial fundamentada em princípios, atitudes e relações alinhadas a uma concepção inovadora de geração de valor. Nesse contexto, destaca-se aspectos como durabilidade, modularidade, remanufatura, reuso, desenvolvimento de serviços, compartilhamento e o uso de fontes de matéria-prima renováveis.

Na transição para a economia circular, diversos modelos de negócios surgem como impulsionadores dessa transformação, incorporando os seguintes elementos:

- Insumos circulares: utilização de energia renovável e materiais biológicos ou totalmente recicláveis, em substituição a materiais tóxicos e de ciclo de vida único, representa uma abordagem circular visando uma gestão mais sustentável dos recursos.
- Serviço produtivo: oferece acesso a produtos mantendo a propriedade, permitindo assim internalizar os benefícios da eficiência circular dos recursos.
- Aumento da durabilidade do produto: extensão da vida do produto por meio de práticas como revenda, reparo, remanufatura e atualização de componentes.
- Compartilhamento: facilita uma utilização eficiente dos produtos, viabilizando compartilhamento, acesso e propriedade compartilhada.
- Recuperação de recursos: extrai materiais, recursos e energia de produtos descartados ou subprodutos.
- Virtualização: a evolução tecnológica, como a computação em nuvem e a inteligência artificial, está transformando serviços físicos em formatos digitais, alterando a entrega de valor aos clientes (CNI, 2018).

Com isso, os negócios de impacto são empreendimentos que buscam resolver problemas socioambientais por meio de suas atividades, mantendo uma abordagem de mercado para obter retornos financeiros. Seguindo critérios específicos, os negócios se comprometem a medir e avaliar o impacto que geram, independentemente do tipo de registro empresarial. Abaixo são citadas as oportunidades dos negócios de impacto com exemplos (Artemisia e Gerdau, 2022).

- Iniciativas de estímulo, realizadas em colaboração com organizações da sociedade civil, visam promover a segregação de resíduos. Essas ações buscam envolver pequenos geradores, incentivando-os a cumprir sua responsabilidade na separação e destinação adequada dos resíduos, por meio de sistemas de recompensa. Exemplos: Ambipar Triciclo, So+ma, Molécoola.
- Gestão de RSU nos condomínios tem o objetivo de envolver, instruir e simplificar a administração de resíduos nos domicílios. Exemplos: Grupo Muda, Vem Reciclar, Minha Coleta.
- Gestão de RSU em locais de difícil acesso com a proposta de expandir a disponibilidade de coleta seletiva em áreas de difícil acesso. Exemplos: ViraSer, Coletando Soluções, So+ma.
- Melhorar as condições de trabalho e aumentar a renda dos catadores de materiais recicláveis, reconhecendo e valorizando o serviço ambiental e urbano que prestam. Exemplos: Cataki, Green Mining, Você Recicla.
- Estabelecer a regularização, aprimorar a gestão e aumentar a eficiência das cooperativas de reciclagem, visando qualificar e otimizar suas operações. Exemplos: *YouGreen*, ViraSer, Recifavela, Boomera Ambipar, Crédito Pérola.
- Promover o desenvolvimento de inovações em métodos de reciclagem de resíduos pós-consumo, focando na criação de novas tecnologias para a recuperação e remanufatura de materiais utilizados. Exemplos: Boomera Ambipar, Telite, Eco Panplas.
- Fomentar o desenvolvimento de produtos circulares, com ênfase na prevenção da geração de resíduos desde a concepção inicial. Exemplos: Oka Biotecnologia, Parangolé, YVY, Revoada.
- Promover soluções inovadoras para a recuperação de resíduos eletrônicos, contribuindo para a transição efetiva para uma economia circular, por meio da expansão da reciclagem de resíduos eletrônicos. Exemplos: ReUrbi, BH Recicla, Recicle.
- Fomentar práticas inovadoras na reciclagem de resíduos provenientes da construção civil e demolição, buscando promover uma abordagem

mais eficiente e sustentável nesse processo. Exemplos: Relóco, *Be.Sun*, ReciGreen, *LandApp*.

- Desenvolver uma moda responsável e sustentável por meio da reciclagem de resíduos têxteis, contribuindo para a produção consciente de roupas e acessórios, com ênfase na responsabilidade ambiental e social, impactando positivamente a vida das trabalhadoras envolvidas. Exemplos: Retalhar, Mulheres do Sul Global, Movimento Eu Visto Bem, Rede Asta.
- Promover e expandir a adoção de práticas de compostagem tanto para pequenos quanto para grandes geradores, incentivando o acesso a uma técnica ainda pouco difundida no Brasil. Comprometer com a separação adequada, especialmente no que diz respeito aos materiais não orgânicos, contribuindo para aprimorar os processos de reciclagem. Exemplos: Ciclo Orgânico, Planta Feliz Adubo, Videverde, Ecocircuito.
- Desenvolvimento e organização das cadeias de logística reversa para rastreabilidade eficiente de materiais pós-consumo. Exemplos: Trashin, *Green Mining*, Residuall, *GreenPlat*, Polen, Eureciclo.
- Aprimorar a gestão pública municipal de resíduos sólidos por meio de tecnologias eficientes para garantir transparência e eficácia no serviço. Exemplos: *GreenPlat*, Lemobs, *Bright Cities* (Artemisia e Gerdau, 2022).

Assim, os negócios de impacto são empreendimentos que buscam resolver problemas socioambientais, combinando uma abordagem de mercado com a mensuração sistemática do impacto gerado. Essas iniciativas englobam diversos setores, desde a segregação de resíduos sólidos até a reciclagem de eletrônicos e moda sustentável, que refletem a diversidade e o potencial transformador desses empreendimentos na promoção de práticas sustentáveis e economia circular.

A análise do desenvolvimento econômico evidencia a urgência de repensar o modelo diante da iminente escassez de recursos. O atual cenário linear, dependente de matérias-primas finitas, enfrenta esgotamento, gerando custos elevados e incertezas. A economia circular emerge como uma alternativa, estabelecendo um ciclo contínuo e positivo, abolindo a noção de ‘fim da vida’ e adotando sistemas cíclicos. A

CNI (2018), destaca os desafios e oportunidades para o contexto brasileiro, incentivando a adoção de práticas mais eficientes e a revisão de modelos lineares.

A transição para a economia circular requer elementos, como educação de qualidade, políticas públicas eficazes, infraestrutura aprimorada e tecnologias inovadoras. Uma nova cultura empresarial, pautada em durabilidade, reuso e fontes renováveis, é crucial para o sucesso nesse novo paradigma.

Os negócios de impacto desempenham um papel essencial, abordando desde a segregação de resíduos até a promoção de práticas sustentáveis, contribuindo para uma economia mais circular e sustentável. Essas iniciativas combinam uma abordagem de mercado com impacto, refletindo a diversidade e o potencial transformador desses empreendimentos na construção de uma sociedade mais sustentável.

3.4.2 CONTEXTO INTERNACIONAL

No âmbito internacional, diversas iniciativas e acordos têm surgido para impulsionar a transição para a economia circular na gestão de RSU. O desenvolvimento econômico e tecnológico, aliados ao crescimento populacional e à urbanização resultam no aumento da geração de RSU.

Diante da preocupação ambiental relacionadas ao descarte de RSU, é importante buscar alternativas sustentáveis e promover a circularidade na economia que permitem a regeneração dos ecossistemas.

O conceito de ‘Resíduo Zero’ é reconhecido em escala internacional, considerando o resíduo como um recurso potencial para a geração de empregos, renda e oportunidades de negócio. Esta abordagem reduz significativamente os custos municipais de gestão dos resíduos, também promove a prosperidade nas comunidades locais através da criação de empregos novos e qualificados (Artemisia e Gerdau, 2022). Na FIGURA 34 é apresentada a geração de empregos para cada etapa de resíduos processados.

FIGURA 34 - GERAÇÃO DE EMPREGOS PARA CADA ETAPA DE RESÍDUOS PROCESSADOS.

FONTE: Artemisia e Gerdau, 2022.

Conforme a FIGURA 34 é mostrado que a cada 10 mil toneladas de resíduos processados são gerados 404 empregos na etapa de reparação dos resíduos, 115 empregos na área de reciclagem, 55 empregos na remanufatura, 7 empregos na compostagem, sendo que 2 empregos são atribuídos nas etapas de incineração e aterros (Artemisia e Gerdau, 2022).

A sociedade como um todo manifesta uma crescente demanda pela extração de recursos naturais, pois uma projeção para 2050 indica que a população global irá atingir nove bilhões de pessoas que necessitam de alimentos, água, habitação entre outros, ou seja, maior demanda por recursos (Artemisia e Gerdau, 2022).

Em seguida será explorado as estratégias adotadas pela União Europeia (EU) no contexto da economia circular e o Banco Mundial para o desenvolvimento de cidades sustentáveis. Em seguida, destaca-se alguns exemplos de locais sobre a transição para a economia circular, concentrando-se na gestão de RSU internacionalmente.

Este tipo de abordagem permite uma análise das práticas inovadoras e das políticas eficazes que estão moldando a abordagem contemporânea em direção à economia circular e à gestão de RSU.

3.4.2.1 A União Europeia (UE) na economia circular e o compromisso do Banco Mundial com a Sustentabilidade Urbana

A União Europeia (UE) é composta por um total de 27 Estados-membros em 2023, que desempenha um papel notável e multifacetado no cenário internacional. É reconhecido como um modelo positivo em diversas esferas, exercendo influências não apenas economicamente, mas também culturalmente e socialmente (A UE&Eu, 2022).

A UE é uma potência que conta com uma economia significativa para o panorama global. A colaboração entre os Estados-membros se materializa através da união aduaneira e mercado comum, promovendo a livre circulação de bens, serviços, capital e pessoas. Isso é importante para a estabilidade econômica e o desenvolvimento sustentável das regiões (A UE&Eu, 2022).

Entre os conceitos de desenvolvimento recentes e mais relevantes da União Europeia está impulsionando a ideia de desenvolvimento sustentável, que inclui a implementação completa do modelo de economia circular. A gestão de resíduos nos conceitos de desenvolvimento contemporâneo busca nas soluções legislativas pela estrutura centralizado e prioritário dos aspectos ambientais (Kubiczek *et al.*, 2023). Para alcançar o estatuto de uma economia com impacto neutro no clima, a UE busca:

I) Emissões líquidas zero de gases com efeito estufa serão alcançadas em 2050.
II) Haverá uma dissociação entre o crescimento econômico e o consumo de recursos;
III) Nenhuma pessoa e nenhuma região ficarão para trás.

O modelo irá assumir múltiplos processos tendo como o objetivo a reciclagem para proporcionar uma efetividade dos recursos naturais, no mesmo instante que minimiza a geração de materiais perigosos e as emissões nocivas, com o objetivo de reconstruir o natural (Kubiczek *et al.*, 2023).

Para tal, o Parlamento Europeu lançou o Plano de Ação para a economia circular em março de 2020, no qual visa a sustentabilidade na concepção de produtos, a redução de resíduos e o fortalecimento dos consumidores através do “direito de reparação”. O plano focaliza setores intensivos em recursos, tais como, eletrônicos, plásticos, têxteis e a construção (*Parliament European*, 2023).

A partir da Comissão Europeia foram acrescentados outros objetivos que são demonstrados no QUADRO 15, ao qual dispõe das ações e os propósitos para alcançar a economia circular através de uma cronologia das ações da comissão europeia (*Parliament European*, 2023).

QUADRO 15 - CRONOLOGIA DAS AÇÕES DA COMISSÃO EUROPEIA PARA A ECONOMIA CIRCULAR - 2020 A 2022.

Data	Ação da Comissão Europeia	Propósitos
Março de 2020	Lançamento do Plano de Ação para a Economia Circular	Sustentabilidade na concepção, redução de resíduos, direito de reparação; foco em eletrônicos, plásticos, têxteis e construção
Fevereiro de 2021	Adoção de resolução pelo Parlamento Europeu sobre o plano de ação	Reforço das metas para 2050: a economia circular, sustentabilidade, livre de substâncias tóxicas, neutra em carbono; metas rigorosas para 2030, incluindo reciclagem
Março de 2022	Lançamento do primeiro pacote de medidas da economia circular	Promoção de produtos sustentáveis, capacitação do consumidor, revisão de regulamentos de construção, estratégia para têxteis sustentáveis
Novembro de 2022	Proposta de novas regras na EU para embalagens	Melhorias na concepção, rotulagem clara, promoção de reutilização e reciclagem; transição para plásticos biológicos, biodegradáveis e compostáveis

FONTE: Autora (2023) apud *European Parliament* (2023).

No QUADRO 15 é apresentada uma cronologia de março de 2020 até novembro de 2022 em que são descritos os objetivos para ocorrer a economia circular na UE. Assim, o planejamento se inicia em março de 2020 e apresenta uma concepção mais sustentável dos produtos, a redução dos resíduos e a capacitação dos consumidores.

Em fevereiro de 2021, o plano exigiu medidas adicionais para alcançar uma economia neutra em termos de carbono, sustentável, livre de substâncias tóxicas e totalmente circular até 2050, que incluem regras de reciclagem mais rigorosas e metas obrigatórias para a utilização e consumo de materiais até 2030.

Em sequência, março de 2022, a Comissão Europeia lançou medidas para acelerar a transição para a economia circular, que incluem promoção de produtos sustentáveis, a capacitação dos consumidores para a transição verde, a revisão do regulamento dos produtos de construção e uma estratégia para os têxteis serem sustentáveis.

Por fim, no QUADRO 15 é mostrado o plano de ação em novembro de 2022 que se refere às embalagens, ao qual propõem melhorar a concepção das embalagens, ou seja, uma rotulagem clara, com o propósito de promover a reutilização e a reciclagem. Assim também, para os plásticos de base biológica, biodegradáveis e compostáveis (*European Parliament*, 2023).

A União Europeia desempenha um papel importante nas relações internacionais entre seus Estados-membros, exercendo influência significativa nas questões políticas e econômicas. Porém, nos países em desenvolvimento e com economias mais precárias, o Banco Mundial auxilia como uma força motriz. Esta instituição internacional desempenha um papel proeminente ao colaborar com uma variedade de projetos, inclusive, na sustentabilidade urbana com a relação em que o crescimento populacional e os desafios ambientais demandam estratégias e investimentos específicos. (*The World Bank*, 2023).

O Banco Mundial comtempla 189 países membros, com funcionários de mais de 170 países e escritórios em mais de 130 locais. É uma parceria global única: possui cinco instituições que trabalham em prol de soluções sustentáveis que reduzem a pobreza e constroem prosperidade partilhada nos países em desenvolvimento (*The World Bank*, 2023).

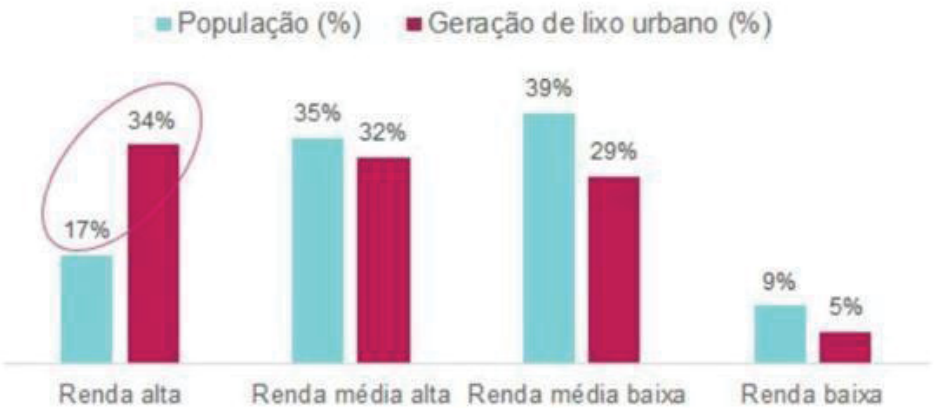
De acordo com projeções do Banco Mundial (2018), estima-se que até 2050 a geração anual de RSU no mundo chegará a 3,4 bilhões de toneladas, que significa um aumento de 70% no volume de resíduos gerados nos próximos 30 anos (Artemisia e Gerdau, 2022). Na FIGURA 35 é demonstrado a relação da quantidade de resíduos gerados ao longo dos anos.

FIGURA 35 - RELAÇÃO DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS GERADOS AO LONGO DOS ANOS.

FONTE: Artemisia e Gerdau, 2022.

Diante disso, as diferenças no padrão de consumo são desencadeadas pela desigualdade econômica. De acordo com o Banco Mundial (2018), um habitante no país mais urbanizado da América do Norte gera por dia 2,21 kg de resíduos sólidos, enquanto na África Subsaariana um morador gera 0,46 kg. Para representar essa diferença, no GRÁFICO 9 é apresentado a geração de RSU de 2016 em relação à população de países segmentado por renda *per capita* (Artemisia e Gerdau, 2022).

GRÁFICO 9 - GERAÇÃO DE RSU EM RELAÇÃO PER CAPITA À POPULAÇÃO DOS PAÍSES (2016).



FONTE: Artemisia e Gerdau, 2022.

De acordo com o GRÁFICO 9, a população de alta renda, que compõe 17% do total, gera 34% dos RSU devido ao seu maior poder aquisitivo. Em contraste, a população de baixa renda, representando 9% do total, é responsável por apenas 5% dos RSU. As populações de rendas média alta e baixa geram resíduos de forma proporcional ao seu consumo (Artemisia e Gerdau, 2022).

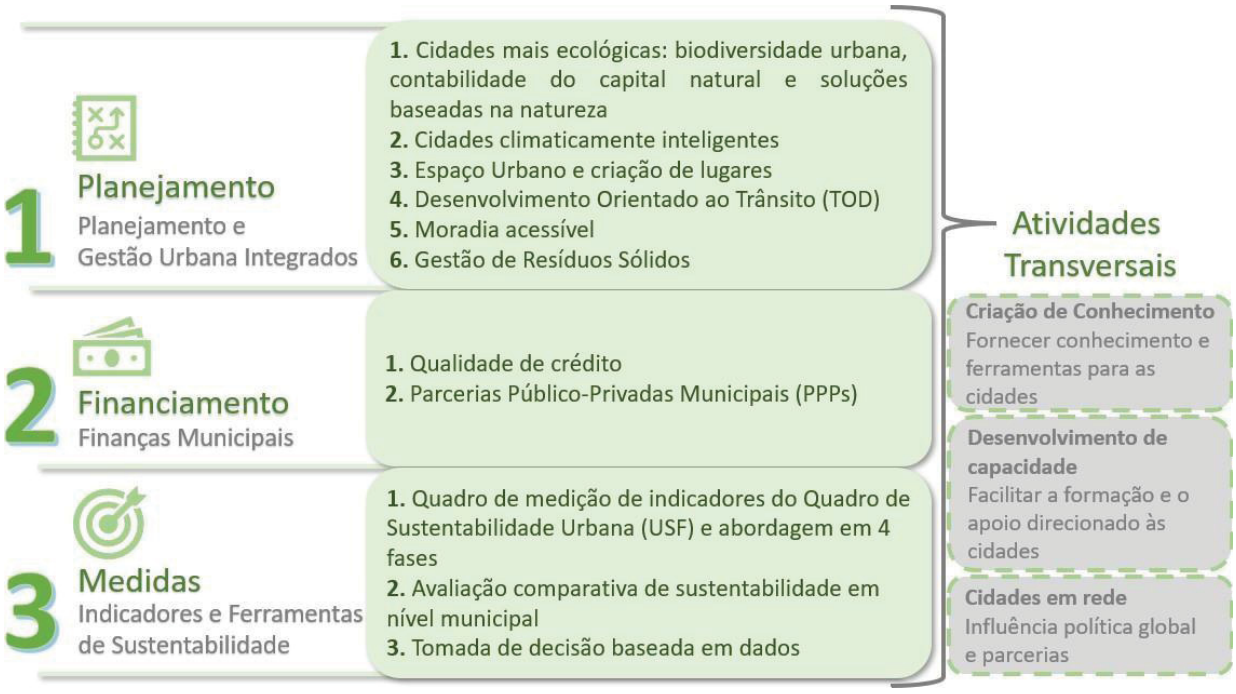
A *Global Platform for Sustainable Cities* – GPSC (Plataforma Global para Cidades Sustentáveis) é financiada pela *Global Environment Facility* (GEF), em tradução livre, Fundo para o Meio Ambiente Global, sendo liderado pelo Banco

Mundial e outras organizações investem em soluções para enfrentar os desafios da expansão urbana desordenada e os impactos das mudanças climáticas, promovendo a urbanização sustentável (GPSC, 2018).

O propósito da parceria é facilitar a troca de ideias, projetos e investimentos para impulsionar o desenvolvimento urbano sustentável, conectando conhecimento de financiamento a fim de alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que possibilitam as cidades serem mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (GPSC, 2018).

A *Global Platform for Sustainable Cities* (GPSC) desenvolveu estratégias para obter conhecimento sobre a sustentabilidade urbana. Na FIGURA 36 é apresentado os três pilares de apoio à sustentabilidade urbana que se intercalam com as atividades transversais primárias.

FIGURA 36 - PILARES DE CONHECIMENTO E ENGAJAMENTO DO *GLOBAL PLATFORM FOR SUSTAINABLE CITIES* (GPSC).



FONTE: Autora (2023) apud GPSC (2018).

Na FIGURA 36 é apresentado os três principais pilares, tal qual, 1) Planejamento e Gestão Urbana Integrados que compreende para as cidades serem ecológicas, inteligentes, fornecer criação de lugares, moradia acessível, obter um desenvolvimento orientado ao trânsito considerando o uso e valorização da terra,

mobilidade urbana com benefícios ambientais e a gestão de resíduos sólidos; 2) As Finanças Municipais para adquirir qualidade de crédito e ter parcerias público-privadas municipais; 3) Indicadores e Ferramentas de Sustentabilidade auxiliam as cidades a compreender e definir uma visão para implementar um plano de ação sobre o seu estado de sustentabilidade urbana (GPSC, 2018).

Mesmo com esta dinâmica e planejamento na FIGURA 36 é demonstrado as atividades transversais, apresentado como a criação de conhecimento através de ferramentas, o desenvolvimento de capacidade para facilitar e direcionar as cidades e a influência política global com parcerias para o conhecimento e desenvolvimento sustentável, tanto com as melhores práticas como as lições aprendidas (GPSC, 2018).

Estas instituições internacionais citadas se destacam por colaborar com estratégias em uma variedade de projetos que incluem iniciativas de sustentabilidade urbana e a economia circular, reconhecendo que o crescimento populacional e os desafios ambientais exigem planos específicos de investimentos. Isso demonstra a importância das práticas sustentáveis e os desafios urbanos globais. No próximo tópico será abordado as práticas globais na gestão de RSU.

3.4.2.2 Práticas globais em Gestão de RSU

A seguir será citado alguns locais que aderem a transição para a economia circular em relação à gestão de RSU.

Para apresentar este estudo dos lugares pelo mundo será por meio de uma subdivisão regional, abrangendo as seguintes regiões:

- Américas
- Ásia-Pacífico
- Europa
- Oriente Médio/África

Para cada região, será apresentado um exemplo prático, permitindo verificar como as atividades governamentais e/ou comunitárias estão contribuindo para a transição para a economia circular em todo o mundo.

A fim de fornecer uma análise abrangente das abordagens adotadas em várias regiões geográficas, sendo apresentado os exemplos representativos para cada uma delas.

