



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CDS-UnB)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**ATORES SOCIAIS, ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DISTRITO FEDERAL**

WENDER FREITAS REIS

BRASÍLIA-DF
2024

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB)
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CDS-UnB)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**ATORES SOCIAIS, ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DISTRITO FEDERAL**

WENDER FREITAS REIS

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Orientadora:

Profa. Dra. Cristiane Gomes Barreto

Coorientador:

Prof. Dr. Mauro Guilherme Maidana Cappellaro

BRASÍLIA-DF
2024

ATORES SOCIAIS, ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO DISTRITO FEDERAL

WENDER FREITAS REIS

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovada por:

Profª. Dra. Cristiane Gomes Barreto (CDS/UnB)
Orientadora

Prof. Dr. Paulo Celso dos Reis Gomes (FT/EPR/UnB)
Examinador interno

Profª. Dra. Rosângela Mendanha da Veiga (IFG)
Examinadora externa

Prof. Dr. Milton Jarbas Rodrigues Chagas (UFCA)
(Examinador externo)

Profª. Dra. Tálita Floriano dos Santos (CDS/UnB)
(Suplente)

À minha esposa Elaine por toda sua força, fé, energia, esperança e resiliência diante da maior
prova de nossas vidas.

À Luíza, minha filha querida, o maior presente que Deus me deu.

Aos meus pais Ronato e Veni por toda dedicação e amor.

Aos meus irmãos Bim/Thaís e Cris/Claudinho pelo apoio incondicional nas horas mais
necessárias.

Aos meus sobrinhos Joaquim, Pedro e Augusto pelo carinho de sempre.

A todos aqueles que, incansavelmente, trabalham com materiais recicláveis para tirar o
sustento de suas famílias.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e entusiasmo que permitiram chegar ao final de um ciclo tão importante em minha vida.

Aos meus amigos Gilmar e Emília pelo chamamento, incentivo e apoio ao Doutorado.

A Otávio Maia, pela amizade construída durante o curso e fortalecida em período pandêmico.

Aos meus colegas de turma que, durante as aulas presenciais, permitiram criar pontos de reflexão sobre temas importantes ligados ao meio ambiente e à sustentabilidade.

Aos meus primeiros professores no CDS, João Nildo e Elimar, por apresentarem o início de uma jornada que seria fantástica em sua essência.

À minha orientadora Profa. Cristiane Gomes Barreto, pelo acolhimento, atenção e apontamentos tão preciosos ao trabalho.

Ao Prof. Mauro Cappellaro, meu coorientador, pelas observações feitas na escrita e em conteúdos específicos.

À Profa. Doris Sayago pelo apoio em um momento bem particular que passei, o meu muito obrigado.

À Profa. Patrícia Guarnieri pelas valiosas dicas no grupo de pesquisa Gealogs.

A todos os professores do CDS pela partilha de conhecimento e vivência.

Ao Prof. Paulo Celso e à Profa. Izabel Zaneti pelas importantes e relevantes contribuições na qualificação do projeto.

A todos os profissionais dos segmentos empresarial, do poder público e da sociedade civil que contribuíram com as entrevistas e expressaram seus conhecimentos e saberes em prol do desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus alunos que, diariamente, me ajudam a pensar e aperfeiçoar a difícil arte de ensinar.

À UnB, por dar a oportunidade de estudar em uma instituição pública de qualidade.

“A cooperação  a chave para a sobrevivência”.

Yuval Noah Harari

RESUMO

A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) é um desafio complexo, com implicações econômicas, sociais e ambientais, especialmente em grandes centros urbanos, devido ao aumento do consumo e ao modelo econômico linear predominante. Neste contexto, a Economia Circular (EC) surge como uma alternativa promissora. Dessa forma, o objetivo geral desta tese foi analisar a contribuição da Economia Circular para o aprimoramento do sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal a partir da percepção de atores sociais. Como aspectos metodológicos, num primeiro momento, foi realizada uma pesquisa nas bases científicas *Scopus* e *Web of Science (WoS)* e os resultados tratados por meio da Linguagem R, juntamente com os pacotes *Bibliometrix* e *Shiny*. Também, foi realizada uma pesquisa quantitativa e outra qualitativa sobre as leis 12.305/2010 e 5.418/2014 comparando seus artigos com os princípios da Economia Circular. Para isso, foi utilizado o *software* NVivo 11 e uma matriz de correspondência. Além disso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com atores sociais divididos em três categorias: poder público, setor empresarial e sociedade civil. Os resultados destacaram a interconexão entre a Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para eficiência de recursos e minimização de impactos ambientais e sociais. No entanto, revelaram-se lacunas entre os princípios da Economia Circular e as políticas existentes, ressaltando a necessidade de políticas governamentais, tecnologia acessível, conscientização e cooperação dos envolvidos para promover a transição para uma Economia Circular. Os desafios identificados incluem a redução da vida útil do aterro sanitário, falta de conhecimento da Economia Circular pela população, baixa qualidade dos materiais coletados, entre outros. As oportunidades incluem o desenvolvimento de empreendimentos sustentáveis, consultorias para empresas e a valorização das mídias espontâneas. Estratégias sugeridas abrangem incentivos financeiros, Educação Ambiental e parcerias entre o poder público e associações de moradores. Propõe-se um modelo teórico circular baseado no *IAD-Framework* adaptado ao contexto do Distrito Federal, que pode ser implementado pelas seguintes proposições: a) identificação dos *stakeholders*; b) estabelecimento de contratos e acordos; c) participação da comunidade; d) criação de incentivos econômicos; e) estímulo à Educação Ambiental; f) desenvolvimento de tecnologias; g) resolução de conflitos; e h) monitoramento e avaliação do modelo. Conclui-se que adaptar o *IAD-Framework* para a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos pode ser uma abordagem viável para promover a transição para uma Economia Circular em um ambiente predominantemente linear. A presente tese contribui tanto para a academia quanto para os profissionais que trabalham com a Gestão de Resíduos Sólidos e Economia Circular. Ela discute o estado da arte a partir de publicações internacionais e aponta para estudos futuros nessa área. Aos gestores, é apresentada a proposta de um novo modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos concebido a partir de trabalhos já consolidados na literatura que pode ser colocado em prática a partir de proposições para sua implementação de forma a construir um sistema mais sustentável para a Gestão de Resíduos Sólidos. Ela induz a pesquisas futuras sobre operacionalização de sistemas circulares de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, rastreabilidade de resíduos por meio de inteligência artificial e tecnologia *Blockchain* e comportamento para o descarte e reuso de materiais pós-consumo.

Palavras-chave: Sistema de ciclo fechado. Subprodutos do pós-consumo. Atores sociais. *IAD-Framework*. Cooperação.

ABSTRACT

Municipal solid waste (MSW) management is a complex challenge with economic, social and environmental implications, especially in large urban centers, due to increased consumption and the prevailing linear economic model. In this context, the Circular Economy (CE) has emerged as a promising alternative. The general aim of this thesis was to analyze the contribution of the Circular Economy to improving the Urban Solid Waste Management system in the Federal District, based on the perception of social actors. As methodological aspects, a search was initially carried out on the Scopus and Web of Science (WoS) scientific databases and the results were processed using R Language, together with the Bibliometrix and Shiny packages. Quantitative and qualitative research was also carried out on laws 12.305/2010 and 5.418/2014, comparing their articles with the principles of the Circular Economy. To do this, NVivo 11 software and a correspondence matrix were used. In addition, semi-structured interviews were conducted with social actors divided into three categories: public authorities, the business sector and civil society. The results highlighted the interconnection between the Circular Economy and Municipal Solid Waste Management in terms of resource efficiency and minimizing environmental and social impacts. However, gaps were revealed between the principles of the Circular Economy and existing policies, highlighting the need for government policies, accessible technology, awareness and cooperation of those involved to promote the transition to a Circular Economy. The challenges identified include the reduction in the useful life of the landfill, lack of awareness of the Circular Economy among the population, low quality of the materials collected, among others. Opportunities include the development of sustainable enterprises, consultancy for companies and the valorization of spontaneous media. Suggested strategies include financial incentives, environmental education and partnerships between public authorities and residents' associations. A circular theoretical model is proposed based on the IAD-Framework adapted to the context of the Federal District, which can be implemented by the following propositions: a) identifying stakeholders; b) establishing contracts and agreements; c) community participation; d) creating economic incentives; e) stimulating Environmental Education; f) developing technologies; g) resolving conflicts; and h) monitoring and evaluating the model. It is concluded that adapting the IAD-Framework for Municipal Solid Waste Management can be a viable approach to promoting the transition to a Circular Economy in a predominantly linear environment. This thesis contributes to both academia and professionals working with Solid Waste Management and the Circular Economy. It discusses the state of the art based on international publications and points to future studies in this area. Managers are presented with a proposal for a new circular model for Municipal Solid Waste Management, based on work already consolidated in the literature, which can be put into practice with proposals for its implementation in order to build a more sustainable system for Solid Waste Management. It prompts future research into the operationalization of circular systems for Municipal Solid Waste Management, waste traceability using artificial intelligence and Blockchain technology, and behavior for the disposal and reuse of post-consumer materials.

Keywords: Closed-loop system. Post-consumer by-products. Social actors. IAD-Framework. Cooperation.

RESUMEN

La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) es un reto complejo con implicaciones económicas, sociales y medioambientales, especialmente en los grandes centros urbanos, debido al aumento del consumo y al modelo económico lineal imperante. En este contexto, la Economía Circular (EC) ha surgido como una alternativa prometedora. El objetivo general de esta tesis fue analizar la contribución de la Economía Circular a la mejora del sistema de Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Distrito Federal, a partir de la percepción de los actores sociales. En cuanto a los aspectos metodológicos, inicialmente se realizó una búsqueda en las bases de datos científicas Scopus y Web of Science (WoS) y los resultados se procesaron utilizando R Language, junto con los paquetes Bibliometrix y Shiny. También se realizó una investigación cuantitativa y cualitativa sobre las Leyes 12.305/2010 y 5.418/2014, comparando su articulado con los principios de la Economía Circular. Para ello, se utilizó el software NVivo 11 y una matriz de correspondencias. Además, se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores sociales divididos en tres categorías: poderes públicos, sector empresarial y sociedad civil. Los resultados pusieron de manifiesto la interconexión entre la Economía Circular y la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en términos de eficiencia de los recursos y minimización de los impactos ambientales y sociales. Sin embargo, se revelaron lagunas entre los principios de la Economía Circular y las políticas existentes, destacando la necesidad de políticas gubernamentales, tecnología accesible, concienciación y cooperación de los implicados para promover la transición hacia una Economía Circular. Los retos identificados incluyen la reducción de la vida útil del vertedero, la falta de concienciación sobre la Economía Circular entre la población, la baja calidad de los materiales recogidos, entre otros. Las oportunidades incluyen el desarrollo de empresas sostenibles, la consultoría para empresas y la valorización de medios espontáneos. Entre las estrategias sugeridas figuran los incentivos financieros, la educación ambiental y la colaboración entre las autoridades públicas y las asociaciones de vecinos. Se propone un modelo teórico circular basado en el IAD-Framework adaptado al contexto del Distrito Federal, que puede ser implementado mediante las siguientes propuestas: a) identificación de actores; b) establecimiento de contratos y acuerdos; c) participación comunitaria; d) creación de incentivos económicos; e) estímulo a la Educación Ambiental; f) desarrollo de tecnologías; g) resolución de conflictos; y h) monitoreo y evaluación del modelo. Se concluye que la adaptación del IAD-Framework para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos puede ser un enfoque viable para promover la transición hacia una Economía Circular en un entorno predominantemente lineal. Esta tesis contribuye tanto al mundo académico como a los profesionales que trabajan con la Gestión de Residuos Sólidos y la Economía Circular. Analiza el estado de la cuestión a partir de publicaciones internacionales y apunta a futuros estudios en este ámbito. Se presenta a los gestores una propuesta de un nuevo modelo circular de Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, basado en trabajos ya consolidados en la literatura, que puede ser llevado a la práctica con propuestas para su implementación con el fin de construir un sistema más sostenible de Gestión de Residuos Sólidos. Se impulsan futuras investigaciones sobre el funcionamiento de sistemas circulares para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos, la trazabilidad de los residuos mediante inteligencia artificial y tecnología Blockchain, y el comportamiento para la eliminación y reutilización de materiales post-consumo.

Palabras clave: Sistema de circuito cerrado. Subproductos postconsumo. Actores sociales. IAD-Framework. Cooperación.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
RESUMEN	9
LISTA DE FIGURAS	14
LISTA DE TABELAS	17
LISTA DE QUADROS	18
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	20
INTRODUÇÃO	24
Delimitação do tema	24
Lacunas, problema de pesquisa e hipótese	27
Objetivos do estudo	28
Justificativa e estrutura do trabalho	29
ASPECTOS METODOLÓGICOS	32
Desenho da pesquisa	32
Apresentação do objeto de estudo	33
Categorização dos atores sociais	38
Instrumentos de pesquisa	42
a) Pesquisa documental	43
b) Entrevistas semiestruturadas	44
c) Registro fotográfico	48
d) Observação direta	48
Técnicas de tratamento e análise dos dados	48
Limites da pesquisa	50
MARCO TEÓRICO	52
1. ECONOMIA LINEAR	52
2. ECONOMIA CIRCULAR	57
2.1. Abordagens da Economia Circular	58
2.2. Ciclos técnicos e biológicos	63
2.3. Vantagens da Economia Circular	67
2.4. Princípios da Economia Circular	71

3. OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	76
3.1. Conceito, classificação e caracterização	76
3.2. Geração	80
3.3. Problemas associados	84
3.4. Gestão e gerenciamento	86
3.5. Planos de gestão	95
3.6. Marco legal	97
3.7. Logística reversa	101
3.8. Educação Ambiental e os Resíduos Sólidos	104
RESULTADOS E DISCUSSÕES	106
4. ECONOMIA CIRCULAR, GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, BIBLIOMETRIA E MARCO LEGAL.....	106
4.1. Análise bibliométrica entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos.....	107
4.2. Visão geral das publicações	111
4.3. Conexões conceituais entre Gestão de Resíduos Sólidos e Economia Circular	118
4.4. Princípios da Economia Circular e o arcabouço legal (PNRS e PDRS)	126
4.4.1. Análise quantitativa	126
4.4.2. Agrupamento por <i>clusters</i> (princípios circulares e arcabouço legal)	129
4.4.3. Análise qualitativa	134
4.4.4. Visão holística e sistêmica	141
4.4.5. Colaboração e cooperação	141
4.4.6. Inovação, pesquisa e desenvolvimento	142
4.4.7. Valoração econômica do resíduo	143
4.4.8. Educação Ambiental e mudança de comportamento	144
4.4.9. Uso de tecnologias limpas e recursos renováveis	146
4.4.10. Ecoeficiência no ciclo produtivo	147
4.4.11. Ciclos técnicos e logística reversa	148
4.4.12. Fluxos circulares	149
4.4.13. Resiliência e Desenvolvimento Sustentável	150
4.4.14. Conectividade e modelos de negócio sustentáveis	150
4.4.15. Cooperação e tecnologia	152
4.4.16. Consumo sustentável	153
4.4.17. Gestão eficaz	153

4.4.18. Participação social para a geração de valor	154
4.4.19. Ausência explícita de elementos da Economia Circular (Lacunas 1 e 2)	154
5. DISTRITO FEDERAL, RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E ECONOMIA CIRCULAR: PERCEPÇÃO DOS ATORES SOCIAIS.....	157
5.1. Breve contextualização do Distrito Federal	157
5.2. Os Resíduos Sólidos do Distrito Federal	158
5.2.1. Contextualização	158
5.2.2. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos	161
5.2.3. A gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal	162
5.2.4. O gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal ...	173
5.2.4.1. Geração	176
5.2.4.2. Coleta	177
5.2.4.2.1. Coleta Convencional	177
5.2.4.2.2. Coleta Seletiva	182
5.2.4.2.3. Coleta de resíduos diversos	186
5.2.4.3. Transporte, transbordo e triagem	189
5.2.4.4. Disposição final	192
5.2.4.5. Recuperação de recicláveis e as cooperativas de catadores	197
5.2.4.6. Ponderações sobre a gestão e o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal.....	201
5.3. Percepção dos atores sociais	203
5.3.1. Percepção quanto aos desafios	203
5.3.2. Percepção quanto às oportunidades	221
5.3.3. Percepção quanto às estratégias	241
5.3.4. Ponderações acerca da percepção dos atores sociais	267
6. MODELO TEÓRICO CIRCULAR: PROPOSIÇÃO	272
6.1. Resíduos Sólidos, teoria econômica da ação coletiva e <i>IAD-Framework</i> ...	272
6.2. Proposta de um modelo teórico para o Distrito Federal	279
6.3. O modelo a partir da análise	282
6.4. Proposições sobre a implementação do modelo	288
6.5. Ponderações finais	293
CONSIDERAÇÕES FINAIS	295
REFERÊNCIAS	301

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE	331
APÊNDICE B – Roteiro de entrevista semiestruturada – Poder Público	335
APÊNDICE C – Roteiro de entrevista semiestruturada – Setor Empresarial	...	336
APÊNDICE D – Roteiro de entrevista semiestruturada – Sociedade Civil	337
ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP	338
ANEXO B – Capa do artigo publicado na revista <i>Sustainability</i>	345
ANEXO C – Material publicitário com fins de Educação Ambiental	346
ANEXO D – Reportagem sobre a vida útil do ASB	348

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Cálculo da taxa de recuperação de resíduos reciclados secos no DF em 2022.....	33
Figura 2	– Cálculo da taxa de recuperação de resíduos orgânicos no DF em 2022.....	35
Figura 3	– Memória de cálculo da taxa de Coleta Seletiva no DF em 2022.....	35
Figura 4	– Mapa do Distrito Federal com as Regiões Administrativas (RAs).....	36
Figura 5	– Vista aérea do Aterro Sanitário de Brasília (ASB).....	37
Figura 6	– Percepção convergente entre os atores sociais.....	41
Figura 7	– Fases da pesquisa documental.....	43
Figura 8	– Resumo das etapas metodológicas.....	50
Figura 9	– Fluxo da Economia Linear.....	52
Figura 10	– Expansão da classe de consumidores entre 1900 e 2030.....	53
Figura 11	– Gráfico da grande aceleração.....	55
Figura 12	– Desequilíbrio entre oferta e demanda.....	55
Figura 13	– Evolução da Economia Circular.....	58
Figura 14	– Modelo de Simbiose Industrial.....	60
Figura 15	– Nutrientes técnicos e biológicos da abordagem <i>Cradle-to-Cradle</i>	61
Figura 16	– Exemplo de uso da permacultura.....	62
Figura 17	– Diagrama da borboleta.....	64
Figura 18	– Ciclos técnicos e biológicos.....	65
Figura 19	– Recorte do ciclo técnico.....	66
Figura 20	– Recorte do ciclo biológico.....	67
Figura 21	– Componentes de um sistema.....	71
Figura 22	– Características físicas dos RSU.....	79
Figura 23	– Características químicas dos Resíduos Sólidos.....	80
Figura 24	– Módulos do SNIS.....	82
Figura 25	– Participação dos municípios brasileiros por macrorregiões no SNIS-RS 2020...	83
Figura 26	– Nomenclatura de cores usada para a Coleta Seletiva.....	88
Figura 27	– Incinerador de grelha fixa.....	90
Figura 28	– Etapas da compostagem de resíduos orgânicos.....	91
Figura 29	– Imagem de um lixão.....	93
Figura 30	– Aterro controlado.....	94
Figura 31	– Estrutura do aterro sanitário.....	95

Figura 32 – Ciclo da logística reversa de pneus	103
Figura 33 – Etapa de coleta de dados e definição da amostra	110
Figura 34 – Evolução das publicações por ano a partir das bases <i>WoS</i> e <i>Scopus</i>	111
Figura 35 – Periódicos mais relevantes por quantidade e fator de impacto (<i>h-index</i>)	112
Figura 36 – Países com maior produção científica em EC e GRS entre 2012 e 2022	113
Figura 37 – Autores com maior número de publicações e fatores de impacto (<i>h-index</i>)	113
Figura 38 – Rede de colaboração entre países para os temas EC e GRS	114
Figura 39 – Correlação entre <i>keywords plus</i> , autores e afiliações.....	115
Figura 40 – Nuvem das principais palavras-chave dos autores (<i>keywords plus</i>)	116
Figura 41 – <i>Clusters</i> por similaridade entre as PNRs, PDRs e os princípios da EC.....	130
Figura 42 – Quarteamento de amostra para análise gravimétrica dos RSU do DF	160
Figura 43 – Descarga de resíduos.....	160
Figura 44 – Quarteamento de amostra dos resíduos.....	160
Figura 45 – Triagem dos resíduos	161
Figura 46 – Pesagem do material	161
Figura 47 – Estrutura organizacional do SLU-DF	164
Figura 48 – Distribuição orçamentária dos recursos do SLU em 2022.....	169
Figura 49 – Estrutura de gestão dos serviços de Saneamento Básico do DF	173
Figura 50 – Fluxo operacional do gerenciamento de RSU no DF	175
Figura 51 – Modalidades de RSU gerados no DF	176
Figura 52 – Procedimento da coleta convencional.....	177
Figura 53 – Disposição irregular de RSU.....	178
Figura 54 – Ilustração de (a) Papa-lixo, (b) Papa-reciclável e (c) Papa-entulho.....	179
Figura 55 – Localização dos papa-lixos no DF	180
Figura 56 – Localização dos papa-recicláveis no DF.....	181
Figura 57 – Caminhão utilizado na Coleta Seletiva	183
Figura 58 – Orientação para a Coleta Seletiva no DF	184
Figura 59 – Logo da Coleta Seletiva Consciente e do Fórum da Coleta Seletiva.....	185
Figura 60 – Interface do aplicativo “SLU Coleta DF”	186
Figura 61 – Etapas de processamento dos resíduos na UTMB da Asa Sul	190
Figura 62 – Leiras de composto orgânico	190
Figura 63 – Áreas de transbordo: Brazlândia (a/b), Gama (c/d), Sobradinho (e/f).....	191
Figura 64 – (a) Fachada e (b) atividades internas da URE.....	192
Figura 65 – Área pretendida para construção do ASB	193

Figura 66 – Imagens aéreas do ASB.....	194
Figura 67 – Unidades operacionais do SLU-DF	196
Figura 68 – Central das Cooperativas de Materiais Recicláveis do DF - Centcoop	200
Figura 69 – Imagens do Museu do SLU.....	245
Figura 70 – Máquina “Retorna <i>Machine</i> ”do projeto Vale Luz da Companhia Neoenergia	24570
Figura 71 – Estrutura do <i>IAD-Framework</i> de Elinor Ostrom.....	275
Figura 72 – Exemplo adaptado do <i>IAD-Framework</i> (comunidade quilombola).....	277
Figura 73 – Proposta do modelo teórico circular de gestão de RSU para o DF.....	280
Figura 74 – Proposta do modelo teórico circular a partir das informações da tese.....	283

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de recuperação de RSU reciclados secos no DF em 2022.....	33
Tabela 2 – Taxa de recuperação de orgânicos no DF em 2022.....	33
Tabela 3 – Taxa de Coleta Seletiva no DF em 2022	35
Tabela 4 – Frequência das dez principais palavras-chave	116
Tabela 5 – Volume de resíduos (t) dispostos no ASB e na URE entre 2017 e 2022.....	195

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Lacunas de pesquisa que se referem à Economia Circular	27
Quadro 2 – Categorias dos atores sociais.....	40
Quadro 3 – Atividades fim dos atores sociais participantes da pesquisa	41
Quadro 4 – Escolas de pensamento que levaram à Economia Circular	63
Quadro 5 – Princípios da Economia Circular na perspectiva de vários autores.....	73
Quadro 6 – Planos de gestão de Resíduos Sólidos.....	96
Quadro 7 – Regras que regem o estudo bibliométrico	108
Quadro 8 – Extensões dos metadados a partir das bases <i>Scopus</i> e <i>WoS</i>	109
Quadro 9 – Pesquisas futuras sobre GRS e EC.....	124
Quadro 10 – Princípios da Economia Circular, PNRS e PDRS.....	128
Quadro 11 – Coeficientes de Pearson entre as PNRS, PDRS e os princípios da EC	130
Quadro 12 – Nuvem de palavras dos princípios da EC e das PNRS e PDRS.....	131
Quadro 13 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os Princípios da EC	133
Quadro 14 – Coeficientes de correlação de entre as PNRS e PDRS.....	133
Quadro 15 – Convergências e divergências entre a PNRS, PDRS e os princípios da EC	135
Quadro 16 – Matriz comparativa entre os princípios da EC, a PNRS e PDRS	136
Quadro 17 – Tipologia e classes dos RSU praticados no DF.....	161
Quadro 18 – Quantitativo de pessoal distribuído entre as atividades fim e meio	166
Quadro 19 – Quantitativo de pessoal distribuído nos cargos estratégicos	166
Quadro 20 – Equipe de terceirizados	167
Quadro 21 – Empresas com os respectivos quadros funcionais.....	168
Quadro 22 – Contratos administrados pelo SLU em 2022.....	169
Quadro 23 – Coleta dos resíduos diversos no âmbito do DF	187
Quadro 24 – Cooperativas e Associações de catadores atuantes nas IRRs.....	198
Quadro 25 – Entrada de resíduos da Coleta Seletiva e saída de rejeitos por IRR em 2022 ..	199
Quadro 26 – Desafios à gestão dos RSU e à EC à luz dos atores sociais	220
Quadro 27 – Percepção convergente para o aspecto "Desafios" à luz dos atores sociais	220
Quadro 28 – Oportunidades à gestão de RSU e à EC no DF frente os atores sociais.....	240
Quadro 29 – Percepção convergente para o aspecto "Oportunidades"	241
Quadro 30 – Estratégias para a gestão de RSU e EC à luz dos atores sociais	265

Quadro 31 – Percepção convergente para o aspecto "Estratégias" à luz dos atores sociais .	266
Quadro 32 – Sistema de pontuação para o programa Vale Luz.....	270
Quadro 33 – Percepções convergentes dos atores entrevistados.....	271