3.4.2.3 América: Canadá

O Canadá iniciou sua estrutura para a transição da economia circular entre janeiro e junho de 2018, desde então apresenta participação na economia circular – reutilizar, reparar e partilhar – e o Governo do Canadá está trabalhando para apoiar e expandir estes esforços, buscam outras estratégias circulares, como o 'refabricar', reformular e reduzir com o objetivo de criar oportunidades econômicas mais sustentáveis e resiliente. Estão focados em estratégias para a transição, a seguir são descritas as iniciativas do Governo do Canadá e as iniciativas Federais-Provinciais-Territoriais, sendo que cada tópico possui um procedimento prático a ser executado (*Government of Canada*, 2022).

As iniciativas do governo do Canadá apresentam:

- Um ambiente saudável e uma economia saudável
- Uma estratégia nacional para incentivar a remanufatura e outros processos de retenção de valor no Canadá
- Estratégia governamental mais ecológica
- Resíduos de mineração como recursos

As iniciativas Federais-Provinciais-Territoriais:

- Uma estrutura de Bioeconomia Florestal para o Canadá
- Estratégia em todo o Canadá sobre desperdício zero de plástico
- Plano Canadense de Minerais e Metais

Além dessas iniciativas descritas acima, também ocorrem as estratégias internacionais apoiadas pelo Governo do Canadá, que são baseadas em eventos internacionais. E, histórias de sucesso canadenses, como por exemplo, desafio de redução do desperdício alimentar, cidades inteligentes, inovação em plásticos e inovação com soluções em energia (*Government of Canada*, 2022).

Outro modelo de estratégia, o Canadá lançou através do Conselho de Inovação Circular, o Mês da Economia Circular, sendo a primeira campanha de conscientização pública do Canadá dedicada para educar e capacitar os habitantes canadenses para apoiar a economia circular, ao qual buscam proteger o planeta e priorizar as pessoas (*Circular Economy Month*, 2023).

Durante décadas, o mês de outubro são envolvidos os canadenses de costa a costa para compreender melhor as questões dos resíduos e as oportunidades que existem para a transição para uma economia circular.

A estratégia do Canadá se baseia nas semanas do mês de outubro, em que na semana 1 é sobre economia circular, a semana 2 é sobre ambiente, a semana 3 é sobre redução de resíduos e a semana 4 é sobre o socioeconômico. Dessa forma, existem atividades variadas para cada semana e os habitantes podem escolher (*Circular Economy Month*, 2023).

Isso demonstra que o Canadá envolve os habitantes em atividades práticas, além de todo o apoio governamental para a realização das atividades.

3.4.2.4 Ásia-Pacífico: Yokohama - Japão

Yokohama fica localizada no sul de Tóquio, sendo a segunda maior cidade do Japão, com uma população de cerca de 3,7 milhões. A cidade é dividida em 18 distritos administrativos e composta por comunidades muito diversas. Por mais que Yokohama tenha muitas atrações igual uma cidade grande do Japão, existe problemas locais que incluem o declínio da taxa de natalidade e o envelhecimento da população. Dessa forma, a economia circular é uma estratégia concreta para resolver estas questões, revitalizar a economia local e criar empregos (*Circular Yokohama*, 2020).

Mesmo com o declínio populacional, a cidade de Yokohama busca alternativas para a transição da economia circular. A taxa de envelhecimento, representa a proporção de pessoas com 65 anos ou mais, deverá aumentar de cerca de 25% na pesquisa realizada em 2019 para 35% em 2050, embora a taxa de envelhecimento já tenha atingido 50% em algumas áreas. Neste contexto de envelhecimento populacional, a cidade busca um novo modelo econômico para criar empregos e alcançar um crescimento sustentável (*Circular Yokohama*, 2020).

Outra questão em Yokohama, é uma cidade-dormitório[44] de Tóquio. Com isso, a cidade busca valorizar e investir na infraestrutura urbana inclusiva com o propósito de agregar as famílias para se fixarem no local.

Neste contexto, em junho de 2018 com os esforços para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a cidade de Yokohama foi reconhecida como a “Cidade do Futuro dos ODS” pelo governo japonês (*Circular Yokohama*, 2020).

---

[44] Cidade-dormitório é o nome dado à cidade em que habita uma grande quantidade de moradores que trabalham ou estudam em uma cidade vizinha próxima. É muitas vezes uma caracterização de cidade que não apresenta condições de trabalho para manter parte de sua população fixa. (Nunes, 2016)

Com isso, Yokohama busca propostas de realizar uma economia forte de crescimento como uma cidade criativa, cultural, de artes e turismo, é uma cidade cheia de flores e verde que vem desenvolvendo uma variedade de projetos para cumprir cada objetivo da ODS e que até 2030 visa a descarbonização[45] (*Circular Yokohama*, 2020).

Nesse contexto, será exposto os projetos que Yokohama dispõe:

- *ODS Straw Yokohama*: produção de canudos de madeira feito à mão por pessoas com deficiência.
- *ODS Yokohama Kanazawa Living Lab*: projeto de agricultura que utiliza a planta '*eelgrass*'[46] como fertilizante, cultiva vegetais em quintais locais e cria tempero único através da escola primária local.
- *BuØi*: projeto para transformar plástico descartado nos oceanos em belos artesanatos.
- *Y-Wai Hiroba*: espaço comunitário e escritório compartilhado criado a partir da reforma de uma casa vazia.
- *Fab Lab Kannai*: laboratório, base de produção local, cooperando com espaços de *coworking* na área para empresas *start-up*.
- *Nite hi WORKS*: projeto de arte. O conceito é "mudar algo do original para algo agora" com diferentes linguagens, épocas ou culturas.
- Consórcio *Kanagawa Up Cycle*: Consórcio em colaboração com a prefeitura para a coleta, fabricação e venda do material LIMEX[47].
- Camiseta Economia Circular Plus: fabricação de camisetas sustentáveis a partir de resíduos de garrafas plásticas.
- *WE Shops*: são lojas de caridade baseadas em doações e voluntários. São várias lojas de pessoas que vivem na comunidade se reúnem para fazer conexões.

---

[45] Descarbonização é o processo de redução de emissões de carbono na atmosfera, especialmente de dióxido de carbono (CO_2). O objetivo é desacelerar o aquecimento do planeta e propor alternativas para a maneira como consumimos e produzimos energia. Nesse sentido, fontes de energia como carvão e petróleo devem perder espaço para opções mais sustentáveis, como as energias solar e eólica. (Saraiva Educação, 2023)

[46] *Eelgrass* é qualquer uma das várias plantas marinhas submersas perenes do gênero Zostera, especialmente *Z. marina*, com folhas gramíneas: família Zosteraceae. (Educalingo)

[47] É um novo material sustentável, se assemelha ao plástico e ao papel. Feito principalmente de calcário, um recurso abundante, uma vez usado pode ser reciclado para produzir novos materiais alternativos de plástico. (Revista Meio Ambiente Industrial, 2023)

- *Projeto Yokoyoko*: projeto de fornecimento de energia renovável gerada para empresas da cidade.
- *Gacha* Circular: é um brinquedo em cápsulas, que funciona ao colocar uma tampa de garrafa ao invés de uma moeda.
- *Food Bank Yokohama*: é uma organização sem fins lucrativos que aborda o desperdício de alimentos.
- *Eco Picture Diary*: objetivo é incentivar as crianças a se conscientizarem sobre o meio ambiente por meio da confecção de um pôster. Realizado todo verão para ajudar empresas locais a criar negócios circulares.
- Projeto de lixeira de reutilização: produzir bebidas em garrafas de vidro reutilizáveis. Concebe o círculo regional das garrafas e o consumo local.
- Nano fibras de Celulose SCGs: pesquisa da Universidade Nacional de Yokohama, derivou com sucesso as nano fibras de celulose de borra de café gasto (*Spend Coffee Grounds* - SCGs). Podem ser usadas como recursos alternativos.
- Carbono Azul: trabalha na utilização dos recursos oceânicos e na regeneração dos ecossistemas marinhos e da indústria pesqueira local.
- PC Zero: projeto de reciclagem de computadores que tenta zerar o impacto ambiental e apoia refugiados nacionais e crianças pobres.
- *Web Iikamo Ichi*: plataforma *on-line* que oferece opções mensais. Encontra produtos artesanais e sustentáveis feitos em Yokohama.
- *AppliQue*: coleta de peças de tecido e as transforma em bolsas e outros produtos com as próprias mãos, as vendas são *on-line*.
- *Ikasa*: serviço de compartilhamento de guarda-chuva que permite usuários emprestar e devolver. O produto é durável e reparável para reduzir o número de guarda-chuvas descartáveis.
- *Dez Á*: escritório compartilhado construído com madeira desbastada[48].

[48] Desbastar se refere à remoção dos fragmentos mais bastos ou grosseiros do que se pretende que seja trabalhado ou aperfeiçoado. É possível desbastar com uma grosa (ferramenta) que remove pequenas lascas e imperfeições. A ação é desenvolvida por quem trabalha com madeiras, pedras e outros materiais para torná-los mais suaves e cuidadosos (CONCEITO, 2020).

- *Coco&K.*: sacolas ecológicas reciclados a partir de embalagens de suco de alumínio descartadas.
- Aquaponia: sistema de ‘agricultura orgânica circular’ que cruza a hidroponia e a aquicultura.
- *Zero Ring*: projeto para circular caixas de viagem na área de *Minato Mirai*. Objetivo é resolver o problema de desperdício de recipientes descartáveis.
- Papel para cerveja artesanal: papel reciclado feitos de resíduos de malte.
- *Food Loop*: projeto de reciclagem de resíduos alimentares, fazem compostagem do malte e outros resíduos alimentares, cultivam vegetais e servem no restaurante.
- Galeria *Mago*: galeria que exibe obras de arte criadas a partir da reciclagem de lixo eletrônico. Pioneira na arte sustentável.
- StockBase: doam suprimentos de emergência desnecessários de empresa para pessoas necessitadas dentro da comunidade local.
- *Baybike*: serviços de compartilhamento de bicicletas.
- *Chain*: plataforma para visualizar a cadeia de suprimentos e compartilhar a história da fabricação. Cria conexão entre fornecer e consumidor.
- *Wave Yokohama*: organização sem fins lucrativos que promove serviço de aluguel de talheres e lava-louças reutilizáveis.
- *RiPiR*: marca de vestuário sustentável que remodela roupas. Compram itens de estoque e os refazem para agregar novos valores.
- *Yokohama Bay Sheraton*: hotéis famosos de Yokohama, executa projetos para reduzir o desperdício de alimentos, cria o circuito alimentar e promove os produtos e o consumo local.
- *Hachi-Iku*: projeto que permite aos habitantes locais se envolverem profundamente com a vegetação através da apicultura sustentável.
- Vinícola Yokohama: produz vinhos tintos, brancos e *rosés*. Entregam vinho às comunidades em bicicletas de energia renovável e reutilizam as garrafas usadas.

- *eSPOGOMI*: uma atividade social consiste na essência do esporte eletrônico e da limpeza da comunidade.
- *Shonan Trading*: oferece uma experiência física de reciclagem de plástico. Enquanto o usuário pedala, derrete e cria o produto reciclado.
- *Kanazawa School for Special Needs – Education*: projeto de educação profissional e redução para construir uma sociedade sustentável do ponto de vista do bem-estar.
- *Kururi Works*: estúdio de *upcycling* (utilizar itens descartados) com o conceito de "pegar coisas descartadas e renascê-las com valor" (*Circular Yokohama*, 2020).

Esses exemplos representam apenas uma fração do compromisso de Yokohama em alcançar uma cidade totalmente circular até 2050, enquanto contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) pela busca de uma economia de baixo carbono, sendo uma cidade inovadora e comprometida com a transição da economia circular.

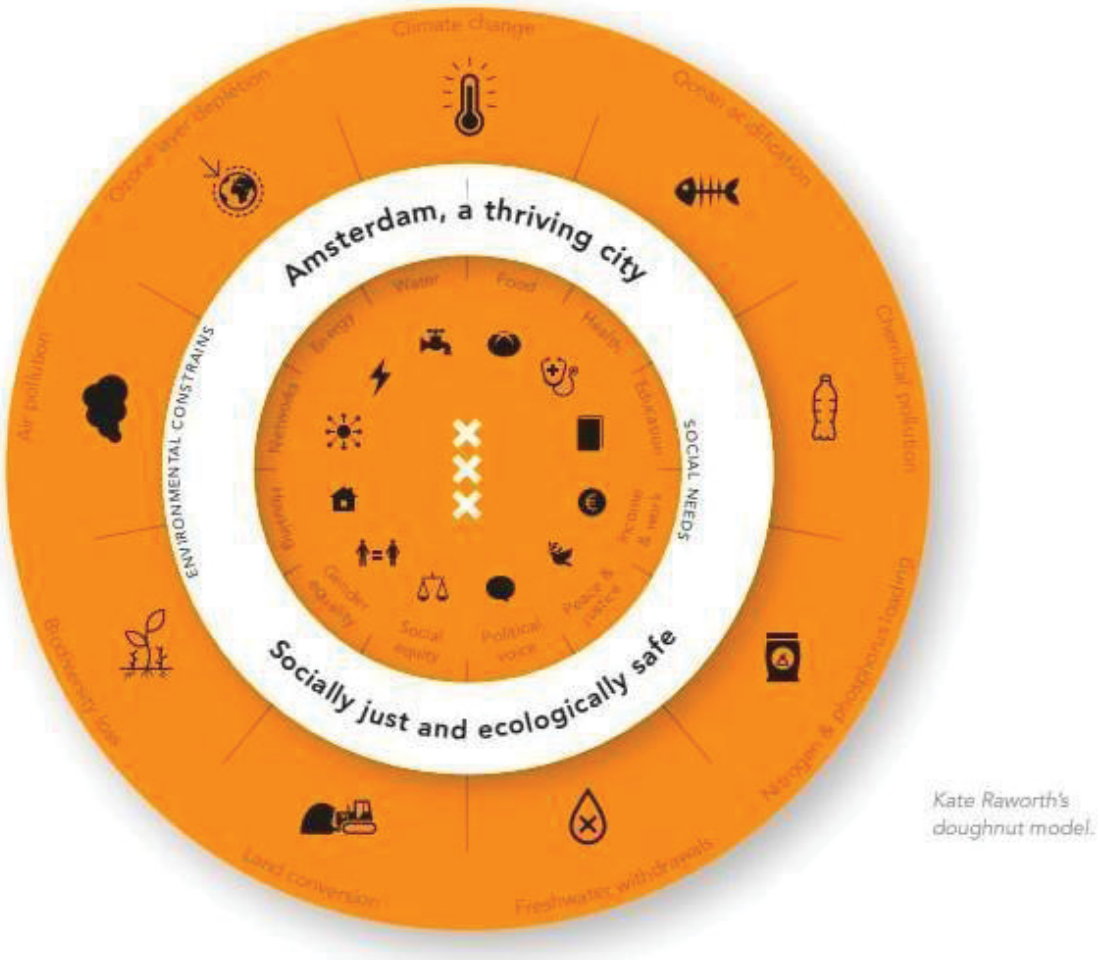
3.4.2.5 Europa: Amsterdam - Holanda

Amsterdam possui uma estratégia que tem como objetivo substancial a redução do uso de novas matérias-primas, desempenhando um papel fundamental na busca por uma cidade sustentável. Nos anos que se seguem, a municipalidade irá mapear os diversos fluxos de materiais, desde sua aquisição até o processamento, com a finalidade de preservar os recursos preciosos (Cidade de Amsterdã, 2020).

A cidade de Amsterdã (2020) tem meta estabelecida em reduzir pela metade o consumo de novas matérias-primas até 2030, com a visão de transformar a cidade em um modelo circular até 2050.

Na FIGURA 37 é apresentada a estrutura que Amsterdã busca estabelecer com as estratégias da economia circular, ao qual combina o econômico, o social e os princípios ecológicos. A FIGURA 37 foi desenvolvida em formato de *Donut* (em tradução livre, rosquinha) pela economista britânica, Kate Raworth, que trabalha para a Universidade de Oxford e Universidade de Cambridge. O título na FIGURA 37 mostra a frase "Amsterdã, uma cidade próspera, socialmente justa e ecologicamente segura".

FIGURA 37 - ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR EM AMSTERDÃ.



FONTE: Cidade de Amsterdã (2020). Estrutura desenvolvida por Kate Raworth.

Na FIGURA 37 é apresentada a estrutura da economia circular sendo dividida em ‘restrições ambientais’ e ‘necessidades sociais’ localizadas na parte branca da figura. No qual, as ‘restrições ambientais’ se baseiam nas seguintes características, mudanças climáticas, acidificação do oceano, poluição química, carga de nitrogênio e fósforo, retiradas de água doce, conversão de terras, perda de biodiversidade, poluição do ar, destruição da camada de ozônio. E as ‘necessidades sociais’ são baseadas em comida, saúde, educação, renda e trabalho, paz e justiça, voz política, igualdade social, igualdade de gênero, habitação, redes de contato pessoal, energia, água (Cidade de Amsterdã, 2020).

Além disso, Amsterdã apresenta as ambições e cursos de ação, através de metodologia, abordagem de cadeia de valor cruzada, instrumentos políticos, fluxos de alimentos e resíduos orgânicos, bens de consumo e sobre o ambiente construído. Para medir o progresso possuem um ‘monitor’ para determinar o impacto social e

ecológico da transição e avaliar se os objetivos de reduzir para metade a utilização de matérias-primas até 2050 são viáveis (Cidade de Amsterdã, 2020).

3.4.2.6 Oriente Médio e África: Emirados Árabes Unidos e Etiópia

Durante a pesquisa na região do Oriente Médio e a África, foi identificado dois cenários distintos, um caracterizado pela riqueza socioeconômica, enquanto o outro se apresenta como economicamente desafiador. Os resultados da pesquisa destacam Emirados Árabes Unidos como representante da região mais rica e a cidade de *Addis Ababa*, na Etiópia, como um exemplo representativo da região menos favorecida economicamente.

Iniciando a pesquisa pela região rica, Emirados Árabes Unidos, a busca pela economia circular é incentivada através de eventos que geram parcerias e investimentos globais para apoiar a inovação e adotar soluções e tecnologias sustentáveis (EMIRATES, 2023).

O Ministro da Economia, *Abdullah bin Touq Al Marri* disse:

> “O governo dos Emirados Árabes Unidos tem uma visão ousada para promover a diversificação econômica em áreas estratégicas que melhor atendam ao nosso caminho de desenvolvimento sustentável. A economia circular e as fontes de energia renovável serão a pedra angular de nossa economia nos próximos 50 anos” (EMIRATES, 2023).

Além da energia renovável, Dubai inclui a infraestrutura verde, transporte, manufatura, produção e consumo de alimentos sustentáveis e uma das exposições internacionais em água, energia, eletricidade, meio ambiente, petróleo, gás, energia renovável, gestão de resíduos, reciclagem e sustentabilidade ambiental, isso na Exposição de Água, Energia, Tecnologia e Meio Ambiente (WETEX, na sigla em inglês) e Dubai Solar Show (DSS) (EMIRATES, 2023).

Durante os eventos foram abordados temas para apoiar os esforços nacionais para implementar a economia circular, propor políticas apropriadas. O Conselho de Economia Circular e seu Comitê de Políticas fizeram, e continuam a fazer progressos importantes em colaboração com parceiros do setor privado e da sociedade civil (EMIRATES, 2023).

O subsecretário, *Omar Al Suwaidi*, do Ministério da Indústria e Tecnologia Avançada (MoIAT, na sigla em inglês) afirmou que a estratégia nacional dos Emirados

Árabes Unidos tem o objetivo de desenvolver o setor industrial, impulsionar o empreendedorismo e promover o investimento em manufatura. Com isso, “como centro global de indústrias e inovação, o objetivo do MoIAT é transformar os setores existentes, incentivando e facilitando a adoção de tecnologias avançadas para alcançar a sustentabilidade e avançar em direção a uma economia circular”, disse *Al Suwaidi* (EMIRATES, 2023).

Enquanto na Etiópia, na cidade de *Addis Ababa* também busca promover a economia circular na cidade, sob melhorar a proteção ambiental através da gestão de resíduos.

Em 2018, o único aterro conhecido como a lixeira de *Koshe* em *Addis Ababa* se transformou numa nova central de resíduos em energia, sendo o primeiro projeto deste tipo no continente. Essa central incinera até 1.400 toneladas de resíduos todos os dias, ou seja, cerca de 80% do RSU da cidade e abastece a capital com 25% das necessidades domésticas de eletricidade (UNEP, 2019).

Com isso, o país ainda tem dificuldades sobre as questões de resíduos sólidos químicos e perigosos que são poluentes para locais de água e solo. Para isto, o Programa de Gestão de Produtos Químicos e Resíduos está com um projeto para apoiar a gestão destes resíduos perigosos e poluentes orgânicos persistentes, formada por múltiplas partes interessadas e representantes dos principais ministérios participantes e organizações públicas e privadas (UNEP, 2019).

Este projeto busca promover a participação das mulheres e crianças que ficam expostas aos produtos químicos para desenvolvimento de políticas e nos processos de tomada de decisão a fim de garantir que as políticas e programas existentes gerem futuras mudanças institucionais com especial atenção ao gênero (UNEP, 2019).

Após a apresentação das estratégias globais sobre RSU focando na União Europeia e as orientações do Banco Mundial no contexto da economia circular e na sustentabilidade urbana. O desenvolvimento econômico e urbano resulta no aumento da geração de RSU que contemplam uma preocupação ambiental relacionado ao descarte que permitam a regeneração dos ecossistemas. A análise de exemplos práticos em diversas regiões do mundo evidenciou abordagens concretas e acordos para impulsionar a transição da economia linear para a circular.

O próximo capítulo irá abordar o contexto nacional sob a perspectiva da economia circular, explorando as implicações, desafios e perspectivas.

4 CONCLUSÃO E ANÁLISE DA TRANSIÇÃO PARA A ECONOMIA CIRCULAR

A conclusão e análise relaciona as intricadas camadas da gestão de RSU através dos padrões de consumo e as legislações vigentes, sendo delineado um panorama abrangente da economia circular. Neste caso, é oportuno ter reflexões em resultados tangíveis e conduzir uma discussão aprofundada, momento para extrair os aprendizados, identificar as lacunas e, acima de tudo, formular propostas para fornecer um futuro mais sustentável e consciente nas cidades.

4.1 ADAPTAÇÕES NOS PADRÕES DE DESENVOLVIMENTO CAPITALISTA DIANTE DA ECONOMIA CIRCULAR E DESAFIOS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Ao longo deste trabalho, as transformações socioeconômicas desencadeadas pelas revoluções industriais, foram guiados pela análise de David Harvey e Carlota Perez, ao qual demonstram a compreensão das ondas longas de desenvolvimento econômico e das fases distintas de uma revolução tecnológica que forneceu uma estrutura para interpretar as complexas interações entre inovação, instituições e crescimento econômico.

A Era do Ouro, conforme delineado por Perez, destaca-se a importância das instituições, notadamente o Estado, na promoção de inovações integradas na sociedade. À medida que se contempla o futuro, emerge uma nova narrativa, uma trajetória delineada pela economia verde e a gestão responsável de RSU. As premissas da economia circular, como proposto por Perez (2021), representam uma mudança paradigmática, buscando sinergias entre sustentabilidade ambiental e econômica.

A economia circular, ao contrário do modelo linear tradicional, surge como uma nova onda longa de desenvolvimento, conforme descrito por Perez (2004). Este novo paradigma não é apenas uma evolução econômica, todavia é necessário para enfrentar os desafios ambientais emergentes que as cidades enfrentam.

Tais paradigmas não apenas moldam o funcionamento da economia, além disso, determinam as diretrizes que guiam as interações entre setores público e privado, como também as estratégias adotadas pelas organizações. Fica evidente que uma atuação eficaz do Estado pode ser um catalisador para o desenvolvimento

sustentável e a inovação, fornecendo o suporte necessário para a adoção e difusão de tecnologias que impulsionem a transição para a economia circular.

A gestão de RSU, parte integrante da economia circular, emerge como uma preocupação central. A transição de um modelo de descarte para um sistema que valoriza os resíduos como recursos, é decisivo. As iniciativas como a coleta seletiva, a reciclagem e a redução do desperdício promovem e devem ocupar o centro das estratégias urbanas.

Este estudo não apenas narrou a história das revoluções tecnológicas, como também lançou luz sobre um futuro possível, onde a economia verde e a gestão sustentável de RSU desempenham papéis cruciais. À medida que se afasta das práticas lineares do passado, surge um caminho circular que não só respeita os limites do planeta, mas também cria oportunidades nos aspectos econômicos e sociais.

Neste cenário, os responsáveis pela formulação de políticas, líderes empresariais e a sociedade em geral têm o desafio e a responsabilidade de criar e adotar práticas que promovam uma transição para uma economia circular. A gestão inteligente de RSU é uma peça fundamental uma vez que a sustentabilidade do planeta está intrinsecamente ligada à maneira como se gerencia e integra esses recursos.

É importante reconhecer a transição para um novo ponto de virada. As escolhas feitas moldarão não apenas a próxima onda tecnológica, bem como o futuro ambiental e econômico do planeta, vital para a sustentabilidade do mundo e das gerações vindouras.

4.2 ECONOMIA CIRCULAR: DESAFIOS E OPORTUNIDADES NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL

A análise sobre o consumo e a geração de RSU no contexto brasileiro revelou um cenário complexo e desafiador em vários aspectos. A compreensão dos padrões de consumo se transforma em estratégias para o desenvolvimento da gestão de RSU, considerando as especificidades do Brasil.

A PNRS representa um marco regulatório importante no Brasil. Sua análise destaca avanços e desafios na implementação de práticas sustentáveis de gestão de resíduos. A efetividade da PNRS é importante para a transição do país para modelos mais circulares e sustentáveis, requerendo contínuo monitoramento e aprimoramento.

A implementação da PNRS trouxe avanços para a gestão de RSU no Brasil, destacando a importância do planejamento como um elemento fundamental para a cooperação eficaz entre o poder público, sociedade civil e o setor empresarial. A pesquisa mostra que os recursos destinados à limpeza urbana e gestão de resíduos sólidos pelas prefeituras muitas vezes são limitados, variando entre 7% e 15% de seus orçamentos municipais. Em um contexto de recursos, a administração de resíduos muitas vezes é negligenciada em relação a setores prioritários como saúde e educação.

Embora haja uma cobertura considerável de coleta domiciliar em todo o país, persistem disparidades regionais, especialmente em áreas rurais e periféricas. As dificuldades de acesso e custeio continuam sendo desafios significativos para a prestação desse serviço de coleta de resíduos sólidos.

Mesmo com os avanços, aproximadamente 9,1% da população brasileira ainda não tem acesso aos serviços de coleta de resíduos sólidos, o que leva muitos cidadãos a recorrerem a práticas prejudiciais ao meio ambiente, como queima ou enterramento do lixo. Isso resulta em impactos negativos na saúde pública e no meio ambiente, como poluição do ar e da água.

A gestão econômica dos RSU também é um desafio, pois mesmo com muitos municípios implementando a cobrança pelo serviço de coleta, até então enfrentam dificuldades na cobertura dos custos totais relacionados ao serviço.

Em meio a estes desafios, a interseção entre a PNRS e seus vários aspectos ligados ao consumo, geração e gestão de resíduos, destaca a importância da gestão, dos catadores de materiais recicláveis e a reciclagem de RSU no Brasil.

A análise da gestão dos RSU no Brasil, mostra as disparidades regionais, uma vez que o Sudeste lidera em termos de geração e coleta, enquanto isso o Norte e Nordeste enfrentam maiores dificuldades. Apesar dos avanços na coleta seletiva e na disposição final adequada, ainda há muito a ser feito para alcançar uma gestão integral e sustentável de resíduos.

No Brasil, a gestão da coleta seletiva de RSU é principalmente administrada pelas prefeituras municipais, que têm responsabilidade pelos serviços de limpeza urbana. Em algumas localidades, cooperativas de catadores de materiais recicláveis desempenham um trabalho significativo na coleta seletiva, frequentemente atuando em parcerias com as autoridades locais e empresas privadas.

O envolvimento da sociedade civil, com ONGs, associações comunitárias e movimentos ambientalistas promovem projetos de educação ambiental e conscientização sobre a importância da separação correta dos resíduos. A nível nacional, o governo federal estabelece políticas e diretrizes por meio da PNRS para a gestão de resíduos, incluindo a coleta seletiva.

A ANCAT representa os interesses e direitos dos catadores de materiais recicláveis no Brasil. A participação dos catadores de materiais recicláveis é destacada como uma parte importante da solução, como organizações como a ANCAT desempenhando um papel crucial na promoção da inclusão social e ambiental desses trabalhadores. Além disso, os desafios financeiros enfrentados pelos municípios na gestão de RSU, destaca a necessidade de investimentos em infraestrutura e educação ambiental.

A coleta informal realizada pelos catadores de materiais recicláveis é uma realidade presente, destacado pelos desafios enfrentados por esses trabalhadores no ambiente urbano. Apesar de contribuírem com a reciclagem, sua situação envolve condições precárias de trabalho e falta de reconhecimento adequado.

É fundamental que as políticas públicas e a sociedade em geral reconheçam a importância do trabalho das catadoras e das catadores de materiais recicláveis e contribuem com formas de garantir sua dignidade e cidadania. A economia circular oferece oportunidades para valorizar e integrar esses trabalhadores, transformando sua atividade em uma fonte estável de renda e promovendo uma gestão sustentável dos resíduos urbanos.

Os catadores de materiais recicláveis representam um segmento da população urbana que enfrenta uma situação de extrema vulnerabilidade social, apesar de desempenharem uma atividade que traz benefícios à sociedade e ao meio ambiente. O MNCR é um exemplo da capacidade de organização e resistência desses trabalhadores, que lutam pela valorização dos espaços urbanos centrais e por seus direitos. É importante reconhecer que a situação dos catadores está intrinsicamente ligada às estruturas econômicas e sociais mais amplas, onde a acumulação de capital muitas vezes ocorre à custa da espoliação dos trabalhadores.

Um passo importante citado neste trabalho, decorre dos Decretos Federais 11.413/2023 e o 11.414/2023, que reconhecem o papel fundamental dos catadores na coleta, triagem, processamento, transformação e comercialização de materiais recicláveis. Os decretos buscam promover a capacitação e formação das catadoras e

catadores, ampliando seus conhecimentos e habilidades ao longo da cadeia de reciclagem. Também incentivam a contratação remunerada das entidades do setor, facilitando o acesso a linhas de crédito específicas para cooperativas e associações de catadores e estabelecem um compromisso do governo federal em fortalecer os programas que asseguram a plena inclusão socioeconômico desses trabalhadores no processo de reciclagem.

Essas iniciativas não apenas visam garantir melhores condições de trabalho para os catadores, além disso impulsionar a transição para a economia circular. Ao valorizar o papel dos catadores, os Decretos Federais de 2023 demonstram um compromisso renovado com a proteção do meio ambiente e a promoção da inclusão social no Brasil.

A análise da economia circular no contexto brasileiro ofereceu percepções significativos sobre as mudanças e desafios enfrentados pelo país. A necessidade de uma transição efetiva para práticas mais circulares torna-se evidente, considerando não apenas as pressões ambientais, mas também as oportunidades econômicas associadas.

No geral, a educação ambiental pode desempenhar um papel fundamental na conscientização da população sobre a importância da preservação do meio ambiente. Através de programas educacionais, as pessoas podem ser capacitadas a entender os impactos de suas ações no ecossistema e a adotar práticas sustentáveis em seu cotidiano, isso inclui a conscientização sobre a redução, reutilização e reciclagem de resíduos.

Além disso, as indústrias podem desempenhar a diminuição da produção de resíduos ao adotar práticas de produção mais limpas e eficientes. Implementando tecnologias mais limpas, utilizando recursos naturais de forma responsável e adotando processos de reciclagem e reutilização de materiais, as empresas podem diminuir significativamente sua pegada ambiental.

Neste contexto, se destaca a importância de uma abordagem integral na gestão de RSU no Brasil. A sinergia entre o governo, setor privado e a sociedade civil pode ser fundamental para superar os desafios identificados. A implementação de políticas eficazes, a inovação tecnológica e a conscientização pública são passos fundamentais em direção a um futuro sustentável. Conclui-se, dessa forma que a busca por soluções integradas e ações coordenadas são imperativas para enfrentar os desafios complexos associados à gestão de RSU no Brasil.

4.3 RUMO A CIDADES SUSTENTÁVEIS NA ECONOMIA CIRCULAR

A transição das cidades do sistema linear para a economia circular é um imperativo que transcende as barreiras da sustentabilidade ambiental, envolvendo um paradigma de desenvolvimento. No paradigma linear, onde a extração desenfreada de recursos naturais é seguida por um ciclo de produção e descarte, as cidades enfrentam desafios monumentais relacionados ao desperdício e à degradação ambiental. Este modelo linear não apenas ameaça a resiliência urbana, compromete também a própria sustentabilidade das cidades.

A cidade é entendida como um ecossistema complexo de dinâmicas sociais, econômicas e ambientais, emerge como um campo de experimentação propício à gestão da transição para a economia circular. Os esforços colaborativos entre governos empresas e comunidades, aliados à presença de espaço físicos para experimentação, podem catalisar a inovação em larga escala. A insustentabilidade, paradoxalmente, se torna o terreno fértil para as soluções disruptivas.

A economia circular, como proposta pela Fundação Ellen Macarthur, desenha um novo caminho. Os recursos são mantidos em ciclos de uso contínuo, minimizando a necessidade de extração de novos materiais e reduzindo o descarte de resíduos. A durabilidade, reparabilidade e reciclabilidade são conceitos fundamentais incorporados ao design de produtos. Materiais, em vez de serem descartados, são reintroduzidos na cadeia produtiva, evitando o esgotamento de recursos naturais.

A transição para uma economia circular requer uma mudança multifacetada. A regeneração ambiental, simbolizada por iniciativas como telhados verdes e espaços verdes urbanos, não apenas melhora a qualidade do ar, bem como promovem a biodiversidade. As estratégias de compartilhamento, como o compartilhamento de veículos e objetos, surgem como antídotos para o consumo excessivo, promovendo a maximização dos recursos existentes.

A eficiência dos transportes, um elemento crucial nas cidades, é potencializada pela otimização dos fluxos de tráfego e pela adoção de tecnologias inteligentes. A gestão adequada de resíduos, através de práticas de reciclagem e logística reversa, contribui não somente para a redução de desperdícios, como também para a reintegração de materiais na cadeia produtiva.

A digitalização e a virtualização de processos, promovem a conectividade e a troca de informações através de plataformas digitais, delineiam a cidade inteligente

do futuro. Este cenário exige uma mudança nos padrões de consumo, com uma preferência marcada por produtos duráveis, reutilizáveis e de origem local.

A pesquisa releva que a economia circular não é uma visão utópica, mas uma trajetória tangível. Os estudos de caso ilustram a aplicação prática em cidades como Amsterdã, Rotterdam e Barcelona sinalizam uma conscientização crescente e ação concreta. Os estudos de caso enfatizam que não há um único caminho para a economia circular nas cidades. Em vez disso, há um leque de estratégias que podem ser adaptadas conforme a necessidade e características específicas de cada cidade.

Dessa maneira/forma/jeito, a economia circular diante das cidades, não apenas se fortalecem contra os desafios ambientais, se tornam faróis de inovação. A compreensão da transição da economia circular destaca a importância da TIC no enfrentamento dos desafios e na superação das limitações desse processo. A integração de soluções tecnológicas inovadoras desempenha um papel fundamental na promoção da sustentabilidade urbana e na construção de cidades mais resilientes e eficientes em termos de recursos.

4.4 DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS À ECONOMIA CIRCULAR

Ao analisar os princípios da economia circular, destaca-se a centralidade dos 3Rs – redução, reuso e reciclagem – no contexto da gestão de RSU. Este conjunto de práticas emerge como um componente vital nos modelos circulares de produção, sinalizando uma transição do modelo linear para o circular, especialmente em regiões que estão nos estágios iniciais dessa jornada (Viana, 2021).

Contudo, a sociedade contemporânea enfrenta um desafio significativo com a considerável geração de RSU, comprometendo a logística e a gestão desses resíduos. O aumento populacional, a expansão econômica e a urbanização rápida intensificam o desafio, especialmente em municípios menores que enfrentam limitações de recursos, complexidade e falta de organização (Viana, 2021; Jacobi e Besen, 2021).

Para enfrentar essa complexidade, a adoção de modelos de gestão testados e validados em outros países se torna importante. O Modelo Integrado de Gerenciamento Sustentável de Resíduos (ISWM) se destaca como uma abordagem abrangente e integradora. Por mais que tenha sido desenvolvido nas décadas de 1980

e 1990, esse modelo reconhece três dimensões cruciais: partes interessadas, elementos do movimento de materiais e diversos aspectos pelos quais o sistema é analisado. A ISWM destaca as interconexões entre partes interessadas e fatores técnicos, ambientais, socioculturais, jurídicos, institucionais e econômicos. Essa estrutura pode proporcionar uma avaliação dos impactos de RSU e permitir a compreensão de seu papel no sistema global (Guerrero *et al.*, 2013). A colaboração entre diversos *stakeholders* é vital para o sucesso desse sistema (Viana, 2021).

Esses desafios e fatores delineiam a complexa dinâmica da gestão de RSU, especialmente durante a transição para modelos de negócios circulares. A compreensão desses elementos é essencial para forjar caminhos mais eficazes e sustentáveis no gerenciamento de resíduos sólidos nas cidades.

O fenômeno do *greenwashing* citado neste trabalho, é evidenciado por práticas enganosas de empresas em relação à sustentabilidade, se apresenta como um desafio significativo. Empresas que afirmam adotar práticas sustentáveis enquanto, na realidade, realizam atividades prejudiciais minam os esforços globais para uma economia mais circular. A falta de transparência com o uso indevido de selos verdes falsos compromete a confiança do consumidor e prejudicam a eficácia das iniciativas sustentáveis.

4.5 PARCERIAS GLOBAIS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL: O COMPROMISSO DA UNIÃO EUROPEIA E DO BANCO MUNDIAL

A transição para uma economia circular na gestão de RSU é uma necessidade em face dos desafios ambientais e socioeconômicos impostos pelo crescimento populacional, urbanização e desenvolvimento tecnológico. No âmbito internacional, diversas iniciativas e acordos têm emergido como resposta a essas demandas, visando a regeneração dos ecossistemas e a promoção de práticas sustentáveis.

O desafio da administração de RSU se intensifica à medida que as cidades se expandem e se integram ao comércio global. A projeção de que 70% da população mundial viverá em áreas urbanas até 2050 impõe demandas específicas na gestão de resíduos. A necessidade crescente de recursos naturais para sustentar uma população global em crescimento destaca a urgência de estratégias inovadoras.

Com isso, a UE se destaca como uma referência positiva. Comprometida com o desenvolvimento sustentável, a UE busca atingir emissões líquidas zero de gases

de efeito estufa até 2050, enfatiza a sustentabilidade na concepção de produtos, a redução de resíduos e o direito de reparação.

Com bilhões de toneladas de RSU descartados anualmente no mundo, o Banco Mundial atua em colaboração com diversos países, desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade urbana, com o intuito de buscar soluções que reduzam a pobreza e construa prosperidade compartilhada nos países em desenvolvimento.

Ao longo do trabalho, foi explorado as práticas globais em gestão de RSU em relação com a economia circular, destacando exemplos em diferentes regiões do mundo. Esses exemplos, entre muitos outros, revela a diversidade de abordagens e iniciativas em todo o mundo na transição para uma economia circular na gestão de RSU.

Conforme enfrentamos os desafios globais, a colaboração internacional e a adoção de práticas inovadoras, a busca pela economia circular não é só uma necessidade, porém uma oportunidade de redefinir os recursos e formar comunidades prósperas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma análise abrangente sobre a gestão de RSU foi apresentada, traçando uma visão ampla da transição para a economia circular. Reflexões sobre resultados concretos foram feitas, destacando a importância de identificar lacunas e propor soluções para um futuro mais sustentável e consciente nas cidades.

Ao longo do estudo, explorou-se as transformações socioeconômicas desencadeadas pelas revoluções industriais, guiados pelas análises de David Harvey e Carlota Perez, ao qual emerge uma nova narrativa, delineada pela economia verde e pela gestão responsável de RSU. A economia circular, em contraponto ao modelo linear tradicional, busca minimizar resíduos e promover a reutilização e reciclagem de materiais, representando uma mudança paradigmática para enfrentar os desafios ambientais emergentes.

A análise da gestão de RSU no Brasil, revela disparidades regionais e desafios significativos na implementação de práticas sustentáveis. Embora aconteçam avanços na coleta seletiva e na disposição final adequada, ainda há muito a ser feito para alcançar uma gestão integral e sustentável de resíduos. A participação dos catadores de materiais recicláveis é destacada como uma parte importante da solução, exigindo investimentos em infraestrutura e educação ambiental.

A busca por soluções integradas e ações coordenadas são essenciais para superar os desafios complexos associados à gestão de RSU no Brasil. A transição para uma economia circular requer uma mudança multifacetada, envolvendo a colaboração entre governo, setor privado e sociedade civil. A educação ambiental desempenha um papel fundamental na conscientização da população, enquanto as indústrias podem contribuir reduzindo a produção de resíduos através de práticas mais limpas e eficientes.

No cenário global, a UE e o Banco Mundial se destacam como referência na promoção da sustentabilidade urbana e na busca por soluções inovadoras para a gestão de RSU. A colaboração internacional e a adoção de práticas inovadoras demonstram que a transição para uma economia circular não é somente uma necessidade, mas uma oportunidade de inovação e valorizar os recursos.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com base nas análises e conclusões apresentadas ao longo desta dissertação acerca da economia circular, apresentam-se a seguir algumas sugestões para futuras investigações:

- **Análise das estratégias de transição para a economia circular em cidades brasileiras:** este estudo poderia investigar como as cidades brasileiras estão adotando e implementando estratégias de transição para a economia circular, com foco na gestão de RSU. Seria importante examinar os desafios enfrentados, os objetivos alcançados e os exemplos durante o processo.
- **Avalição da efetividade da PNRS no Brasil:** Uma pesquisa detalhada sobre a eficácia da PNRS em promover práticas sustentáveis de gestão de RSU no Brasil. Poderia incluir uma análise dos avanços realizados, assim como das lacunas e desafios persistentes na implementação da política.
- **Estudo comparativo internacional sobre modelos de gestão de RSU:** um estudo comparativo entre diferentes países, incluindo exemplos que foram destacados no texto para fornecer percepções sobre as melhores práticas e desafios em gestão de RSU e economia circular. Isso poderia auxiliar a identificar abordagens eficazes que podem ser adaptadas e implementadas em contextos específicos.
- **Avaliação do papel dos catadores de materiais recicláveis na economia circular:** um estudo prático dos catadores de materiais recicláveis no contexto da economia circular em um município ou estado. Envolveria uma análise de como esses trabalhadores contribuem para a reciclagem de RSU, seus desafios e as políticas necessárias para apoiar sua inclusão e valorização nas cidades.
- **Desenvolvimento de parcerias internacionais para promoção da economia circular:** este trabalho exploraria o potencial de parcerias entre países, organizações internacionais e instituições financeiras para promover a economia circular e a gestão sustentável de RSU em nível global. Poderia incluir análise de iniciativas existentes,

identificação de oportunidades de colaboração e desenvolvimento de estratégias para enfrentar desafios comuns.

Essas recomendações visam aprofundar e expandir os conhecimentos sobre a gestão de RSU, contribuindo para o desenvolvimento de abordagens para a transição da economia circular de maneira eficaz e sustentáveis nas áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2023. **Panorama 2023.** Disponível em: https://abrema.org.br/pdf/Panorama_2023_P1.pdfAcesso em: 12 abr 2024.

AGUIAR, P. **Da onde vem o lixo? – Origem do Termo**. Linkedin. 26 abr 2016. Disponível em: https://www.linkedin.com/pulse/da-onde-vem-o-lixo-origem-do-termo-pedro-aguiar/?originalSubdomain=pt Acesso em: 28 set 2023.

ANCAT – **Associação Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis.** 2024. Disponível em: https://ancat.org.br/ Acesso em: 14 abr 2024.

AREND. M. Revoluções tecnológicas, finanças internacionais e estratégias de desenvolvimento: um *approach* neo-schumpeteriano. **Artigo. Ensaios FEE**, Porto Alegre, v. 33, n.2, p. 363-396, nov. 2012. Disponível em: revistas.planejamento.rs.gov.br/index.php/ensaios/article/view/2393/3104 Acesso em 06 set 2023.

ARTEMISIA e GERDAU. Tese de impacto socioambiental em reciclagem. **Negócios de impacto social.** 2022. Disponível em: https://impactosocial.artemisia.org.br/reciclagem Acesso em: 07 dez 2023.

A UE & EU. O que é a União Europeia? **Comissão Europeia, Direção Geral da Comunicação, Bruxelas, Bélgica. Serviço das Publicações da União Europeia**, 2022. Disponível em: https://op.europa.eu/webpub/com/eu-and-me/pt/index.html Acesso em 15 abr 2024.

BANCO MUNDIAL. *What a Waste: Na Updated Look into the Future of Solid Waste Management. Who we are.* ***The World Bank.*** 2018. Disponível em: https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management Acesso em 08 jan 2024.

BBC *News* Brasil. Documentário BBC: O mito da reciclagem. **Canal BBC *News* Brasil no Youtube.** Publicado em 03 de julho de 2022. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=JbjlyC_r0Nw Acesso em: 05 out 2023.

BENTO, A.V. Como fazer uma revisão da literatura: considerações teóricas e práticas. **Revista Já. UnB (Universidade de Brasília)**, v. 7, n. 65, p. 42-44, 2012. Disponível em: https://bds.unb.br/handle/123456789/1172 Acesso em: 14 jun 2021.

BERGMAN, N. *et al. Bottom-up, social innovation for addressing climate change.* ***Conference: Sussex Energy Group conference – ECEEE****.* p. 25-26, 2010.

BOLETIM DO SANEAMENTO. Aumenta o acesso da população brasileira à coleta de lixo. **Conhecimento e Tecnologia**, 2024. Disponível em: https://boletimdosaneamento.com.br/aumenta-populacao-brasileira-coleta-lixo/ Acesso em: 14 abr 2024.

BOULDING, K. E. *The economics of the coming spaceship earth*. *Environmental Quality in a Growing Economy. Baltimore,* ***MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press***, p. 3-14, 1966.

BURNTLEY, S. J. *A review of municipal solid waste composition in the United Kingdom.* ***Europe PMC, Waste Management, New York*****.** p. 1274-1285. 2006. Disponível em: https://europepmc.org/article/med/17011771 Acesso em: 03 out 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.06.018

CARDOSO, L. Z.; KUAZAQUI, E. Economia Circular: contribuições da tecnologia da informação nas empresas na cidade de São Paulo. **ENGEMA – Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente**. ISSN: 2359-1048. Nov. 2020. Disponível em: https://engemausp.submissao.com.br/22/anais/arquivos/88.pdf?v=1692126492 Acesso em: 15 ago 2023.

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem. Ciclosoft 2023. Panorama da coleta seletiva no Brasil. **Pesquisa Empresarial.** 2023.