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADASA – Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento
AEXEC – Assessoria Executiva
AGEFIS – Agência de Fiscalização do Distrito Federal
ASB – Aterro Sanitário de Brasília
ASCOM – Assessoria de Comunicação Social
ASPLAN – Assessoria de Planejamento
CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CC – Centro de Comercialização
CDR – Combustível Derivado de Resíduo
CEB – Companhia de Eletricidade do Distrito Federal
CENTCOOP – Central das Cooperativas de Materiais Recicláveis do DF
CEP – Comitê de Ética em Pesquisa
CF – Constituição Federal
CIR – Centro Integrado de Reciclagem
CNI – Confederação Nacional da Industrial
CODEPLAN – Companhia de Planejamento do Distrito Federal
CONAM – Conselho de Meio Ambiente
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONLURB – Conselho de Limpeza Urbana do Distrito Federal
CONSAB – Conselho de Saneamento Básico do Distrito Federal
CORC – Comitê Gestor de Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Volumosos
CORSAP – Conselho de Regional de Manejo dos Resíduos Sólidos e das Águas Pluviais
CRH – Conselho de Recursos Hídricos
CS – Coleta Seletiva
CSC – Coleta Seletiva Consciente
CSDF – Conselho de Saúde do Distrito Federal
CTR – Controle de Transporte de Resíduo
CTR – Central de Triagem e Reciclagem
DIAFI – Diretoria de Administração e Finanças

DILUR – Diretoria de Limpeza Urbana
DIRAD – Diretoria Adjunta
DITEC – Diretoria Técnica
DF – Distrito Federal
DTI – Diretoria de Tecnologia e Inovação
EA – Educação Ambiental
EC – Economia Circular
ECT – Empresa Brasileira de Correios e Telégrafos
ESS – Economia Social e Solidária
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
GDF – Governo do Distrito Federal
GEE – Gases de Efeito Estufa
GRS – Gestão de Resíduos Sólidos
IA – Inteligência Artificial
IBGE – Instituto Brasileira de Geografia e Estatística
IBRAM – Instituto Brasília Ambiental
IGESDF – Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal
IoT – *Internet of Things*
IRR – Instalações de Recuperação de Resíduos
LEVs – Locais de Entrega Voluntária
LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo
MMA – Ministério do Meio Ambiente
NBR – Normas Brasileiras
NOVACAP – Companhia Urbanizadora da Nova Capital
OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONG – Organização Não Governamental
ONU – Organização das Nações Unidas
OUVIR – Ouvidoria
PDGIRS – Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PDRS – Política Distrital de Resíduos Sólidos
PDSB – Plano Distrital de Saneamento Básico
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
PE – Pegada Ecológica

PERS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos
PEVs – Pontos de Entrega Voluntária
PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico
PMEs – Pequenas e Médias Empresas
PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PNI – Programa Nacional de Imunizações
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
PPA – Plano Plurianual
PPP – Parceria Público-Privada
PRESI – Presidência
PROJU – Procuradoria Jurídica
RAs – Regiões Administrativas
RCC – Resíduos da Construção Civil
RDO – Resíduos Sólidos Domiciliares
RIDE – Região Integrada de Desenvolvimento
RFID – *Radio Frequency Identification*
RPU – Resíduos de Limpeza Urbana
RS – Resíduos Sólidos
RSS – Resíduos do Serviço de Saúde
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
SAAN – Setor de Armazenagem e Abastecimento Norte
SCIA – Setor Complementar de Indústria e Abastecimento
SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente
SEPE – Secretaria de Projetos Especiais
SIA – Setor de Indústria e Abastecimento
SINESP – Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SLU-DF – Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal
SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIS-RS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Resíduos Sólidos
SNS/MDR – Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SSP-DF – Secretaria de Segurança Pública do Distrito Federal

SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

SULFI – Superintendência de Licenciamento e Fiscalização

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TLP – Taxa de Limpeza Pública

UAI – Unidade de Auditoria Interna

UBS – Unidades Básicas de Saúde

UILE – Usina de Incineração de Lixo Hospitalar

UNIDO – *United Nations Industrial Development Organization*

URE – Unidade de Recebimento de Entulho

UTMB – Unidade de Tratamento Mecânico-Biológico

WoS – *Web of Science*

ZEE – Zoneamento Ecológico-Econômico

INTRODUÇÃO

Dentre os vários problemas enfrentados atualmente pela humanidade, destacam-se aqueles relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos. Muitos deles estão ligados ao desperdício e a elevados níveis de consumo promovidos pela sociedade moderna.

Boa parte dessas questões são pautadas por um modelo econômico linear em que a matéria-prima para a fabricação de produtos de todos os tipos e usos é retirada da natureza como se ela fosse infinita, trazendo sérios prejuízos, principalmente ambientais e sociais, que parecem não ter uma solução aparente.

A Economia Circular surge, então, como uma alternativa viável e capaz, por meio de seus princípios norteadores, de “frear” ou propor medidas mais inteligentes ao consumo atual, desde que implementadas corretamente (Kirchherr *et al.*, 2018). Este trabalho debate e discute a temática dos Resíduos Sólidos alinhado aos princípios da Economia Circular no âmbito do Distrito Federal à luz da perspectiva de atores sociais e propõe, ao final, um modelo teórico circular.

Delimitação do tema

Em 2016, o mundo gerou aproximadamente 2,01 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos e há a expectativa de que produza 3,40 bilhões para o ano de 2050 (Kaza *et al.*, 2018). À medida que as nações e cidades se tornam mais populosas e prósperas, oferecem mais produtos e serviços aos cidadãos e participam do comércio e intercâmbio global. Em função disso, elas enfrentam quantidades proporcionais de resíduos para gerenciar por meio do tratamento e descarte (Kaza *et al.*, 2018). Consequentemente, em função das novas sociedades de consumo e ao constante ritmo das atividades industriais, as emissões para o meio ambiente e a geração de Resíduos Sólidos se tornam problemas cada vez mais graves (Lieder; Rashid, 2015).

O aumento populacional (United Nations, 2019), o crescimento das cidades e o consumo (Maaß; Grundmann, 2018) são vetores que pressionam o atual modelo econômico a fluxos desproporcionais que geram custos ao gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos e limitam a capacidade de destinar adequadamente tais materiais. Isso acarreta na poluição de corpos d’água, na propagação de doenças, na elevação dos Gases de Efeito Estufa (GEE) e na contaminação do lençol freático (Fan *et al.*, 2020), o que faz dos Resíduos Sólidos um problema de escala mundial. Com o passar do tempo, os aterros sanitários ficam cheios devido à alta

produção *per capita* de Resíduos Sólidos Urbanos (Šomplák *et al.*, 2019), o que causa o seu esgotamento no curto prazo. Isso é explicado pelo fato de a economia atual estar estruturada segundo um modelo linear que se baseia na produção e consumo de bens e que ignoram as externalidades ambientais vinculadas à extração de recursos virgens e à geração de resíduos e poluição (Sauvé; Bernard; Sloan, 2016).

A necessidade de garantir padrões de produção e consumo sustentáveis foi reconhecida nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, particularmente na meta 12.5, que visa “reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da preservação, redução, reciclagem e reuso” (United Nations, 2021). Essa intenção vai ao encontro da proposta da Economia Circular, um conceito que possui grande potencial para um desenvolvimento mais sustentável, ao buscar soluções para os problemas de consumo, produção e resíduos (Bockel; Nuzum; Weissbrod, 2021). A Economia Circular tem várias definições, mas em comum, prevê a circularidade dos sistemas produtivos para reduzir as entradas (recursos) e saídas (resíduos e outros poluentes) com o uso de princípios e estratégias de diferentes áreas do conhecimento. Alguns trabalhos apontam a adoção da Economia Circular como solução viável para enfrentar os cenários previstos da geração e disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (Romero-Hernández; Romero, 2018; Ezeudu; Ezeudu, 2019; Rathore; Sarmah, 2020).

A literatura sobre Economia Circular mostra que é possível usar mecanismos para promover transformações industriais regenerativas que abrirão caminhos para alcançar a produção e o consumo sustentáveis (Korhonen; Honkasalo; Seppala, 2018). Ela apresenta um modelo conceitual capaz de orientar de maneira adequada o uso dos recursos naturais e a gestão de resíduos (Murray; Skene; Haynes, 2015).

Algumas iniciativas ao redor do mundo aplicaram os princípios da Economia Circular na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e procuraram indicar os problemas enfrentados na sua operacionalização. Como exemplos, citam-se o aproveitamento de resíduos como recursos industriais (Fiksel; Sanjay; Raman, 2020), a prática da Coleta Seletiva (Ferronato *et al.*, 2020; Kurniawan *et al.*, 2020) e o reuso de resíduos industriais (Ezeudu; Ezeudu, 2019). Além disso, a Economia Circular pode também ser utilizada para o uso efetivo da fração biodegradável e não biodegradável de Resíduos Sólidos Urbanos em plataformas integradas de refinaria em circuito fechado para a recuperação de recursos, bioenergia e para a fabricação de produtos de valor agregado (Velvizhi *et al.*, 2020).

A Economia Circular exige que atores sociais trabalhem juntos em prol de soluções para um problema coletivo, sendo essa capacidade inserida em um contexto institucional (Abreu; Ceglia, 2018). De acordo com Healey (1998), a capacidade institucional significa a habilidade

de uma comunidade de atores sociais se engajarem em ações coletivas para lidar com questões de preocupação comum. A sua construção é necessária para atingir objetivos comuns (Blomquist; Ostrom, 1985). Saavedra e colaboradores (2018) observaram que uma transição da Economia Linear para a circular deve ocorrer por meio de uma mudança política para se criar uma parceria entre a comunidade empresarial, os decisores políticos e as instituições. Dang e colaboradores (2016) salientam que os objetivos coletivos, as instituições e os recursos são elementos cruciais da ação coletiva, refletindo tanto os aspectos organizacionais quanto da capacidade institucional, evidenciando o relevante papel dos atores sociais em todo esse processo.

A título de exemplo, cita-se a importância da Educação Ambiental como gatilho de sensibilização desses atores como agentes impulsionadores da Coleta Seletiva, pois o ato de segregar os resíduos secos dos úmidos corroboram não só para as questões ambientais, mas também econômicas e sociais, pois permitem melhoria das condições de vida para muitos catadores de recicláveis que exercem essa atividade como meio de subsistência (Zaneti; Fuzzi; Amaro, 2021).

No contexto do Distrito Federal e de acordo com o Serviço de Limpeza Urbana (SLU), cerca de 696,9 mil toneladas de resíduos domiciliares e comerciais foram coletados em 2022 (Distrito Federal, 2023a). Desse total, foram recuperados 36,7 mil toneladas de materiais reciclados secos (o que corresponde a 5,27%) e 96,07 mil toneladas de orgânicos (o que corresponde a 13,78%). Para que esses valores possam ser melhorados, percebe-se a importância da participação dos atores sociais no processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.

O Aterro Sanitário de Brasília (ASB), “batalhado” por anos para livrar a cidade do estigma de detentora do maior lixão da América Latina (Capelari *et al.*, 2020), possui uma vida útil prevista estimada até 2030 (Distrito Federal, 2023b). O tamanho total da área cedida pelo Governo do Distrito Federal (GDF) por meio da Companhia Imobiliária de Brasília (Terracap)¹ para expansão é de 600 mil m², o que ampliaria a vida útil operacional para mais 20 anos (Distrito Federal, 2021). Contudo, das 2,2 mil toneladas de resíduos que chegam ao ASB diariamente, no mínimo 500 toneladas são recicláveis que poderiam gerar renda para famílias

¹ Criada pela lei n.º 5.861/72, a Terracap é uma empresa do Governo do Distrito Federal (GDF) que tem por objetivo a execução, mediante remuneração, das atividades imobiliárias de interesse do Distrito Federal, compreendendo a utilização, aquisição, administração, disposição, incorporação, oneração ou alienação de bens. Uma de suas ações é a promoção, direta ou indireta, de investimentos em parcelamentos do solo, infraestrutura e edificações com vistas à implantação, no interesse do Distrito Federal de programas e projetos (Distrito Federal, 2022a).

de catadores que trabalham em cooperativas do Distrito Federal. Porém, por estarem misturados com materiais da coleta convencional e material orgânico, esses recicláveis acabam sendo aterrados e desperdiçados (Distrito Federal, 2023b).

As ações de reciclagem e Coleta Seletiva têm se mostrado insuficientes, apesar da cobertura da Coleta Seletiva superar 90% da área urbana do Distrito Federal e, ainda, haver disponibilidade de recursos materiais e financeiros. Marwood *et al.* (2023) chamam isso de “lacuna entre valor e ação”. Com isso, a perspectiva do tempo útil do ASB é ser menor do que o planejado. Isso se torna um problema de grandes proporções, pois esgotada essa área, novos espaços para disposição final precisam ser encontrados.

Lacunas, problema de pesquisa e hipótese

Apesar das pesquisas já realizadas para a operacionalização do conceito de Economia Circular na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, de maneira geral, a literatura aponta para lacunas de conhecimento sobre a maneira como os sistemas de gestão atuais podem ser transformados em modelos circulares, incorporando estratégias da Economia Circular em diferentes setores. O Quadro 1 apresenta algumas dessas lacunas teóricas.

Quadro 1 – Lacunas de pesquisa que se referem à Economia Circular

Lacunas	Referência
Necessidade de encontrar a ligação que falta entre as carências dos setores industriais e a colaboração dos outros setores a fim de viabilizar a EC.	Homrich <i>et al.</i> , 2018
Falta de pesquisa sobre o papel dos governos na implementação da EC.	Bockel; Nuzum; Weissbrod, 2021
Falta de estudos sobre EC que exploram a dinâmica de atores sociais e as complexidades inerentes à cadeia da reciclagem.	Masi; Day; Godsell, 2017 Hahladakis; Iacovidou, 2018 Pieroni <i>et al.</i> , 2018 Wiesmeth <i>et al.</i> , 2018
Estudos que analisem o entendimento de especialistas e praticantes para entender as necessidades existentes na gestão em direção à EC.	Wu; Jia, 2018 Sehnm; Pandolfi; Gomes, 2019
Modelos circulares de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.	Oh; Hettiarachchi, 2020

Fonte: Elaborado pelo autor.

O levantamento do problema de pesquisa da presente tese ocorreu por meio do *gap* na literatura a partir da leitura dos trabalhos identificados no Quadro 1. Além disso, o estudo bibliométrico realizado na seção 4.1 deste trabalho, examinou 421 artigos científicos, cujas palavras chave orientadoras foram “circular economy” e “solid waste management”. As bases de dados escolhidas foram *Scopus* e *Web of Science*.

Ao final desta etapa, verificou-se que uma lacuna de pesquisa poderia ser explorada, que é a conexão entre a Economia Circular, a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e o *IAD-Framework*, este último desenvolvido por Elinor Ostrom e que considera o jogo formal de atores no processo de tomada de decisão (Barros *et al.*, 2019). Foi elaborado para analisar a governança de recursos de propriedade comum (*common pool resources*) e investigar modelos de autogoverno com base na cooperação e comunicação entre as pessoas (Ostrom, 2002). Esse modelo é explicado em detalhes no capítulo 6 do presente trabalho.

Poucos são os trabalhos que exploram esses três aspectos, principalmente dentro de um contexto aplicado. Sendo assim, a ideia da presente pesquisa foi vinculá-los em um ambiente real e, para isso, utilizou-se o Distrito Federal como base da pesquisa.

Sabendo-se que o Distrito Federal segue a linha da Economia Linear, muitos dos problemas relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos são identificados quando se analisa a sua operacionalização. Dentre eles destacam-se baixos índices da Coleta Seletiva, comprometimento da vida útil do aterro sanitário e alto volume de recicláveis presentes na coleta convencional.

Assim, além da contribuição teórica e original do trabalho, permite-se apresentar questões de cunho prático em relação à sistemática de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal baseadas nas lacunas identificadas no Quadro 1 e no *gap* da análise bibliométrica.

Pelo exposto, a pergunta norteadora desta pesquisa é: **como a Economia Circular pode contribuir para o sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal a partir da percepção de atores sociais?**

Nesse sentido, a hipótese é que *a proposta de um modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos é adequada para a modernização dos atuais sistemas lineares, especificamente no âmbito do Distrito Federal.*

Objetivos do estudo

A tese tem como objetivo geral analisar a contribuição da Economia Circular para o aprimoramento do sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal a partir da percepção de atores sociais.

A ideia é entender como os princípios da Economia Circular podem auxiliar para a construção de um modelo teórico circular de Gestão de Resíduos Sólidos (GRS) por meio da

participação de atores sociais, de forma a trazer melhorias importantes aos problemas causados pelos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

Assim, os objetivos específicos são:

1. Descrever o estado da arte sobre Economia Linear, Economia Circular e Resíduos Sólidos Urbanos por meio de uma revisão da literatura;
2. Identificar as conexões conceituais entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos por meio de duas perspectivas: uma análise bibliométrica com recorte temporal (período entre 2012 e 2022) e outra legal (Lei nº 12.305/2010 e Lei nº 5.418/2014);
3. Analisar, a partir da percepção de atores sociais, os desafios, oportunidades e estratégias para a implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal; e
4. Propor um *framework* (modelo) teórico de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal tendo como base os princípios da Economia Circular.

Justificativa e estrutura do trabalho

O presente trabalho é construído sobre três justificativas: a primeira é que ele traz um importante debate teórico entre a Economia Linear, as premissas da Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. A segunda está relacionada ao aporte de atores sociais chave do Distrito Federal ao atual sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e a terceira ligada a aspectos teórico-metodológicos, em que ocorre a adaptação de um *framework* existente para uma realidade diferente para a qual foi idealizado.

A primeira contribuição da tese está no debate proporcionado em seus capítulos iniciais que abordam a relação entre a Economia Linear, a Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. A linearidade da economia torna-se um problema a partir do momento em que se percebe a escassez de recursos naturais aliado ao crescente ritmo do consumo da sociedade moderna (Sariatli, 2017). A oferta de resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos, se tornou um dos maiores problemas em escala mundial, com boa parte do orçamento municipal destinado ao seu manejo (Luttenberger, 2020). A Economia Circular surge, então, como uma possibilidade de otimizar o consumo e reduzir a oferta de resíduos, desde que colocada em prática corretamente (Kirchherr *et al.*, 2018). Assim, as contribuições teóricas proporcionadas nesta fase inicial da pesquisa permitem compreender a inter-relação entre a origem/dinâmica dos Resíduos Sólidos Urbanos por meio das práticas adotadas atualmente e as possibilidades

inovadoras trazidas pela Economia Circular com o intuito de otimizar as soluções já existentes e criar novas alternativas que possam levar a resultados promissores para o meio ambiente e a sociedade.

Ao mesmo tempo que a tese se justifica por debater o dilema entre Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular, ela também discute a necessidade de compreender o entendimento dos *stakeholders* chave do Distrito Federal em relação a essas questões. A percepção desses atores é muito importante para o desenho de estratégias que visam um melhor enfrentamento aos desafios impostos pelos resíduos ao poder público e à sociedade como um todo. A escolha do Distrito Federal para o estudo dos Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular mostra a necessidade em ampliar esse debate para grandes centros urbanos brasileiros, uma vez que todos, sem exceção, geram Resíduos Sólidos a partir de suas atividades cotidianas.

Por fim, tem-se a terceira justificativa da pesquisa que é uma contribuição teórica a partir do estudo de um importante modelo já consolidado na literatura. Trata-se do *IAD-Framework* de Elinor Ostrom que, inicialmente, foi concebido para tratar da gestão de recursos comuns. A sua adaptação para enfrentamento às questões ligadas aos Resíduos Sólidos Urbanos por meio da Economia Circular ainda é pouco explorada, porém, possível (Oh e Hettiarachchi, 2020).

Dessa forma, a tese se mostra relevante por contribuir com a proposição de um modelo teórico circular baseado no *IAD-Framework* e adaptado à realidade do Distrito Federal.

Em termos de organização, o presente trabalho está organizado conforme descrito no Sumário. Com o título “INTRODUÇÃO”, a pesquisa se inicia com um panorama amplo do que se espera ao final das análises. São apresentados o tema, as lacunas, o problema de pesquisa, a hipótese, os objetivos do estudo e, por fim, a justificativa e a sua estrutura.

A metodologia é explicitada no item “ASPECTOS METODOLÓGICOS” onde são detalhados o desenho da pesquisa, a apresentação do local do estudo, a categorização dos atores sociais, os instrumentos de coleta, as técnicas de tratamento e análise dos dados e os limites da pesquisa.

A base teórica está reunida em uma seção intitulada “MARCO TEÓRICO” constituída pelos capítulos 1, 2 e 3. O capítulo 1 aborda a Economia Linear e traça um perfil do atual modelo econômico mundial, cujas bases estão na lógica do “pegar, processar, consumir e descartar”. Já o capítulo 2, destaca o conceito, as abordagens e os princípios da Economia Circular. O capítulo 3, evidencia os Resíduos Sólidos Urbanos, com ênfase para o seu conceito, classificação e caracterização.

A seção intitulada “RESULTADOS E DISCUSSÕES” é constituída pelos capítulos 4, 5 e 6. O capítulo 4 é dividido em duas partes: a primeira aborda a análise e os resultados de uma

pesquisa bibliométrica sobre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos realizada no período entre 2012 e 2022, mostrando as conexões existentes entre eles. Já a segunda parte, apresenta a análise do arcabouço legal sobre as políticas nacional e distrital de Resíduos Sólidos com os princípios da Economia Circular, buscando identificar os pontos de convergência e divergência entre eles.

O capítulo 5, por sua vez, faz uma breve apresentação do Distrito Federal e, também, apresenta a percepção dos atores sociais acerca do atual sistema de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e dos princípios da Economia Circular, ponto central desta pesquisa.

Por fim, o capítulo 6 traz para o debate uma breve relação entre os Resíduos Sólidos, o dilema econômico da ação coletiva e o *IAD-Framework* de Elinor Ostrom. Em seguida, é feita a proposição de um modelo teórico de gestão circular de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal com base nos estudos da referida autora e nas informações coletadas nas entrevistas. O capítulo encerra com algumas ponderações acerca do modelo proposto confrontado com a realidade do Distrito Federal.

As considerações finais trazem as principais conclusões da tese, as limitações do modelo proposto e o horizonte para pesquisas futuras.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos do trabalho, optou-se por uma pesquisa aplicada com uma abordagem qualitativa. Como procedimento técnico, adotou-se a busca documental em fontes secundárias e a entrevista semiestruturada como fonte primária, além do uso de instrumentos de análise de conteúdo (Bardin, 2016).

Também foram consultados documentos produzidos pelas instituições envolvidas na pesquisa. A partir desse levantamento, foram identificados os atores sociais entrevistados. Três categorias foram criadas: 1) poder público; 2) setor empresarial e 3) entes da sociedade civil.

O presente capítulo, portanto, apresenta o caminho percorrido para a realização do trabalho. As etapas são: a) o desenho da pesquisa; b) a apresentação do objeto de estudo; c) a categorização dos atores sociais; d) os instrumentos de pesquisa; e) as técnicas de tratamento e análise dos dados; e f) os limites da pesquisa. Cada uma delas é detalhada nos tópicos a seguir.

Desenho da pesquisa

No que se refere aos Resíduos Sólidos, pensar “fora da caixa” seria trazer para o debate temas que efetivamente possam agir como facilitadores, no sentido de criar estratégias mais eficazes para o seu correto tratamento. Neste ponto, entra em cena a Economia Circular, cujos pressupostos básicos pautam-se na não geração, na redução, no reuso, na remanufatura e na reciclagem. Outro aspecto muito importante e relevante é a criação de valor para o resíduo.

Assim, a junção das temáticas Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular constituem a base desta pesquisa, cujo intuito é fortalecer a discussão teórica em termos de estratégias e soluções preconizadas por vários autores e o seu comportamento no âmbito do Distrito Federal dentro de um viés prático identificado a partir da percepção de atores sociais locais.

A pesquisa tem como característica uma abordagem qualitativa embasada por um estudo que visa analisar a articulação entre o atual sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e os princípios da Economia Circular. O aspecto qualitativo é justificado pela natureza da pergunta orientadora e pelo objeto de estudo da tese: articulação entre Economia Circular, atores sociais e Resíduos Sólidos Urbanos no âmbito do Distrito Federal.

Para os estudos com perspectivas qualitativas, as características são a busca de novas respostas a indagações; a retratação da realidade; o uso de variadas fontes de informação; a

possibilidade de generalizações naturalísticas e a análise de diferentes pontos de vista sobre o objeto de estudo (Ventura, 2007).

Apresentação do objeto de estudo

Foram definidos cinco critérios de escolha para o objeto de estudo. O primeiro é que deveria ser uma cidade que segue a lógica de gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no contexto de uma Economia Linear, ou seja, que inicia no ponto de geração (domicílios e empresas) e termine na disposição final em aterro sanitário. Isso representa a forma como os municípios brasileiros predominantemente tratam os seus resíduos.

As elevadas taxas de geração e baixos índices de recuperação do material triado foram o segundo critério. De acordo com o SLU, no ano de 2022, a taxa de recuperação de reciclados foi 5,27% (Distrito Federal, 2023a). O resultado foi obtido pela divisão entre o total triado (TRI) pelo total coletado (COL) multiplicado por cem, conforme demonstrado na Figura 1.

Figura 1 – Cálculo da taxa de recuperação de resíduos reciclados secos no DF em 2022

Total coletado em 2022 (COL) = 696.995,94 ton
Total triado em 2022 (TRI) = 36.728,35 ton
i_{rec} = taxa de recuperação de resíduos reciclados secos
$i_{rec} = (TRI / COL) \cdot 100$
$i_{rec} = (36.728,35 / 696.995,94) \cdot 100$
$i_{rec} = 5,27\%$

Fonte: elaborado pelo autor com base em SLU (Distrito Federal, 2023a).