CHEN, Q., DUAN, Y. *Impact of information dislosure on global supply chain greenwashing: Is more information transparency always better?* ***Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review***. Vol. 178, *article* 103288. 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554523002764#s0005 Acesso em: 03 jan 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103288

CHEN, S. *et al. Impact of Supply Chain Transparency on Sustainability under NGO Scrutiny.* ***Production and Operations Management.*** Vol. 28, ed. 12, p. 3002-3022. 2019. Disponível em: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85058016782&origin=inward&txGid=74cb792afec4fed6d6898ef12913f19f Acesso em: 03 jan 2024. DOI: 10.1111/poms.12973

CHENG., M.; SUBRAMANYAM, K. R. *Analyst Following and Credit Ratings.* ***Contemporary Accounting Research***, vol. 25, ed. 1, p. 1007-1044. 2008. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1506/car.25.4.3 Acesso em: 03 jan 2024. DOI: https://doi.org/10.1506/car.25.4.3

Cidade de Amsterdã, **Amsterdã Circular Estratégias 2020-2025**. 2020. Título original: *Amsterdam Circular 2020-2025 Strategy. Gemeente Amsterdam*. Disponível em: https://www.amsterdam.nl/en/policy/sustainability/circular-economy/ Acesso em: 04 out 2023

Circular Economy Month. ***What is circular economy month?*** 2023. Tradução: O que é o mês da economia circular? Disponível em: https://circulareconomymonth.ca/ Acesso em: 04 out 2023

Circular Yokohama. ***Accelerating the Circular Economy in Yokohama*****.** 2020. Tradução: Acelerando a Economia Circular em Yokohama. Disponível em: https://circular.yokohama/en/ Acesso em: 05 out 2023.

CLEANLURB. Coleta seletiva: por que implementar? **Produtos e Serviços.** 2023. Disponível em: https://cleanlurb.com.br/coleta-seletiva-por-que-implementar/ Acesso em: 09 abr 2024.

COELHO, B. Como o *Google Books* pode ajudar na sua pesquisa? **Blog da Mettzer**, definição. 2022. Disponível em: https://blog.mettzer.com/google-books/ Acesso em: 11 abr 2024.

Comissão Europeia – União Europeia. Plano de Ação para a Economia Circular: Para uma Europa mais limpa e competitiva. **Direção-Geral da Comunicação. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia**, 2020. Disponível em: https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/45cc30f6-cd57-11ea-adf7-01aa75ed71a1 Acesso em: 18 fev. 2021. DOI: 10.2779/460528

CONCEITO.de. **Desbastar – O que é, conceito e definição.** 2020. Disponível em: https://conceito.de/desbastar#:~:text=Desbastar%20%C3%A9%20a%20a%C3%A7%C3%A3o%20desenvolvida,los%20mais%20suaves%20e%20cuidados. Acesso em: 05 out 2023.

CNN BRASIL. Brasil tem queda na geração de resíduos sólidos urbanos em residências em 2022. **Amanda Garcia da CNN Brasil.** (notícia referenciada na página da ABRELPE). 2022. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-tem-queda-na-geracao-de-residuos-solidos-urbanos-em-residencias-em-2022/#:~:text=O%20Brasil%20vai%20encerrar%202022,o%20registrado%20no%20ano%20passado Acesso em: 12 abr 2024.

CNI – **Confederação Nacional das Indústria.** Economia Circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2018/4/economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-industria-brasileira/#economia-circular-oportunidades-e-desafios-para-a-industria-brasileira%20 Acesso em: 15 fev. 2021.

CRN ITATIBA. Prefeitura de Morungaba instala “Ponto de Entrega Voluntária” de recicláveis. **Notícia local**, 2020. Acesso em: https://www.crnitatiba.com.br/prefeitura-de-morungaba-instala-ponto-de-entrega-voluntaria-de-reciclaveis Acesso em: 14 abr 2024.

DAGNINO, R. S.; JOHANSEN, I. C. Os catadores no Brasil: Características demográficas e socioeconômicas dos coletores de material reciclável, classificadores de resíduos e varredores a partir do censo demográfico de 2010. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**. Economia solidária e políticas públicas, mercado de trabalho, p. 115-125, 2017. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7819 Acesso em: 05 fev 2024.

DANTAS, D. O cenário pós-industrial: modificações no ambiente do objeto na sociedade contemporânea e seus novos paradigmas. **Pos FAUUSP – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo**. Edição n. 22, 2007. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/posfau/article/view/43536 Acesso em 16 ago 2023. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v0i22p122-140

DIEGUES, A. C.; SARTI, F. Brasil: Indústria e Desenvolvimento em um cenário de transformação do paradigma tecno-produtivo – Curitiba: CRV. **Unicamp, Campinas, SP, Instituto de Economia, Coleção Centros e Núcleos - p. 352**. Página 137. 2021. Disponível em: https://www.eco.unicamp.br/NEIT/images/destaque/brasil_industria_e_desenvolvimento_em_um_cenario_de_transformacao_do_paradigma_tecno_produtivo.pdf. Acesso em: 26 ago 2023.

DOSI, *et al*.; *Technical Change and Economic Theory*. **Capítulo 3: *Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour***; Capítulo escrito por: Chistopher Freeman e Carlota Perez. *Pinter Publishers, London*, N.Y., p. 38-66.1988. Disponível em: https://cp.informaticaprojects.com/wp-content/downloads/publications/theoretical-framework/StructuralCrisesOfAdjustment.pdf Acesso em: 01 ago 2023.

Educalingo. Significado da palavra: *eelgrass*. **Dicionário *on-line*.** Disponível em: https://educalingo.com/pt/dic-en/eelgrass Acesso em: 05 out 2023

EMF – *Ellen MacArthur Foundation*. ***Towards the circular economy*.** Vol. 01: *an economic and business rationale for na accelerated transition*, 2013. Disponível em: https://ellenmacarthurfoundation.org/towards-the-circular-economy-vol-1-an-economic-and-business-rationale-for-an Acesso em: 12 fev 2021.

EMF – *Ellen MacArthur Foundation*. **Rumo à Economia Circular: o racional de negócio para acelerar a transição.** 2015. Disponível em: https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-%C3%A0-economia-circular_SumarioExecutivo.pdf Acesso em: 20 set 2023.

EMF – *Ellen MacArthur Foundation*. **O que é a economia linear?** 2023. Disponível em: ellenmacarthurfoundation.org/pt/o-que-e-economia-linear Acesso em: 04 set 2023.

EMF – *Ellen MacArthur Foundation*. **O que é a Economia Circular.** 2023. Disponível em: https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/visao-geral Acesso em: 20 set 2023.

EMIRATES *News Agency* – *WAN*. WETEX e Dubai Solar Show promovem adoção da economia circular nos EUA e no mundo. **Agência de notícias dos Emirados.** 2023. Disponível em: https://wam.ae/pt/details/1395303189135 Acesso em: 05 out 2023.

ESTRATÉGIA ODS. O que é *advocacy* e o que são políticas públicas? **Notícias ODS.** 2021. Acesso em: https://estrategiaods.org.br/o-que-e-advocacy-e-o-que-sao-politicas-publicas/ Acesso em: 14 abr 2024.

ESTRE. Soluções para a cidade: Varrição. **Empresa**. 2024. Disponível em: https://www.estre.com.br/solucoes-para-cidades/varricao/ Acesso em: 15 abr 2024.

EXAME ESG. Lixão: o que é e quais os seus prejuízos para o meio ambiente. **Revista Exame, ESG**. 2023. Disponível em: https://exame.com/esg/lixao-o-que-e-e-quais-os-seus-prejuizos-para-o-meio-ambiente/ Acesso em: 10 abr 2024.

EXAME. Resíduos Sólidos: o que são, quais os tipos, como reciclar. **Revista Exame, ESG.** 2023. Disponível em : https://exame.com/esg/residuos-solidos-o-que-sao-quais-os-tipos-como-reciclar/ Acesso em: 04 abr 2024.

EXAME ESG. O que é *greenwashing*? A apropriação indevida dos discursos sustentáveis e ambientalistas por parte dos negócios. Escrito por: Fernanda Bastos. **Revista brasileira de circulação nacional: economia, negócios, política e tecnologia.** Publicado em 04 de janeiro de 2023 às 10h57. Atualizado em 05 de janeiro de 2023. Disponível em: https://exame.com/esg/o-que-e-greenwashing/ Acesso em: 11 dez 2023.

European Parliament – Circular economy: definition, importance and benefits. 2023. Economia circular: definição, importância e benefícios, 2023. **Parlamento Europeu.** Disponível em: https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits Acesso em: 05 nov 2023.

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. Economia Circular: O que é Economia Circular. **Departamento de Desenvolvimento Sustentável da Fiesp**. 2023. Disponível em: economiacircular.fiesp.com.br/pt/index.html Acesso em: 04 set 2023.

FINGER, J. Capitalismo, TICs e consumismo. **Revista Posição**, Ano 2, Vol. 2. n. 8, p. 13-14. Out/dez. 2015.

FONSECA, J. J. S. Metodologia da pesquisa científica. **Apostila do curso de especialização na Universidade Estadual do Ceará (UECE)**, p. 31-32, 2002. Disponível em: http://www.ia.ufrrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf Acesso em: 16 jan 2024.

G1 ECONOMIA. Censo do IBGE: Sudeste é a região que mais ganhou população; veja a distribuição pelo Brasil. **Informação G1 Economia.** Por André Catto, 2023. Disponível em: https://g1.globo.com/economia/censo/noticia/2023/06/28/censo-do-ibge-sudeste-e-a-regiao-que-mais-ganhou-populacao-veja-a-distribuicao-pelo-brasil.ghtml Acesso em: 25 jun 2024.

GALON, T.; MARZIALE, M. H. P. Condições de trabalho e saúde de catadores de materiais recicláveis na américa latina: uma revisão de escopo. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).** Cap. 7, p. 169-200. 2016.

GEISSDOERFER, *et al. The Circular Economy – A new sustainability paradigma?* ***Journal of Cleaner Production***. Volume 143, p. 757-768. *February* 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616321023 Acesso em: 28 set 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de Pesquisa. **Porto Alegre: Editora da UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2009.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. **São Paulo: editora Atlas Ltda. 6ª edição.** 2017.

GONÇALVES-DIAS, *et. al.* Discussões em torno da prevenção e da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista Ciência e Sustentabilidade - CeS**. V. 1, n. 1, p. 34-49. 2015. Disponível em: https://periodicos.ufca.edu.br/ojs/index.php/cienciasustentabilidade/article/view/24 Acesso em: 02 out 2023. DOI: https://doi.org/10.33809/2447-4606.11201534-49

GONÇALVES-DIAS, *et al.* Catadores e espaços de (in)visibilidades. **São Paulo: Ed. Edgard Blucher Ltda. Repositório da Produção USP.** Org. Sylmara Lopes Francelino Gonçalves-Dias, Tatiana Sakurai e Luciana Ziglio. 2020.

Government of Canada. ***Explore circular economy initiatives***. 2022. Tradução: Governo do Canadá. Explore iniciativas de economia circular. Disponível em: https://www.canada.ca/en/services/environment/conservation/sustainability/circular-economy/circular-economy-initiatives.html#toc0 Acesso em: 04 out 2023.

GOV.BR. Rota da Economia Circular. **Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional.** 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/rotas-de-integracao-nacional/rota-da-economia-circular Acesso em: 15 abr 2024.

GOV.BR. Censo 2022 indica que o Brasil totaliza 203 milhões de habitantes. **Serviços e Informações do Brasil.** 2023. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/noticias/financas-impostos-e-gestao-publica/2023/06/censo-2022-indica-que-o-brasil-totaliza-203-milhoes-de-habitantes Acesso em: 08 jan 2024

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resíduos Sólidos. Cadernos de Educação Ambiental. **Secretaria do Meio Ambiente: São Paulo.** 2014. Disponível em: https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/caderno-6-residuos-solidos/ (Publicação no site em 2019). Acesso em 04 abr 2024.

GPSC – *Global Platform for Sustainable Cities. Urban Sustainability Framework* (USF). *First Edition*. 2018. *International Bank for Reconstruction and Development.* ***World Bank Publications.*** *Washington DC*. Disponível em: https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/cc4cfc37-cc75-5482-bcba-b0d36de00bea/full Acesso em: 07 dez 2023.

GUERRERO, L. A. *et al., Solid waste management challenges for cities in developing countries.* ***Waste Management***, v. 33, ed. 1, p. 220-232. 2013. Tradução: Desafios da gestão de resíduos sólidos para cidades em países em desenvolvimento. Gestão de resíduos. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X12004205 Acesso em: 03 out 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria Básica**. Livro. 5ª Ed. AMGH Editora Ltda. 2011.

GURSKI, B. *et al.* Conferência de Estocolmo: um marco na questão ambiental. **Revista UNICURITIBA. Administração de Empresas em Revista.** V. 1, n. 7. 2012. Disponível em: https://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/466 Acesso em: 27 set 2023.

HALAL, W. *The new capitalism*. Nova Iorque, 1986.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna**. Livro. Edições Loyola, 10ª Edição Mar 2001, São Paulo, Brasil, 1992. (contém edição de 1989).

HIRATA, M. Fusão das lutas sociais pela apropriação do espaço: perspectivas da reciclagem no centro da Cidade de São Paulo. **XV *Coloquio* Internacional de Geocrítica**, p. 1-17. 2018. Disponível em: https://www.ub.edu/geocrit/XV-Coloquio/MarciaHirata.pdf Acesso em: 16 abr 2024.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). **Site: GOV.BR.** Publicado em 29 nov 2022.
Disponível em: https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs Acesso em: 28 set 2023.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Situação Social das Catadoras e dos Catadores de Material Reciclável e Reutilizável. Brasília, Brasil, 2013.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Portal de Revistas da USP (Universidade de São Paulo) Estudos Avançados.** V. 25, n. 71, p. 135-158. 2011. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10603 Acesso em: 28 set 2023.

JARDIM, N. S. *et al.* Gerenciamento Integrado do lixo municipal. **Livro.** In: D'Almeida, M. L.; VILHENA, A. (coord.), p. 3-25, 2000.

JOENSUU, T. *et al. Circular economy practices in the built environment.* ***Journal of Cleaner Production***, Vol. 276, p. 124215, 2020. Disponível em: https://www.lens.org/lens/scholar/article/034-760-950-073-744/main Acesso em: 18 fev. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124215

JORNAL DA USP. Fim dos lixões é adiado por falta de comprometimento dos municípios. **Atualidades: Rádio USP**, por Kauã de Oliveira. 2020. Disponível em: https://jornal.usp.br/atualidades/fim-dos-lixoes-e-adiado-por-falta-de-compromisso-dos-municipios/ Acesso em: 05 abr 2024.

JORNAL DA USP. Programa Diogo de Sant'Ana Pró-Catadoras e Pró-Catadores. **Portal da USP.** Escrito pelo professor da Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Autuária (FEA) da USP, Alexandre Macchione, 2023. Disponível em:

https://jornal.usp.br/articulistas/alexandre-macchione-saes/programa-diogo-de-santana-pro-catadoras-e-pro-catadores/ Acesso em: 15 abr 2024.

JUS BRASIL. Aspectos legais da coleta seletiva do lixo. **Artigo publicado** por Reis Friede. 2019. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/artigos/aspectos-legais-da-coleta-seletiva-do-lixo/758373125 Acesso em: 14 abr 2024.

KENNEDY, C. *et al*. *The changing metabolism of cities.* ***Journal of industrial ecology***, v. 11, n. 2, p. 43-59, 2007.

KLEIN, F. B. Por dentro da caixa-preta das políticas municipais de resíduos sólidos urbanos: os arranjos institucionais e a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Dissertação: Pós-Graduação em sustentabilidade.** USP, 2017.

KNIESS, C. T. *et al*. Inovação urbana e recursos humanos para gestão de cidades sustentáveis. **USP – Universidade de São Paulo. Cidades Globais**. Vol. 33, n. 97, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/hGBFX7XC748v3YrKDJLvdkL/?lang=pt# Acesso em 15 ago 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2019.3397.007

KREMER, J. Caminhando rumo ao consumo sustentável: uma investigação sobre a teoria declarada e as práticas das empresas no Brasil e no Reino Unido. **Tese. Programa de Estudos Pós-Graduados em Ciência Sociais. PUC/SP** – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2007.

KUBICZEK, J. *et al. Chemical recycling of plastic waste as a mean to implemente the circular economy model in the European Union.* ***Journal of Cleaner Production.*** Vol. 406, p. 136951. 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623011095#sec2 Acesso em: 13 dez 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136951

KUMAR, A. *et al. Does environmentally responsible Purchase intention matter for consumers? A predictive sustainable model developed through na empirical study.* ***Journal of Retailing and Consumer Services***, vol. 58. *Article* 102.270. 2021. Disponível em: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85091212499&origin=inward&txGid=cb06b700aba88019874556979a075461 Acesso em: 03 jan 2024. DOI: 10.1016/j.jretconser.2020.102270

KURTH, P., presidente da BDE (Associação Federal de Eliminação de Resíduos Alemães) em Berlin; SPOHN, Carsten, diretor administrativo da ITAD (Grupo de Interesse de Estações de Tratamento Térmico de Resíduos na Alemanha) em Düsseldorf; DENZ, N., diretora administrativa da VDMA (Associação Alemã Engenharia Mecânica e de Planta) em Frankfurt. Título original: *Branchenbild der deutschen Kreislaufwirtschaft.* Tradução do título: Perfil da Economia Circular Alemã. **Cartilha de Informação na Alemanha**. 2016. Disponível em: vdma.org. Acesso em: 18 fev 2021.

LA PRESTRES, P. **Ecopolítica internacional**. Livro. 2ª Ed., Tradução: Jacob Gorender. São Paulo: SENAC, 2005. Título original: *Écopolitique internationale*

Lei 12.305 de 2 agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos. Altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.

Lei 14.026 de 15 julho de 2020 – Lei de Saneamento Básico

LI, C. *et al. Evaluation of regional integration in urban agglomeration área from the perspective of urban symbiosis.* ***Sustainable Cities and Society***, v. 105, p. 105-338, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670724001665 Acesso em: 21 mar 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105338

LIMA, T. C. S.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis. Florianópolis.** v. 10, p. 37-45. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/?lang=pt Acesso em: 10 jan 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/S1414-49802007000300004

LIMONAD, E.; RANDOLPH, R. Cidade e lugar: sua representação e apropriação ideológica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, n. 5, p. 9-22, 2002. Disponível em: https://rbeur.anpur.org.br/rbeur/article/view/62 Acesso em 18 fev. 2021. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.2001n5

LIU, Y.; YUE DAI, J. Z. *Analyst following and greenwashing decision.* ***Finance Research Letters***, vol. 58, part C, 104510. 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1544612323008826#cebibl1 Acesso em: 03 jan 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104510

LOORBACH, D. *et al*. *Governance of urban sustainability transitions. European and Asian Experiences.* Livro: Título da série: ***Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions***. Editor: *Springer, Tokyo*. Ed.: 1. p. 3-12. 2016. Acesso em: 17 fev. 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/978-4-431-55426-4

LYRA, M. G. *et al.*, O papel dos *stakeholders* na sustentabilidade da empresa: contribuições para construção de um modelo de análise. **Revista de Administração Contemporânea**. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rac/a/Jr3r7FjzTFj9H7dH7Y53mNR/?lang=pt# Acesso em: 03 out 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/S1415-65552009000500004

MA, S. *et al., Sustainable supply chain management considering technology Investments and Government intervention.* ***Trasnportation Research Part E: Logistics and Transportation Review***. Vol 149, *article* 102290. 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366554521000648 Acesso em: 03 jan 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102290

MACKE, J. *et al. Smart sustainable cities evaluation and sense of Community.* ***Journal of Cleaner Production***, v. 239, p. 118103, 2019. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652619329737#sec1 Acesso em: 22 Mar 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118103

MARIN, J.; DE MEULDER, B. *Interpreting circulatity: circular city representations concealing transition drivers.* ***MDPI Sustainability***, v. 10(5), p. 1310, 2018. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/5/1310 Acesso em: 21 mar 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/su10051310

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. **São Paulo: editora Atlas S.A.**, 5. ed., 2003.

MATSUO, M. Trabalho informal e desemprego: desigualdades sociais. **Tese do Programa de Pós-graduação em Sociologia - USP.** 2009.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. *Cradle to Cradle: remaking the way we make things.* ***New York: Farrar, Straus and Giroux.*** 2002.

MIGALHAS. "Programa Pró-Catador" será recriado por Lula. **Notícia Nacional.** 2023. Disponível em: https://www.migalhas.com.br/quentes/379403/programa-pro-catador-sera-recriado-por-lula Acesso em: 14 abr 2024.

MINAYO, M. C. S. *et al.* Pesquisa social: teoria, método e criatividade. **Livro: editora Vozes.** 21ª edição. Petrópolis, 2002.

Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Resíduos Sólidos, 2023. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos.html#startOfPageId460 Acesso em: 02 out 2023.

MINGHUA, Z. *et al.*; *Municipal solid waste management in Pudong New Area, China.* ***Waste Management.*** V. 29 , Ed. 3, p. 1227-1233. 2009. Tradução: Gestão municipal de resíduos sólidos na nova área de Pudong, China. Gestão de resíduos. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X08002924 Acesso em: 03 out 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.016

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos – 2022. **Gov.br.** Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/rs Acesso em: 14 abr 2024.

MIRANDAS, N. M.; MATTOS, U. A. O. Revisão dos modelos e metodologias de coleta seletiva no Brasil. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 14-23, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/sn/a/94NNYLb9dGZq6LPK8mwcCpj/?lang=pt# Acesso em: 09 abr 2024. DOI: https://doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018

MOESCH, R. A. Economia Circular: um *framework* conceitual. **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).** Porto Alegre, 2019. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/handle/10183/197427 Acesso em: 03 out 2023.

MONZONI, M. Resíduos e Pós-Consumo. **Inovação e Sustentabilidade na Cadeia de Valor (ISCV). Fundação Getúlio Vargas (FGV).** 2013. Disponível em: https://repositorio.fgv.br/items/deb09bd4-52f2-421e-b739-461cf825ae75/full Acesso em: 05 fev 2024.

MOURA, R. R. Impactos e perspectivas socioambientais na gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo de caso no município de Curitiba. **Dissertação: Pós-Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento.** UFPR, 2014.

MOURA, R. E. L., *et al.* O *just in time* como método de planejamento e controle: uma revisão bibliográfica. **IX Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**, p. 552-558, 2017.

MNCR – **Movimento Nacional dos Catadores de Materiais Recicláveis.** Quantos catadores existem em atividade no Brasil? 2017. Disponível em: https://www.mncr.org.br/sobre-o-mncr/duvidas-frequentes/quantos-catadores-existem-em-atividade-no-brasil#:~:text=A%20estimativa%20do%20MNCR%20%C3%A9,cerca%20de%2070%25%20da%20categoria. Acesso em: 05 fev 2024.

NBR 8419. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Abril de 1992.

NEO – Núcleo de Engenharia Organizacional. A Servitização: um novo modelo de negócios para as empresas. **Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).** 2015. Disponível em: https://www.ufrgs.br/neo/servitizacao/servitizacao-um-novo-modelo-de-negocio-para-as-empresas/ Acesso em: 03 out 2023.

NHAMIRRE, I. J. O comércio retalhista e o consumo de espaço urbano. **Dissertação do curso de mestrado em planejamento regional. Faculdade de arquitetura e planejamento físico. Universidade Eduardo Mondlane (UEM).** 2023. Disponível em: http://www.repositorio.uem.mz:8080/handle/258/817 Acesso em: 03 jan 2024.

NUNES, J. H. Cidade Dormitório. Enciclopédia Discursiva da Cidade. 2016. **Laboratório de Estudos Urbanos – LABEURB**. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Disponível em: https://www.labeurb.unicamp.br/endici/index.php?id=242&r=verbete%2Fview Acesso em: 05 out 2023.

ONU – Organização das Nações Unidas. A ONU e o meio ambiente. Publicação 16 set. 2020. **Nações Unidas Brasil**. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente Acesso em: 18 fev. 2021.

PENNA, C. C. R. Economia da Inovação. **Programa de Aperfeiçoamento para Carreiras, aula 4**. **Escola Nacional de Administração Pública - ENAP.** Diretoria de Formação Profissional. Coordenação-Geral de Especialização. Professor adjunto de Economia Industrial e da Tecnologia. Grupo de economia da inovação. Instituto de Economia da UFRJ. Pesquisador associado *Science Policy Research Unit*, Universidade de Sussex (Reino Unido), 2018.

PEREIRA, E. V. Resíduos sólidos. **Livro. Editora Senac São Paulo**, 2019.

PEREIRA, B. C. J.; GOES, F. L. Catadores de materiais recicláveis: um encontro nacional. **Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).**

2016. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/igualdaderacial/index.php?option=com_content&view=article&id=736 Acesso em: 05 fev 2024.

PEREZ, C. ***Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages***. Livro. Ed. *Edward Elgar Pub*. Data de publicação 01 abril 2003.

PEREZ, C. ***Revoluciones tecnológicas y capital financeiro: la dinâmica de las grandes burbujas financeiras y las épocas de bonanza*.** México: *siglo* XXI, p. 109. 2004.

PEREZ, C. *Revoluciones tecnológicas y paradigmas tecno-económicos. Del original inglês 'Technological Revolutions and techno-economic paradigms'* ***Cambridge Journal of Economics***, Vol. 34. N. 1, p. 185-202. 2010.

PEREZ, C. *The new Technological Revolution.* ***Presentation at the Technology Frontiers Forum of The Economist.*** *March* 5, 2013. Disponível em: https://carlotaperez.org/wp-content/downloads/media/articles-and-blogs/Perez_Economist_Technology_Frontiers.pdf Acesso em 01 ago 2023.

PEREZ, C. Carlota Perez – *Materials, sustainability and the need for wideranging support.* **Entrevista YouTube**. Data 31 mar 2021. Disponível em: youtube.com/watch?v=zBsIEtlG39s Acesso em: 06 set 2023.
PORTAL DA INDÚSTRIA. Indústria de A – Z: Economia Verde. Disponível em: portaldaindustria.com.br/indústria-de-a-z/economia-verde/ Acesso em: 06 set 2023.

PETRELLA, G. M. Aprendendo com a São Paulo delirante: reestruturação imobiliária, movimentos sociais e espoliação. In.: PEREIRA, Paulo César Xavier (Org.). Imediato, global e total na produção do espaço: a financeirização da cidade de São Paulo no século XXI. **São Paulo: FAUUSP**, p.163-195. 2018.

PÍREZ, P. T. *Analizar la urbanización latino-americana a partir de la heterogeneidade de modalidades de producción y consumo.* **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Portal de revistas da USP, São Paulo**, v. 16, n. 3, p. 45-62, 2018. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/risco/article/view/152888 Acesso em: 16 abr 2024.

PORTAL CASCAVEL. Coleta seletiva de lixo garante renda para famílias de recicladores em Cascavel. **Notícia local**, escrito por Afonso Magalhães, 2021. Disponível em: https://portalcascavel.com.br/coleta-seletiva-de-lixo-garante-renda-para-familias-de-recicladores-em-cascavel/ Acesso em: 14 abr 2024.

PORTAL DA INDÚSTRIA. Indústria de A – Z: Economia circular: entenda o que é, suas características e benefícios. Disponível em: https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/economia-circular/ Acesso em: 20 set 2023.

PORTAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Dicionário Ambiental: Aterro Sanitário. **Governo do Estado de São Paulo**, 2023. Disponível em:

https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/aterro-sanitario/ Acesso em: 05 abr 2024.

PORTAL SANEAMENTO BÁSICO. A 8 meses do fim do prazo, Brasil está longe de cumprir a meta de acabar com os lixões. **Notícias: Resíduos Sólidos.** Dezembro de 2023. Disponível em: https://saneamentobasico.com.br/residuos-solidos/brasil-meta-de-acabar-lixoes/ Acesso em: 05 abr 2024.

PORTO, E. Ciclo virtuoso ou vicioso? **Revista Época Negócios**, p. 58-64, 2010. Disponível em: https://carlotaperez.org/wp-content/downloads/media/other-languages/Perez_Epoca_Brasil_Abril_2010.pdf Acesso em: 22 mai 2024.

PETIT-BOIX, A.; LEIPOLD, S. *Circular economy in cities: reviewing how environmental research aligns with local practies.* ***Journal of Cleaner Production***, v. 195, p. 1270-1281, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618316408?via%3Dihub#bib1 Acesso em: 20 mar 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.281

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Dilemas ambientais e fronteiras do conhecimento II**. Estudos Avançados 31 (89), p. 271-283. 2017. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/pL9zbDbZCwW68Z7PMF5fCdp/# Acesso em: 26 set 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021

PRENDEVILLE, S. *et al*. *Circular cities: Mapping six cities in transition.* ***Environmental innovation and societal transitions***, v. 26, p. 171-194, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210422416300788?via%3Dihub Acesso em: 15 fev. 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2017.03.002

RECICLEIROS. Anuário da reciclagem traz um raio-x do segmento no Brasil. **Notícias nacionais.** Escrito por Vinícius Piva. 2023. Disponível em: https://recicleiros.org.br/anuario-da-reciclagem-traz-um-raio-x-do-segmento-no-brasil/#:~:text=1.,um%20total%20de%209.854%20profissionais. Acesso em: 15 abr 2024.

RMAI - **Revista Meio Ambiente Industrial.** Fábrica no Japão inova ao separar “LIMEX” e embalagens de plástico. São Paulo, 2023. Disponível em: https://rmai.com.br/2022/12/21/fabrica-no-japao-ganha-planta-de-classificacao-para-embalagens-plasticas-leves-e-limex/ Acesso em: 05 out 2023.

SADER, A. P. C. A desterritorialização do escritório na era da informação: trabalho, tecnologia e cultura organizacional. **Dissertação pela FAUUSP** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. 2007.

SAGAN, C. O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro. **Livro: editora companhia das letras.** 1997.

SARAIVA EDUCAÇÃO. Veja o que é descarbonização e qual sua importância para o meio ambiente. 2023. **Institucional.** Disponível em:

https://conteudo.saraivaeducacao.com.br/meio-ambiente/descarbonizacao/ Acesso em: 05 out 2023.

SBT NEWS. Lula prepara volta de programa para catadores de material reciclável. **Notícia nacional.** Escrito por Guilherme Resck. 2023. Disponível em: https://sbtnews.sbt.com.br/noticia/governo/235523-lula-prepara-volta-de-programa-para-catadores-de-material-reciclavel Acesso em: 15 abr 2024.

SCHALCH, V., *et al.* Tratamento e Disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos urbanos. **Escola de Engenharia de São Carlos, USP, Departamento de Hidráulica e Saneamento (SHS), Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos (NEPER)**, 1ª Ed., 2015.

SCHILLER, G., *et al. Mapping the anthropogenic stock in Germany: metabolic evidence for a circular economy.* ***Resources, Conservation and Recycling***, v. 123, p. 93-107, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344916301999?via%3Dihub Acesso em: 21 mar 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.08.007

SCHUELER, *et al.* Como estão os resíduos urbanos nas favelas cariocas? **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, p. 213-230, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/Mz5G7qhj6jtmy3fsJh9rGnQ/abstract/?lang=pt Acesso em: 04 fev 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.001.AO15

SCHUMPETER, J. A. *The Theory of Economic Development*. Teoria do desenvolvimento econômico. Uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. Trad. Maria Sílvia Possas. Disp. Ronaldo DartVeiga. **Livro. Ed. Nova Cultural Ltda.** 1997.

SICSÚ, A. B.; ROSENTHAL, D. Apresentando um Texto Paradigmático. Apresentação: Giovanni Dosi – *Technological Paradigms and Technological Trajectories.* Ideias Fundadoras. **Revista Brasileira de Inovação.** V. 5, n. 1. Jan/Jun, 2006. Disponível em: periódicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8648922/15468. Acesso em 06 set 2023. DOI: https://doi.org/10.20396/rbi.v5i1.8648922

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**. 2019. Disponível em: https://sinir.gov.br/informacoes/tipos-de-residuos/residuos-solidos-urbanos/ Acesso em: 28 set 2023.

SINIR. Sobre o SINIR. Sem ano, **Gov.br.** Disponível em: https://sinir.gov.br/informacoes/sobre/ Acesso em: 12 abr 2024.

SNIS, Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento (SNS)**. Publicado Brasília, 2020. 2019. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/diagnosticos-anteriores-do-snis/residuos-solidos-1/2019 Acesso em: 04 fev 2024

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Do SNIS ao SINISA: informações para o planejar o saneamento básico. **Brasília, Gov.br**, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/produtos-do-snis/cadernos-tematicos Acesso em: 12 abr 2024.

SOUSA, A. S. *et al.* A pesquisa bibliográfica: Princípios e Fundamentos. **Revista Cadernos da FUCAMP (Fundação Carmelitana Mário Palmério).** vol. 20, n. 43, p. 64-83. 2021. Disponível em: https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/issue/view/141 Acesso em: 10 jan 2024.

STRAUSS, A.; CORBIN, J. Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. Tradução: Luciane de Oliveira da Rocha. 2 ed., p. 195. **Livro**. Porto Alegre: Artmed, 2008.

SU, B. *et al. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation.* ***Journal of Cleaner Production***, v. 42, p. 215-227, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652612006117?via%3Dihub#bib20 Acesso em: 21 mar 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020

SUJAUDDIN, M. *et al.*, *Household solid waste characteristics and management in Chittagong, Bangladesh.* ***Journal of Waste Management.*** V. 28, p. 1688-1695, 2008. Tradução: Características e gestão de resíduos sólidos domésticos em Chittagong, Bangladesh. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17845843/ Acesso em: 03 out 2023. DOI: 10.1016/j.wasman.2007.06.013

SWYNGEDOUW, E. *The socio-spatial implications of inovations in industrial organisation. Working Paper* n. 20, ***Johns Hopkins European Center for Regional Planning and Research.*** *Lile*.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S. Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos. **Centro de Pesquisa em Ciências, Tecnologia e Sociedade.** Artigo Ipea. 2020. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos Acesso em: 24 mar 2024.

THE WORLD BANK. *Who we are.* 2023. ***World Bank Group***. Disponível em: https://www.worldbank.org/en/who-we-are Acesso em: 07 dez 2023.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. Metodologia de pesquisa em engenharia de produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas. **Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Curso de Especialização em Qualidade & Produtividade. UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá.** Página. 80, 2012. Disponível em: https://docplayer.com.br/1584116-Metodologia-de-pesquisa-em-engenharia-de-producao.html Acesso em: 15 jan 2024

UNEP – *United Nations Environment Programme, Ethiopia enhances environmental protections through waste management.* 2019. *Story.* ***Chemicals & Pollution Action***. Disponível em: https://www.unep.org/news-and-stories/story/ethiopia-enhances-environmental-protections-through-waste-management Acesso em: 03 out 2023.

UNIÃO EUROPEIA. **Página Principal: o seu portal para a União Europeia.** Disponível em: https://european-union.europa.eu/index_pt Acesso em: 05 nov 2023.

VIANA, F. L. E. Economia circular e gestão de resíduos sólidos – perspectivas para o Brasile e o Nordeste. **Revista Economica do Nordeste.** V. 52, n. 1. 2021. Disponível em: https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/1329 Acesso em: 27 set 2023.

WACKERNAGEL, M. *The ecological footprint of Santiago de Chile.* ***Local Environment***, v. 3, n. 1, p. 7-25, 1998.

WIRTH, I. G.; OLIVEIRA, C. B. A política nacional de resíduos sólidos e os modelos de gestão. Capítulo 9, p. 217-247. Parte II – Organização e instituição: fortalecimento coletivo. **Livro: Catadores de Materiais Recicláveis: um encontro nacional. IPEA – Instituto de Pesquisa Econõmica Aplicada.** 2016. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/igualdaderacial/index.php?option=com_content&view=article&id=736 Acesso em: 08 jan 2024

WOLMAN, A. *The metabolism of cities.* ***Scientific American***, v. 213, n. 3, p. 178-193, 1965.

WORLD ECONOMIC FORUM. ***Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains.*** *Prepared in collaboration with the Ellen MacArthur Foundation and McKinsey & Company*. Janeiro, 2014. Disponível em: https://www.weforum.org/reports/towards-circular-economy-accelerating-scale-across-global-supply-chains/ Acesso em: 03 out 2023.

WWF Brasil. Relatório Planeta Vivo 2010. ***World Wildlife Fund (WWF).*** Disponível em: https://www.wwf.org.br/informacoes/bliblioteca/?26162/Relatrio-Planeta-Vivo-2010 Acesso em: 08 jan 2024

YONG, R. *The circular economy in China.* ***Journal of Material Cycles and Waste Management***, v. 9, p. 121-129, 2007. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10163-007-0183-z#citeas Acesso em: 21 mar 2024.

6 APÊNDICE 1

6.1 ESTADO DA ARTE: ECONOMIA CIRCULAR E A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O estado da arte visa mapear a extensão do conhecimento existente e delinear as interseções cruciais entre a economia circular e a gestão de RSU, com o propósito de oferecer uma visão mais abrangente e contextualizar esse tema em evolução.

Para facilitar uma análise coerente dos artigos revisados, foi necessário estabelecer um método de classificação em relação à economia circular e à gestão de resíduos sólidos urbanos com base na literatura disponível. A revisão de literatura sobre a economia circular revelou uma abordagem predominante para categorizar as fontes, conhecida como categorização temática[49], as quais foram adotadas nesta análise.

Para isso foi realizada a pesquisa na base de dados eletrônicos *Scopus*, Periódico da CAPES e *Lens*. Em todas as plataformas foi limitado o período de 2020 ao mês de abril de 2024 com o intuito de conceder informações atualizadas.

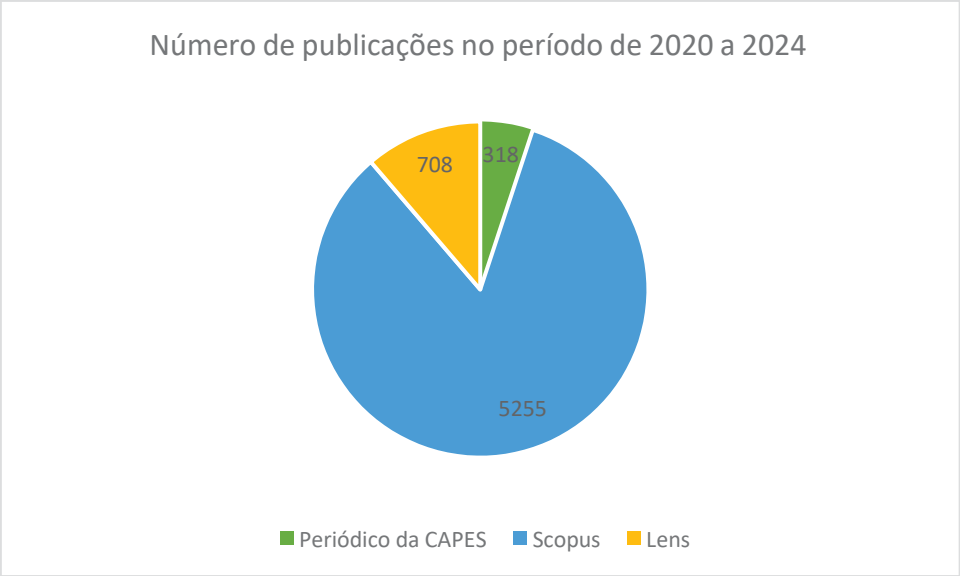
A palavra-chave pesquisada foi "*circular economy and urban solid waste management*", que em português significa "economia circular e gestão de resíduos sólidos urbanos". Na pesquisa, a palavra-chave foi adaptada para ser procurada como "*Circular AND (economy AND (urban AND (solid AND (waste AND management))))*". O idioma escolhido foi o Inglês, pois não houve uma busca significativa em língua portuguesa para obter uma compreensão quantitativa dos resultados nas plataformas disponíveis.

No GRÁFICO 10 é apresentado o número de publicações encontradas sobre o tema de economia circular e gestão de resíduos sólidos urbanos no período de 2020 ao mês de abril de 2024. Cada barra representa o resultado da quantidade de publicações para cada plataforma da base de dados, *Scopus*, Periódico da CAPES e *Lens*.

---

[49] É um método de classificação que agrupa itens com base em seus temas ou assuntos subjacentes, em vez de suas características físicas ou estruturais, os itens são agrupados de acordo com os conceitos, ideias ou tópicos que abordam (Strauss e Corbin, p.195, 2008).

GRÁFICO 10 - NÚMERO DE PUBLICAÇÕES ENTRE O PERÍODO DE 2020 A 2024.



FONTE: A autora (2024).

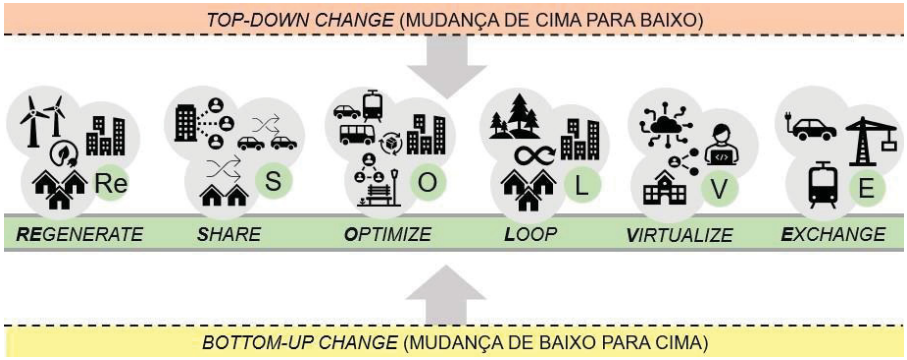
A partir da análise do GRÁFICO 10 pode-se ter uma visão geral do volume de publicações relacionadas nas plataformas de busca eletrônicas Periódico da CAPES, *Scopus* e *Lens*, durante o período de 2020 ao mês de abril de 2024. Utilizando a palavra-chave "*Circular economy and urban solid waste management*", foi identificado um total de 5.255 publicações no *Scopus*, 708 publicações no *Lens* e 318 publicações na plataforma Periódico da CAPES. A soma total de publicações encontradas nas três plataformas foi de 6.281.

Vale lembrar que o total de 6.281 publicações representa um panorama geral disponível nas plataformas de pesquisa Periódico da CAPES, *Scopus* e *Lens*. A análise detalhada deste estado da arte foi realizada com uma seleção específica de 78 artigos que são descritos nos QUADROS 17, 18 e 19 sendo considerados os mais relevantes para os objetivos desta dissertação. Essa seleção das publicações não considerou repetições de artigos iguais e proporciona uma visão representativa e focalizada do estado da arte ao tema pesquisado.

Durante o curso da pesquisa do estado da arte, foi observado que o tema da economia circular era abordado de várias formas em cada publicação. Para facilitar a compreensão dos diferentes artigos, optou-se por classifica-los em três categorias principais conforme proposto por Joensuu *et al.*, (2020): Mudança de Cima para Baixo (*Top-Down Change*), que envolve iniciativas lideradas pelo setor público, privado e

governamental; Mudança de Baixo para Cima (*Bottom-up Change*), que abrange movimentos iniciados pela sociedade civil e movimentos sociais; e o método ReSOLVE que integra elementos tanto da Mudança de Cima para Baixo quanto de Mudança de Baixo para Cima, promovendo uma abordagem holística na análise e implementação de práticas relacionadas à economia circular. Na FIGURA 38 é representado os parâmetros de *Top-Down Change*, *Bottom-Up Change* e o método ReSOLVE.

FIGURA 38 - REPRESENTAÇÃO DOS PARÂMETROS DE *TOP-DOWN CHANGE*, *BOTTOM-UP CHANGE* E O MÉTODO ReSOLVE



FONTE: Autora (2024) adaptado de EMF (2015).

Para uma representação visual, a FIGURA 38 é ilustrada pelos aspectos do método ReSOLVE, os quais são discutidos no tópico 3.1.3 desta dissertação.

Como mencionado anteriormente, a pesquisa do estado da arte foi conduzida nas plataformas Periódico da CAPES, *Scopus* e *Lens*. Para cada uma dessas plataformas, os dados foram compilados em quadros separados (QUADROS 17, 18 e 19), detalhando informações como tipologia do artigo, título, autor, ano de publicação e um resumo conciso. Além disso, para facilitar a análise do estado da arte dos diferentes enfoques abordados pelos artigos, foi elaborado o QUADRO 16, que categoriza os estudos de acordo com três tipos de mudança: Mudança de Cima para Baixo (*Top-Down Change*), Mudança de Baixo para Cima (*Bottom-Up Change*) e o método ReSOLVE.

No QUADRO 16 é apresentado a tipologia dos artigos com base nas informações obtidas durante a leitura e resumo de cada pesquisa dos QUADROS 17, 18 e 19.

QUADRO 16 - TIPOLOGIA DOS PARÂMETROS DE *TOP-DOWN CHANGE*, *BOTTOM-UP CHANGE* E O MÉTODO RESOLVE.

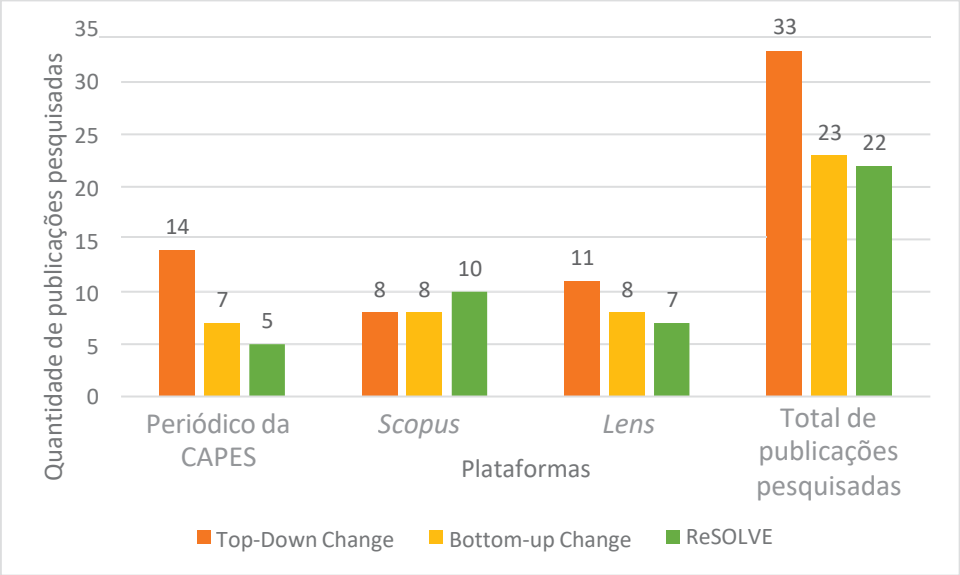
Tipo de Mudança	Característica	Exemplos
Top-Down Change (mudança de cima para baixo)	Estratégias lideradas por instituições governamentais e políticas, com colaboração de governos locais e parcerias público-privadas, visando o desenvolvimento sustentável e a promoção de mercados facilitadores.	Implementação de políticas governamentais para o desenvolvimento sustentável; Projetos de parcerias público-privadas para incentivar práticas sustentáveis.
Bottom-up Change (mudança de baixo para cima)	Iniciativas lideradas por inovações e movimentos sociais da sociedade civil, com ações descentralizadas e participativas, envolvendo organizações, empresas e comunidades em atividades empreendedoras com o objetivo de transitar para uma economia circular.	Movimentos sociais que promovem práticas sustentáveis em comunidades locais; Inovações empreendedoras para reciclagem e reutilização de materiais.
Método ReSOLVE	Caracteriza parâmetros práticos para *top-down change* e *bottom-up change*.	Desenvolvimento de metodologias específicas para implementar mudanças de cima para baixo e de baixo para cima em direção a uma economia circular.