O detalhamento desses dados pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Taxa de recuperação de RSU reciclados secos no DF em 2022

Mês	Triado - TRI (ton)	Total coletado - COL (ton)	$i_{rec} = (TRI / COL) \cdot 100$ (%)
Janeiro	3.290,96	64.800,10	5,08
Fevereiro	3.257,05	57.347,07	5,68
Março	3.201,81	59.905,38	5,34
Abril	3.020,48	55.289,69	5,46
Mai	3.094,22	54.434,94	5,68
Junho	2.888,92	53.193,55	5,43
Julho	3.086,97	52.068,50	5,93
Agosto	3.066,33	56.563,88	5,42
Setembro	2.953,98	55.559,77	5,32
Outubro	2.966,01	56.723,65	5,23
Novembro	2.974,51	61.304,51	4,85
Dezembro	2.927,11	69.804,90	4,19
Total	36.728,35	696.995,94	5,27

Fonte: elaborado pelo autor com base em SLU (Distrito Federal, 2023a).

É possível perceber que na série histórica de 2022, a taxa média mensal de recuperação de Resíduos Sólidos Urbanos se manteve relativamente constante com pequenas variações nos meses de novembro e dezembro, períodos em que ela ficou abaixo de 5%. Contudo, ainda é um valor muito pequeno quando se observa o volume total de material coletado.

Ainda na linha do total de material coletado pela reciclagem, tem-se o percentual de orgânicos recuperados que ocorre por meio da compostagem. De acordo com o SLU, o volume compostado em 2022 foi de 96.077,69 toneladas, sendo 73.376,16 proveniente da coleta convencional e 22.701,53 toneladas oriundos das Instalações de Recuperação de Resíduos (IRRs). Isso representa 13,78% de material orgânico desviado do aterro sanitário e transformado em composto (Distrito Federal, 2023a). O cálculo é demonstrado na Figura 2.

Figura 2 – Cálculo da taxa de recuperação de resíduos orgânicos no DF em 2022

Total coletado em 2022 (COL) = 696.995,94 ton
Total recuperado na compostagem em 2022 (coleta convencional) = 73.376,16 (OG1)
Total recuperado na compostagem em 2022 (rejeitos das IRRs) = 22.701,53 (OG2)
$i_{rec_orgânico}$ = taxa de recuperação de resíduos orgânicos
$i_{rec_orgânico} = [(OG1 + OG2) / COL] \cdot 100$
$i_{rec_orgânico} = [(73.376,16 + 22.701,53) / 696.995,94] \cdot 100$
$i_{rec_orgânico} = 13,78\%$

Fonte: elaborado pelo autor com base em SLU (Distrito Federal, 2023a).

O detalhamento desses dados pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Taxa de recuperação de orgânicos no DF em 2022

Mês	Orgânico convencional OG1 (ton)	Orgânico IRRs OG2 (ton)	Total coletado COL (ton)	$i_{rec_orgânico} = [(OG1 + OG2) / COL] \cdot 100$ (%)
Janeiro	6.065,15	1.972,50	64.800,10	12,40
Fevereiro	5.573,32	1.819,41	57.347,07	12,89
Março	5.994,46	1.930,04	59.905,38	13,23
Abril	5.456,13	1.913,81	55.289,69	13,33
Mai	5.524,65	1.910,40	54.434,94	13,66
Junho	5.874,22	1.888,97	53.193,55	14,59
Julho	5.499,87	1.651,65	52.068,50	13,73
Agosto	5.980,46	1.924,91	56.563,88	13,98
Setembro	6.566,34	1.826,23	55.559,77	15,11
Outubro	6.141,43	1.795,67	56.723,65	13,99
Novembro	7.010,05	1.986,26	61.304,51	14,67
Dezembro	7.690,08	2.081,68	69.804,90	14,00
Total	73.376,16	22.701,53	696.995,94	13,78

Fonte: elaborado pelo autor com base em SLU (Distrito Federal, 2023a).

Os Resíduos Sólidos orgânicos representam mais de 50% do total produzido no Distrito Federal (Distrito Federal, 2023a). A série histórica de recuperação desse material em 2022 se manteve constante sempre acima de 12%, com o máximo no mês de setembro (15,11%) e o mínimo no mês de janeiro (12,40%). Ao comparar as taxas de recuperação dos resíduos secos com os orgânicos (5,27% contra 13,78% respectivamente), a diferença é de quase três vezes maior (cerca de 2,6 vezes) para os orgânicos, sendo ainda valores muito baixos.

O terceiro critério de escolha do Distrito Federal se deu pela possibilidade de acesso aos dados e informações gerados pelo poder público sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Atualmente, eles estão disponíveis no sítio eletrônico do SLU (<https://www.slu.df.gov.br/>).

O quarto critério de escolha está relacionado aos baixos índices de Coleta Seletiva. No Distrito Federal, o volume recuperado em 2022 por meio dela foi de 37.646,28 toneladas, o que corresponde a 5,40% do total (Distrito Federal, 2023a). O resultado foi obtido pela divisão entre o total coletado pela Coleta Seletiva pelo total geral coletado multiplicado por cem (Figura 3).

Figura 3 – Memória de cálculo da taxa de Coleta Seletiva no DF em 2022

Total coletado em 2022 (COL) = 696.995,94 ton
Total coletado pela coleta seletiva em 2022 (CS) = 37.646,28 ton
i_{cs} = taxa de coleta seletiva
$i_{cs} = (CS / COL) \cdot 100$
$i_{cs} = (37.646,28 / 696.995,94) \cdot 100$
$i_{cs} = 5,40\%$

Fonte: elaborado pelo autor com base em SLU (Distrito Federal, 2023a).

O detalhamento desses dados pode ser visto na Tabela 3.

Tabela 3 – Taxa de Coleta Seletiva no DF em 2022

Mês	Coleta Seletiva - CS (ton)	Total coletado - COL (ton)	$i_{cs} = (CS / COL) \cdot 100$ (%)
Janeiro	2.782,51	64.800,10	4,29
Fevereiro	2.639,61	57.347,07	4,60
Março	3.030,93	59.905,38	5,06
Abril	2.839,04	55.289,69	5,13
Maiο	2.879,77	54.434,94	5,29
Junho	2.792,88	53.193,55	5,25
Julho	2.667,00	52.068,50	5,12
Agosto	3.139,08	56.563,88	5,55
Setembro	3.024,66	55.559,77	5,44
Outubro	3.106,54	56.723,65	5,48
Novembro	4.961,51	61.304,51	8,09
Dezembro	3.782,75	69.804,90	5,42
Total	37.646,28	696.995,94	5,40

Fonte: elaborado pelo autor com base em SLU (Distrito Federal, 2023a).

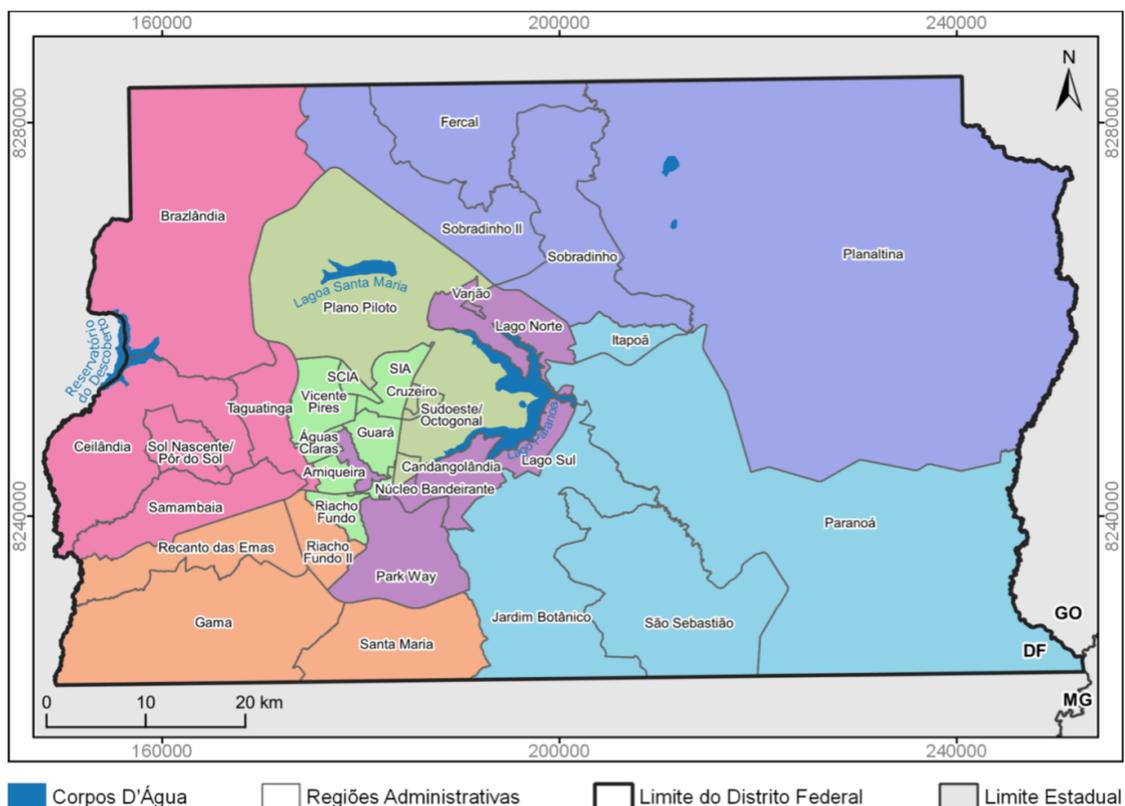
Seguindo o mesmo raciocínio da recuperação de materiais recicláveis, é possível observar, por meio dos dados oficiais do governo, que os níveis de Coleta Seletiva no Distrito Federal também são baixos, apesar de uma cobertura alta (mais de 90% das áreas urbanas) e de recursos disponíveis para o serviço (Distrito Federal, 2023a). Dessa forma, a resposta deveria ser melhor, ou seja, as taxas de recuperação deveriam ser maiores.

O quinto e último critério de escolha está relacionado à falta de estratégias voltadas para os princípios da Economia Circular no processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. Ao analisar os documentos técnicos do SLU (relatórios anuais e o Plano Distrital de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos – PDGIRS), não foram identificadas ações pontuais e específicas nesse quesito.

Assim, após a apresentação dos elementos que fundamentaram a escolha do Distrito Federal como base do estudo, foi realizada uma breve contextualização nos parágrafos seguintes. O detalhamento de sua história, características físicas, antrópicas e do atual sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos será tratado no capítulo 5.

O Distrito Federal (Figura 4) é composto por 35 regiões administrativas (RAs) (Distrito Federal, 2020b), distribuídos em 5.770 km² (Distrito Federal, 2020a).

Figura 4 – Mapa do Distrito Federal com as Regiões Administrativas (RAs)



Fonte: Castro e Lima (2020).

No Distrito Federal, os desafios na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos são expressivos, principalmente porque já operou o maior “lixão” da América Latina. Atualmente, após intensivos investimentos, tem suas operações mais controladas, porém, com impactos ambiental e social ainda muito relevantes (Distrito Federal, 2018).

Como parte da solução de disposição final de rejeitos, o Governo do Distrito Federal viabilizou a implantação do primeiro aterro sanitário, o ASB (Figura 5). Ele foi inaugurado em 17 de janeiro de 2017 com capacidade para atender todo o Distrito Federal.

Figura 5 – Vista aérea do Aterro Sanitário de Brasília (ASB)



Fonte: Agência Brasília (Distrito Federal, 2023b).

A área total do aterro é de aproximadamente 760.000 m² ou 76 hectares. Atualmente, o espaço para a disposição de rejeitos, tratamento de chorume, resíduos provenientes dos serviços de saúde e área de apoio administrativo e operacional contemplam 490.000 m² ou 49 hectares (Distrito Federal, 2021).

Adjacente ao ASB existe uma área destinada à sua ampliação. Ela possui aproximadamente 600.000 m² ou 60 hectares. A sua incorporação ao espaço total atual daria ao aterro um total de 1.360.000 m² ou 136 hectares, aumentando a sua vida útil para aproximadamente 20 anos (Distrito Federal, 2021).

Contudo, com taxas crescentes de geração a cada ano devido ao aumento populacional e do consumo, o ASB poderá ter sua capacidade comprometida antes do período previsto e o

seu esgotamento ocorrer de forma prematura, abrindo a necessidade em se buscar uma nova área para a criação de outro aterro sanitário.

Portanto, pensar em uma estratégia que possa otimizar a geração, a redução, o reuso, a remanufatura, a reciclagem e a compostagem no Distrito Federal, por meio da agregação de valor aos resíduos, se torna uma necessidade de curto prazo. Uma alternativa plausível é a inserção da Economia Circular nesse contexto.

Categorização dos atores sociais

A participação dos atores sociais (partes interessadas ou *stakeholders*) é uma condição necessária para a implementação de decisões relacionadas à Economia Circular, cujos princípios geralmente se baseiam em seu comportamento responsável e ético (Salvioni e Almici, 2020).

O engajamento desses atores pode contribuir para o desenvolvimento de modelos de negócios circulares (Freeman, 1994; Mitchell, Agle e Wood, 1997; Greenwood, 2007; Barone, Ranamagar e Solomon, 2013), o que pode ajudar as empresas a identificar as expectativas das partes interessadas e promover o seu cumprimento. Para isso, é fundamental evitar possíveis efeitos negativos devido à falta de um diálogo eficaz (Cummings, 2001).

Essa abordagem exige o mapeamento e a classificação preliminares das partes interessadas, bem como a consequente seleção das formas mais convenientes de interação (Gable e Shireman, 2005).

Além disso, as capacidades de inovação direcionadas à sustentabilidade auxiliam os setores a melhorar sua eficiência ecológica e a criar valor de mercado. Para isso, as organizações precisam se envolver com diferentes partes interessadas internas e externas (Watson *et al.*, 2018). Esse envolvimento com distintos *stakeholders*/atores sociais (provenientes dos setores econômico, social e ambiental) permite que eles colaborem entre si e trabalhem em prol do desenvolvimento de um fluxo circular de materiais e o desenvolvimento de boas práticas sustentáveis (Ranta *et al.*, 2018).

De acordo com Jakhar *et al.* (2019), a interação dos *stakeholders* e os recursos inovadores são necessários para criar práticas de Economia Circular de verdade. Segundo os autores, a adoção de princípios circulares torna-se possível quando a participação dos atores sociais nesse contexto é eficaz e pragmática.

No presente estudo, a busca de dados e informações em fontes primárias ocorreu por meio de entrevistas semiestruturadas junto aos atores sociais envolvidos na pesquisa. As

perguntas foram previamente submetidas ao Conselho de Ética em Pesquisa (CEP) e a realização das entrevistas foi devidamente autorizada por meio do parecer consubstanciado do CEP n.º 6.094.095 em 31/05/2023 (Anexo A).

Para atender aos objetivos elencados na tese, a pesquisa de campo se mostrou como a melhor estratégia, uma vez que os dados primários foram obtidos por meio da coleta da percepção de atores sociais a respeito do sistema de Gestão de Resíduos Sólidos do Distrito Federal e a Economia Circular.

A delimitação de categorias facilita a classificação dos dados coletados por *clusters* (grupos) de atores. Isso permite fazer uma análise por similaridade de percepção de forma que o entendimento acerca do tema possa ser comparado entre si e com as demais, trazendo mais riqueza para a análise. Dessa forma, três categorias de atores sociais foram delimitadas, cujos nomes pessoais e institucionais não foram utilizados e nem divulgados para preservar a identidade dos participantes.

Em uma pesquisa qualitativa, cujo instrumento de coleta de dados primário utilizado é a entrevista, existe uma dificuldade em se determinar a quantidade correta de entrevistados que seja representativa.

Para Cherques (2009), a saturação é um mecanismo epistemológico que determina quando as observações deixam de ser necessárias, uma vez que nenhum novo elemento permite ampliar o número de propriedades do objeto investigado. Segundo ele, a maior dificuldade do emprego desse critério de saturação é o dimensionamento *ex-ante* (antes) da pesquisa.

Além disso, a forma de utilização mais comum do critério de saturação é a da aplicação de entrevistas semiestruturadas de forma sequencial, com a resposta em aberto. O pesquisador identifica e anota as repetições. Quando nenhuma nova informação ou nenhum novo tema é registrado, atingiu-se o ponto de saturação (Cherques, 2009).

O autor ainda afirma que, para pesquisas qualitativas que utilizam a entrevista semiestruturada como instrumento de coleta de dados, deve-se utilizar no mínimo 8 e no máximo 15 observações. Acima desse limite, fica evidenciado que o ponto de saturação é imprevisível, o que não contribui de forma significativa para os resultados almejados (Cherques, 2009).

Dessa forma, após a realização de uma busca para identificar os potenciais atores sociais, chegou-se à conclusão que entrevistar quatro representantes para cada categoria (três categorias multiplicado por quatro, totaliza doze atores) seria suficiente para atingir o ponto de saturação. O Quadro 2 contém as categorias dos atores sociais envolvidos na pesquisa.

Quadro 2 – Categorias dos atores sociais

Número da categoria	Nome da categoria	Nome fictício do ator social
1	Poder público	PP01
		PP02
		PP03
		PP04
2	Setor empresarial	SE01
		SE02
		SE03
		SE04
3	Sociedade civil	SC01
		SC02
		SC03
		SC04

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Categoria 1 (CAT1) é formada por quatro atores vinculados ao poder público. Eles foram escolhidos por estarem conectados direta ou indiretamente ao processo de gestão, execução, regulação e fiscalização dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal. A percepção das pessoas que concederam as entrevistas retrata a sua experiência e a sua base de conhecimentos técnicos acerca das tratativas sobre Resíduos Sólidos e Economia Circular, levando em consideração, também, todo o arcabouço legal pertinente.

A Categoria 2 (CAT2), por sua vez, apresenta a perspectiva do setor empresarial, distribuídos nos ramos de consultoria, indústria e comércio de materiais recicláveis, venda de produtos usados e setor alimentício. Por estarem “na ponta” da cadeia produtiva e em contato direto com vários outros atores, as empresas possuem um papel fundamental de controladores de fluxo, até mesmo porque, são também, classificadas como grandes geradores. A sua visão, portanto, se consolidou como muito importante para a pesquisa.

Por fim, a Categoria 3 (CAT3) é formada por entes da sociedade civil. Entre eles estão associações de moradores e cooperativas de catadores. Estas últimas são constituídas de pessoas que possuem uma visão prática dos fluxos de materiais, desde sua origem até o processamento nas centrais. Dessa forma, o pragmatismo deste grupo também contribuiu de forma significativa para o trabalho.

Para a CAT1 (Poder público), o roteiro semiestruturado foi construído com 22 perguntas (Apêndice B), para a CAT2 (Setor empresarial) foram 17 (Apêndice C) e para a CAT3 (Sociedade civil) 19 perguntas (Apêndice D).

Cada ator, dentro de sua respectiva categoria, recebeu um código. O objetivo foi manter o sigilo tanto da instituição quanto do entrevistado, conforme justificado junto ao comitê de

ética da Universidade de Brasília (UnB) e aprovado pelo CEP (Comitê de Ética em Pesquisa) de acordo com o Anexo A (Parecer consubstanciado do CEP). O Quadro 3 apresenta a atividade fim de cada um desses atores para que se possa ter uma reflexão melhor durante a etapa de análise.

Quadro 3 – Atividades fim dos atores sociais participantes da pesquisa

Categorias	Atores	Atividade fim
CAT1 (Poder público)	PP1	Órgão executivo ligado à gestão dos RSU.
	PP2	Órgão executivo ligado à fiscalização dos RSU.
	PP3	Órgão executivo ligado à gestão de projetos.
	PP4	Órgão legislativo.
CAT2 (Setor empresarial)	SE1	Empresa ligada à compra e venda de produtos usados.
	SE2	Empresa ligada à compra e venda de produtos recicláveis.
	SE3	Empresa ligada ao setor de análises clínicas.
	SE4	Empresa ligada à fabricação, comercialização e distribuição de bebidas.
CAT3 (Sociedade civil)	SC1	Instituição ligada a representação de moradores.
	SC2	Instituição ligada a representação de moradores.
	SC3	Instituição ligada às cooperativas de catadores de recicláveis.
	SC4	Instituição ligada aos catadores de recicláveis.

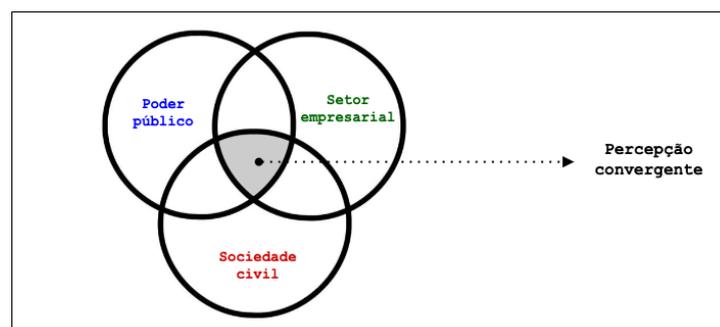
Fonte: Autor (2023).

O poder público foi representado pelos atores cujos códigos são PP1, PP2, PP3 e PP4. Já o setor empresarial pelos códigos SE1, SE2, SE3 e SE4. Por fim, os da sociedade civil com as siglas SC1, SC2, SC3 e SC4.

Após a realização das entrevistas, foi feito o trabalho de transcrição e posterior análise de conteúdo que, segundo Bardin (2011), descreve de forma sistemática a interpretação de uma determinada mensagem.

A Figura 6 apresenta a ideia de percepção convergente entre os *clusters* de atores sociais e evidencia o ponto central da pesquisa.

Figura 6 – Percepção convergente entre os atores sociais



Fonte: Elaborado pelo autor.

A percepção convergente, termo criado pelo autor, se refere aos pontos de vista em comum dos atores sociais no que se refere ao entendimento acerca do atual modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal e dos princípios da Economia Circular, a partir dos aspectos “desafios, oportunidades e estratégias”. Eles são explorados em detalhe na seção 5.3.

Além da percepção dos atores sociais sobre o processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, o seu grau de compreensão sobre os princípios da Economia Circular também foi investigado nas entrevistas. Afinal, para se ter resultados diferentes dos atuais (mais eficientes no que diz respeito às taxas de geração, redução, reuso, remanufatura, reciclagem e compostagem), deve-se pensar “fora da caixa”. A Economia Circular é apontada como uma alternativa que atende a esse quesito e se consolida como uma saída interessante, real, plausível e eficaz para o alcance desses objetivos.

Outra análise realizada na tese está relacionada ao arcabouço legal pertinente aos Resíduos Sólidos Urbanos e os princípios da Economia Circular. Para isso, foi construída uma matriz de correspondência entre eles. O intuito foi identificar a existência ou ausência de pontos de convergência e/ou divergência.

O arcabouço legal identificado e utilizado nesta tese foi:

- Lei n.º 12.305/2010: Política Nacional de Resíduos Sólidos; e
- Lei n.º 5.418/2014: Política Distrital de Resíduos Sólidos.

Os resultados são apresentados e discutidos na seção 4.4. A fragmentação, contagem de palavras e formação de *clusters* analíticos foram realizadas por meio do *software* NVivo 11 que permitiu a realização de uma análise de pontos convergentes e divergentes entre o arcabouço legal (PNRS e PDRS) e os princípios da Economia Circular. Os resultados foram inseridos em uma matriz de correspondência para otimizar a interpretação.

O quarto objetivo específico foi concebido a partir da análise dos resultados. O intuito foi propor um modelo teórico (*framework*) de gestão circular de Resíduos Sólidos Urbanos a partir da percepção dos atores sociais de forma a colaborar com a ampliação do debate sobre reuso, Coleta Seletiva, reciclagem, compostagem e descarte de embalagens e subprodutos do pós-consumo no Distrito Federal.

Instrumentos de pesquisa

As técnicas empregadas para coleta de dados foram:

- a) Pesquisa documental;

- b) Entrevistas semiestruturadas;
- c) Registro fotográfico; e
- d) Observação direta.

Os roteiros de entrevista encontram-se nos Apêndices B, C e D deste trabalho.

a) Pesquisa documental

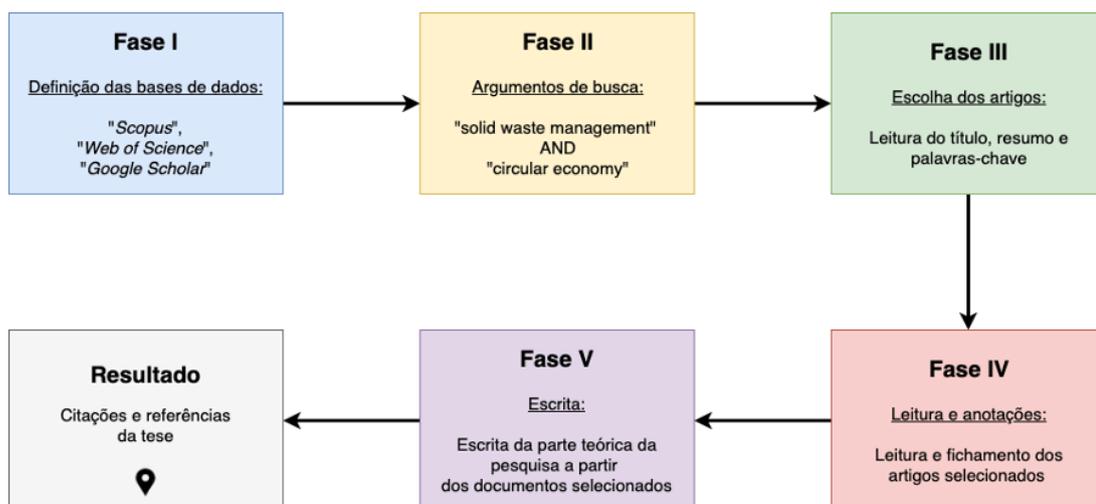
Para compor o contexto teórico do trabalho, foram feitas pesquisas em artigos científicos, sítios eletrônicos, *e-books*, dissertações, teses, relatórios técnicos e de pesquisa.

Os dados provenientes de artigos científicos foram coletados a partir das bases *Scopus*, *Web of Science* e *Google Scholar* com ênfase nos trabalhos mais recentes e naqueles que trouxeram debates atuais e relevantes para a pesquisa. Os demais tipos de documentos foram encontrados por meio do *Google Scholar*, sítios eletrônicos de outras universidades e dos governos federal e distrital.