FONTE: A autora (2024) apud Joensuu *et al.*, (2020).

No QUADRO 16 é apresentado os parâmetros da Mudança de Cima para Baixo (*Top-Down Change*), a Mudança de Baixo para Cima (*Bottom-Up Change*) e o método ReSOLVE como já foram citados. Para complementar, no QUADRO 16 é apresentado exemplos práticos de cada parâmetro.

Após a coleta e análise dos artigos apresentados nos QUADROS 17, 18 e 19, foram identificados um total de 78 artigos que foram lidos, resumidos e classificados conforme os critérios estabelecidos no QUADRO 16. No GRÁFICO 11 é apresentado o número de publicações encontradas em cada plataforma, categorizadas de acordo com a tipologia do método ReSOLVE.

GRÁFICO 11 - RESULTADO DO NÚMERO DE ARTIGOS DAS PLATAFORMAS CONFORME A TIPOLOGIA.



FONTE: A autora (2024).

Do total de 78 artigos analisados, 33 foram classificados na categoria Mudança de Cima para Baixo (*Top-Down Change*), 23 na categoria Mudança de Baixo para Cima (*Bottom-Up Change*) e 22 no método ReSOLVE, que incorpora características de ambas as abordagens. Esses resultados refletem a pesquisa conduzida pela autora desta dissertação para a análise do estado da arte sobre o tema da economia circular e a geração de resíduos sólidos urbanos.

Além disso, a revisão sistemática das publicações disponíveis nas plataformas Periódico da CAPES, Scopus e Lens demonstrou uma diversidade de perspectivas e metodologias empregadas pelos pesquisadores no campo. Essa variedade não somente enriquece o debate acadêmico, mas também oferece insights valiosos para formuladores de políticas, empresas e comunidades interessadas em adotar práticas mais sustentáveis na gestão de RSU.

Como contribuição significativa para o campo, esta pesquisa mapeou não só o estado atual do conhecimento, como identificou lacunas que merecem atenção futura. A continuidade desses estudos pode aprimorar ainda mais a compreensão das dinâmicas entre economia circular, gestão de resíduos e sustentabilidade urbana, incentivando avanços práticos e teóricos na área.

QUADRO 17 - RELAÇÃO DE ARTIGOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA PERIÓDICO DA CAPES NO PERÍODO DE 2020 AO MÊS DE ABRIL DE 2024 CLASSIFICADOS CONFORME TIPOLOGIA.

Tipologia	Material	*Title*	Tradução do Título	Autor	Ano	Plataforma	Resumo Conciso
Top-Down Change	Artigo	*Current and Future Professional Insights on Cooperation towards Circular Economy Adoption*	Percepções profissionais atuais e futuras sobre cooperação para a adoção da economia circular	PALAFOX-ALCANTAR, P. G., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Este estudo examina a cooperação entre as partes interessadas na transição para uma economia circular, focando na gestão de resíduos sólidos urbanos em Birmingham, Reino Unido. A pesquisa envolveu 101 estudantes de mestrado em sustentabilidade urbana e 27 empresas de materiais sustentáveis alternativos. Os resultados destacam a importância da cooperação das partes interessadas para facilitar essa transição. Embora haja alta conscientização e disposição para cooperação, as práticas atuais nem sempre estão alinhadas com os princípios da economia circular. No entanto, há perspectivas encorajadoras entre as partes interessadas em relação ao desenvolvimento desse modelo, apesar das diferenças percebidas nos benefícios e custos.
Top-Down Change	Artigo	*Sustainable metropolitan areas perspectives through assessment of the existing waste management strategies*	Perspectivas de áreas metropolitanas sustentáveis através da avaliação das estratégias existentes de gestão de resíduos	VARDOPOULOS, I., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Analisa a gestão de resíduos sólidos em três grandes municípios da região metropolitana de Atenas, na Grécia, usando um modelo de avaliação. Ele constata uma redução dos resíduos ao longo dos anos, sugerindo uma tendência de queda consistente com a renda *per capita* devido à austeridade econômica. Os resultados podem orientar políticas para atingir metas de economia circular e sustentabilidade.
Top-Down Change	Artigo	*Nature-Based Units as Building Blocks for Resource Recovery Systems in Cities*	Unidades Baseadas na Natureza como Blocos de Construção para Sistemas de Recuperação de Recursos nas Cidades	VAN HULLEBUSCH, E. D., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Este artigo de revisão analisa a gestão de recursos sólidos e líquidos nas cidades, com foco na economia circular. Descreve os fluxos de recursos urbanos e apresenta soluções baseadas na natureza (NBS) e unidades de suporte (SU) para recuperar recursos. Estuda casos existentes, destacando unidades NBS para recuperação de recursos, fluxos de resíduos sólidos e líquidos, e SU para melhorar a qualidade dos fluxos. Avalia a eficiência desses sistemas, ressaltando a importância da infraestrutura e tecnologia de tratamento. Discute os desafios atuais na implementação da economia circular.
Top-Down Change	Artigo	*Urban and industrial symbiosis for circular economy: Total EcoSite Integration*	Simbiose urbana e industrial para a economia circular: Integração Total do EcoSite	FAN, Y. V., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Descreve uma extensão da Análise *Pinch*, chamada de Integração Total do Processo do Local, aplicada ao contexto da economia circular. Destaca a importância da análise de resíduos sólidos para promover a simbiose urbana e industrial. Uma metodologia baseada em *clusters* é utilizada para identificar soluções integradas, com resultados promissores em um estudo de caso. A abordagem proposta aumenta a energia recuperada dos resíduos sólidos e desvia resíduos do aterro, contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos.

Top-Down Change	Artigo	*Sustainability and the circular economy: A theoretical approach focused on e-waste urban mining*	Sustentabilidade e economia circular: uma abordagem teórica focada na mineração urbana de lixo eletrônico	XAVIER, L. H., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Destaca a importância da economia circular (CE), que se baseia na reutilização e recirculação de produtos e materiais para reduzir a demanda por recursos naturais e criar empregos. Explora como a mineração urbana e técnicas de reciclagem podem ser utilizadas na gestão de resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (e-lixo), promovendo uma abordagem mais sustentável para explorar recursos minerais e estimulando a circularidade na cadeia de suprimentos.
Top-Down Change	Artigo	*The circular economy of waste: recovery, incineration and urban reuse*	A economia circular dos resíduos: valorização, incineração e reutilização urbana	SAVINI, F.	2021	Periódico da CAPES	O artigo analisa como os serviços de gestão de resíduos estão se transformando em resposta aos programas de economia circular, focando nos setores de reciclagem, incineração e reutilização de resíduos urbanos. Com base em uma análise empírica na região metropolitana de Amsterdã, nos Países Baixos, destaca três pontos principais: a globalização e dependência crescente das corporações de recuperação de resíduos, o papel central, porém incerto, das instalações de incineração e o surgimento de um mercado de reutilização de materiais impulsionado pela economia circular. O texto conclui alertando para o risco de as mudanças nos mercados de resíduos tornarem as economias ainda mais dependentes do consumo e produção desperdiçadores.
Top-Down Change	Artigo	*Integrating Circular Bioeconomy and Urban Dynamics to Define an Innovative Management of Bio-Waste: The Study Case of Turin*	Integrando Bioeconomia Circular e Dinâmica Urbana para Definir Gestão Inovadora de Biorresíduos: O Estudo de Caso de Turim	TAFFURI, A., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Analisa o potencial da bioeconomia circular (BEC) para melhorar o tratamento dos resíduos orgânicos em áreas urbanas, utilizando a Cidade Metropolitana de Turim como estudo de caso. Destaca-se a insuficiência da capacidade de tratamento atual da fração orgânica de resíduos sólidos municipais (FORS) e propõe-se uma abordagem alternativa descentralizada com uma planta de digestão anaeróbica. O artigo também discute projetos relacionados à BEC e identifica atores-chave para viabilizar essas iniciativas. Essas propostas podem inspirar políticas locais de gestão de resíduos e alimentação, promovendo uma abordagem mais sustentável para a cidade de Turim.
Top-Down Change	Artigo	*FROM THE SANITARY CITY TO THE CIRCULAR CITY? Technopolitics of Wastewater Restructuring in Los Angeles, California*	DA CIDADE SANITÁRIA À CIDADE CIRCULAR? Tecnopolítica da reestruturação de águas residuais em Los Angeles, Califórnia	MEILINGER, V. e MONSTADT, J.	2022	Periódico da CAPES	O artigo examina os fluxos de águas residuais em Los Angeles e como as lutas por políticas de reciclagem e reutilização se chocam com infraestruturas existentes e dinâmicas políticas e geográficas urbanas. Engenheiros buscam aumentar a reciclagem de águas residuais, mas as mudanças são limitadas pelas estruturas e geografias urbanas existentes, marginalizando outras vozes e dificultando mudanças progressivas. O estudo destaca quatro dimensões da "*technopolitics*" da reestruturação de águas residuais em Los Angeles e argumenta que práticas de infraestrutura inovadoras são altamente políticas.

Top-Down Change	Artigo	*Transformation of Solid Waste Management in China: Moving towards Sustainability through Digitalization-Based Circular Economy*	Transformação da Gestão de Resíduos Sólidos na China: Rumo à Sustentabilidade através da Economia Circular Baseada na Digitalização	KURNIAWAN, T. A., *et al.*	2022	Periódico da CAPES	Na China, o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos é uma grande preocupação ambiental. Este artigo avalia o progresso recente na gestão desses resíduos e destaca a importância da digitalização para impulsionar práticas sustentáveis, como prevenção, redução, reutilização e reciclagem. A implementação eficaz dessas medidas promove a cooperação entre governo e setor privado, cria empregos e conserva recursos. O estudo visa facilitar a transição para uma economia circular na gestão de resíduos na China.
Top-Down Change	Artigo	*Use of dirty plastic waste as precursors for activated carbon production—A contribution to the circular economy*	Utilização de resíduos plásticos sujos como precursores para a produção de carvão ativado – Uma contribuição para a economia circular	CANSADO, I. P. P., *et al.*	2022	Periódico da CAPES	Descreve a produção de carvões ativados a partir de resíduos plásticos sujos, incluindo aqueles provenientes do tratamento de resíduos sólidos urbanos e plásticos descartáveis. Essa abordagem inovadora contribui para a economia circular ao valorizar resíduos plásticos normalmente destinados a aterros. Os carvões ativados foram produzidos por ativação física ou química e mostraram eficácia na remoção de compostos químicos da água, como o ácido 2,4-diclorofenoxiacético e o ácido 4-cloro-2-metil-fenoxiacético.
Top-Down Change	Artigo	*The Urban-Industrial metabolism: contribution of waste recycling to the circular economy objectives within the construction sector*	O metabolismo Urbano-Industrial: contributo da reciclagem de resíduos para os objetivos da economia circular no setor da construção	KOMKOVA, A. e HABERT, G.	2023	Periódico da CAPES	Discute a urgência na redução das emissões de gases de efeito estufa no setor da construção, destacando o potencial dos materiais ativados por álcalis para utilizar resíduos urbanos na produção de concreto. Analisa o uso de resíduos, como cinzas de incineração e resíduos de renovação de edifícios, e propõe cenários otimizados de reciclagem por meio de métodos geoespaciais e Avaliação de Ciclo de Vida. Esses cenários mostram significativas reduções nas emissões de gases de efeito estufa e nos custos, contribuindo para as metas de redução de carbono da Suíça até 2030.
Top-Down Change	Artigo	*Urban mining of municipal solid waste incineration (MSWI) residues with emphasis on bioleaching technologies: a critical review*	Mineração urbana de resíduos da incineração de resíduos sólidos urbanos (RSU) com ênfase em tecnologias de biolixiviação: uma revisão crítica	FUNARI, V., *et al.*	2023	Periódico da CAPES	Aborda a importância dos metais na vida cotidiana, destacando sua finitude e o impacto ambiental da mineração. Propõe a recuperação sustentável de metais a partir de resíduos, como cinzas de incineração de resíduos sólidos municipais (MSWI), por meio da biotecnologia. Explora três linhas de discussão: caracterização de materiais MSWI, processos de reciclagem e recuperação de metais atualmente disponíveis e processos assistidos por micro-organismos para reciclagem e recuperação de metais. Conclui que a biotecnologia tem potencial para a recuperação de recursos em cadeias de tratamento de resíduos, contribuindo para a economia circular.
Top-Down Change	Artigo	*Projection, potential and managerial alternatives for solid waste management in municipal consortia*	Projeção, potencial e alternativas gerenciais para gestão de resíduos sólidos em consórcios municipais	LOPES, E. R. N. e SILVA, M. V.	2023	Periódico da CAPES	Buscou desenvolver um sistema intermunicipal para a gestão integrada de resíduos sólidos na região da Costa do Descobrimento, na Bahia, Brasil, envolvendo oito municípios. Foram realizadas avaliações qualitativas e quantitativas dos resíduos gerados, projeções populacionais e análises espaciais para definir arranjos adequados. Os resultados mostraram a necessidade de iniciativas de gestão de resíduos e propuseram dois arranjos intermunicipais otimizados, sendo

							a parceria público-privada a opção mais viável em termos financeiros e operacionais.
Top-Down Change	Artigo	*Development of the Circular Economy Design Guidelines for the Australian Built Environment Sector*	Desenvolvimento das Diretrizes de Design de Economia Circular para o Setor Australiano de Ambiente Construído	ZAMAN, A., *et al.*	2023	Periódico da CAPES	O estudo propõe diretrizes específicas para a indústria da construção na Austrália visando alcançar os objetivos da economia circular (CE) ao revisar práticas atuais e identificar barreiras e facilitadores. As diretrizes, baseadas em temas como circularidade, gestão de recursos e inovação, buscam preencher lacunas na gestão de resíduos da construção e demolição (C&D), possibilitando a manutenção de produtos e materiais em uso por mais tempo e a regeneração de sistemas naturais. Futuras pesquisas devem focar na medição das reduções de emissões relacionadas às estratégias propostas.
Bottom-up Change	Artigo	*Reforming MSWM in Sukunan (Yogjakarta, Indonesia): A case-study of applying a zero-waste approach based on circular economy paradigm*	Reformando a GRSU em Sukunan (Yogjakarta, Indonésia): Um estudo de caso de aplicação de uma abordagem de desperdício zero baseada no paradigma da economia circular	KURNIAWAN, T. A., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Discute a gestão de resíduos sólidos municipais (RSM) na Indonésia, destacando a necessidade de abordagens econômicas para lidar com o problema. Um estudo de caso em Sukunan mostra como a comunidade local promove a redução de resíduos por meio da separação e reciclagem, resultando em benefícios econômicos e ambientais. Propõe-se a integração de práticas de economia circular na gestão de resíduos para promover mudanças positivas na política ambiental e na regulamentação de resíduos na Indonésia, visando uma transição nacional para uma economia circular a longo prazo.
Bottom-up Change	Artigo	*From urban waste to urban farmers: Can we close the agriculture loop within the city bounds?*	Dos resíduos urbanos aos agricultores urbanos: podemos fechar o ciclo agrícola dentro dos limites da cidade?	MACHADO, R. C. e CUNHA, S. K.	2022	Periódico da CAPES	Discute os desafios da gestão de resíduos sólidos municipais em Curitiba, Brasil, e como a compostagem descentralizada pelo Programa de Agricultura Urbana enfrenta obstáculos culturais. Apesar dos esforços, há dificuldades em promover a prática de compostagem, evidenciando a necessidade de abordagens *bottom-up* e apoio técnico para os praticantes.
Bottom-up Change	Artigo	*Plastic Pollution, Waste Management Issues, and Circular Economy Opportunities in Rural Communities*	Poluição Plástica, Questões de Gestão de Resíduos e Oportunidades de Economia Circular em Comunidades Rurais	MIHAI, F. C., *et al.*	2022	Periódico da CAPES	Aborda os desafios de poluição ambiental em áreas rurais devido a atividades industriais e agrícolas, destacando a falta de estudos sobre poluição plástica nessas regiões. Propõe uma análise das consequências da poluição plástica nas comunidades rurais, sua origem e sugere a implementação de estratégias de gestão de resíduos alinhadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Conclui enfatizando a importância de envolver as comunidades rurais na pesquisa sobre poluição plástica e em iniciativas de economia circular para enfrentar os desafios ambientais e de saúde pública nessas áreas.

Bottom-up Change	Artigo	*Global review of human waste-picking and its contribution to poverty alleviation and a circular economy*	Revisão global da recolha humana de resíduos e a sua contribuição para a redução da pobreza e para uma economia circular	MORAES, J., *et al.*	2022	Periódico da CAPES	Aborda o papel crucial dos catadores de lixo em todo o mundo, destacando sua contribuição para a reciclagem e a economia circular, especialmente em países em desenvolvimento. Apesar disso, as condições de vida e trabalho desses trabalhadores muitas vezes são precárias e perigosas. O estudo revisa a literatura sobre o tema, enfocando as condições dos catadores, os desafios que enfrentam e a discussão sobre sua formalização no setor de gestão de resíduos sólidos municipais. Embora a formalização possa trazer melhorias significativas, as políticas nesse sentido variam amplamente e nem sempre oferecem os benefícios esperados.
Bottom-up Change	Artigo	*Getting to the bottom of food waste: identifying obstacles to effective circular economy practices in a Thai semi-urban context*	Chegando ao fundo do desperdício alimentar: identificando obstáculos a práticas eficazes de economia circular num contexto semi-urbano tailandês	RADO, I.	2022	Periódico da CAPES	Em 2016, a Tailândia implementou um plano nacional para melhorar a gestão de resíduos sólidos, visando maior cooperação entre diversos interessados. Apesar do aumento na reciclagem de resíduos sólidos municipais (RSM), grande parte ainda é despejada em aterros ou queimada. O foco deste estudo é entender por que os resíduos alimentares têm menor circularidade que outros materiais e identificar obstáculos para atingir o potencial de zero resíduos. Baseado em dados de 404 domicílios, o estudo oferece recomendações para aumentar a eficácia da recuperação de resíduos alimentares, sugerindo um foco maior em estratégias de redução de resíduos domésticos.
Bottom-up Change	Artigo	*Empowering the informal sector in urban waste management: Towards a comprehensive waste management policy for India*	Capacitar o setor informal na gestão de resíduos urbanos: Rumo a uma política abrangente de gestão de resíduos para a Índia	KALA, K. e BOLIA, N. B.	2024	Periódico da CAPES	Destaca o papel crucial do setor informal na gestão de resíduos em áreas urbanas de países em desenvolvimento, como a Índia, apontando para suas contribuições financeiramente sustentáveis e geradoras de emprego. Ressalta a necessidade de reconhecer e apoiar esse setor, propondo recomendações e um esboço para uma nova Política Abrangente de Gestão de Resíduos (PAGM). A política proposta enfatiza cinco atributos-chave, incluindo treinamento, integração comunitária e tomada de decisão baseada em dados. Essas medidas visam alcançar uma gestão de resíduos sustentável e eficaz, promovendo a dignidade humana e a proteção ambiental.
Bottom-up Change	Artigo	*Urbanization and solid waste production: prospects and challenges*	Urbanização e produção de resíduos sólidos: perspectivas e desafios	VOUKALLI, I., *et al.*	2024	Periódico da CAPES	Aborda o impacto da rápida urbanização em cidades costeiras, destacando os desafios ambientais e sociais resultantes desse processo. Destaca a importância de compreender a relação entre as cidades e o meio ambiente, especialmente em relação às mudanças climáticas e ao consumo de recursos naturais. Além disso, menciona o crescente interesse na economia circular como uma alternativa ao modelo de produção e consumo atual. O estudo propõe uma análise dos resíduos como um indicador para avaliar o metabolismo de uma região insular, revelando a correlação entre densidade populacional, atividade turística e volume de resíduos produzidos. Essas descobertas podem ser aplicáveis em outras cidades com características semelhantes, oferecendo *insights* sobre os desafios enfrentados na gestão de resíduos urbanos.

ReSOLVE	Artigo	*Transition to circular economy in Brazil: A look at the municipal solid waste management in the state of São Paulo*	Transição para economia circular no Brasil: um olhar sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo	PAES, M. X., *et al.*	2021	Periódico da CAPES	Este estudo avalia como melhorias nos sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos (MSWMS) podem impulsionar a transição para a economia circular (CE) em áreas urbanas, propondo ações e diretrizes para políticas públicas. Realizado em três municípios de São Paulo, envolveu diagnóstico, cenários positivos de CE, e análise dos benefícios econômicos e ambientais. Os resultados indicam que, em países em desenvolvimento como o Brasil, políticas e práticas de gestão podem impulsionar essa transição, incluindo a integração do setor informal de reciclagem, serviços de reparo e compostagem local. Isso requer apoio legal, financeiro, treinamento e coordenação entre diferentes níveis de governo e políticas setoriais.
ReSOLVE	Artigo	*Circular economy strategy and waste management: a bibliometric analysis in its contribution to sustainable development, toward a post-COVID-19 era*	Estratégia de economia circular e gestão de resíduos: uma análise bibliométrica na sua contribuição para o desenvolvimento sustentável, rumo a uma era pós-COVID-19	NEGRETE-CARDODO, M., *et al.*	2022	Periódico da CAPES	Descreve uma análise bibliométrica de 416 documentos sobre economia circular e gestão de resíduos de 2007 a 2020. Os resultados mostram um aumento na produção científica, destacando países como Itália, Espanha, Reino Unido, China, Brasil e Índia. As principais áreas de pesquisa incluem valor calorífico de resíduos sólidos municipais, tecnologias de energia a partir de resíduos e políticas de economia circular. As tendências indicam uma mudança para abordagens mais centradas na gestão de resíduos e reciclagem. O estudo destaca a importância das políticas abrangentes em economia circular para enfrentar desafios ambientais e promover uma recuperação verde pós-pandemia de COVID-19.
ReSOLVE	Artigo	*Municipal Solid Waste Collection and Haulage Modeling Design for Lahore, Pakistan: Transition toward Sustainability and Circular Economy*	Coleta Municipal de Resíduos Sólidos e Projeto de Modelagem de Transporte para Lahore, Paquistão: Transição para Sustentabilidade e Economia Circular	IQBAL, A., *et al.*	2022	Periódico da CAPES	Discute a gestão de resíduos sólidos em países de baixa renda, como o Paquistão, onde a coleta eficiente é um desafio. Propõe-se uma ferramenta chamada HMAFH para melhorar a coleta de resíduos urbanos, adaptada às condições locais. Testada em Lahore, a ferramenta mostrou recuperação de materiais de até 33%, economizando 26% no combustível. As intervenções propostas podem impulsionar uma transição para uma economia circular, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa em até 1.604.019 toneladas de CO_2 equivalente por ano.
ReSOLVE	Artigo	*Circular Economy Management of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) in Italian Urban Systems: Comparison and Perspectives*	Gestão da Economia Circular de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) em Sistemas Urbanos Italianos: Comparação e Perspectivas	GHISELLINI, P., *et al.*	2023	Periódico da CAPES	O estudo analisa a coleta e reciclagem de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (REEE) na Itália, usando dados nacionais e regionais, juntamente com entrevistas com partes interessadas na região da Campânia. Identifica obstáculos como baixa conscientização e confiança limitada nos administradores, e impulsionadores como programas educacionais e incentivos econômicos. Destaca a necessidade de melhorias na gestão de REEE para prevenir perdas de recursos valiosos e impactos ambientais negativos.

ReSOLVE	Artigo	*Advancing the Application of a Multidimensional Sustainable Urban Waste Management Model in a Circular Economy in Mexico City*	Avançando na aplicação de um modelo multidimensional sustentável de gestão de resíduos urbanos em uma economia circular na Cidade do México	NIEVES, J. A., *et al.*	2023	Periódico da CAPES	Aborda o desafio da gestão eficaz de resíduos sólidos urbanos (RSU) para alcançar a sustentabilidade, especialmente em áreas urbanas. Destaca a necessidade de uma abordagem multidimensional e de longo prazo, promovendo a circularidade por meio de práticas de redução, reutilização, reciclagem e disposição adequada de resíduos. Apresenta o modelo m-SWM4Cities como uma ferramenta para gestão sustentável de resíduos urbanos, destacando sua aplicação na Cidade do México e enfatizando a importância do monitoramento de indicadores para melhorar as práticas de gestão de resíduos.

FONTE: Autora (2024).

QUADRO 18 - RELAÇÃO DE ARTIGOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA *SCOPUS* NO PERÍODO DE 2020 AO MÊS DE ABRIL DE 2024 CLASSIFICADOS CONFORME TIPOLOGIA.

Tipologia	Material	*Title*	Tradução do Título	Autor	Ano	Plataforma	Resumo Conciso
Top-Down Change	Artigo	*Innovation designs of industry 4.0 based solid waste management: Machinery and digital circular economy*	Projetos inovadores de gestão de resíduos sólidos baseados na indústria 4.0: máquinas e economia circular digital	CHEAH, C. G, *et al.*	2022	*Scopus*	Aborda o potencial das tecnologias da Indústria 4.0 para melhorar o gerenciamento de resíduos sólidos, enfatizando a economia circular. Ele destaca o uso de tecnologias como aprendizado de máquina, inteligência artificial e identificação por radiofrequência para automatizar a segregação de resíduos e melhorar a eficiência. A revisão identifica oportunidades promissoras, mas ressalta a necessidade de uma abordagem mais integrada e abrangente para otimizar todos os processos dentro da cadeia de gerenciamento de resíduos sólidos.
Top-Down Change	Artigo	*Municipal solid waste management (MSWM) in Brazil: Drivers and best practices towards to circular economy based on European Union and BSI*	Gestão de resíduos sólidos municipais (GRSU) no Brasil: motivadores e melhores práticas para a economia circular com base na União Europeia e no BSI	REBEHY, P. C. P. W., *et al.*	2023	*Scopus*	Aborda a influência de políticas públicas e infraestrutura no gerenciamento de resíduos sólidos municipais para promover uma economia circular. Identifica fatores que afetam a recuperação de materiais e melhores práticas em municípios brasileiros, comparando sua conformidade com a legislação nacional e diretrizes europeias. A pesquisa revela que, embora as práticas municipais atendam em grande parte à legislação brasileira, há lacunas significativas em relação aos padrões europeus, especialmente na fase final de disposição de resíduos. Isso sugere a necessidade de medidas para fortalecer a economia circular no Brasil.
Top-Down Change	Artigo	*Towards a circular economy for construction and demolition waste management in China: Critical success factors*	Rumo a uma economia circular para a gestão de resíduos de construção e demolição na China: fatores críticos de sucesso	MA, W., *et al.*	2023	*Scopus*	Aborda o aumento dos resíduos de construção e demolição na China devido à urbanização rápida e destaca a inadequação da economia linear do país para lidar com esses resíduos. O estudo busca identificar fatores críticos de sucesso para uma economia circular no gerenciamento desses resíduos, destacando oito fatores-chave, como melhoria da qualidade dos materiais secundários e incentivos para sua utilização. Esses resultados fornecem insights importantes para desenvolver uma economia circular eficaz no contexto do gerenciamento de resíduos de construção e demolição na China.

Top-Down Change	Artigo	*Emerging technologies and sustainable strategies for municipal solid waste valorization: Challenges of circular economy implementation*	Tecnologias emergentes e estratégias sustentáveis para valorização de resíduos sólidos urbanos: Desafios da implementação da economia circular	AMBAYE, T. G., *et al.*	2023	*Scopus*	Discute os desafios ambientais decorrentes do aumento da urbanização e industrialização, que resultam na acumulação de grandes quantidades de resíduos sólidos municipais (RSM). Destaca-se a importância da economia circular para maximizar o uso de recursos dos RSM, abordando os desenvolvimentos tecnológicos recentes para valorizar esses resíduos em produtos químicos e energia valiosos. O artigo também analisa os potenciais impactos econômicos, ambientais e de saúde dessa abordagem, além de discutir perspectivas futuras e desafios para sua implementação em larga escala.
Top-Down Change	Artigo	*Strategic approach towards sustainability by promoting circular economy-based municipal solid waste management system - A review*	Abordagem estratégica para a sustentabilidade através da promoção de um sistema de gestão de resíduos sólidos municipais baseado na economia circular - Uma revisão	SONDH, S., *et al.*	2024	*Scopus*	Destaca o aumento global de resíduos urbanos devido ao crescimento populacional e urbanização rápida, propondo a economia circular como solução. Enfatiza a importância de reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar materiais, além de discutir infraestruturas, políticas e benefícios econômicos, sociais e ambientais da economia circular na gestão de resíduos. Reconhece empresas globais que adotam esse modelo e oferece insights sobre como promover a sustentabilidade por meio da reciclagem e reutilização de materiais. O estudo visa trazer prosperidade e harmonia à sociedade.
Top-Down Change	Artigo	*A systematic review of the factors – Barriers, drivers, and technologies – Affecting e-waste urban mining: On the circular economy future of developing countries*	Uma revisão sistemática dos fatores – Barreiras, motivadores e tecnologias – Afetando a mineração urbana de lixo eletrônico: Sobre o futuro da economia circular dos países em desenvolvimento	ERDIAW-KWASIE, M. O., *et al.*	2024	*Scopus*	Destaca a crescente utilização de resíduos eletrônicos como matérias-primas secundárias em países em desenvolvimento, por meio de técnicas de mineração urbana. Apesar dos avanços nesse campo, ainda há falta de estudos abordando as barreiras, impulsionadores e tecnologias relacionadas. A revisão sistemática de 45 artigos examina esses aspectos, enfatizando a importância de melhorias em tecnologias sustentáveis, regulamentações e políticas para promover práticas sustentáveis de mineração urbana nos países em desenvolvimento.
Top-Down Change	Artigo	*Green loops and clean skies: Optimizing municipal solid waste management using data science for a circular economy*	*Loops* verdes e céus limpos: Otimizando a gestão de resíduos sólidos municipais usando ciência de dados para uma economia circular	MUNIR, M. T., *et al.*	2024	*Scopus*	Discute a integração da ciência de dados no gerenciamento de resíduos sólidos municipais (RSU), destacando oportunidades e desafios. Ele aborda a necessidade de abordagens transparentes e inclusivas, sugerindo o uso de modelos de ciência de dados mais transparentes. O texto enfatiza a importância de desenvolver soluções específicas para os desafios do gerenciamento de RSU e de adaptar políticas às mudanças tecnológicas. Conclui incentivando as partes interessadas a se envolverem em uma aprendizagem contínua e colaborativa para transformar os paradigmas de gestão de resíduos.

Top-Down Change	Artigo	*Sustainable urban development: Evaluating the potential of mineral-based construction and demolition waste recycling in emerging economies*	Desenvolvimento urbano sustentável: Avaliando o potencial da reciclagem de resíduos de construção e demolição de base mineral nas economias emergentes	HAITHERALI, H. e G. A.	2024	*Scopus*	Discute a ameaça representada pela disposição ilegal de resíduos de construção e demolição (RCD) para a reciclagem e o meio ambiente. Um estudo de caso em uma cidade indiana revela várias causas para as baixas taxas de reciclagem, incluindo a falta de fiscalização das políticas, custos elevados e falta de conscientização. Para promover a reciclagem e avançar nos objetivos de desenvolvimento sustentável, são necessárias a conscientização dos *stakeholders*, uma plataforma de negociação centralizada e sistemas integrados de gestão de resíduos.
Bottom-up change	Artigo	*Analysis of urban agriculture solid waste in the frame of circular economy: Case study of tomato crop in integrated rooftop greenhouse*	Análise de resíduos sólidos da agricultura urbana no âmbito da economia circular: estudo de caso da cultura do tomate em estufa integrada na cobertura	MANRÍQUEZ-ALTAMIRANO, A., *et al.*	2020	*Scopus*	Aborda o potencial das estufas verdes integradas em telhados (i-RTG) na agricultura urbana e a questão da gestão dos resíduos sólidos (RS) gerados por elas. Ele destaca a importância de aproveitar a biomassa dos resíduos de i-RTG e propõe seu uso como substrato em cultivos experimentais de alface. Conclui-se que essa abordagem pode melhorar os benefícios ambientais das i-RTG e antecipar problemas futuros na gestão dos RS urbanos, promovendo uma visão de tratamento dos resíduos como subprodutos desde o início.
Bottom-up change	Artigo	*Designing circular economy-compliant municipal solid waste management charging schemes*	Projetar esquemas de cobrança de gestão de resíduos sólidos municipais compatíveis com a economia circular	FOGGIA, G. D. e BECCARELLO, M.	2023	*Scopus*	Descreve uma simulação de um esquema de cobrança com compartilhamento de ganhos para melhorar a circularidade na gestão de resíduos sólidos municipais. Comparado com esquemas de precificação unitária e padrão, o esquema de compartilhamento de ganhos demonstrou melhorar o desempenho ambiental e, em certas circunstâncias específicas, superar os outros esquemas, tornando-se a melhor opção de acordo com as características socioeconômicas e geográficas.
Bottom-up change	Artigo	*A framework for achieving a circular economy using the blockchain technology in a sustainable waste management system*	Uma estrutura para alcançar uma economia circular usando a tecnologia blockchain em um sistema sustentável de gestão de resíduos	CASTIGLIONE, A., *et al.*	2023	*Scopus*	Propõe uma nova abordagem para otimizar o gerenciamento de resíduos por meio da tecnologia *blockchain* em uma economia circular. Essa metodologia visa aumentar o monitoramento, reduzir os custos e incentivar a separação adequada de resíduos. Um sistema de *blockchain* é desenvolvido para controlar os resíduos urbanos, incluindo um mecanismo de recompensa para cidadãos que separam seus resíduos. Um modelo matemático é formulado para minimizar os custos envolvidos no processo. A transparência, rastreabilidade e integridade dos registros são fundamentais para promover a confiança entre os cidadãos e as autoridades responsáveis pelo gerenciamento de resíduos.

Bottom-up change	Artigo	*Co-processing paths of agricultural and rural solid wastes for a circular economy based on the construction concept of "zero-waste city" in China*	Caminhos de coprocessamento de resíduos sólidos agrícolas e rurais para uma economia circular baseada no conceito de construção de "cidade sem desperdício" na China	CONG, H., *et al.*	2023	*Scopus*	Descreve a importância do tratamento e utilização de resíduos sólidos agrícolas e rurais na China para promover o desenvolvimento agrícola de qualidade e melhorar o ambiente rural. Identifica as fontes e classifica os resíduos, destacando sua diversidade e características de coleta. Em seguida, apresenta os caminhos técnicos para o coprocessamento desses resíduos, incluindo a conversão em fertilizantes e energia, bem como a redução de volume. Três modelos principais são discutidos: fermentação para fertilizantes, pirólise/gaseificação/incineração para energia e tratamento integrado urbano-rural. O estudo estabelece estratégias para a utilização eficiente desses resíduos.
Bottom-up change	Artigo	*Management of solid waste by households at Nkayi growth point in Zimbabwe*	Gestão de resíduos sólidos pelas famílias no ponto de crescimento de Nkayi, no Zimbabué	DLAMINI, W. e ZIKHALI, W.	2024	*Scopus*	Descreve a situação do manejo de resíduos sólidos em Nkayi, no Zimbábue, destacando a falta de práticas eficazes e a ausência de conscientização sobre a economia circular. A pesquisa revela que a maioria dos residentes não pratica a segregação ou reciclagem de resíduos, e muitos veem o manejo de resíduos como responsabilidade exclusiva das autoridades locais. A transição para uma economia circular parece improvável devido à falta de leis locais e conscientização. Recomenda-se que a autoridade local forneça recipientes para separação de resíduos, invista em educação e conscientização, e elabore leis para promover práticas de economia circular.
Bottom-up change	Cap. de Livro	*Chapter 35 - From waste management to circular economy—The role of recycling in policy*	Capítulo 35 - Da gestão de resíduos à economia circular — O papel da reciclagem na política	WORRELL, E.	2024	*Scopus*	Discute a evolução dos objetivos da política de gestão de resíduos, passando de uma ênfase na redução de problemas sanitários para a diminuição do volume de resíduos e, mais recentemente, para a transição para uma economia circular. Destaca-se a importância da reciclagem nesse contexto, ressaltando a necessidade de adaptar seu papel para enfatizar não apenas a quantidade, mas também a qualidade dos materiais reciclados. Explora como a reciclagem se torna parte de um conjunto de oportunidades para otimizar a eficiência material e de recursos, exigindo ajustes na política de gestão de resíduos para atender a esses novos requisitos e alcançar uma sociedade mais sustentável.
Bottom-up change	Artigo	*Circular economy: A multilevel approach for natural resources and wastes under an agri-food perspective*	Economia circular: Uma abordagem multinível para recursos naturais e resíduos numa perspetiva agroalimentar	POMONI, D. I., *et al.*	2024	*Scopus*	Discute a importância da transição para uma economia circular na gestão de recursos e resíduos, destacando as práticas sustentáveis associadas a esse modelo. Ele aborda o papel da União Europeia e apresenta referências bibliográficas que destacam os benefícios e desafios da implementação da economia circular, especialmente no setor agroalimentar.

Bottom-up change	Artigo	*Systematic review on liquid organic waste (LOW) characteristics, processing technologies, and their potential applications: Towards circular economy and resource efficiency*	Revisão sistemática das características dos resíduos orgânicos líquidos (LOW), tecnologias de processamento e suas aplicações potenciais: Rumo à economia circular e à eficiência dos recursos	KUMARESWARAN, K., *et al.*	2024	*Scopus*	Discute a importância do gerenciamento eficiente de resíduos orgânicos líquidos (LOW) para lidar com desafios globais relacionados à acumulação de resíduos e impactos ambientais. Uma revisão sistemática de literatura foi realizada para analisar tecnologias e estratégias para o gerenciamento sustentável de LOW, destacando a necessidade de transição para uma economia circular. O estudo destaca a importância de tecnologias de processamento adequadas, como a digestão anaeróbica, e a necessidade de políticas e regulamentações abrangentes para promover práticas sustentáveis de gerenciamento de LOW.
ReSOLVE	Artigo	*Assessing efficiency of urban waste services and the role of tariff in a circular economy perspective: An empirical application for Italian municipalities*	Avaliação da eficiência dos serviços de resíduos urbanos e do papel das tarifas numa perspectiva de economia circular: uma aplicação empírica para municípios italianos	LOMBARDI, G. V., *et al.*	2021	*Scopus*	O estudo investiga a eficiência dos sistemas de resíduos urbanos em 78 grandes cidades italianas entre 2014 e 2018, considerando as metas de redução de resíduos e reciclagem da estratégia europeia de economia circular. Utilizando análise de dados DEA, descobriu-se que há diferenças significativas na eficiência entre as cidades, com maior eficiência no Norte e Centro. As cidades mais densamente povoadas e com taxas de idosos mais altas tendem a ser mais eficientes. A eficiência também é influenciada pela tarifa de serviços de resíduos e pelo método de coleta utilizado.
ReSOLVE	Artigo	*Enablers and barriers to implementation of circular economy in solid waste valorization: The case of urban markets in Anambra, Southeast Nigeria*	Facilitadores e barreiras à implementação da economia circular na valorização de resíduos sólidos: O caso dos mercados urbanos em Anambra, Sudeste da Nigéria	EZEUDU, O. B., *et al.*	2021	*Scopus*	Analisa a adoção da EC na gestão de resíduos sólidos urbanos em mercados urbanos de Anambra, Nigéria. Identifica facilitadores internos, como atividades informais de reciclagem e políticas de gestão de resíduos, e barreiras externas, como a falta de instalações modernas de disposição de resíduos. A análise destaca a necessidade de avanços na infraestrutura e políticas para a implementação efetiva da EC nos mercados urbanos nigerianos.
ReSOLVE	Artigo	*Sustainability transitions of urban food-energy-water-waste infrastructure: A living laboratory approach for circular economy*	Transições de sustentabilidade das infraestruturas urbanas de alimentos, energia e resíduos de água: uma abordagem de laboratório vivo para a economia circular	VALENCIA, A. *et al.*	2022	*Scopus*	Discute a necessidade de infraestruturas urbanas resilientes e sustentáveis diante dos diversos desafios enfrentados pelas áreas urbanas. Um modelo de dinâmica de sistemas é utilizado para analisar a interconexão entre os setores de alimentos, energia, água e resíduos em Orlando, Flórida. Quatro cenários são estudados, considerando os impactos das mudanças climáticas, políticas e uso da terra na gestão de resíduos. O modelo sugere que investir em energia renovável pode ajudar Orlando a se tornar mais sustentável e circular.

ReSOLVE	Artigo	*Perspective review on Municipal Solid Waste-to-energy route: Characteristics, management strategy, and role in circular economy*	Revisão de perspectiva sobre a rota de resíduos sólidos municipais para energia: características, estratégia de gestão e papel na economia circular	HOANG, A. T., *et al.*	2022	*Scopus*	Analisa a importância da gestão adequada dos Resíduos Sólidos Municipais (MSW) para minimizar impactos ambientais, adotando uma abordagem circular para sua utilização na produção de energia. Ele categoriza as tecnologias de MSW para energia em abordagens diretas e indiretas e destaca a necessidade de estabelecer critérios consistentes para avaliar essas tecnologias. Além disso, discute os indicadores econômicos e a importância do MSW na economia circular, propondo métodos para promover sua adoção industrial e abordar desafios de gestão de recursos e energia.
ReSOLVE	Artigo	*The sustainable development goals, urban mining, and the circular economy*	Os objetivos de desenvolvimento sustentável, a mineração urbana e a economia circular	JUNIOR, A. B. B., *et al.*	2023	*Scopus*	É uma revisão da literatura que examina a relação entre mineração urbana e os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Ele destaca a conexão entre a mineração urbana e a gestão de resíduos eletrônicos em relação às metas dos ODS para cidades sustentáveis. A pesquisa mostra como certos ODS podem orientar políticas de gestão para abordagens mais amplas e sistêmicas. Enfatiza-se a importância do engajamento social e da abordagem interdisciplinar para alcançar essas metas. O estudo identificou uma forte conexão com algumas metas dos ODS e uma conexão limitada com outras.
ReSOLVE	Artigo	*The circular economy in the construction and demolition waste management: A comparative analysis in emerging and developed countries*	A economia circular na gestão de resíduos de construção e demolição: uma análise comparativa em países emergentes e desenvolvidos	SOTO-PAZ, J., *et al.*	2023	*Scopus*	O estudo analisa a gestão de resíduos de construção e demolição (RCDs), que representam uma parcela significativa dos resíduos sólidos gerados globalmente. A pesquisa identifica lacunas entre países desenvolvidos e emergentes na literatura sobre o tema. Enquanto os países desenvolvidos focam em aspectos como estimativa de recursos, impacto ambiental e viabilidade econômica, os emergentes concentram-se mais em propostas de gestão e alternativas de reciclagem. O ecodesign é destacado como uma estratégia-chave para reduzir os RCDs, promovendo a simbiose industrial e a sustentabilidade na construção.
ReSOLVE	Cap. de Livro	*Chapter 14 - The future of e-waste in the circular economy of Ghana; implications for urban planning, environmental and human health risks*	Capítulo 14 - O futuro do lixo eletrónico na economia circular do Gana; implicações para o planejamento urbano, riscos ambientais e para a saúde humana	ASIBEY, M. O., *et al.*	2023	*Scopus*	Examina como a abordagem da economia circular está sendo aplicada na gestão sustentável de resíduos eletrônicos em Gana, com base em uma revisão extensiva da literatura. Ele destaca os desafios enfrentados pelo setor de resíduos eletrônicos no país, como o aumento dos volumes e dos riscos para a sustentabilidade urbana. Embora haja interesse na economia circular, sua implementação é dificultada por desafios de planejamento urbano e requer investimentos financeiros e capacitação. No entanto, dada a importância da abordagem, o texto sugere que ela deve ser considerada em políticas nacionais de gestão de resíduos e meio ambiente.

ReSOLVE	Artigo	*Circular economy and waste management to empower a climate-neutral urban future*	Economia circular e gestão de resíduos para capacitar um futuro urbano com impacto neutro no clima	MOSLINGER, M., *et al.*	2023	*Scopus*	Aborda a necessidade de as cidades encontrarem maneiras mais inteligentes de gerenciar recursos e reduzir as emissões de gases de efeito estufa para mitigar as mudanças climáticas. Ele examina como a gestão de resíduos e a economia circular são cruciais nesse processo, analisando o caminho para zero emissões em 362 cidades interessadas na Missão 100 Cidades Climáticas Neutras em Carbono e Inteligentes da Horizon Europe. O estudo investiga as ações atuais e futuras das cidades em direção à circularidade, identifica melhores práticas e analisa as barreiras para a implementação de abordagens circulares, visando informar políticas e promover aprendizado entre pares.
ReSOLVE	Artigo	*Toward a circular economy for better municipal solid waste management in Can Gio district, Ho Chi Minh city*	Rumo a uma economia circular para uma melhor gestão de resíduos sólidos municipais no distrito de Can Gio, cidade de Ho Chi Minh	NGUYEN, T. H. T., *et al.*	2024	*Scopus*	Destaca a importância da gestão de resíduos sólidos, especialmente de plásticos, em Can Gio, uma área rural de Ho Chi Minh, devido aos impactos prejudiciais na saúde humana e no meio ambiente. O estudo propõe uma abordagem de economia circular para melhorar a gestão de resíduos, visando proteger o ecossistema de manguezais e promover o crescimento sustentável. Utilizando o Protocolo de Avaliação Circular, o estudo investigou o status atual da gestão de resíduos e sugere medidas para prevenir e reduzir a poluição por plásticos, visando proteger a fauna e flora da região.
ReSOLVE	Artigo	*Waste management intervention to boost circular economy and mitigate climate change in cities of developing countries: The case of Brazil*	Intervenção na gestão de resíduos para impulsionar a economia circular e mitigar as mudanças climáticas em cidades de países em desenvolvimento: O caso do Brasil	PAES, M. X., *et al.*	2024	*Scopus*	Destaca a importância de inovações no Gerenciamento de Resíduos Sólidos Municipais (GRSM) para promover a economia circular e enfrentar as mudanças climáticas, especialmente em países em desenvolvimento. Após analisar quatro municípios brasileiros com práticas inovadoras no GRSM, identificou-se que a capacidade local, colaboração intergovernamental, parcerias locais e educação ambiental foram fundamentais para impulsionar essas inovações. Essas descobertas podem orientar intervenções futuras no GRSM, contribuindo para uma transição mais eficaz para uma economia circular e de baixo carbono, principalmente em contextos de países em desenvolvimento.

FONTE: Autora (2024).

QUADRO 19 - RELAÇÃO DE ARTIGOS ENCONTRADOS NA PLATAFORMA *LENS* NO PERÍODO DE 2020 AO MÊS DE ABRIL DE 2024 CLASSIFICADOS CONFORME TIPOLOGIA.