Os argumentos de busca selecionados foram “*solid waste management*” AND “*circular economy*” e o critério de escolha foi a leitura do título, do resumo e das palavras-chave. Todos previamente lidos e analisados. Uma análise bibliométrica foi realizada por meio do *software R* e o pacote *Bibliometrix*. Os resultados são apresentados e discutidos na seção 4.1.

Um esquema representativo desta etapa pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Fases da pesquisa documental



Fonte: Elaborado pelo autor.

A pesquisa documental é um passo importante no trabalho para que o arcabouço teórico tenha a fundamentação necessária. O trabalho de construção teórica da tese iniciou em meados

de junho de 2021, após o exame de qualificação do projeto, até agosto de 2022. Após esse período, foi feita a construção dos instrumentos de coleta dados (roteiros de entrevista) e o levantamento dos documentos necessários para apresentação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa.

b) Entrevistas semiestruturadas

O terceiro objetivo específico da tese é “analisar, a partir da percepção de atores sociais, as oportunidades, desafios e estratégias para a implementação da Economia Circular no sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal”. Para atingi-lo, realizou-se as entrevistas, como forma de coleta de dados primários.

Por ter uma base qualitativa, a pesquisa tem como principal instrumento de coleta de dados primários a entrevista semiestruturada, pois ela combina perguntas abertas e fechadas e o entrevistador tem liberdade para se posicionar sobre o tema, sem se prender à pergunta formulada (Minayo, 2010).

Nas pesquisas qualitativas, as entrevistas são utilizadas com maior frequência e reconhecidas como uma técnica de qualidade para a coleta de dados (Batista; Matos; Nascimento, 2017).

Nas ciências sociais a entrevista qualitativa é uma metodologia de coleta de dados amplamente empregada. Isso se deve ao fato de que a inter-relação, as experiências do cotidiano e o senso comum no momento da entrevista é uma condição indispensável para o êxito da pesquisa qualitativa (Minayo, 2011; Gaskell, 2014).

As entrevistas foram conduzidas junto aos atores sociais seguindo a ordem e os critérios abaixo. Todas foram constituídas por quatro atores sociais.

Categoria 1 (Poder público): o objetivo foi compreender a gestão, execução, regulação e fiscalização dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal. Foram selecionados atores que atuam direta e indiretamente nessa perspectiva. Além disso, a ideia era identificar a existência ou não de interação com as cooperativas de catadores e o seu nível de conhecimento sobre Economia Circular, de forma a suscitar debates de novas políticas públicas pautadas em seus princípios.

Categoria 2 (Setor empresarial): o objetivo foi identificar a visão dos empresários em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, quais as suas percepções em relação ao atual sistema, sua posição diante da legislação, se existe compartilhamento de ideias e/ou

estratégias com outras empresas e se elas conhecem a Economia Circular. E, em caso positivo, se existem ações em conjunto para sanar as altas taxas de oferta de resíduos.

Categoria 3 (Sociedade civil): o objetivo foi identificar a relação da população com os Resíduos Sólidos Urbanos, se conhecem o funcionamento do sistema como um todo, o trabalho realizado pelas cooperativas, se realizam a Coleta Seletiva em casa e se possuem conhecimentos sobre Economia Circular.

Uma vez criados e definidos os grupos de atores, a próxima etapa foi a seleção dos participantes. Para isso, foi feito o contato pelo telefone e/ou *e-mail* com a organização/instituição de uma categoria específica. À(ao) atendente, foi feita uma breve explanação do motivo do contato e solicitado o encaminhamento da ligação/mensagem para a pessoa mais apropriada a participar da pesquisa.

Aos participantes, foi feita uma apresentação um pouco mais detalhada sobre o estudo e, ao final, um convite para a entrevista. Aos convites aceitos, foi feita a marcação de uma data, horário e local para a sua realização.

Nos casos de negativa, um novo ator, dentro da mesma categoria, foi identificado e o processo repetido até que o quantitativo previamente definido fosse alcançado.

Apesar dos diferentes grupos de atores sociais, o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foi o mesmo para todos os participantes. Isso porque, em sua estrutura, foi contemplada todas as informações importantes e necessárias para que o entrevistado compreendesse as etapas do processo. As etapas foram:

- a) Apresentação do tema, objetivo e pesquisador do projeto;
- b) Nota de sigilo do nome e da instituição;
- c) Detalhes da entrevista como participação voluntária, tempo de duração (aproximadamente 1 hora), forma de participação (presencial ou *online*) e esclarecimento da possibilidade de desistência;
- d) Informativo de que a participação não era remunerada, porém, importante para o desenvolvimento de políticas públicas acerca do tema;
- e) Fornecimento de dados pessoais (*e-mail* e telefone) do pesquisador e da professora orientadora para o esclarecimento de dúvidas;
- f) Nota sobre assistência à possibilidade de danos decorrentes da entrevista;
- g) Divulgação dos resultados da pesquisa na forma da tese concluída ou de artigos científicos produzidos a partir dela;
- h) Informativo sobre a responsabilidade e tempo de guarda dos dados coletados;

- i) Dados do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) para eventuais dúvidas que o participante pudesse vir a ter;
- j) Termo de concordância;
- k) Assinatura do entrevistado e do pesquisador em duas vias do TCLE; e
- l) Local e data.

Assim, não houve a necessidade de diferentes TCLE (Apêndice A) para as categorias criadas, uma vez que a base de informações que constam em sua estrutura é a mesma para todos os entrevistados.

Das 12 entrevistas, 8 foram realizadas de forma presencial. Contudo, em alguns casos, houve a necessidade da coleta de dados por meio virtual. Isso ocorreu quando o entrevistado não estava fisicamente no Distrito Federal ou ainda, quando não teve disponibilidade para a entrevista física por questões pessoais ou profissionais.

Para a assinatura do TCLE, foi solicitado ao participante que concordasse em participar da pesquisa, que assinasse o referido documento (enviado para seu *e-mail* de forma antecipada), o escaneasse e o enviasse para o *e-mail* do pesquisador, dando concordância aos itens propostos do termo.

Para as entrevistas em ambiente virtual, foi solicitado ao entrevistado que estivesse em uma sala privativa de forma que outras pessoas não tivessem acesso às suas respostas. Foi informado a ele que todo o conteúdo da entrevista seria armazenado em local virtual do pesquisador, protegido com usuário e senha, com o intuito de minimizar as limitações de segurança e potencial risco de violação.

Para o envio do convite à plataforma virtual, foi encaminhando o *link* de acesso para o *e-mail* disponibilizado pelo entrevistado, de forma que tivesse somente um remetente (pesquisador) e um destinatário (entrevistado). No corpo do *e-mail* convite, foi esclarecido que o entrevistado poderia participar da pesquisa somente se ler, assinar e devolver o TCLE ao pesquisador. As perguntas somente iniciariam após o cumprimento dessa etapa. Foi alertado ao participante que ele mantivesse uma cópia do TCLE consigo para futuras consultas ou necessidades.

Para proporcionar uma maior tranquilidade ao entrevistado, o pesquisador tomou conhecimento da política de privacidade da ferramenta utilizada para a entrevista virtual, apesar de não haver a coleta de dados pessoais do participante.

A ferramenta utilizada para as entrevistas virtuais é gratuita e de fácil utilização. Trata-se do <https://meet.jit.si/>. Ela permite fazer a gravação em arquivo local de forma que o conteúdo não extrapole para o campo da *internet*. Isso traz maior segurança às partes envolvidas.

Os critérios de inclusão de novos entrevistados foram planejados da seguinte forma:

- Quando um entrevistado previamente escolhido não assinasse o TCLE;
- Quando não se conseguisse atingir a quantidade de entrevistados por categoria previamente estabelecida;
- No caso de indisponibilidade do entrevistado previamente escolhido; e
- Na hipótese de exclusão de um entrevistado.

Por outro lado, os critérios de exclusão dos entrevistados ocorreram da seguinte forma:

- Quando houvesse a negativa de um participante previamente escolhido;
- Na hipótese do voluntário não assinar o TCLE;
- Quando um entrevistado se negasse a responder as questões; e
- Quando as respostas dadas pelo entrevistado estivessem muito distantes do esperado tendo como base as perguntas realizadas.

Os benefícios diretos para a pesquisa estão embasados na percepção de como esses profissionais “enxergam” o atual sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e a sua relação com a Economia Circular. Essa perspectiva se faz muito importante pelo fato dessas pessoas atuarem “na ponta” do processo de forma prática durante as suas atividades corriqueiras e pelo fato delas acumularem um bom tempo de experiência prática.

Para facilitar o trabalho de transcrição e análise do conteúdo, as entrevistas foram gravadas com a permissão dos entrevistados.

O risco de vazamento de dados esteve presente em três momentos na pesquisa: na coleta, no tratamento e no armazenamento.

O tratamento dos dados foi feito unicamente pelo pesquisador em locais privativos e os resultados apresentados para a professora orientadora e o coorientador. Isso diminuiu consideravelmente a probabilidade de acesso de outras pessoas, tanto aos dados fornecidos pelos entrevistados, quanto à pesquisa propriamente dita.

A estratégia para minimizar o risco de vazamento de dados foi a guarda em ambiente virtual seguro (armazenamento local) com acesso restrito do pesquisador.

Além disso, deve-se levar em consideração os impactos causados pela pandemia do COVID-19 no desenvolvimento da pesquisa. Houve atrasos importantes na coleta de dados devido à implantação de *lockdowns* pelas autoridades competentes. Após o período de vacinação, os atores sociais retomaram as atividades presenciais de forma gradativa, acompanhando o ritmo de queda de proliferação da doença. Ao final, a escrita da tese sofreu

um impacto significativo em seu tempo de construção, havendo a necessidade de prorrogação de prazo junto ao PPG-CDS.

c) Registro fotográfico

Para que a pesquisa represente visualmente o texto, torna-se imprescindível o registro de imagens. Foram fotografados, por meio de *smartphone* com câmera de boa resolução, elementos relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos como pontos de coleta, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs), amontoados de resíduos, contêineres, veículos transportadores, *bags* com resíduos separados entre outros. O objetivo foi ilustrar a dinâmica do fluxo de materiais no âmbito do gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

As imagens levam ao leitor a uma melhor análise e interpretação de contexto e permitem chegar a conclusões assertivas a partir das informações apresentadas.

d) Observação direta

Durante as entrevistas, muitas impressões foram coletadas e anotadas a partir da percepção dos atores sociais diante das perguntas realizadas. O objetivo foi complementar o texto final da tese com dados e informações ditas pelos entrevistados e que tiveram uma contribuição relevante. Desenhos, diagramas, dados numéricos e fontes de dados são exemplos do que foi anotado. Ao final, esse conjunto de elementos foi compilado para compor o capítulo de análise (seção 5.3) juntamente com os depoimentos dos atores sociais.

O tratamento das transcrições das entrevistas ocorreu por meio da análise de conteúdo que compreende três etapas: a) pré-análise do material; b) exploração do material e c) interpretação por meio de inferências (Bardin, 2016).

Técnicas de tratamento e análise dos dados

A base teórica da tese foi construída, primordialmente, por artigos científicos presentes na literatura internacional e nacional a partir das bases *Scopus* e *Web of Science (WoS)*, mas também, por capítulos de livros, dissertações e teses.

A análise do conteúdo desse material foi feita, primeiramente, pela leitura do título, resumo e palavras-chave. Os trabalhos selecionados foram classificados a partir do alinhamento

com a proposta da pesquisa e separados para a etapa seguinte, o fichamento. Os demais, foram desconsiderados.

O fichamento foi realizado pela identificação da ideia central da publicação de forma que auxiliasse na construção do referencial teórico por meio das citações diretas e indiretas.

Para atender à primeira parte do segundo objetivo específico (“Identificar as conexões entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos por meio de uma análise bibliométrica com recorte temporal entre 2012 e 2022”), utilizou-se a análise quantitativa dos periódicos por meio da Linguagem R e dos pacotes *Bibliometrix* e *Shiny*. Ao final, foi possível gerar gráficos, tabelas e nuvens de palavras-chave que permitiram criar um debate entre autores diversos acerca da Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos.

O *software* NVivo 11 foi utilizado para processar os princípios da Economia Circular juntamente com as Políticas Nacional e Distrital de Resíduos Sólidos, respectivamente as leis 12.305/2010 e 5.418/2014. O intuito foi verificar os pontos de convergência e divergência entre eles pela ocorrência de palavras comuns em ambos os textos. O detalhamento deste procedimento é feito na seção 4.4.

Ainda no contexto do arcabouço legal, foi feita uma matriz de correspondência, ou seja, um quadro comparativo contendo os princípios da Economia Circular a partir dos trabalhos do The British Standards Institution (2017); Suárez-Eiroa *et al.* (2019); Weetman (2019); Tonelli e Cristoni (2019); Circle Economy (2022); Ellen MacArthur Foundation (2022); além da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e Política Distrital de Resíduos Sólidos (PDRS). Nela, foi inserida uma coluna chamada “Pontos de convergência” em que são elencados os elementos comuns dos princípios e dos artigos das referidas leis.

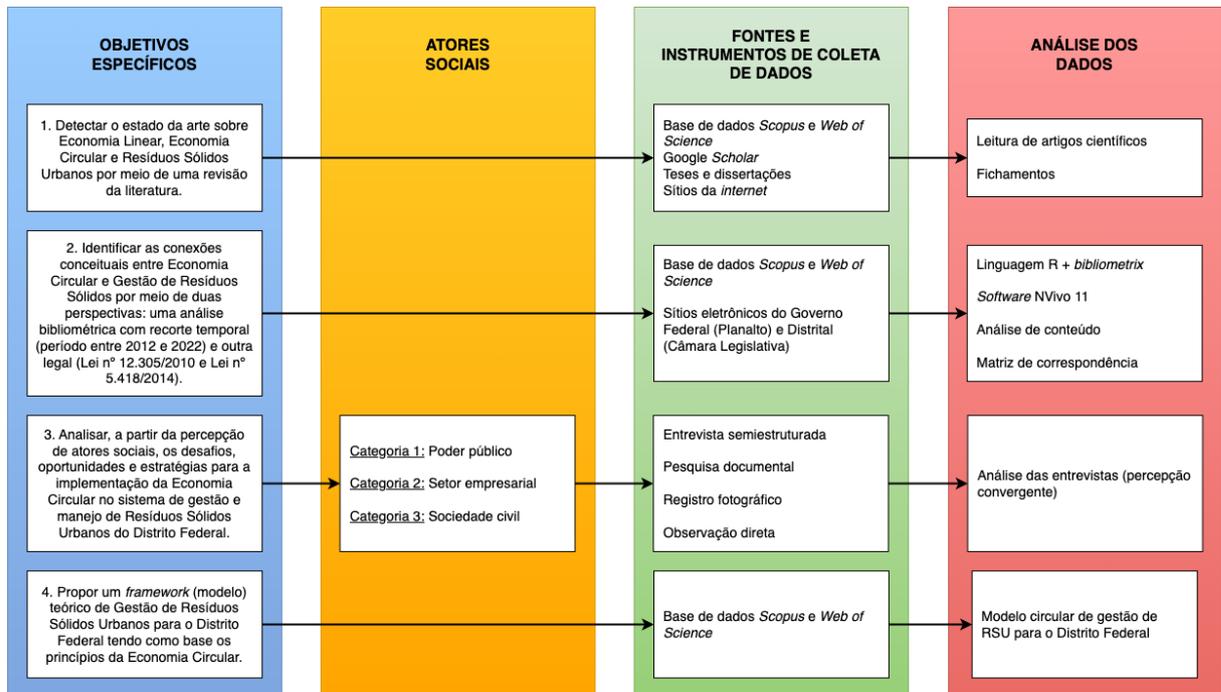
Por outro lado, as entrevistas foram tratadas, inicialmente, pela transcrição literal das falas gravadas junto aos atores sociais. Elas ocorreram de forma simples e direta por meio da ideia de “*stop and go*”, ou seja, parada da reprodução, escrita do conteúdo no *software word* e prosseguimento da oitiva. Esse ciclo se repetiu até que todo o conteúdo da entrevista finalizasse, passando-se para as próximas.

Finalizada as transcrições, o próximo passo foi a realização da análise do conteúdo (Braun; Clarke, 2012; Mayring, 2014). Ela foi feita a partir do estudo da percepção convergente dos atores sociais, ou seja, dos desafios, oportunidades e estratégias que cada um tem sobre o sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e a implementação da Economia Circular nesse contexto e que, ao final, se convergem para a busca de soluções plausíveis para os problemas identificados.

Por fim, foi feita a proposta de um modelo teórico circular baseado no *IAD-Framework* de Elinor Ostrom.

A Figura 8 apresenta um resumo das etapas metodológicas descritas anteriormente.

Figura 8 – Resumo das etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pelo autor.

As etapas metodológicas descritas no diagrama anterior mostram que, para se atingir os objetivos da pesquisa, as estratégias devem ser seguidas e alocadas, de forma que as informações possam compor o estudo de maneira coordenada e coerente.

Limites da pesquisa

Os limites da pesquisa estiveram relacionados aos seguintes aspectos: a) a pandemia da COVID 19; b) não resposta aos pedidos de entrevista junto aos atores sociais; c) necessidade de aprendizado da linguagem R e do pacote *Bibliometrix/Shiny*; d) colocação em prática do modelo teórico circular desenvolvido na pesquisa.

No primeiro caso, em função da necessidade de isolamento e distanciamento social ocasionadas pela pandemia da COVID 19, não foi possível realizar as entrevistas de forma presencial no período previamente definido no cronograma do projeto. A descoberta de novas ferramentas de comunicação remota como *Microsoft Teams*, *Google Meet*, *Zoom* e várias outras

ainda estavam em fase embrionária, tanto pelas pessoas quanto pelas empresas e instituições. Dessa forma, a coleta de dados ocorreu, de fato, depois que a pandemia entrou em um *status* de controle e as atividades liberadas pelas autoridades de saúde. Esse atraso agiu como um fator limitante de grande relevância na pesquisa, “jogando” para frente, todos os demais prazos das fases de análise, modelagem e conclusão.

Uma vez que as entrevistas começaram a ocorrer, outro fator limitante se fez presente: a negativa de respostas por parte de alguns atores. Isso ocorreu especificamente nas categorias 2 e 3, setor empresarial e sociedade civil. Vários *e-mails*, ligações e mensagens foram disparadas para as pessoas que ocupavam cargos com grande aderência ao tema da pesquisa. Contudo, muitas delas simplesmente não responderam, fazendo com que houvesse a necessidade de busca a outros atores que inicialmente não estavam no “radar” do pesquisador. Essas negativas também geraram atrasos significativos no cronograma da tese, fazendo com que as fases seguintes fossem postergadas.

Ao final, doze pessoas foram entrevistadas e o trabalho deu andamento. As entrevistas refletiram a percepção pessoal e profissional dos atores sociais sobre a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal e sua relação com os princípios da Economia Circular, sendo que cada respondente foi único e singular nessa etapa da pesquisa.

O terceiro fator limitante foi a necessidade de aprendizagem da linguagem de programação R e os pacotes *Bibliometrix* e *Shiny*. Isso se mostrou um grande desafio, tendo em vista que a área de formação do pesquisador é Administração, ou seja, distinta de TI. Porém, devido à necessidade de processamento dos dados referentes aos artigos científicos relevantes aos Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular no período de 2012 a 2022, o mínimo necessário foi aprendido e os resultados consolidados na pesquisa. Contudo, um tempo extra foi acrescentado no resultado final da tese.

Por fim, tem-se a maior limitação de todas: a colocação em prática do modelo desenvolvido. Isso porque a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos é considerada de alta complexidade e envolve muitas variáveis, como: políticas, pessoas e entes governamentais. A inserção de um novo sistema de gestão no governo, por mais inovador que pareça ser, é de difícil implantação. Isso demandaria tempo, vontade política e muito debate com a sociedade. Contudo, o desenvolvimento do modelo na tese não o inviabiliza do ponto de vista acadêmico. Ele foi concebido a partir de dados reais do Distrito Federal e pensado a partir dos obstáculos identificados.

MARCO TEÓRICO

Esta seção apresenta as bases teóricas provenientes da pesquisa bibliográfica em fontes secundárias sobre Economia Linear, Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. O intuito foi atender ao primeiro objetivo específico da pesquisa: **descrever o estado da arte sobre Economia Linear, Economia Circular e Resíduos Sólidos Urbanos por meio de uma revisão da literatura.**

1. A ECONOMIA LINEAR

O atual sistema econômico mundial, herdado da Revolução Industrial do século XIX, considera os recursos do planeta infinitos e a Terra com uma elevada capacidade regenerativa (Ouro-Salim; Guarnieri, 2022). Esse modelo se resume nos pilares “pegar, fazer, dispor”, ou seja, capturar os recursos necessários para atender às necessidades humanas, produzir mercadorias e produtos que possam ser vendidos com o objetivo de lucros crescentes e dispor o que não se precisa mais (Sariatli, 2017). Além disso, nos últimos dois séculos, o processo de industrialização aumentou consideravelmente o consumo de energia, principalmente de fontes não renováveis, como é o caso dos combustíveis fósseis (Xu, 2013), causando sérios impactos no meio ambiente.

Por meio desse sistema, a economia é impulsionada em um fluxo contínuo que inicia com a obtenção de toda matéria-prima necessária aos ciclos industriais até a finalização dos subprodutos do pós-consumo em lixões, aterros controlados e sanitários. A essa sistemática, dá-se o nome de Economia Linear (Figura 9).

Figura 9 – Fluxo da Economia Linear



Fonte: Elaborado pelo autor.

Até certo ponto, esse modelo funcionou, tendo em vista a escalabilidade de produção aliada a um custo baixo e com cadeias de abastecimento globais suportadas por novas tecnologias de fabricação que favoreceram as economias desenvolvidas (Veiga, 2019).

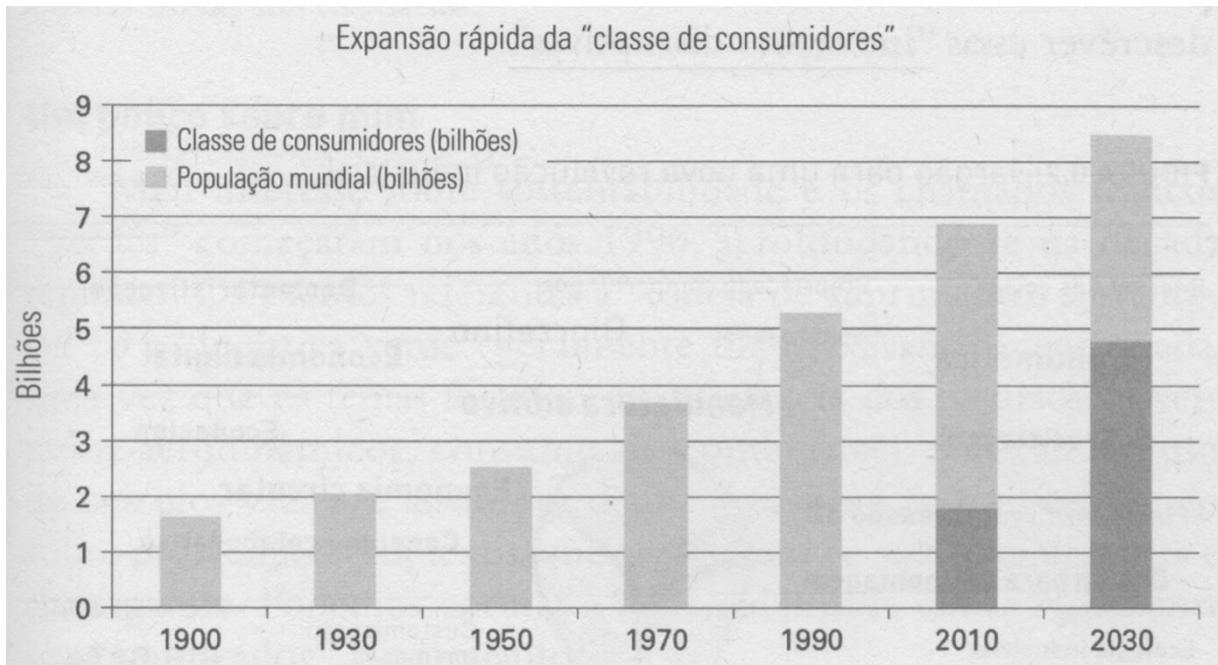
Contudo, com o crescimento da população mundial aliado a taxas ascendentes de consumo, a Economia Linear traz uma série de problemas como desperdício, altos índices de

resíduos, pobreza e escassez de recursos naturais, além de promover a elevação dos GEE, em especial o metano (CH₄) proveniente, principalmente, da decomposição de material orgânico em áreas de disposição final.

Em 1950, a população no mundo era estimada em aproximadamente 2,6 bilhões de pessoas. Subiu para 5 bilhões em 1987, 6 bilhões em 1999 e chegou a 8 bilhões em 2022. Para os próximos 30 anos, ou seja, em meados de 2050, existe uma expectativa de elevação para 9,7 bilhões de pessoas, podendo chegar a 11 bilhões em 2100 (United Nations, 2022).

No século XX o comércio global aumentou, as atividades fabris se deslocaram para as economias em desenvolvimento e as populações migraram do meio rural para os então complexos industriais urbanos. Assim, a “classe consumidora” começou a se expandir rapidamente (Weetman, 2019). Esse grupo de classe média e com renda disponível ampliará de 1,8 bilhão em 2010 para quase 5 bilhões em 2030 (United Nations, 2015). A Figura 10 apresenta a expansão da classe de consumidores entre os anos de 1900 e 2030.

Figura 10 – Expansão da classe de consumidores entre 1900 e 2030



Fonte: Weetman (2019).

Para Weetman (2019), essa nova classe consumidora oferece grandes oportunidades para as empresas, principalmente no contexto atual de tecnologias emergentes (disruptivas)

como a Inteligência Artificial (IA)², *Big Data*³ e *Internet of Things (IoT)*⁴. Contudo, grandes desafios são postos e muitos gestores corporativos têm demonstrado preocupação com a volatilidade dos custos de recursos, inclusive básicos como água, alimentos, metais e energia. Dessa forma, a demanda tem superado a oferta, trazendo uma série de problemas como alavancagem da pobreza, fome, acesso à água potável e saneamento.