Tipologia	Material	*Title*	Tradução do Título	Autor	Ano	Plataforma	Resumo Conciso
Top-Down Change	Artigo	*Temporal assessment of municipal solid waste management in Nigeria: prospects for circular economy adoption*	Avaliação temporal da gestão de resíduos sólidos urbanos na Nigéria: perspectivas de adoção da economia circular	EZEUDU, O. B., *et al.*	2020	Lens	Revisa o histórico e o estado atual da gestão de resíduos sólidos urbanos (MSW) na Nigéria, destacando desafios passados e atuais, como políticas deficientes, falta de financiamento adequado e deficiências institucionais. Apesar de algumas melhorias, como mais aterros sanitários e parcerias público-privadas, o crescimento da população urbana e a falta de desenvolvimento correspondente limitaram os avanços. A quantidade de resíduos gerados nas cidades nigerianas continua aumentando. O estudo também discute as perspectivas e implicações da adoção da economia circular para a valorização dos resíduos sólidos.
Top-Down Change	Artigo	*A Technological Alternative for Solid Waste Utilization with a Emphasis on Closed Production Cycles in Circular Economy*	Uma alternativa tecnológica para a utilização de resíduos sólidos com ênfase em ciclos de produção fechados na economia circular	BATISTA, A. M., *et al.*	2020	Lens	O objetivo deste trabalho é encontrar uma alternativa tecnológica para o uso de resíduos sólidos urbanos, enfatizando ciclos de produção fechados na Economia Circular e na Ecologia Industrial, com base na realidade observada em Florianópolis, Brasil. Ele analisa dados sobre gestão de resíduos no Brasil e em Florianópolis, incluindo custos do modelo atual e o potencial econômico da economia circular, referenciando outros países e modelos consolidados. Como resultado, propõe uma plataforma com uma função de mercado de resíduos para facilitar ciclos de produção fechados e um melhor uso econômico de resíduos sólidos urbanos, descrevendo a plataforma e suas funcionalidades, relacionando-a ao conceito de *Triple Bottom Line*.
Top-Down Change	Artigo	*Assessment of urban solid waste management systems for Industry 4.0 technology interventions and the circular economy*	Avaliação de sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos para intervenções tecnológicas da Indústria 4.0 e da economia circular	KANOJIA, A., e CHETTIYAPPAN, V.	2021	Lens	Discute a integração da Indústria 4.0 e da economia circular na gestão de resíduos sólidos urbanos. Propõe o conceito de "Resíduos 4.0" como uma ferramenta de avaliação para medir a prontidão dos órgãos locais urbanos para essa transformação. Esta ferramenta possui oito determinantes para avaliar a gestão de resíduos sólidos urbanos. O estudo de caso em Indore e Sagar, na Índia, validou o Resíduo 4.0, revelando diferentes níveis de prontidão para a Indústria 4.0 e economia circular. A avaliação Waste 4.0 pode ajudar os órgãos locais urbanos a planejar e transformar seus sistemas de gestão de resíduos sob esses novos paradigmas.

Top-Down Change	Artigo	*The use of urban biowaste and excavated soil in the construction sector: A literature review.*	A utilização de biorresíduos urbanos e solo escavado no setor da construção: uma revisão da literatura.	SCIALPI, G. e PERROTTI, D.	2021	Lens	O artigo analisa o uso de solo escavado e biorresíduos na construção, destacando sua crescente relevância devido ao baixo impacto ambiental e disponibilidade. Tradicionalmente, fibras vegetais foram usadas para melhorar o desempenho do solo, mas estudos recentes enfocam resíduos agrícolas e não agrícolas. A revisão de literatura destaca a falta de referências sobre o uso conjunto desses recursos. O artigo propõe direções futuras de pesquisa para promover sua implementação na construção, visando melhorar a gestão de resíduos urbanos.
Top-Down Change	Artigo	*A European household waste management approach: Intelligently clean Ukraine*	Uma abordagem europeia de gestão de resíduos domésticos: Limpar a Ucrânia de forma inteligente	PAPAGIANNIS, F., *et al.*	2021	Lens	O artigo propõe uma abordagem de inteligência artificial para calcular e reformar os atuais níveis de geração de resíduos sólidos domésticos (HW) na Europa e na Ucrânia. Utilizando o método de agrupamento k-means com um índice multicritérios, essa abordagem visa produzir clusters mais uniformes e precisos, o que pode melhorar a gestão dos resíduos e promover o desenvolvimento sustentável. Os resultados revelam a necessidade de reformas na gestão de resíduos para alcançar uma economia circular ecológica, oferecendo uma referência metodológica para o planejamento ambiental e impactando a cadeia de valor econômica sustentável na Europa.
Top-Down Change	Artigo	*Circular Economy Design towards a Resilient Zero Waste Future*	Projeto de Economia Circular rumo a um Futuro Resiliente com Zero Resíduos	RONDINEL-OVIEDO, D. R. e KEENA, N.	2022	Lens	O projeto de pesquisa em Montreal visa minimizar os resíduos de construção, demolição e renovação (CRD) para alcançar o desperdício zero e os Objetivos do Acordo de Paris. Utilizando princípios da economia circular, busca-se manter os materiais de construção em uso. A pesquisa se concentra em identificar métodos eficazes de economia circular para gestão sustentável de CRD e estabelecer parcerias com partes interessadas. Métodos de coleta de dados, incluindo modelagem BIM, são empregados para entender a composição dos materiais de construção na cidade, visando fornecer práticas de recuperação de materiais de CRD para uso futuro e preservação do carbono.
Top-Down Change	Artigo	*Solid Waste Management in the Context of a Circular Economy in the MENA Region*	Gestão de Resíduos Sólidos no Contexto de uma Economia Circular na Região MENA	HEMIDAT, S., *et al.*	2022	Lens	O artigo aborda os desafios na gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) na região do Oriente Médio e Norte da África (MENA), evidenciando problemas como falta de planejamento, tecnologias inadequadas e financiamento insuficiente. Aponta para a busca crescente por abordagens mais inteligentes alinhadas com a economia circular. No entanto, a análise das práticas de gestão de RSU revela uma predominância de visões tradicionais que veem os resíduos como problemas, em vez de recursos. Assim, destaca-se a necessidade urgente de uma mudança de paradigma em direção a uma economia circular na gestão de RSU na região MENA.

Top-Down Change	Artigo	*Integrated and effective platform governance mode for managing construction muck waste for a circular economy*	Modo de governança de plataforma integrado e eficaz para gerenciar resíduos de construção para uma economia circular	WU, W., *et al.*	2022	Lens	Este estudo investiga a governança da plataforma como uma estratégia alternativa para a gestão de resíduos de construção, visando promover uma economia circular. Comparando o processo de governança tradicional com a governança da plataforma usando a Petri-net, o estudo conclui que o modo de governança da plataforma é mais eficaz. O caso de estudo da plataforma de supervisão inteligente de Nanjing demonstra que o sucesso no gerenciamento de resíduos de construção pode ser atribuído a esse modo de governança. Conclui-se que o uso desse modelo pode melhorar significativamente a eficiência da gestão de resíduos e proporcionar benefícios econômicos e ambientais dentro de uma economia circular.
Top-Down Change	Artigo	*New opportunities for the development of construction and demolition waste in the construction industry in Hong Kong under the circular economy framework*	Novas oportunidades para o desenvolvimento de resíduos de construção e demolição na indústria da construção em Hong Kong no âmbito da economia circular	HOU, W. e CHOI, H. S. S.	2023	Lens	O estudo aborda o problema dos resíduos de construção em Hong Kong, representando uma parcela significativa dos resíduos sólidos da cidade. Com o envelhecimento dos edifícios, a quantidade de resíduos tende a aumentar. Propõe-se uma abordagem de economia circular, com foco no aterro de Tseung Kwan O como estudo de caso. Examina-se a viabilidade de reciclar concreto abandonado como material de construção secundário e integração dos princípios da economia circular na indústria da construção. Conclui que a utilização de agregados de concreto reciclado é viável e benéfica, destacando a necessidade de uma gestão abrangente de resíduos e políticas regulatórias para promover a economia circular na construção em Hong Kong.
Top-Down Change	Artigo	*Urbanization and Benefit of Integration Circular Economy into Waste Management in Indonesia: A Review*	Urbanização e Benefício da Integração Economia Circular em Gestão de Resíduos na Indonésia: Uma Revisão	WIKURENDRA, E. A., *et al.*	2024	Lens	Aborda o impacto da urbanização na geração de resíduos na Indonésia, destacando os desafios enfrentados na gestão inadequada de resíduos sólidos urbanos. Com o aumento da urbanização e do consumo, o manejo inadequado de resíduos está causando sérios problemas ambientais e de saúde pública. O objetivo do artigo é revisar criticamente essa situação e explorar os benefícios da integração da economia circular na gestão de resíduos como uma solução para resolver esse problema. A revisão aborda as tendências de urbanização, o aumento projetado de resíduos, o status atual da gestão de resíduos na Indonésia e os benefícios da implementação da economia circular em cinco setores cruciais. A economia circular é vista como uma solução futura para os desafios de gestão de resíduos na Indonésia.

Top-Down Change	Artigo	*Solid Waste Management in Higher Educational Institution: An Investigation Using the SWOT Analysis and the Circular Economy Principle Perspective*	Gestão de resíduos sólidos na instituição de ensino superior: uma investigação usando a análise SWOT e a perspectiva do princípio da economia circular	BENTIL, J., *et al.*	2024	Lens	Destaca a importância da gestão de resíduos sólidos em instituições de ensino superior, considerando a perspectiva da economia circular. Utilizando a caracterização dos resíduos e comparando abordagens circulares e lineares, o estudo avalia os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças do programa de implementação. Os resultados indicam que a abordagem circular é mais sustentável e ambientalmente amigável. Recomendações são feitas, como a implementação de um plano de ação para a gestão de resíduos sólidos e a necessidade de maior segregação dos resíduos.
Bottom-up change	Artigo	*Environmental and Socioeconomic Impacts of Urban Waste Recycling as Part of Circular Economy. The Case of Cuenca (Ecuador)*	Impactos Ambientais e Socioeconômicos da Reciclagem de Resíduos Urbanos como Parte da Economia Circular. O Caso de Cuenca (Equador)	BURNEO, D., *et al.*	2020	Lens	O artigo analisa o papel dos catadores de materiais recicláveis na cidade de Cuenca, Equador, destacando seu impacto ambiental positivo e sua contribuição para o gerenciamento de resíduos. O estudo tem dois objetivos principais: primeiro, calcular a redução das emissões de gases de efeito estufa ao substituir matéria-prima virgem por materiais reciclados; segundo, realizar uma análise socioeconômica dos trabalhadores envolvidos no setor de resíduos urbanos. Utilizando dados de uma pesquisa realizada pela ONG *Alliance for Development*, o estudo propõe um modelo teórico para a gestão de resíduos sólidos em Cuenca, seguindo os princípios da economia circular.
Bottom-up change	Artigo	*Governance tools: Improving the circular economy through the promotion of the economic sustainability of waste picker organizations*	Ferramentas de governança: Melhorar a economia circular através da promoção da sustentabilidade econômica das organizações de catadores	SIMAN, R. R., *et al.*	2020	Lens	O estudo visa fortalecer as Organizações de Catadores de Resíduos no Brasil como empresas de economia solidária, utilizando ferramentas de governança corporativa para melhorar sua eficiência no mercado de reciclagem e na gestão de resíduos sólidos urbanos. Dividido em três etapas, identifica as atividades operacionais das organizações, hierarquiza essas atividades com base em critérios de eficiência de mercado e cria modelos de referência aplicáveis. Os resultados destacam a importância da coleta seletiva, recepção de resíduos, triagem, prensagem, enfardamento e comercialização de resíduos selecionados para a eficiência do mercado.
Bottom-up change	Artigo	*Circular economy in urban systems: How to measure the impact?*	Economia circular em sistemas urbanos: como medir o impacto?	MUÑOZ, E. e NAVIA, R.	2021	Lens	O artigo discute a economia circular e sua aplicação nas cidades, destacando desafios na definição de métricas claras e estratégias eficazes, especialmente em países em desenvolvimento. Enquanto a gestão de resíduos sólidos urbanos é uma área comum de foco, outras como energia e materiais de construção também são importantes. No entanto, a avaliação dos impactos sociais da economia circular tem sido limitada. A inclusão de países em desenvolvimento nas discussões é essencial para abordar lacunas na compreensão do impacto da economia circular na equidade social e no desenvolvimento sustentável.

Bottom-up change	Artigo	*The circular economy potential of urban organic waste streams in low- and middle-income countries*	O potencial da economia circular dos fluxos de resíduos orgânicos urbanos em países de baixa e média renda	DDIBA, D., *et al.*	2021	Lens	O artigo aborda a importância da gestão de resíduos orgânicos urbanos com uma abordagem circular, destacando os benefícios socioeconômicos e ambientais. Utilizando o caso de Kampala, Uganda, ele estima o potencial de recuperação de recursos a partir desses resíduos. Os resultados mostram que uma quantidade significativa de produtos recuperados poderia ser obtida anualmente, como biogás, combustível sólido, larvas de mosca de soldado negro e composto, com receitas consideráveis. Essas informações podem guiar decisões e planejamentos para sistemas mais sustentáveis de saneamento urbano e gestão de resíduos.
Bottom-up change	Artigo	*Getting to the bottom of food waste: identifying obstacles to effective circular economy practices in a Thai semi-urban context*	Chegar ao fundo do desperdício de alimentos: identificando obstáculos para práticas eficazes de economia circular em um contexto semiurbano tailandês	RADO, I.	2022	Lens	O artigo analisa a gestão de resíduos sólidos na Tailândia, destacando que, embora a reciclagem de materiais como plástico e vidro tenha aumentado, a gestão do desperdício de alimentos ainda é insuficiente. O objetivo é identificar as razões para essa discrepância e os obstáculos para alcançar a circularidade no desperdício de alimentos, examinando as práticas existentes de economia circular e as motivações das partes interessadas. Com base em dados de domicílios em um município tailandês, o estudo visa fornecer *insights* para aumentar a eficácia da recuperação do desperdício de alimentos, especialmente enfatizando estratégias de redução de resíduos a nível doméstico.
Bottom-up change	Artigo	*Student's Knowledge, Attitude, and Perception (KAP) to Solid Waste Management: A Survey towards a More Circular Economy from a Rural-Based Tertiary Institution in South Africa*	Conhecimento, Atitude e Percepção dos Estudantes (KAP) para a Gestão de Resíduos Sólidos: Uma Pesquisa para uma Economia Circular Mais Circular de uma Instituição Terciária de Base Rural na África do Sul	OWOJORI, O. M., *et al.*	2022	Lens	O estudo analisou o conhecimento, atitude e percepção dos alunos de uma instituição de ensino rural sobre gestão de resíduos sólidos, buscando promover uma transição para a economia circular. Os resultados destacaram um conhecimento insuficiente dos alunos sobre o assunto, mas uma disposição para participar de projetos de reciclagem, especialmente se incentivados economicamente. Recomenda-se aumentar a conscientização ambiental, implementar programas participativos e fortalecer competências de sustentabilidade para facilitar essa transição.
Bottom-up change	Artigo	*Actores sociales y gestión de la economía circular en el estado de Chihuahua, México*	Atores sociais e gestão da economia circular no estado de Chihuahua, México	CÓRDOVA-BOJORQUÉZ, G.	2023	Lens	O artigo examina o papel dos atores sociais na gestão da economia circular de resíduos sólidos urbanos em Chihuahua, México. Utilizando entrevistas, oficinas virtuais interativas e levantamentos, constata-se que os atores sociais têm pouco entendimento sobre os benefícios econômicos, sociais e ambientais da economia circular. Observa-se uma lacuna de estudos sobre esse tema no México, e a participação dos atores não estatais não tem sido eficazmente valorizada. O artigo faz uma reflexão sobre as possibilidades futuras de gestão de resíduos sólidos no México.

Bottom-up change	Artigo	*A Synergy Between Sustainable Solid Waste Management and the Circular Economy in Tanzania Cities: a Case of Scrap Metal Trade in Arusha City*	Uma sinergia entre a gestão sustentável de resíduos sólidos e a economia circular nas cidades da Tanzânia: um caso de comércio de sucata na cidade de Arusha	ONESMO, C., *et al.*	2023	Lens	O artigo investigou a relação entre a gestão sustentável de resíduos sólidos e a economia circular em cidades da Tanzânia, com foco no comércio de sucata de metais em Arusha. Identificou que o aço, o ferro fundido e o alumínio eram os tipos mais comuns de sucata negociada na cidade, provenientes principalmente de escritórios, famílias e garagens. Mensalmente, mais de 314 toneladas de sucata eram comercializadas, proporcionando benefícios ambientais significativos, como a redução do consumo de energia e matéria-prima. O estudo destaca a importância do comércio de sucata na promoção da reciclagem, economia circular e melhoria dos meios de subsistência, enfatizando a necessidade de um sistema integrado de desenvolvimento sustentável e gestão de resíduos para otimizar a economia circular.
ReSOLVE	Artigo	*Adoption of circular economy for a sustainable solid waste management system in Malaysia*	Adoção da economia circular para um sistema sustentável de gestão de resíduos sólidos na Malásia	ZAINAL, M. S. A. e ABAS, Z.	2020	Lens	O estudo examina a gestão de resíduos sólidos na Malásia e propõe a adoção da Economia Circular como solução para lidar com o aumento dos resíduos e seus custos associados. Utilizando métodos quantitativos, a pesquisa analisará a composição dos resíduos, as práticas de reciclagem e os facilitadores da Economia Circular. Os resultados esperados incluem a identificação de oportunidades econômicas significativas, estimulando a reciclagem e reduzindo custos, alinhados com as metas nacionais de desvio de resíduos de aterros e aumento das taxas de reciclagem. O estudo visa fornecer diretrizes para uma transição bem-sucedida da Malásia para uma Economia Circular, visando benefícios econômicos, ambientais e sociais de longo prazo.
ReSOLVE	Artigo	*Solid Waste Reuse in the Balkan-Mediterranean Region*	Reutilização de Resíduos Sólidos na Região dos *Balkan* - Mediterrâneo	ANGELIS-DIMAKIS, A., *et al.*	2022	Lens	O artigo aborda a implementação da economia circular e da simbiose industrial nos Balcãs e na região do Mediterrâneo, que ficam atrás de muitos outros países europeus. A falta de estratégias nacionais ou regionais agrava a situação da gestão de resíduos sólidos, que teve um aumento significativo na última década. Com base nos resultados do projeto de pesquisa SWAN, que desenvolveu uma plataforma digital de reutilização de resíduos sólidos para os Balcãs, o estudo tem como objetivos comparar o estado atual da gestão de resíduos sólidos em quatro países (Albânia, Bulgária, Chipre, Grécia) e analisar as opiniões de intervenientes envolvidos nessa gestão, incluindo sua familiarização com conceitos como economia circular e economia urbana.

ReSOLVE	Artigo	*Can Circular Economy Legislation Promote Pollution Reduction? Evidence from Urban Mining Pilot Cities in China*	A legislação da economia circular pode promover a redução da poluição? Evidência de cidades piloto de mineração urbana na China	SHEN, H. e LIU, Y.	2022	Lens	O estudo analisou o impacto do programa *Urban Mining Pilot City* (UMPC) na China, que promove uma economia circular e reduz a poluição. Utilizando dados de painel da cidade, constatou-se que o UMPC melhorou significativamente a gestão de resíduos urbanos e a qualidade ambiental, especialmente devido aos benefícios da economia de escala. Este é o primeiro estudo a quantificar o impacto do UMPC na gestão de resíduos sólidos recicláveis e na redução da poluição urbana na China, com potenciais contribuições para a economia de recursos e o meio ambiente.
ReSOLVE	Artigo	*Application of Life Cycle Framework for Municipal Solid Waste Management: a Circular Economy Perspective from Developing Countries*	Aplicação da Estrutura do Ciclo de Vida para a Gestão de Resíduos Sólidos Municipais: uma Perspectiva da Economia Circular nos Países em Desenvolvimento	PEIRIS, M. T. O. V. e DAYARATHN,	2022	Lens	O estudo aborda a gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em cidades de países em desenvolvimento, destacando desafios ambientais e socioeconômicos. Utilizando a economia circular como base, emprega a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para avaliar o impacto ambiental da gestão de RSU em Colombo, Sri Lanka. Comparando quatro cenários propostos com o cenário Business-As-Usual (BAU), o estudo revela que a integração de reciclagem, incineração e aterro sanitário oferece os maiores impactos positivos. A incineração, aterro sanitário, reciclagem e digestão anaeróbia são identificadas como contribuintes para economia de emissões e geração de energia. O framework da ACV fornece uma compreensão holística das opções de gestão, auxiliando formuladores de políticas na tomada de decisões e impulsionando a transição para uma economia circular em países em desenvolvimento.
ReSOLVE	Artigo	*Transitioning towards a sustainable circular city: How to evaluate and improve urban solid waste management in Brazil*	Transição para uma cidade circular sustentável: como avaliar e melhorar a gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil	MORAES, F. T. F., *et al.*	2022	Lens	Propõe a criação de um índice de gestão de resíduos sólidos urbanos (USWM-index) para avaliar e melhorar a gestão de resíduos em áreas urbanas, visando promover uma transição para cidades circulares sustentáveis no Brasil. Esse índice é composto por 19 indicadores e 51 subindicadores, agrupados em cinco categorias: Operacional, Ambiental, Político-Inovador, Educacional e Social. As cidades podem usar esse índice para avaliar seu desempenho e estabelecer metas para reciclagem e reutilização de resíduos. O estudo aplicou o índice em quatro cidades brasileiras, todas classificadas com desempenho médio e sem iniciativas significativas para a transição para cidades circulares sustentáveis em termos de gestão de resíduos. O estudo fornece diretrizes para essa transição.

ReSOLVE	Artigo	*Status of household solid waste in Bengaluru and its periphery: synergies and disjunctions between waste management practices and circular economy*	Status do lixo sólido doméstico em Bengaluru e sua periferia: sinergias e disjunções entre as práticas de gestão de resíduos e a economia circular	GOSWAMI, M., *et al.*	2023	Lens	O estudo investigou a geração e a gestão de resíduos sólidos domiciliares em duas paisagens periféricas de Bengaluru, Índia, para entender as práticas em diferentes níveis de urbanização. Os resultados mostraram que as áreas urbanas têm a maior geração de resíduos per capita, enquanto as áreas rurais têm a menor. Os resíduos não biodegradáveis são mais prevalentes em grupos de renda média. A gestão de resíduos biodegradáveis é melhor nas áreas rurais, destacando a relevância dessas áreas para a economia circular. O estudo enfatiza a necessidade de participação cidadã, mudança de comportamento e envolvimento governamental e empresarial para uma gestão de resíduos bem-sucedida e um fluxo circular de materiais.
ReSOLVE	Artigo	*Management of solid waste by households at Nkayi growth point in Zimbabwe*	Gestão de resíduos sólidos por famílias em ponto de crescimento de Nkayi no Zimbabué	DLAMINI, W. e ZIKHALI, W.	2024	Lens	Avaliou as práticas de gestão de resíduos sólidos domésticos e a viabilidade da transição para uma economia circular em Nkayi, Zimbábue. A maioria dos entrevistados não segregava os resíduos, mas muitos reutilizavam materiais e praticavam reciclagem. A percepção geral era de que a gestão de resíduos era responsabilidade da autoridade local. No entanto, a transição para uma economia circular em Nkayi é improvável devido à falta de estatutos locais, conscientização e educação. Recomenda-se que a autoridade local forneça receptáculos de separação de resíduos, invista em educação e crie estatutos para promover práticas de economia circular.

FONTE: Autora (2024).