Assim, é possível inferir que o sistema econômico linear levou a população mundial a uma “sobrecarga ecológica”, ou seja, se consome, por ano, cerca de 1,5 planetas. A demanda humana sobre o planeta (pegada ecológica)⁵ supera a “biocapacidade” na natureza em repor os seus recursos e de absorver os resíduos, incluindo aí, o dióxido de carbono – CO₂.

Relatórios recentes da Organização das Nações Unidas (ONU), da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Comissão Europeia e Fórum Econômico Mundial consolidam as conclusões preconizadas pelo Clube de Roma⁶, manifestando preocupações com a superexploração de ecossistemas e recursos naturais, condições climáticas instáveis e adversas, poluição do ar, água, solo, atmosfera e geração crescente de resíduos. A maior parte dos métodos produtivos são lineares, obedecendo o trinômio “extrair, produzir, descartar”.

A Figura 11 mostra alguns exemplos da chamada “grande aceleração” (McNeill; Engelke, 2016) evidenciando, claramente, uma ascensão considerável no pós-segunda Guerra Mundial.

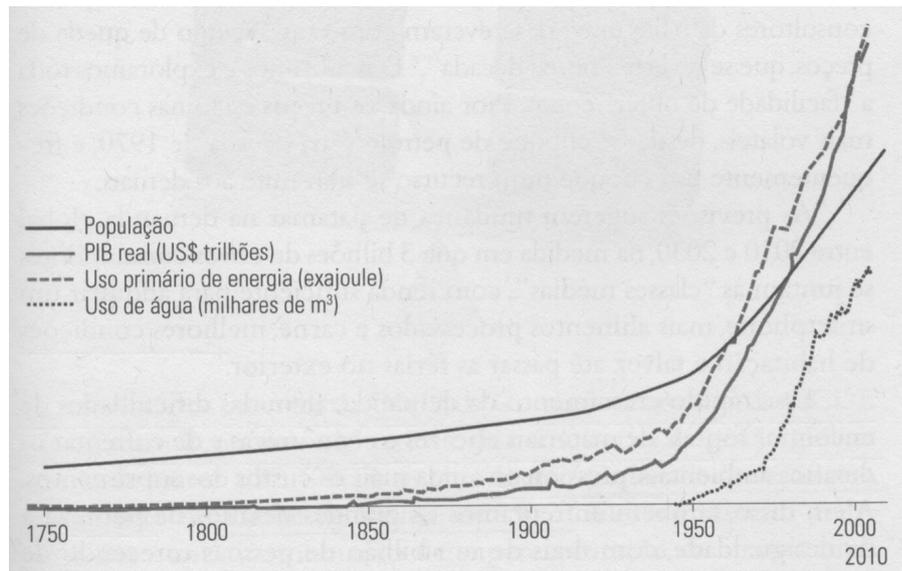
² A Inteligência Artificial é o estudo de como fazer os computadores executarem tarefas de forma inteligente e otimizada que, no passado, podiam ser realizadas somente pelos humanos (Zhang; Lu, 2021). É basicamente ensinar a máquina a “pensar” e aprender continuamente.

³ *Big Data* é a coleta de grandes conjuntos de dados de fontes tradicionais e digitais utilizados para identificar tendências e padrões (Awan *et al.*, 2021).

⁴ A *Internet* das Coisas ou *Internet of Things (IoT)* é um sistema estendido e expandido baseado na *internet* e seu objetivo final é alcançar a interação em tempo real entre coisas, máquinas e humanos por meio de recursos tecnológicos avançados (Wang *et al.*, 2021).

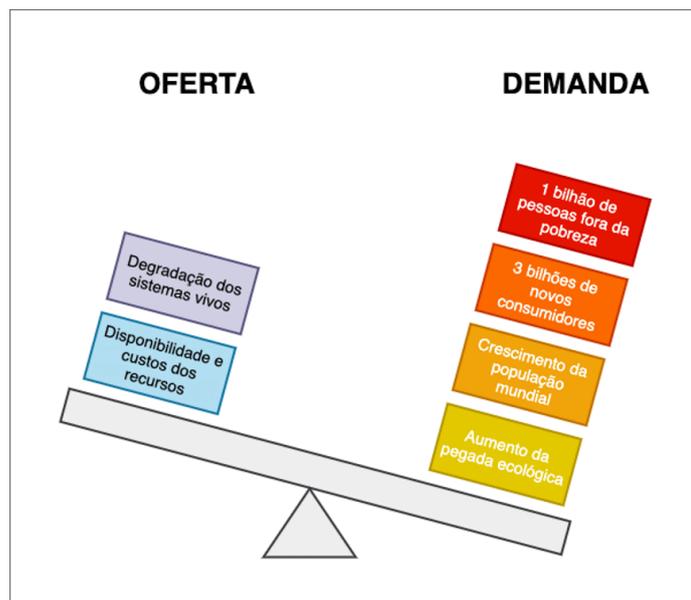
⁵ A Pegada Ecológica (PE) mede a demanda e a oferta da natureza. Do lado da demanda, ela soma todas as áreas produtivas pelas quais compete uma população, uma pessoa ou um produto. Mede os ativos ecológicos que uma determinada população ou produto necessita para produzir os recursos naturais que consome e absorver seus resíduos, principalmente as emissões de carbono. Do lado da oferta, a biocapacidade de uma cidade, estado ou nação representa a produtividade de seus ativos ecológicos. Essas áreas, especialmente se não forem colhidas, também podem servir para absorver os resíduos gerados (Global Footprint Network, 2022).

⁶ Em 1968 foi criado o Clube de Roma composto por cientistas, industriais e políticos com o objetivo de discutir e analisar os limites do crescimento econômico, levando em conta o uso crescente dos recursos naturais. Em 1972, a publicação intitulada “Limites do Crescimento” provocou discussões que, depois, contribuíram para a definição da ideia do Desenvolvimento Sustentável (Veiga, 2019).

Figura 11 – Gráfico da grande aceleração

Fonte: World Economic Forum (2016).

O rápido crescimento da demanda traz um sério desequilíbrio com a oferta de recursos naturais (Figura 12) e consequências como: a) dificuldade em encontrar fontes naturais de matérias-primas; b) depleção de recursos naturais ocasionados pela alta procura; c) incapacidade de recomposição natural pela natureza; d) pressão sobre os custos de produção; e) ampliação da pobreza, concentração de renda e desigualdade com mais de 1 bilhão de pessoas carecendo de acesso seguro a alimentos, água e energia, o que pode aumentar ainda mais a pressão sobre o meio ambiente no futuro.

Figura 12 – Desequilíbrio entre oferta e demanda

Fonte: Adaptado de Weetman (2019).

Alguns custos da Economia Linear foram quantificados pela Ellen MacArthur Foundation (2013). Segundo a instituição, cerca de 21 bilhões de toneladas de materiais usados na produção não são incorporados no produto final, ou seja, perdem-se durante a transição entre as formas dos materiais nos ciclos fabris, como subprodutos não utilizados, normalmente por problemas de armazenamento. Os dados compilados tiveram como fonte a base do *Eurostat*⁷ que apontam que o volume de insumos materiais para a economia europeia atingiu 65 bilhões de toneladas em 2010, dos quais 2,7 bilhões foram descartados como resíduos e 40% utilizados de outras formas, seja como reuso, reciclagem ou compostagem (Sariatli, 2017).

Os grandes desafios da Economia Linear são o desperdício de valor que pode ser extraído dos subprodutos do pós-consumo, o problema dos aterros sanitários e Resíduos Sólidos, os riscos ambientais crescentes, a falta de vantagem competitiva, além de ser contra a sistemática do Desenvolvimento Sustentável (Luttenberger, 2020).

Um caminho alternativo a todo esse conjunto de ações é a Economia Circular. Ela será apresentada e discutida no próximo capítulo.

⁷ O *Eurostat* é o serviço de estatística da União Europeia responsável pela publicação de estatísticas e indicadores de elevada qualidade a nível europeu que permite a comparação entre países e regiões (Comissão Europeia, 2022).

2. ECONOMIA CIRCULAR

Para reduzir os desafios postos pela Economia Linear, percebeu-se a necessidade de transição para outro modelo, surgindo, assim, a Economia Circular (Hartley; Van Santen; Kirchherr, 2020). Em uma Economia Circular, o valor dos produtos e mercadorias é mantido pelo maior tempo possível. O desperdício e uso de recursos são minimizados e, quando um produto chega ao seu fim de vida (*end of life*), ele é utilizado novamente para criar mais valor. Isso pode trazer muitos benefícios econômicos, o que contribui para a inovação, o crescimento e a geração de empregos (Kirchherr *et al.*, 2018).

O início da Economia Circular remonta a ideia de Boulding (1966) que sugeriu a implementação de um sistema ecológico cíclico em vez de outro linear desperdiçador. Anos depois, Stahel (1982) introduziu a construção econômica de auto abastecimento em espiral *loop* (ou *loop* fechado) que, mais tarde, tornou-se a economia do desempenho (Sariatli, 2017). Sua essência é a redefinição da forma como a produção, as vendas e a manutenção ocorrem, ou seja, ao invés de bens, as empresas devem comercializar o desempenho, como por exemplo, em modelos de negócios baseados em compartilhamento de veículos, bicicletas e patinetes.

A Economia Circular é um novo paradigma do Desenvolvimento Sustentável e visa reduzir a contradição entre prosperidade econômica e ambiental (Pomponi; Moncaster, 2017).

Esse conceito descreve a Terra como um sistema fechado e circular com capacidade assimilativa limitada e mostra que a economia e o ambiente podem coexistir em um estado de equilíbrio (Geissdoerfer *et al.*, 2017).

Embora a pesquisa sobre Economia Circular tenha suas principais contribuições apenas na última década, várias revisões podem ser encontradas na literatura científica. O estado da arte sobre Economia Circular mostra que, enquanto o seu conceito está sendo amplamente explorado e vários estudos de caso analisam sua aplicação em diferentes contextos, a definição de ferramentas e critérios para medir o nível de circularidade de produtos, empresas ou regiões ainda estão escassos (Haas *et al.*, 2015).

Em contraste com o atual modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos que atua na perspectiva linear, ou seja, que leva os resíduos para os aterros sanitários, controlados ou lixões (Velvizhi *et al.*, 2020), a Economia Circular procura maximizar o valor de uso desses materiais com a criação de uma economia de circuito fechado (Geisendorf; Pietrulla, 2017).

Para Korhonen *et al.* (2018) a Economia Circular é construída a partir de sistemas sociais de produção-consumo que maximizam o serviço produzido a partir do fluxo linear natureza-sociedade-natureza de material e energia. Ela limita o fluxo de produção a um nível

que a natureza tolera e, ainda, utiliza os ciclos econômicos, respeitando suas taxas de reprodução natural. Também sob essa ótica e alinhado com o desenvolvimento eco industrial, Geng e Doberstein (2008) a definem como a realização do fluxo de materiais em ciclo fechado ao longo de todo o sistema econômico. Dessa forma, entende-se que, em associação com os princípios dos 3Rs (redução, reutilização e reciclagem) o ponto central da Economia Circular é o fluxo circular (fechado) de materiais e o uso de matérias-primas e energia por meio de múltiplas fases (Yuan; Bi; Moriguichi, 2006).

Do ponto de vista da Economia, a Economia Circular pode ser baseada em um sistema de espiral que minimiza a matéria, o fluxo de energia e a deterioração ambiental sem restringir o crescimento econômico ou o progresso social e técnico (Stahel, 1982).

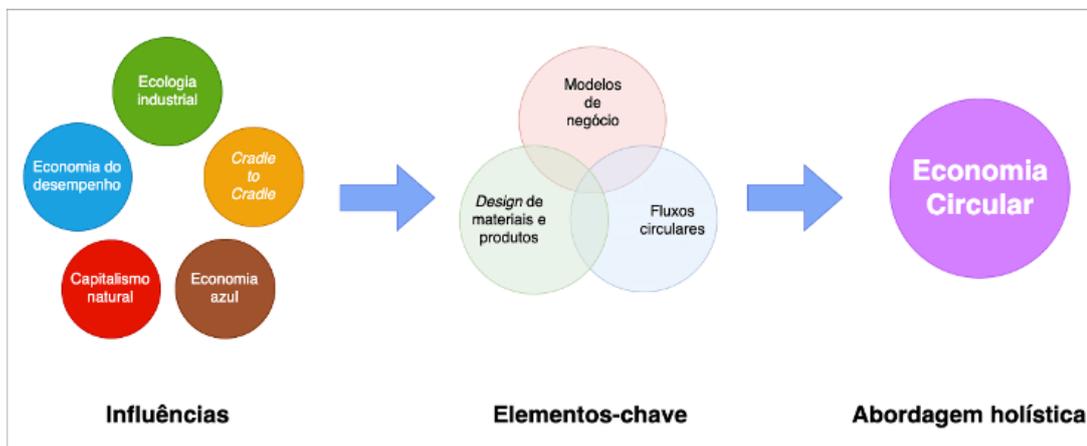
Contudo, por uma perspectiva mais abrangente que considera as vantagens ambientais e econômicas simultaneamente, a Ellen MacArthur Foundation (2013) define a Economia Circular como uma economia industrial restauradora ou regenerativa por intenção e *design*.

É bom destacar que a Economia Circular não se resume apenas aos seus conceitos e aplicações, mas também, às suas abordagens que serão discutidas nas próximas seções.

2.1. Abordagens da Economia Circular

A Economia Circular derivou das teorias de algumas escolas (Figura 13) que, com o passar dos anos, evoluíram e corroboraram para o seu surgimento. As escolas são: a) Economia do Desempenho; b) Capitalismo Natural; c) Ecologia Industrial; d) Economia Azul; e) *Cradle-to-cradle*, além das seguintes abordagens de apoio; f) Biomimética; g) Permacultura e h) *The natural step*. O detalhamento de cada uma delas é feito nos parágrafos seguintes.

Figura 13 – Evolução da Economia Circular



Fonte: Adaptado de Weetman (2019).

A Economia do Desempenho surgiu a partir de estudos do *Product-Life Institute*, de Walter Stahel no início dos anos 1980. Ela visa a redução de resíduos por meio da venda de serviços funcionais ao invés de produtos tangíveis (Product-Life Institute, 2022). Por exemplo, a marca *Philips*, ao invés de comercializar lâmpadas, vende iluminação, pois dá todo apoio de substituição de componentes danificados e aplica a logística reversa dos subprodutos do pós-consumo. Em termos de negócio se torna vantajoso, uma vez que se cria valor ao reduzir os custos e ampliar mercados (Stahel, 1982).

Já o Capitalismo Natural foi idealizado por Paul Hawken, Amory B. Lovins e L. Hunter Lovins em meados de 1999 e o propósito era formalizar a sobreposição de interesses ambientais e empresariais em uma espécie de relação “ganha-ganha”, uma vez que empresas podem atuar juntas com o intuito de ampliar seus lucros e resolver problemas ambientais. Possui quatro princípios: a) aumentar a produtividade dos recursos naturais; b) utilizar modelos inspirados na Biologia; c) adotar modelos do tipo fluxo contínuo de serviços; e d) reinvestir em capital natural (Hawken; Lovins; Lovins, 2000).

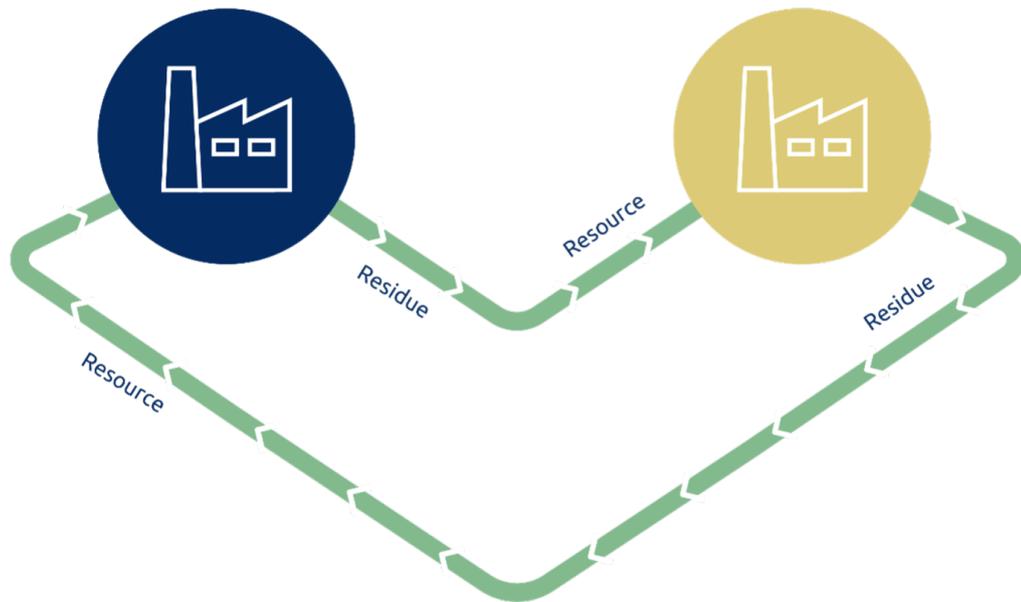
Segundo Frosch e Gallopoulos (1989), o modelo tradicional de atividades industriais deve ser convertido em um modelo integrado chamado Ecosistema Industrial. Nessa perspectiva, o consumo de energia e materiais é otimizado, a produção de resíduos diminuída e os efluentes servem como matérias-primas para outros processos. Esta definição foi considerada a pioneira para o termo Ecologia Industrial e amplamente utilizada por outros autores. White (1994), por exemplo, utiliza a ideia preconizada por Frosch e Gallopoulos como base para a sua e acrescenta o papel do consumidor, enfatizando a importância de uma arena socioeconômica ampla como os fluxos de materiais e energia nas atividades industriais e de consumo, nos efeitos desses fluxos no meio ambiente e das influências de fatores econômicos, políticos, regulatórios e sociais sobre a transformação dos recursos.

Allenby (2006), posteriormente, define a Ecologia Industrial como um discurso baseado em sistemas que procuram compreender o comportamento emergente dos sistemas humanos e naturais por serem complexos. Essa abordagem evidencia a Ecologia Industrial como uma disciplina ampla e que envolve não só os campos técnico, econômico e ambiental, mas também a sociologia, filosofia e a ética. Assim, é possível inferir que a Ecologia Industrial traça uma analogia entre sistemas industriais e ecossistemas naturais e se baseia na sugestão de que entender e aplicar o que pode ser aprendido dos sistemas naturais permitirá a projeção de mecanismos industriais sustentáveis (Graedel; Allenby, 1995; Ehrenfeld, 1997).

Uma variação da Ecologia Industrial preconizada anteriormente é o da Simbiose Industrial (Figura 14) que, segundo Chertow (2008), consiste no envolvimento de indústrias

separadas fisicamente, mas que buscam uma abordagem coletiva com o intuito de ganhos mútuos por meio da troca de materiais, energia, água e subprodutos. Uma das grandes vantagens é a colaboração e a sinergia promovida por essa sistemática.

Figura 14 – Modelo de Simbiose Industrial

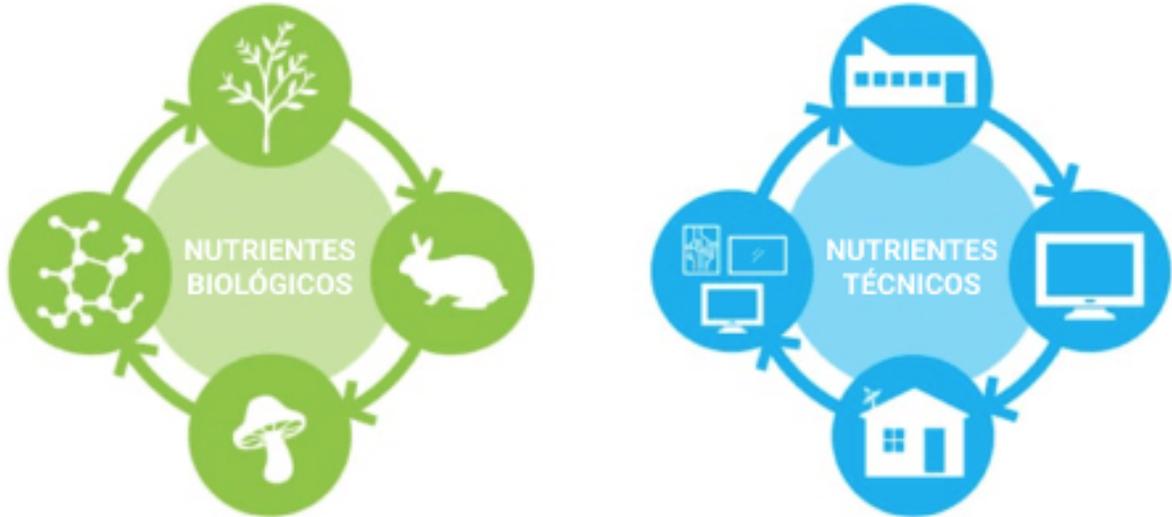


Fonte: Adaptado de Kalundborg Symbiosis (2022).

Em seu livro intitulado *The Blue Economy*, Pauli (2009) constrói a ideia de economia azul na física, utilizando os sistemas naturais (nutrientes, matéria e energia) como os ideais. A gravidade, segundo o autor, é a fonte principal de energia, a solar a segunda e a água o solvente básico universal. A natureza não precisa de catalisadores tóxicos e todos os processos são considerados biodegradáveis, sendo apenas uma questão de tempo.

A abordagem do “berço ao berço” (*Cradle-to-Cradle*) preconizada por McDonough e Braungart (2002) descreve a importância de tratar os materiais em dois tipos de nutrientes: os técnicos e os biológicos (Figura 15). Além disso, o *design* assume um importante papel no processo de otimização de recursos nos ciclos industriais, uma vez que os produtos devem ser projetados de forma que, em seu fim de vida (*end of life*), suas partes componentes possam ser utilizadas como matérias-primas para outros. A proposta é tornar o sistema regenerativo independente do tipo de composto utilizado no ciclo produtivo (McDonough; Braungart, 2002).

Figura 15 – Nutrientes técnicos e biológicos da abordagem *Cradle-to-Cradle*



Fonte: Adaptado de McDonough (2022).

Os princípios *Cradle-to-Cradle* formaram, consideravelmente, as bases para o desenvolvimento da Economia Circular. São eles:

- Saúde dos materiais: dar o devido valor aos materiais como nutrientes para a propagação de ciclos seguros e contínuos;
- Reutilização de materiais: manter fluxos ininterruptos de nutrientes biológicos e técnicos;
- Energia renovável: buscar constantemente o uso de energias 100% renováveis;
- Manejo da água: tratar a água como bem único e precioso; e
- Justiça social: dar o devido valor aos sistemas pessoais e naturais (McDonough; Braungart, 2002).

Além das escolas de pensamento que dão ancoragem à Economia Circular, existem três outras que contribuem para o seu aperfeiçoamento. Elas são chamadas de abordagens de apoio, a saber: a) Biomimética; b) Permacultura; e c) *The Natural Step*. O detalhamento de cada uma é descrito a seguir.

A Biomimética consiste em uma abordagem em que a natureza é a grande matriz inspiradora para a criação e o desenvolvimento de soluções sustentáveis para problemas humanos (Biomimicry Institute, 2022). Sabendo que o *design* possui uma importância significativa no processo de desenvolvimento da Economia Circular e de produtos sustentáveis, pensar em projetos inovadores com padrões na natureza é uma alternativa eficaz, uma vez que o produto, em seu fim de vida, terá uma destinação adequada e alinhada ao que o meio ambiente propõe: um retorno seguro dos nutrientes (técnicos ou biológicos) ao início do ciclo produtivo.

A segunda abordagem de apoio, a Permacultura, também concebe a ideia de imitação da natureza, mais especificamente dos ecossistemas florestais naturais, sobretudo, no plantio de árvores com o intuito de criar agroflorestas perenes. Também tem como objetivo buscar o equilíbrio entre a natureza e o desenvolvimento humano, por meio dos recursos que o meio ambiente oferece (Mollison; Holmgren, 1983).

Ela surgiu na década de 1970 por meio dos estudos de Bill Mollison e David Holmgren. O nome se dá pela junção de *permanente agriculture* ou agricultura permanente. O seu enfoque se transformou em ferramenta de pensamento sistêmico e, atualmente, é empregada em projetos paisagísticos, empreendimentos inovadores, prédios e comunidades de baixo consumo. Um exemplo de uso prático da permacultura pode ser visto na Figura 16.

Figura 16 – Exemplo de uso da permacultura



Fonte: Ekkogreen (2022).

A terceira e última abordagem de apoio é o *The Natural Step*. Consiste em uma rede global de organizações sem fins lucrativos, cujo objetivo é promover o Desenvolvimento Sustentável com base no arcabouço científico. O intuito é acelerar a transição para uma sociedade equilibrada e que cresça dentro dos limites da natureza (The Natural Step, 2022).

Um resumo das escolas de pensamento que levaram ao desenvolvimento da Economia Circular pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4 – Escolas de pensamento que levaram à Economia Circular

Escola de pensamento	Premissa
Economia do Desempenho	Redução de resíduos por meio da venda de serviços funcionais ao invés de produtos tangíveis.
Capitalismo Natural	Sobreposição de interesses ambientais e empresariais possibilitando a obtenção de lucro e resolução de problemas ligados ao meio ambiente.
Ecologia Industrial	Transformação dos modelos tradicionais da indústria (perspectiva linear) em ecossistemas industriais que possam otimizar o uso de energia, materiais e geração de resíduos.
Economia Azul	Inexistência de resíduos e qualquer subproduto do pós-consumo pode ser fonte de um novo produto.
<i>Cradle-to-Cradle</i>	Do berço ao berço, ou seja, um produto ao chegar em seu fim de vida, deve ser utilizado como fonte para outro. Divisão dos materiais em nutrientes técnicos e biológicos.
Economia Circular	Sistema inspirado na natureza em que o resíduo de uma espécie é o alimento de outra e a soma fornece energia.
Abordagens de apoio	
Biomimética	Abordagem que “imita” padrões naturais. <u>Exemplo</u> : invenção do velcro inspirado nos carrapichos.
Permacultura	Criação de ambientes humanos sustentáveis, produtivos e harmônicos inspirados em ecossistemas de florestas naturais.
<i>The Natural Step</i>	Rede global de organizações sem fins lucrativos com o objetivo de acelerar a transição para uma sociedade sustentável.

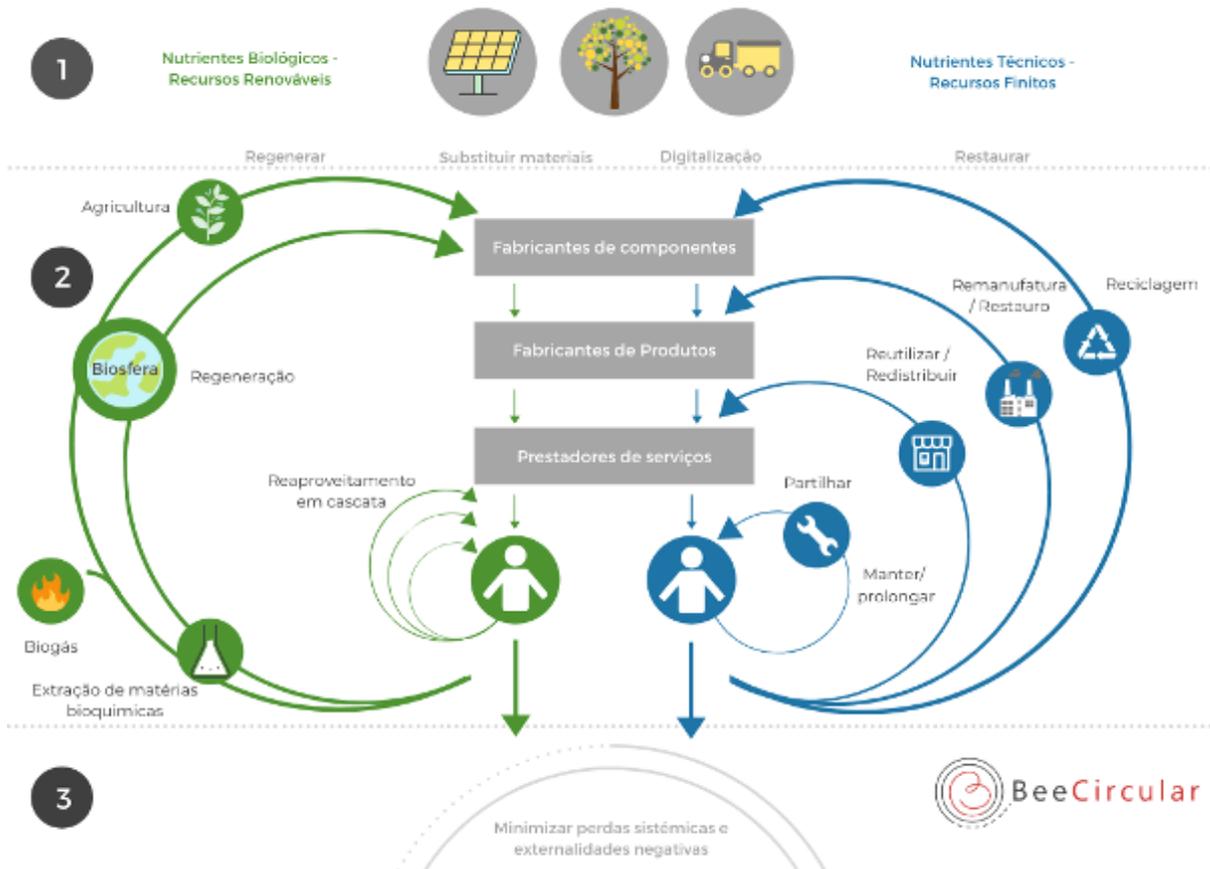
Fonte: Elaborado pelo autor.

O estudo dos pilares da Economia Circular permite compreender os campos de abrangência e o escopo de sua atuação, principalmente no auxílio à resolução de problemas relacionados aos Resíduos Sólidos e na busca de alternativas que possam minimizar as questões trazidas pelo modelo linear.

2.2. Ciclos técnicos e biológicos

Uma vez consolidado o conceito sobre Economia Circular, é possível destacar como ela funciona. Para tanto, tem-se o diagrama da borboleta (Figura 17) inspirado nos estudos de McDonough e Braungart sobre a abordagem *Cradle-to-Cradle* (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Figura 17 – Diagrama da borboleta

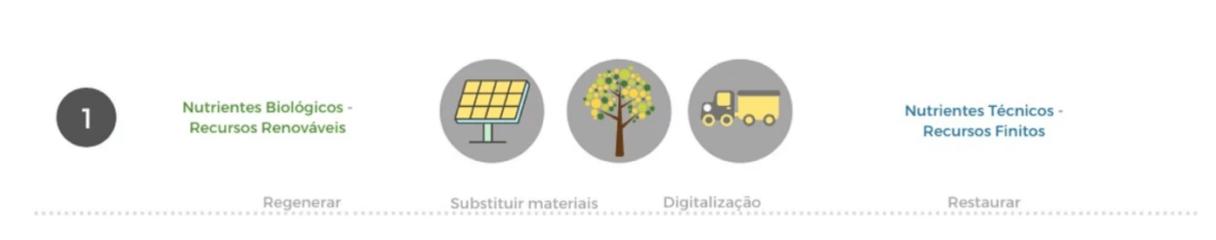


Fonte: BeeCircular (2022) adaptado de Ellen MacArthur Foundation e Mckinsey Center for Business and Environment (2015).

Criado pela Fundação Ellen MacArthur, o diagrama representa, de maneira sistêmica, os ciclos técnicos e biológicos da Economia Circular. Inspirado na natureza, a ideia é incorporar ao sistema produtivo, o mecanismo de reaproveitamento de nutrientes e componentes de forma que não haja desperdício, formando um ciclo fechado de reuso de materiais.

Os ciclos técnicos são constituídos por componentes cuja vida útil é duradoura e possuem um tempo prolongado de persistência no ciclo de produção e consumo. Podem ser reutilizados, renovados e/ou reciclados para outros usos. A título de exemplo citam-se o plástico, o metal e o vidro. Já os ciclos biológicos são formados por elementos perecíveis, organismos vivos e que possuem uma vida útil pequena. Podem ser restituídos à natureza de forma segura e em cascata. Como exemplo, tem-se os de origem animal ou vegetal, como é o caso da madeira (Figura 18). Quanto mais próximo a restituição estiver do consumidor final, maior a integridade do material e menor o custo do processo (reuso versus reciclagem).

Figura 18 – Ciclos técnicos e biológicos



Fonte: BeeCircular (2022) adaptado de Ellen MacArthur Foundation e Mckinsey Center for Business and Environment (2015).

Para que os produtos possam ser destinados adequadamente ao seu respectivo ciclo (biológico ou técnico), o *design* tem um papel importante, pois em seu fim de vida, cada item de uma mercadoria será decomposto em novas matérias-primas. Assim, pensar de forma antecipada facilitará o trabalho futuro de segregar os componentes e a ideia de um *design* modular é coerente para a proposta, ou seja, subdividir um produto em partes menores que possam ser modificadas, adaptadas, substituídas ou trocadas por outras (módulos) mesmo que de produtos diferentes, desde que exista compatibilidade.

Adicionalmente, para que os ciclos tenham eficácia, a escolha do tipo de material é um aspecto importante, pois componentes tóxicos e que possam causar danos devem ser desconsiderados uma vez que se deve garantir segurança ao sistema de forma a proteger a saúde das pessoas e do ambiente como um todo.

O surgimento de novos modelos de negócio ocorre a partir do diagrama da borboleta, pois ao invés de se ter comerciantes de produtos, busca-se prestadores de serviço, trazendo ao mundo real a desmaterialização da economia o quanto possível. Esta proposta é válida a partir do momento que se busca prolongar a utilização dos recursos aos maiores níveis possíveis.

Dessa forma, atributos como qualidade, durabilidade, *design* modular, fácil reparação, adaptabilidade e circularidade (Beecircular, 2022) desenharam o novo contexto dos negócios. A título de exemplo, cita-se o produto enquanto serviço.

Outra diferenciação que se pode fazer é a de consumidor e utilizador. O primeiro está para os ciclos biológicos, pois os seus componentes são consumidos (alimentos, madeira). Já o utilizador enquadra-se nos ciclos técnicos uma vez que eles podem ser partilhados (ferramentas, eletrodomésticos e bicicletas) (Beecircular, 2022).

Um dos grandes papéis que os ciclos técnicos desempenham em todo o processo é promover a restauração, o tanto quanto possível, do estoque de recursos finitos. Para isso, algumas alternativas são incorporadas em sua estrutura. Estes são os chamados ciclos internos.

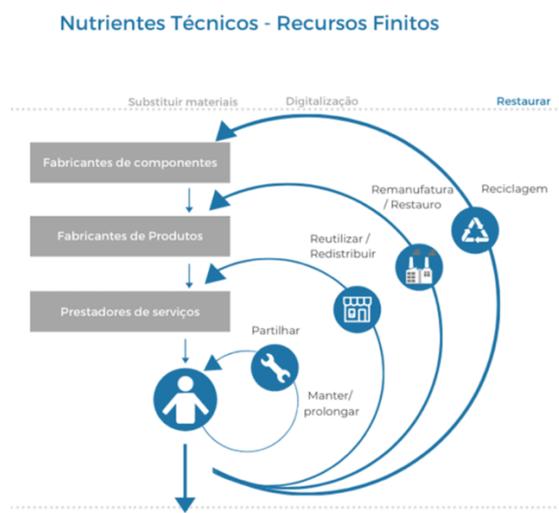
Partindo de dentro para fora, o primeiro ciclo interno é a manutenção/reparação de produtos. O intuito é prolongar o tempo de vida útil desse item de forma que ele possa ser utilizado indefinidamente até atingir o seu *end of life*. Na mesma via, pode-se destacar a partilha, ou seja, o compartilhamento de bens de forma que outras pessoas possam usufruir de suas características enquanto o item estiver apto para isso.

O próximo ciclo é caracterizado pelo reuso, ou seja, o item pode ser utilizado indefinidamente para a mesma função ou não. Da mesma forma, quando o utilizador não tiver mais interesse no produto, deve-se estimular a criação de canais que facilitem a coleta e a distribuição desses itens para outras pessoas. Estas práticas podem evitar o desperdício e a aquisição de novas mercadorias de maneira desnecessária.

O terceiro consiste na remanufatura/restauro, ou seja, facilitar o conserto do produto de forma que possa entrar na etapa anterior. Contudo, quando isso não for possível mais, deve-se promover a sua desconstrução e encaminhar cada uma de suas partes para outros usos.

O quarto e último ciclo é a reciclagem, considerado por muitos o principal e mais importante. De fato, é uma etapa fundamental quando se considera o fim de vida de produtos, porém, como visto, existem outros três que devem ser observados antes. A reciclagem, por sua vez, é aplicada quando todas as fases anteriores se concretizaram e não existe outra possibilidade de reuso do material. Na reciclagem, o elemento é encaminhado para a indústria que fará a sua transformação físico-química em um novo objeto que, em seguida, será reincorporado no mercado. Um recorte do ciclo técnico descrito anteriormente pode ser visto na Figura 19.

Figura 19 – Recorte do ciclo técnico



Fonte: BeeCircular (2022) adaptado de Ellen MacArthur Foundation e Mckinsey Center for Business and Environment (2015).

além de inovação e crescimento por intermédio da oferta de novos produtos desenhados para a durabilidade.

Uma vez que a Economia Circular seja incorporada a um sistema e esteja em funcionamento, as economias podem apresentar os seguintes ganhos:

- Custos com matérias-primas reduzidos: uma vez que a necessidade de novos insumos é menor;
- Diminuição da volatilidade dos preços e dos riscos da oferta: especialmente ao evitar a perda de material devido a ineficiências ao longo da cadeia de valor linear;
- Criação de novas oportunidades de emprego: tendo em vista a inovação e a criação de postos de trabalho preconizados por modelos de negócio disruptivos;
- Redução das externalidades: a Economia Circular oferece a possibilidade de crescimento resiliente, uma vez que a abordagem sistêmica propicia uma menor dependência aos mercados de recursos; e
- Benefícios duradouros para uma economia mais resiliente: como produtividade de material, capacidade de inovação e mudanças do contexto de produção em massa para uma mão de obra qualificada, que trazem ganhos potenciais e maior resiliência econômica (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Seguindo a mesma perspectiva, as empresas, de maneira geral, podem se beneficiar da seguinte forma:

- Novo potencial para geração de lucros: a partir do momento que as organizações ofereçam soluções e serviços no contexto de fluxos reversos, certamente o seu nível de atratividade no mercado será melhor, trazendo benefícios e ganhos financeiros com oportunidades de crescimento;
- Criação de novos empreendimentos de logística reversa: dada a importância de desviar o fluxo de resíduos direcionados a aterros sanitários e controlados, novas empresas podem desempenhar esse papel, uma vez que a logística reversa é vista, cada vez mais, como uma oportunidade de negócio autônomo e atraente;
- Oportunidade de vendas para produtos usados: por meio da capacidade das redes sociais é possível estabelecer canais de vendas *online* para produtos de segunda mão e que possuam boa qualidade, o que facilita vidas mais longas ou maior nível de utilização para bens produzidos em massa;

- Remanufatura e reforma de componentes e produtos: considerada mais uma atraente oportunidade de negócio, apesar do elevado grau de especialização e exigência de *know how* para realizar as devidas tratativas aos produtos em função de sua diversidade, é possível oferecer itens remanufaturados a preços menores e com qualidade próxima aos novos;
- Surgimento de empresas especializadas em reciclagem: como o volume de resíduos passíveis de reciclagem é elevado, esse modelo de negócio se torna atraente pela possibilidade da escala, além de retirar de circulação itens que podem ser reinseridos na cadeia produtiva;
- Habilitação de novos modelos de negócio que fecham os ciclos: por meio da desmaterialização da economia, ou seja, ao invés de uma empresa vender o produto em si, são estabelecidos contratos de serviços (bem intangível) em que as pessoas terão a posse e não a propriedade, ficando os custos por conta da empresa. Ao final, ela decide se o item ainda tem condições de reuso, se o requalifica por meio de manutenções, ou se ainda pratica a remanufatura e por fim, a reciclagem;
- Oportunidade de obtenção de crédito: uma vez que novas empresas precisarão constantemente investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para garantir uma longevidade de suas atividades em um cenário circular. Assim, instituições financeiras precisam criar novas linhas de financiamento com foco em atividades disruptivas que visam quebrar o atual paradigma econômico;
- Mitigação de desafios estratégicos: o objetivo é construir resiliência e vantagem competitiva em um cenário em que as empresas tenderão a estarem mais conectadas e atuando de modo mais colaborativo e assertivo;
- Redução de contas com matérias-primas e insumos: isso se torna possível por meio da revenda e recuperação de componentes. Além disso, quando uma indústria se propõe a fabricar um produto com durabilidade maior, o custo da garantia tende a ser menor o que, estrategicamente, é atrativo para uma empresa;
- Construção de relacionamentos duradouros com clientes: uma vez que os consumidores passarão a ser usuários de serviços, as empresas precisam se “reinventar” para mantê-los em seu portfólio por meio do atendimento de suas necessidades, garantindo que eles façam a devolução do bem ao atingir o seu fim

de vida. Dessa forma, novas oportunidades surgem quando se estabelece vínculos sólidos;

- Oferta de produtos mais simples e com ciclos de vida mais gerenciáveis: fornecer mercadorias estáveis e reutilizáveis, faz com que as empresas superem o desafio de ciclos curtos, permitindo soluções personalizadas;
- Promoção de ciclos inovativos constantes: a necessidade de redesenho de produtos faz com que a inovação esteja cada vez mais presente no *modus operandi* das empresas, uma vez que ganhos de produtividade do material podem trazer ganhos que estimulam o desenvolvimento econômico (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Por fim, as vantagens da Economia Circular se fundamentam em outro pilar que é considerado muito importante: a perspectiva dos consumidores. Assim, como benefícios trazidos para esse público, pode-se destacar o seguinte:

- Produtos com qualidade maior e preços menores: isso é explicado pelo fato da matéria-prima virgem proveniente da natureza ser, em determinados casos, o dobro do custo para as empresas. Assim, a partir do momento que se tem o reaproveitamento do material no ciclo produtivo, o preço final tende a ser menor;
- Melhoria da qualidade de vida: uma vez que produtos sejam feitos para durar, o custo de manutenção pago pelos clientes será menor, além de aborrecimentos associados a reparos e devoluções;
- Maior opção de escolha: sendo possível a personalização de produtos, empresas e fornecedores podem fazer uma tratativa específica para o cliente, aumento do nível de satisfação, durabilidade e conseqüentemente uso, substituindo o atual padrão de compras de produto por um conjunto mais amplo de opções contratuais (serviços);
- Benefícios agregados: provenientes de produtos fabricados com inteligência e planejamento de forma que, ao seu fim de vida, possam ter outros usos. Como exemplo, pode-se citar embalagens que se transformam em fertilizantes, ou ainda tapetes em filtros de ar;
- Redesenho: pode ser tanto a nível de produto, quanto da reciclagem, em que a participação de atores sociais é fundamental para a estruturação da Economia Circular em um contexto mais amplo (Bressanelli; Perona; Saccani, 2019);

- **Reuso:** a desmontagem de um produto, ao chegar em seu fim de vida, tem o objetivo de reaproveitar os seus componentes e promover a revenda para mercados secundários. Esse processo é essencial para o fechamento do ciclo da cadeia de abastecimento, uma vez que gera novas oportunidades de negócio sustentáveis e integra os atores envolvidos (Raza, 2020).

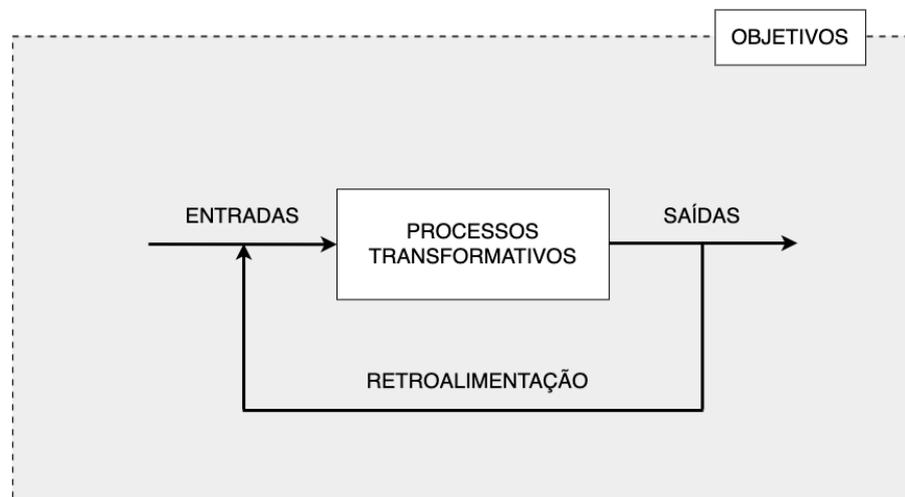
A Economia Circular surge, de fato, como um novo paradigma do século XXI com boas possibilidades práticas. Os benefícios trazidos são agregadores e podem promover o desenvolvimento da sociedade contemporânea em diversas áreas como empresarial, econômica e para o consumidor/utilizador.

2.4. Princípios da Economia Circular

A desmaterialização da economia é um aspecto importante e que permite consideravelmente a redução do uso de recursos naturais. Daí a necessidade de um modelo, defendido pela Economia Circular, baseado em serviços funcionais em que varejistas retenham cada vez mais a propriedade de seus produtos e vendam o seu uso. Por meio dessa prática, ocorre o estímulo da fabricação de produtos duráveis e que possam ficar por mais tempo no ciclo econômico.

Assim, pensar sistematicamente, enfatiza a importância em compreender como as partes de um sistema influenciam umas às outras e a relação do todo com as partes. De acordo com Oliveira (2007) um sistema é um conjunto de partes interdependentes que interagem entre si para alcançar um determinado objetivo (Figura 21).

Figura 21 – Componentes de um sistema



Fonte: Adaptado de Oliveira (2007).

Os princípios da Economia Circular preconizados pela Fundação Ellen MacArthur podem ser destacados da seguinte forma:

- Projetar o lixo e a poluição: significa uma nova mentalidade que vê o desperdício como uma falha de projeto e a necessidade em usar novos materiais e tecnologias;
- Manter produtos e materiais em uso: por meio dos ciclos técnicos, materiais e componentes são mantidos na economia por meio da reutilização, manutenção e remanufatura. Eles são recolhidos para serem reutilizados; e
- Regenerar sistemas naturais: por outro lado, nutrientes são devolvidos ao meio ambiente para regenerar os ecossistemas naturais por meio dos ciclos biológicos (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Outros autores também apresentam suas perspectivas sobre os princípios da Economia Circular. Cada um faz uma proposta diferente, porém com o mesmo intuito de ciclo fechado, redução de desperdício e otimização de materiais. O Quadro 5 apresenta os autores com seus respectivos princípios e uma breve descrição individual.

Quadro 5 – Princípios da Economia Circular na perspectiva de vários autores

Autor	Princípio	Descrição
BS 8001. The British Standards Institution (2017)	Pensamento sistêmico	Adoção de uma abordagem holística para entender a interação dentro dos sistemas mais amplos.
	Inovação	Inovação para criar valor por meio de uma gestão otimizada utilizando desenho de processos, produtos/serviços e modelos de negócio.
	Gestão	Administração de impactos diretos e indiretos de decisões e atividades dentro de um sistema mais amplo de uma empresa.
	Colaboração	Colaboração interna e externa por meio de arranjos formais e informais para criar valor mútuo.
	Otimização de valor	Produtos, componentes e materiais mantidos em seu maior valor e utilidade.
	Transparência	Utilização de práticas circulares e de sustentabilidade de forma transparente, precisa, oportuna, honesta e completa.
Circle Economy (2022)	Priorizar recursos regenerativos	Recursos renováveis, reutilizáveis e não tóxicos são utilizados de forma eficiente como materiais e energia.
	Preservar e estender o que já está feito	Os produtos são mantidos, reparados e atualizados para maximizar a vida útil e dar-lhes uma segunda vida quando possível.
	Usar o lixo como recurso	Os fluxos de resíduos são usados como fonte de recursos secundários e recuperados para reutilização e reciclagem.
	Repensar o modelo de negócio	Modelos de negócio que desfocam a distinção entre produtos e serviços, criam mais valor e alinham incentivos.
	Projetar para o futuro	Pensar em sistemas durante o processo de <i>design</i> , usar os materiais certos, projetar para uma vida útil adequada e usar o futuro de maneira prolongada.
	Incorporar tecnologia digital	Rastreamento, otimização do uso de recursos e ligações mais fortes entre os atores da cadeia de abastecimento por meio da tecnologia.
	Colaborar para criar valor conjunto	Colaborações internas e externas para aumentar a transparência e criar valor conjunto.
Ellen MacArthur Foundation (2022)	Projetar o lixo e a poluição	Uma nova mentalidade que vê o desperdício como uma falha de projeto e a necessidade em usar novos materiais e tecnologias.
	Manter produtos e materiais em uso	Por meio dos ciclos técnicos, materiais e componentes são mantidos na economia por meio da reutilização, manutenção e remanufatura. Eles são recolhidos para serem reutilizados.
	Regenerar sistemas naturais	Nutrientes são devolvidos ao meio ambiente para regenerar os ecossistemas naturais por meio dos ciclos biológicos.

Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	Ajustar as entradas do sistema às taxas de regeneração	A entrada de recursos não renováveis é minimizada/eliminada e a taxa de extração de recursos renováveis é ajustada para níveis adequados.
	Ajustar as saídas do sistema às taxas de absorção	A produção de resíduos tecnológicos é minimizada/eliminada e a taxa de emissão de resíduos biológicos é ajustada a valores adequados.
	Fechamento do sistema	Conexão da etapa de gestão de resíduos à fase de aquisição de recursos.
	Manutenção do valor dos recursos dentro do sistema	Melhoria da durabilidade dos produtos e da recirculação de recursos por meio de diferentes fases dos ciclos de vida dos produtos.
	Reduzir o tamanho do sistema	A quantidade total de recursos que circulam dentro do sistema é reduzida e ocorre a melhoria global do processo de produção-consumo.
	Desenho para a Economia Circular	Passagem de um modelo linear de produção-consumo para um modelo circular.
	Educar para a Economia Circular	Mudança na educação, valores e comportamentos de produtores e consumidores: nova cultura e paradigma de consumo.
Weetman (2019)	Resíduo = comida	Nos sistemas vivos não existe desperdício. O desperdício de uma espécie se torna alimento de outra.
	Construir a resiliência por meio da diversidade	Utilização da diversidade para reforçar a saúde global do sistema, criando resiliência.
	Usar energia renovável	Usar energia renovável em todos os processos de Economia Circular.
	Pensar em sistema	Ligar pessoas, ideias e lugares para criar oportunidades.
Tonelli; Cristoni (2019)	Tecnologia verde e utilização responsável de recursos	A mudança para fontes de energia renováveis se torna imprescindível e a extração de matéria-prima virgem é reduzida ao mínimo.
	Maximizar taxa de utilização	Os bens são totalmente explorados maximizando as suas taxas de utilização.
	Produtos e materiais na mais alta taxa de utilidade	Desenvolvimento de capacidades para a criação de fluxos circulares de materiais e produtos.
	Minimizar e eliminar as externalidades negativas	Redução gradual de externalidades ambientais negativas, como poluição do ar e da água, degradação do solo.

Fonte: Pesce *et al.* (2020).

Assim, a primeira parte do primeiro objetivo específico (**Descrever o estado da arte sobre Economia Linear, Economia Circular e Resíduos Sólidos Urbanos** por meio de uma revisão da literatura) é atendida através destes dois primeiros capítulos que tratam da Economia Linear e a Economia Circular respectivamente. O capítulo seguinte realiza uma base teórica sobre os Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil, abordando conceitos, planos de gestão e o aspecto legal pertinente. O intuito é atender à segunda parte do referido objetivo.

3. OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Este capítulo apresenta de forma resumida e analítica os principais elementos que fazem parte do “ecossistema” dos Resíduos Sólidos Urbanos. Inicia com o seu conceito, classificação e caracterização. Prossegue com a geração, evidenciando que a origem está calcada nos elevados níveis de consumo. Em seguida, são discutidos os problemas associados aos resíduos e as estratégias utilizadas pelos municípios para lidar com as consequências: a gestão e o gerenciamento. Os planos de gestão federal, estadual e municipal são caracterizados em seguida. O capítulo ainda traça um debate entre o marco legal e a logística reversa e termina com a Educação Ambiental e sua relação com os Resíduos Sólidos Urbanos.

3.1. Conceito, classificação e caracterização

Os Resíduos Sólidos Urbanos são os resíduos gerados pelos domicílios, comércio, restaurantes, escritórios, varrição de ruas, manutenção de áreas verdes e outras atividades desenvolvidas pelos empreendimentos (Ferronato *et al.*, 2017). Para realizar o seu tratamento, as municipalidades fazem a sua gestão que, nos últimos anos, emergiu como um dos maiores desafios ambientais em todo o mundo (Khatiwada *et al.*, 2021).

De acordo com a PNRS no capítulo II, art. 3º, incisos XV e XVI respectivamente (Brasil, 2010)

Rejeitos: Resíduos Sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

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

Os resíduos podem ser gerados, por exemplo, das sobras, falhas, perdas e desperdícios dos processos produtivos dentro dos ciclos industriais. São os chamados resíduos pré-consumo. Por outro lado, são chamados de resíduos pós-consumo quando descartados pelo consumidor.

Esses materiais, uma vez gerados, se não retornarem aos processos que os originaram na forma de matéria-prima, ou não encaminhados para reutilização⁸ ou reciclagem⁹ em processos secundários, vão alimentar toda uma cadeia de rejeitos que precisa ser administrada pela municipalidade, mediante o tratamento e destinação final adequados, para evitar possíveis contaminações.

Assim, a situação ideal de acordo com o art. 9º da PNRS seria a não geração ou, na sua impossibilidade, a redução. Contudo, a não geração, quase sempre, é um ideal não alcançável, a redução é pouco praticada e a segregação na fonte (Coleta Seletiva) é pouco expressiva.

Dessa forma, repensar a produção, distribuição de bens e mercadorias, o consumo e os serviços nos dias de hoje torna-se uma necessidade de curto prazo para que a quantidade de resíduos possa ser diminuída, permitindo menores impactos à sociedade e ao meio ambiente.

Uma das alternativas é a adoção de modelos de negócio que são capazes de desmaterializar a economia pela oferta de serviços ao invés de produtos. Além disso, o surgimento de novas empresas que estimulem a venda de produtos de segunda linha, fazem com que o produto tenha uma sobrevida no mercado e possa ter ciclos de vida mais longos. Essa prática abriria uma nova frente para as indústrias que, ao invés de simplesmente produzir do zero, poderiam atuar na remanufatura de produtos, trazendo benefícios mútuos para a economia em um relacionamento do tipo “ganha-ganha”, ou seja, as partes envolvidas saem com resultados positivos.

De acordo com o art. 13 da PNRS (Brasil, 2010) os Resíduos Sólidos podem ser classificados da seguinte forma:

Quanto à origem:

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos Sólidos Urbanos: somatórios dos resíduos domiciliares e os de limpeza urbana;
- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: todos aqueles gerados nessas atividades;
- e) Resíduos dos serviços públicos de Saneamento Básico: os gerados nessas atividades, com exceção dos Resíduos Sólidos Urbanos;

⁸ De acordo com a PNRS, art. 3º, inciso XVIII, a reutilização é o processo de reaproveitamento dos Resíduos Sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes (Brasil, 2010).

⁹ Já a reciclagem, de acordo com a PNRS, art. 3º, inciso XIV, é o processo de transformação dos Resíduos Sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes (Brasil, 2010).

- f) Resíduos industriais: aqueles gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- g) Resíduos dos serviços de saúde: são aqueles gerados nos serviços de saúde;
- h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo o material resultante de escavações;
- i) Resíduos agrossilvopastoris: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados aos seus insumos;
- j) Resíduos dos serviços de transporte: originários dos portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e de passageiros;
- k) Resíduos de mineração: gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

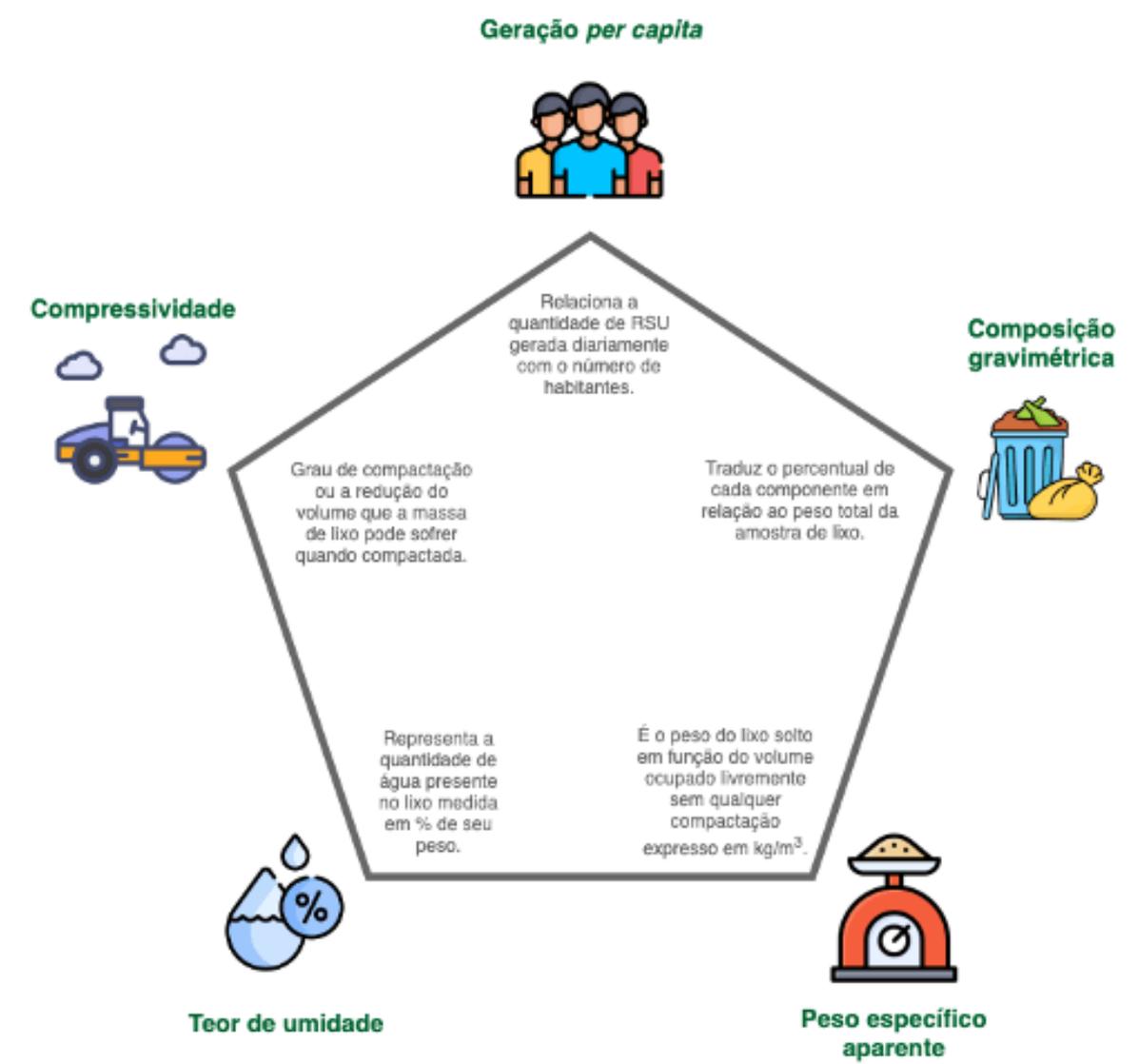
II. Quanto à periculosidade:

- a) Resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental.
- b) Resíduos não perigosos: aqueles que não se enquadram no item a.

Além da classificação, os Resíduos Sólidos podem ser caracterizados por meio de três categorias: físicas, químicas e biológicas. Essa caracterização significa identificar particularidades próprias dos resíduos de acordo com a sua composição (Viana; Silveira; Martinho, 2015).

De acordo com Monteiro *et al.* (2001, p. 33) “as características do lixo podem variar em função de aspectos sociais, econômicos, culturais, geográficos e climáticos, ou seja, os mesmos fatores que também diferenciam as comunidades entre si e as próprias cidades”. As características físicas, segundo o autor são: geração *per capita*, composição gravimétrica, peso específico aparente, teor de umidade e compressividade. A Figura 22 apresenta os conceitos individuais das características físicas dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Figura 22 – Características físicas dos RSU

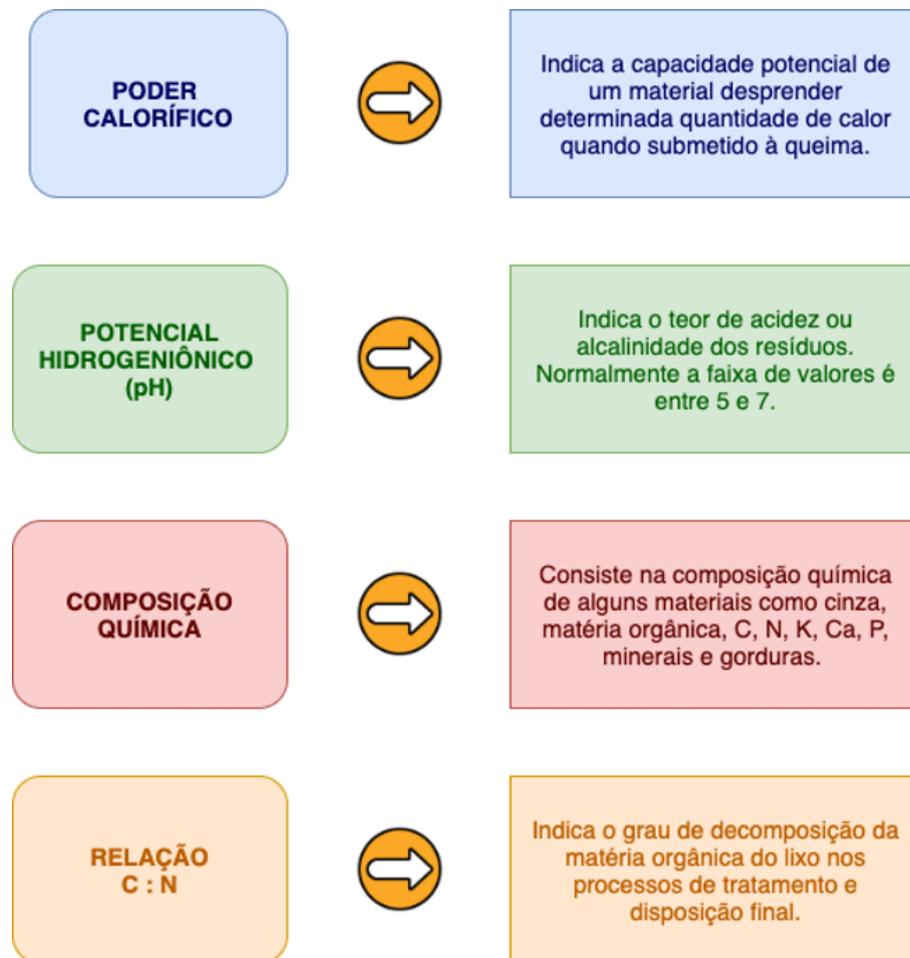


Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Monteiro *et al.* (2001).

As características químicas dos Resíduos Sólidos são divididas em: poder calorífico, potencial hidrogeniônico (pH), composição química e relação carbono/nitrogênio (C:N) (Monteiro *et al.*, 2001). A Figura 23 apresenta a definição de cada uma.

Por fim, as características biológicas dos Resíduos Sólidos se referem às populações microbianas e dos agentes patogênicos presentes em suas porções. Juntamente com as características químicas, é possível determinar os métodos adequados de tratamento e disposição final. Os aspectos biológicos também são utilizados para o desenvolvimento de inibidores de cheiro e para acelerar ou retardar a decomposição do material orgânico. O intuito é aplicar esses inibidores no interior de veículos coletores de forma a minimizar o impacto do mau cheiro junto à população enquanto o veículo estiver em seu percurso (Monteiro *et al.*, 2001) e também para os trabalhadores que atuam diretamente neste trabalho.

Figura 23 – Características químicas dos Resíduos Sólidos



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Monteiro *et al.* (2001).

As próximas seções destacam os seguintes aspectos relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos: geração, problemas associados, gestão e gerenciamento, planos de gestão, marco legal, logística reversa e Educação Ambiental.

3.2. Geração

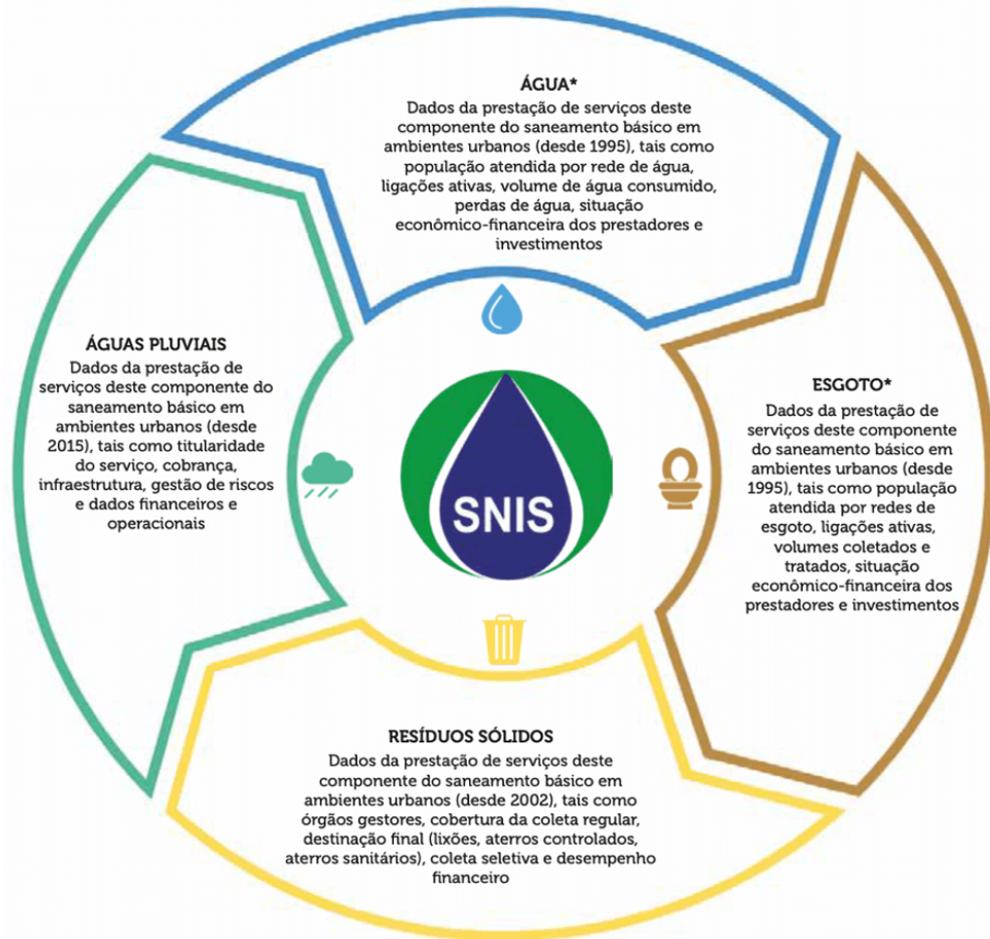
A geração dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil está associada aos elevados níveis de consumo de produtos industrializados e descartáveis e ao crescimento desordenado das cidades brasileiras (baseados no modelo da Economia Linear). Uma das consequências é, justamente, um incremento expressivo das quantidades de Resíduos Sólidos Urbanos geradas (Plansab, 2019).

Uma vez que o resíduo é gerado e em seguida descartado ou queimado de forma inadequada, dificulta sobremaneira a sua mensuração, além de causar danos ambientais importantes. Além disso, esse tipo de procedimento impede ou dificulta o serviço convencional de coleta que é de responsabilidade dos municípios. Isso impede que levantamentos de volume e composição gravimétrica sejam feitos com exatidão sendo, portanto, calculados por estimativas a partir das métricas e critérios com sustentação científica (Planares, 2020).

No contexto da municipalidade, é possível inferir que a massa total de Resíduos Sólidos coletada é o somatório do total obtido pela varrição das vias públicas, limpeza dos sistemas de drenagem, capina e poda, coleta domiciliar e das empresas (Planares, 2020).

No Brasil, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) é administrado pela Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional (SNS/MDR). Consiste em um importante instrumento que publica, gratuitamente, dados sobre o Saneamento Básico do país. Entre as categorias presentes estão os serviços de abastecimento de água e esgoto (a partir de 1995), de manejo de Resíduos Sólidos (desde 2002) e de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (desde 2015) (SNIS-RS, 2021). Um esquema representativo dos módulos ou categorias do SNIS pode ser visto na Figura 24.

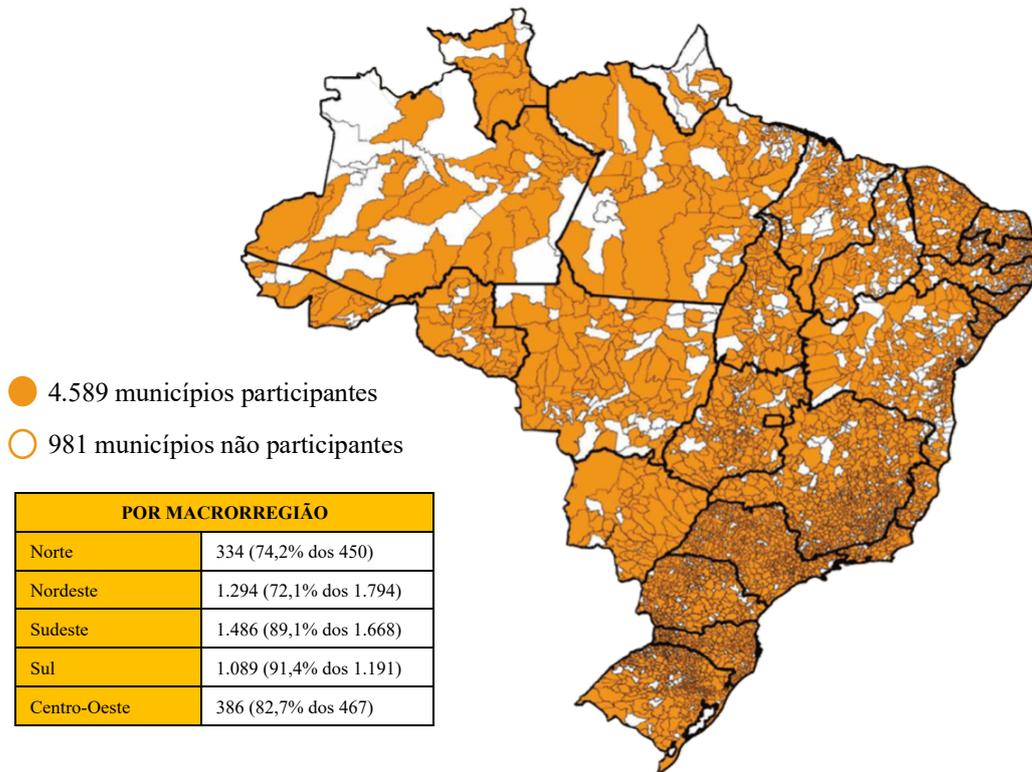
Figura 24 – Módulos do SNIS



Fonte: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Resíduos Sólidos (SNIS-RS, 2021).

O referido estudo reuniu informações dos órgãos gestores dos serviços públicos de 4.589 municípios (cerca de 82,4% dos 5.570 do país) entre os 26 estados e o Distrito Federal. A amostra abrange 195,5 milhões de habitantes, o que corresponde a 92,3% da população total e 94,3% da população urbana (169,3 milhões de habitantes) (SNIS-RS, 2021). A participação dos municípios brasileiros por macrorregiões no SNIS-RS 2020 pode ser vista na Figura 25.

Figura 25 – Participação dos municípios brasileiros por macrorregiões no SNIS-RS 2020



Fonte: Adaptado de SNIS-RS (2021).

É possível constatar que, proporcionalmente, a Região Sul foi a que apresentou maior nível de participação no estudo com cerca de 91,4% dos municípios e a Região Nordeste a menor, com 72,1%.

A geração de Resíduos Sólidos Urbanos no País sofreu aumento, sob influência direta da pandemia do COVID-19, durante o ano de 2020, sendo geradas aproximadamente 82,5 milhões de toneladas ou 225.965 toneladas/dia. Com isso, em média, cada brasileiro gerou cerca de 1,07 kg de resíduo/dia. Como parâmetro de comparação, a geração *per capita* no ano de 2018 foi de 1,039 kg/dia (Abrelpe, 2019). A necessidade de as pessoas ficarem em casa explica o aumento, uma vez que essa nova dinâmica social transferiu para as residências o maior consumo de alimentos e, conseqüentemente, a geração de resíduos. O consumo em restaurantes foi substituído pelo sistema de *delivery* e os descartes passaram a acontecer nas residências (Abrelpe, 2022).

Uma vez conhecida as formas de geração, na sequência são discutidos os problemas associados às elevadas taxas de resíduos.

3.3. Problemas associados

Os Resíduos Sólidos Urbanos, de maneira geral, tornam-se um problema a partir do momento que são gerados e não tratados adequadamente. A má gestão, da mesma forma, afeta negativamente o ambiente urbano e a saúde humana, levando à redução da produtividade e do desenvolvimento econômico (Kubanza; Simatele, 2019). Além disso, eles podem, também, contaminar o solo e as águas subterrâneas (Tian *et al.*, 2019).

Globalmente, o gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos tem se mostrado um problema. Uma das ações utilizada por alguns países, dentro desse contexto, são os processos termoquímicos, pois apresentam uma alta capacidade de reduzir o volume de resíduos e, ainda, gerar eletricidade. Contudo, apesar de suas vantagens, ela pode trazer sérios problemas para a saúde pública local e ainda ser um grande contribuinte para o aquecimento global por meio das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). Isso acontece quando a prática não é realizada de maneira correta e dentro de parâmetros aceitáveis (Cudjoe; Acquah, 2020).

O desperdício também se consolida como um outro grande problema relacionado aos Resíduos Sólidos Urbanos. Do ponto de vista empresarial, é qualquer atividade que não agrega valor que pode impactar em aumento de custo do produto final e diminuição dos lucros auferidos (Slack; Chambers; Jonhston, 2002). O que é considerado como “melhor” em termos conceituais de desperdício pode depender dos valores e objetivos específicos de uma pessoa, organização ou sociedade.

Alguns tipos de desperdício podem ser destacados, como:

- Ambiental: sob a perspectiva ambiental, o desperdício, muito conectado ao crescimento populacional, pode se referir à exploração insustentável dos recursos naturais, à poluição e à geração de resíduos (Maja; Ayano, 2021). Uma das formas de combater esse tipo de desperdício seria minimizar o impacto ambiental, promovendo práticas sustentáveis e a Economia Circular;
- Tempo: no âmbito do tempo, o desperdício ocorre quando atividades não contribuem significativamente para o alcance de metas e objetivos. A gestão eficaz do tempo envolve identificar e eliminar atividades que não agregam valor, reavaliar metas e manter o foco, promovendo assim, a produtividade (Allen, 2015);
- Alimentar: o desperdício de alimentos é uma preocupação global e algumas maneiras de combatê-lo seria pela redução do descarte inadequado de comida sem o devido aproveitamento e a promoção de práticas sustentáveis na produção,

distribuição e consumo e tem como causas, a crescente população mundial e os padrões modernos de dieta insustentáveis (Mokrane *et al.*, 2023); e

- Recursos naturais: neste caso, o desperdício pode envolver a exploração excessiva de recursos não renováveis ou a utilização inadequada dos renováveis em um mundo onde esses recursos estão começando a se esgotar (Zilia *et al.*, 2021).

Portanto, o melhor conceito de desperdício dependerá do contexto específico e dos valores prioritários de quem está avaliando. Em muitos casos, abordagens que visam a sustentabilidade, eficiência e impacto positivo a longo prazo são consideradas como sendo as melhores práticas.

No caso específico da referida tese, o conceito de desperdício foi utilizado seguindo o conceito de Maja; Ayano (2021) dentro da perspectiva ambiental. Nesse contexto, o autor destaca o uso inadequado dos recursos naturais e o consumo excessivo como fontes do desperdício. Como consequência, tem-se a geração de altas taxas de resíduos ao redor do mundo, o que acaba causando significativos impactos no meio ambiente.

Dessa forma, fazer uma gestão sustentável dos Resíduos Sólidos Urbanos tornou-se um grande desafio e preocupação das autoridades municipais em todo o mundo, principalmente nas cidades que apresentam elevado nível de crescimento, principalmente nos países em desenvolvimento. Sendo a disposição final a última etapa da cadeia logística de gerenciamento de resíduos, a busca de uma área que atenda aos requisitos técnicos necessários é um problema constante, pois o ponto geográfico correto para sua construção é essencial para minimizar as consequências negativas adversas que o resíduo traz (Islam; Murshed; Hasan, 2020) como mau cheiro (Toledo *et al.*, 2019), geração de chorume¹⁰ e alteração da paisagem. Assim, o uso de tecnologias, como a geoespacial tem proporcionado soluções eficazes para a resolução desse impasse.

Outro problema crescente relacionado aos Resíduos Sólidos Urbanos, principalmente nas regiões próximas a rios e oceanos está relacionado ao plástico. Ele é facilmente transportado para vários *habitats* e pode ser ingerido por animais com potencial de bioacumulação na cadeia alimentar. Esse material pode se decompor em tamanhos microscópicos (menores que 5 mm) e se passar por alimento que, uma vez consumido pela fauna aquática, aumenta consideravelmente as taxas de mortalidade por intoxicação (Palmer; Herat, 2021).

¹⁰ Líquido escuro e malcheiroso, resultante do processo de decomposição anaeróbica (sem a presença de oxigênio) de material orgânico (Santos; Mol, 2003).

Contudo, algumas alternativas surgem para amenizar ou resolver essas questões. A primeira delas é a integração da Gestão de Resíduos Sólidos com a Economia Circular e com a tecnologia *Blockchain*¹¹. São conceitos emergentes que visam diminuir a geração de resíduos na cadeia produtiva, permitindo transparência, confiabilidade e automação de informações. Como exemplo, cita-se o redesenho dos plásticos por marcação molecular como caminho para garantir que eles sejam mantidos em um ciclo infinito e apoiem a reciclagem em circuito fechado (Bhubalan *et al.*, 2022).

O segundo caminho é considerar a reciclagem como uma importante estratégia para modelos de negócios circulares, pois estimula a criação de novos produtos a partir dos materiais em circulação na cadeia produtiva e promove a redução da pegada de carbono. Além disso, algumas inovações tecnológicas favorecem os negócios circulares como a impressão 3D, etiquetas *RFID (Radio Frequency Identification)* baseada em sensores, a Indústria 4.0 e a Internet das Coisas (*Internet of Things - IoT*) (Islam; Iyer-Raniga; Trewick, 2022) além de melhorar o sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (Fatimah *et al.*, 2020).

Pesquisas futuras nessa área possuem um grande potencial de melhorar a validade e confiabilidade dos instrumentos de coleta de dados (Khatiwada *et al.*, 2021), como, por exemplo, a conexão de um veículo coletor de resíduos a um sistema GPS (*Global Positioning System*) de forma que os dados dos materiais coletados possam ser transmitidos em tempo real para uma base específica. O intuito seria gerar informação precisa para auxiliar os gestores no processo de tomada de decisão.

A gestão e o gerenciamento são aspectos relevantes e preconizados na legislação brasileira como sendo as principais estratégias para lidar com os resíduos. Esta matéria é abordada na seção seguinte.

3.4. Gestão e gerenciamento

Do ponto de vista da gestão, a PNRS (art. 3º, incisos X e XI respectivamente) faz a seguinte diferenciação:

Gerenciamento de Resíduos Sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos Resíduos Sólidos e disposição final

¹¹ A tecnologia *Blockchain* é uma das inovações mais recentes que podem ser consideradas como um paradigma para regulação das atividades humanas e empresariais (Swan, 2015). Consiste em um mecanismo distribuído para armazenar informações transacionais em uma rede do tipo pessoa para pessoa (*peer-to-peer – P2P*) (Islam *et al.*, 2020).

ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de Resíduos Sólidos ou com plano de gerenciamento de Resíduos Sólidos, exigidos na forma da referida lei.

Gestão integrada de Resíduos Sólidos: 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 (Brasil, 2010).

As soluções propostas pelos sistemas de gestão tratam os resíduos como um incômodo que trazem aspectos negativos para o meio ambiente, para os recursos naturais e para a saúde pública (Ezeudu; Ezeudu, 2019). Porém, quando bem desenvolvidos, os sistemas de Resíduos Sólidos Urbanos são essenciais para que a Economia caminhe em direção a um contexto circular, uma vez que é considerada uma alternativa viável ao padrão linear presente nos dias de hoje (Tisserant *et al.*, 2017).

A sociedade de consumo atual gerou, aproximadamente, 2 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos no ano de 2018 e apenas 33% desse total foi gerenciado de forma correta. Para 2050, esse quantitativo pode chegar a 3,4 bilhões de toneladas decorrentes, principalmente, da urbanização e do crescimento populacional (World Bank, 2018).

Em função desse elevado quantitativo, os países em desenvolvimento, tradicionalmente, enviam os Resíduos Sólidos Urbanos para vazadouros a céu aberto, chamados lixões, aterros controlados ou aterros sanitários com pouca ou nenhuma recuperação dos materiais passíveis de reciclagem (Tsui; Wong, 2019). Já nos países desenvolvidos, os Resíduos Sólidos Urbanos são queimados em usinas para a geração de energia elétrica (Haghi; Tehrani, 2015).

Assim, adotar práticas modernas de Gestão de Resíduos Sólidos com mecanismos eficientes de coleta, instalações de reciclagem que estimule o trabalho de cooperativas de catadores, aterros sanitários construídos corretamente do ponto de vista técnico e a recuperação de resíduos para energia (*Waste to Energy*) se consolidam como oportunidades relevantes para melhorar o ambiente urbano, além de agregar valor aos materiais e aos subprodutos do pós-consumo (Liao; Chiu, 2011; Alfaia; Costa; Campos, 2017).

A gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, por si só, pode ser caracterizada como um *wicked problem*¹² (Goldstein, 2017), ou seja, complexo e de difícil solução porque envolve aspectos legais, ambientais, sociais, econômicos, culturais, institucionais e técnicos. Ela demanda soluções igualmente complexas que estejam embasadas em uma mudança paradigmática.

¹² De acordo com Sediri *et al.* (2020) os *wicked problems* surgem em iniciativas de transformação na presença de alta complexidade, incerteza profunda, conflitos profundos e divergência entre as partes interessadas (*stakeholders*), bem como incompatibilidade de escala relativas a processos espaciais, temporais e institucionais.

O gerenciamento, por outro lado, é o modelo que os municípios brasileiros utilizam. A primeira etapa, após a geração, é o acondicionamento que é a preparação dos resíduos para a coleta de forma sanitariamente adequada (Monteiro *et al.*, 2001). Em seguida, ocorre a coleta do material que pode ser dividida em indiferenciada, na qual a fonte disponibiliza os resíduos sem a segregação prévia e a Coleta Seletiva, quando há a separação na fonte em resíduos secos e úmidos ou, de uma maneira mais completa, em secos, orgânicos e rejeitos (Planares, 2020). A recuperação de recicláveis também pode ser feita por meio dos PEVs, de cooperativas/associações de catadores e da venda direta a empresas que os comercializam. A nomenclatura de cores utilizada para auxiliar no processo da Coleta Seletiva pode ser vista na Figura 26.

Figura 26 – Nomenclatura de cores usada para a Coleta Seletiva



Fonte: Gambirazi (2022).

O terceiro passo é o transporte que consiste no deslocamento dos resíduos do ponto onde foi coletado até o seu destino, de acordo com um plano previamente estabelecido, seguido do transbordo que é a descarga do material (Monteiro *et al.*, 2001).

O tratamento, sendo o processo seguinte, é o emprego de processos que alteram as características dos materiais. O objetivo é propiciar, de maneira adequada, a sua destinação ou disposição final (Monteiro *et al.*, 2001).

A destinação final é uma fase importante do gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos, pois consiste no aproveitamento de materiais que serão beneficiados nos processos de reutilização, recondicionamento, reciclagem, compostagem ou ainda, recuperação energética (Cempre, 2018).

Por fim, tem-se a disposição final que é a distribuição de maneira correta dos rejeitos nos aterros sanitários de acordo com normas específicas e de engenharia que garantam a qualidade ambiental e a saúde das pessoas no meio ao qual elas estão inseridas (Monteiro *et al.*, 2001).

Assim, é possível inferir que o gerenciamento atua no plano operacional do ciclo logístico dos Resíduos Sólidos Urbanos enquanto a gestão possui uma aplicação mais ampla e holística seguindo a lógica do planejamento.

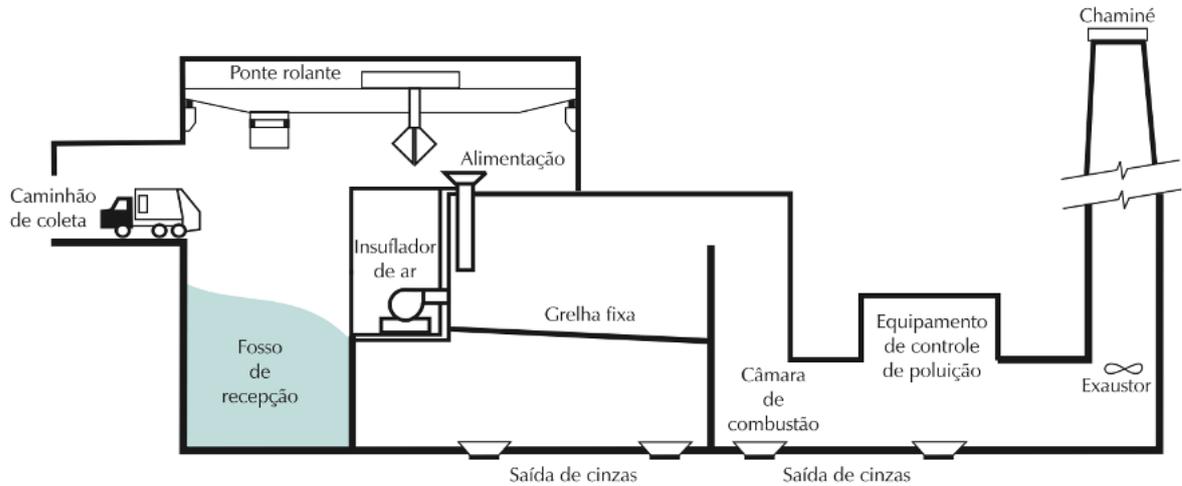
O tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos consiste em uma série de procedimentos com o objetivo de reduzir a quantidade de materiais descartados. O caminho mais eficaz para otimizar esse volume é aquele feito pela população que ataca o problema na fonte. Esse trabalho pode ser feito pela redução de resíduo gerado nas residências, também por meio do reaproveitamento de materiais e, por fim, colocando em prática, de forma correta, a Coleta Seletiva.

Por outro lado, existem processos físicos e biológicos que estimulam a propagação de micro-organismos que são capazes de diminuir o volume total por meio da decomposição da matéria orgânica (Cempre, 2018).

A tecnologia térmica é um tratamento eficaz para reduzir o quantitativo de resíduos. Por meio dela, é possível alcançar esse objetivo em pouco tempo gerando um produto inerte ao final do processo, desde que realizada de maneira adequada. Contudo, os custos de instalação e de operação são elevados, principalmente pela necessidade da implementação de filtros e recursos tecnológicos sofisticados capazes de diminuir ou eliminar os poluentes atmosféricos exalados da queima (Monteiro *et al.*, 2001). Além disso, a tecnologia térmica de resíduos exige uma mão de obra qualificada e, ao final, pode-se ter compostos tóxicos e corrosivos (Vilhena, 2018).

Existem vários tipos de fornos destinados à utilização da tecnologia térmica e um dos mais comuns é o de grelha fixa. Nesse processo, os resíduos são lançados em uma grelha fixa, onde são queimados. O ar é introduzido sobre a grelha de modo a diminuir o arraste das cinzas. O material resultante da queima cai em orifícios em uma espécie de cinzeiro de onde são removidas mecanicamente. A Figura 27 ilustra o funcionamento desse incinerador.

Figura 27 – Incinerador de grelha fixa



Fonte: Monteiro *et al.* (2001).

No contexto dos círculos internos da Economia Circular, a reciclagem ocupa o último estágio, porém, não menos importante. A questão é que se gasta mais energia nesse processo do que nos anteriores como o reuso e a remanufatura. Porém, quando se observa o ciclo do produto de uma indústria convencional, verifica-se que, ao realizar a produção partindo de matérias-primas virgens, tem-se um gasto energético maior. Assim, a economia de energia que seria gasta no processo de produção das matérias-primas em produtos acabados e a transformação do material orgânico em composto orgânico trazem vantagens ambientais e econômicas (Monteiro *et al.*, 2001).

Em termos de vantagens, a reciclagem permite uma maior preservação de recursos naturais, economia de energia, economia de transporte (principalmente aquele destinado aos aterros sanitários), geração de emprego e renda e ampliação do nível de conscientização por parte da população para questões relevantes, como é o caso dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Seguindo a mesma perspectiva, a compostagem é o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos de origem animal ou vegetal pela ação de micro-organismos. Ela pode ser dividida em anaeróbia (sem a presença de oxigênio) e aeróbia (com a presença de oxigênio), sendo que este último apresenta como produto final o composto orgânico que é rico em húmus¹³ e nutrientes minerais que podem ser utilizados na agricultura e para a recomposição de solos com potencial agrícola (Monteiro *et al.*, 2001). A Figura 28 ilustra o processo de compostagem de resíduos orgânicos.

¹³ Consiste na matéria orgânica homogênea, bioestabilizada, de cor escura e rica em partícula que, quando aplicada ao solo, melhora suas características físicas para o plantio (Monteiro *et al.*, 2001).

Figura 28 – Etapas da compostagem de resíduos orgânicos



Fonte: Cempre (2020).

Outra alternativa muito interessante que realiza a destinação final adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos, especificamente os passíveis de reciclagem, são as cooperativas e associações de catadores. Nesse contexto, os trabalhadores se associam em um empreendimento para se atingir um objetivo comum que normalmente é sair da informalidade. Os quotistas são sócios de seus próprios negócios e administram, dessa forma, os ganhos e as despesas (Vilhena; Lustosa, 2010).

Quando as pessoas se organizam em cooperativas ou em associações, existe uma grande contribuição para a sociedade, pois gera novas oportunidades de trabalho, justiça social e melhoria na distribuição de renda (Vilhena; Lustosa, 2010).

Conceitualmente, existe uma diferença entre os termos cooperativa e associação, mesmo que ambos tenham o mesmo objetivo final. No processo de constituição, as associações devem possuir apenas o registro em cartório, enquanto as cooperativas precisam, além deste, se inscrever na junta comercial local com o número mínimo de 20 pessoas. Sobre uma associação não incide tributação, ao contrário da cooperativa. Em casos de legislação federal, estadual ou municipal, uma associação de catadores é beneficiada para entrega de materiais sem licitação (Vilhena; Lustosa, 2010).

A última etapa de toda a cadeia se concentra na disposição final, podendo ser feita de três formas usuais, mas legais: o lixão, o aterro controlado e o aterro sanitário (Cempre, 2018).

O lixão consiste na forma mais inadequada de disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos, pois consiste na simples descarga do material sobre o solo, a céu aberto e sem nenhuma medida técnica que garanta a integridade do meio ambiente e da população. O chorume infiltra no solo, uma vez que não existe nenhuma barreira física, contaminando as águas subterrâneas (Vilhena, 2018). De acordo com a PNRS, o prazo para a liquidação desse tipo de destinação inadequada era em 2014. Contudo, o Congresso Nacional sancionou a lei n.º 14.026/2020, o novo marco regulatório do saneamento. Em seu art. 11, fica alterado o art. 54 da PNRS que passa a vigorar com a seguinte redação:

Art. 54. A disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deverá ser implantada até 31 de dezembro de 2020, exceto para os municípios que até essa data tenham elaborado plano intermunicipal de Resíduos Sólidos ou plano municipal de gestão integrada de Resíduos Sólidos e que disponham de mecanismos de cobrança que garantam sua sustentabilidade econômico-financeira, nos termos do art. 29 da lei n.º 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para os quais ficam definidos os seguintes prazos:

- I – até 2 de agosto de 2021, para capitais de estados e municípios integrantes de Região Metropolitana (RM) ou de Região Integrada de Desenvolvimento (RIDE) de capitais;
- II – até 2 de agosto de 2022, para Municípios com população superior a 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010, bem como para Municípios cuja mancha urbana da sede municipal esteja situada a menos de 20 (vinte) quilômetros da fronteira com países limítrofes;
- III – até 2 de agosto de 2023, para Municípios com população entre 50.000 (cinquenta mil) e 100.000 (cem mil) habitantes no Censo 2010; e
- IV – até 2 de agosto de 2024, para Municípios com população inferior a 50.000 (cinquenta mil) habitantes no Censo 2010.

A regularização do descarte dos resíduos no Brasil é um grande desafio (Oliveira, 2022). Segundo a Abrelpe (2021), ainda existem muitos lixões a céu aberto em funcionamento no País. A Figura 29 apresenta um exemplo de lixão. Assim, apesar da ampliação dos prazos pela nova lei, os municípios brasileiros estão distantes de uma realidade ideal em relação à disposição final adequada.

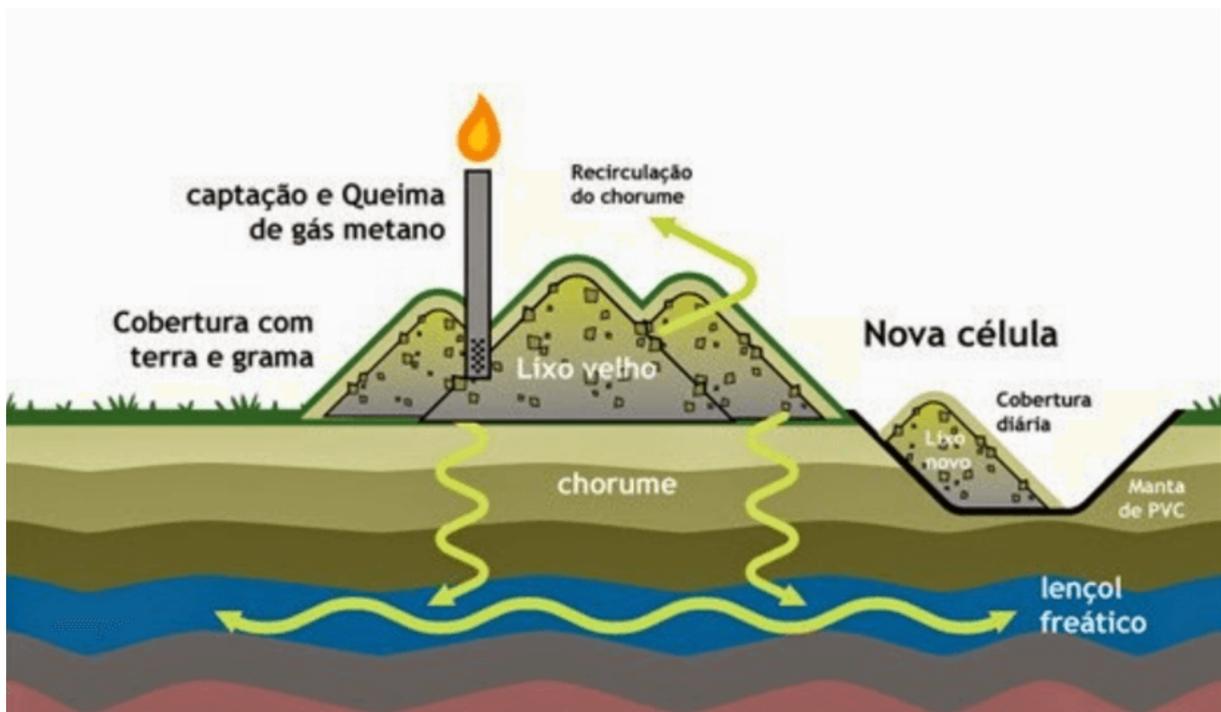
Figura 29 – Exemplo de um lixão



Fonte: Amorim (2022).

Já o aterro controlado (Figura 30) é uma técnica legal de disposição de Resíduos Sólidos Urbanos no solo que minimiza danos ou riscos à saúde pública e ao meio ambiente. Ele utiliza alguns princípios de engenharia para confinar os resíduos, cobrindo-os com uma camada de material inerte. Contudo, esse procedimento causa poluição localizada, pois é uma solução intermediária entre o lixão e o aterro sanitário. Geralmente não dispõe de impermeabilização de base que impede a infiltração do chorume, nem sistemas de tratamento de efluentes e nem drenagem de gases (queimadores). Embora legal, é uma solução preferível ao lixão. Porém, apresenta problemas ambientais e qualidade inferior ao aterro sanitário.

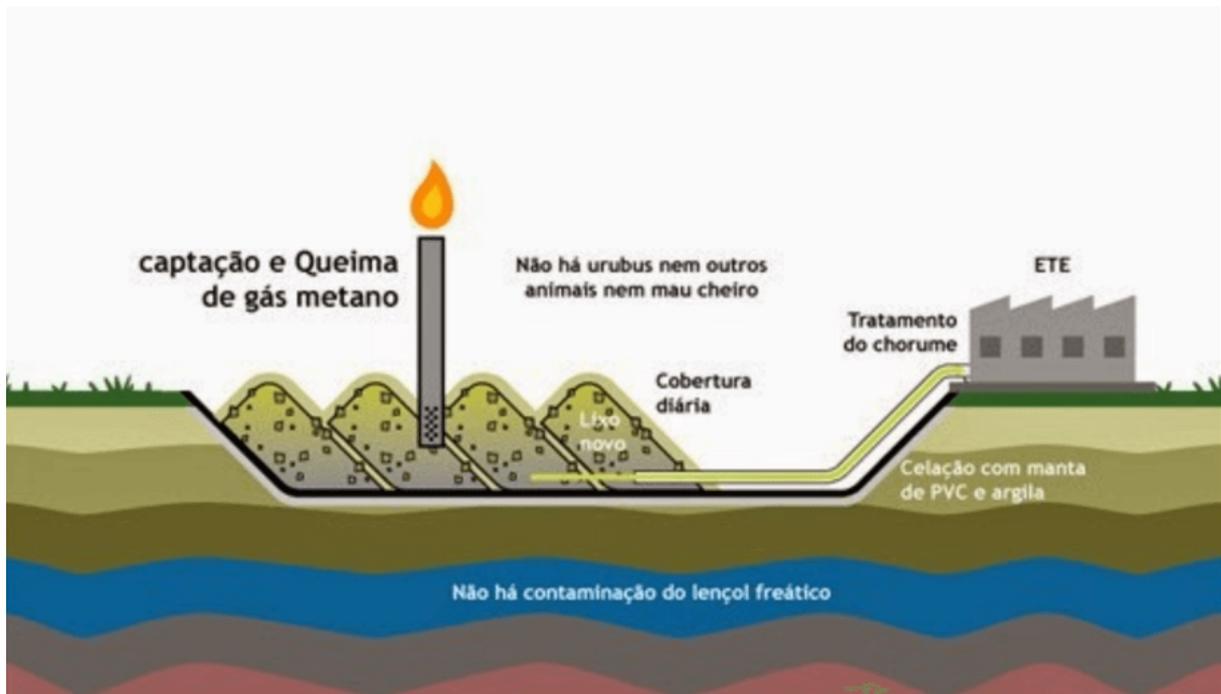
Figura 30 – Aterro controlado



Fonte: Gonçalves (2003).

O aterro sanitário (Figura 31), por outro lado, é a forma correta de disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos, pois obedece a critérios técnicos de Engenharia e normas operacionais específicas. Ele permite o acondicionamento seguro em termos de controle de poluição (Vilhena, 2018). Após a construção das valas, é feita a cobertura com manta de material resistente desenvolvida especialmente para essa finalidade. Esse procedimento impede que o chorume infiltre no solo e contamine o lençol freático. Em seguida, os rejeitos são dispostos nesse espaço e compactados. Por fim, material inerte como terra é colocado sobre os rejeitos e novas camadas são feitas sucessivamente até que a vala fique completa. Queimadores ou *flares* são instalados à medida que o volume de rejeito sobe, permitindo uma drenagem eficiente dos gases (gás metano – CH_4) e a sua conversão em gás carbônico (CO_2).

Figura 31 – Estrutura do aterro sanitário



Fonte: Gonçalves (2003).

Percebe-se que, dentre as formas de destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos, no contexto da Economia Linear, o aterro sanitário é a opção mais adequada, apesar de causar impactos ao meio ambiente e necessitar de estudos prévios de localização. Além disso, possui um custo de manutenção elevado que compromete boa parte do orçamento municipal. Contudo, é a alternativa mais correta e adequada para atender às necessidades correntes.

Sendo assim, uma vez discutido os aspectos relacionados às estratégias de gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos, a seção seguinte faz um panorama sobre os planos de gestão federal, estadual e municipal.

3.5. Planos de gestão

Para executar de maneira adequada as ações e estratégias relacionadas aos Resíduos Sólidos Urbanos, o poder executivo (Federal, Estadual e Distrital/Municipal) deve seguir as orientações dadas pelos planos de Resíduos Sólidos.

De acordo com a PNRS, art. 14 (Brasil, 2010) os planos de Resíduos Sólidos (Quadro 6) são divididos em:

- I – Plano nacional de Resíduos Sólidos;
 II – Planos estaduais de Resíduos Sólidos;
 III – Planos microrregionais de Resíduos Sólidos e os planos de Resíduos Sólidos de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas;
 IV – Planos intermunicipais de Resíduos Sólidos;
 V – Planos municipais de gestão integrada de Resíduos Sólidos; e
 VI – Planos de gerenciamento de Resíduos Sólidos.

Quadro 6 – Planos de gestão de Resíduos Sólidos

N.º	Plano	Características
I	Plano nacional de Resíduos Sólidos	<p>Também conhecido como Planares, é o plano elaborado pela União e coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) tem prazo de vigência indeterminado e horizonte de 20 anos, sendo atualizado a cada 4 anos. Possui o seguinte conteúdo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico da situação atual dos Resíduos Sólidos; • Proposição de cenários com tendências; • <u>Metas</u>: redução, reutilização e reciclagem com vistas a reduzir a quantidade de resíduos para a disposição final; • Metas de aproveitamento energético dos gases provenientes dos aterros sanitários; • Metas para eliminação e recuperação de lixões associadas à inclusão social de catadores de recicláveis; • Programas, projetos e ações para atendimento das metas previstas; • Normas e condicionantes para acesso a recursos da União; • Medidas incentivadoras para a gestão regionalizada dos Resíduos Sólidos; • Diretrizes voltadas para o planejamento das ações de gestão de Resíduos Sólidos em áreas instituídas por lei complementar ou de interesse turístico; • Normas e diretrizes para as devidas tratativas de rejeitos e resíduos; • Meios voltados para o controle e a fiscalização a nível nacional. <p>A sua elaboração ocorre mediante a mobilização e participação social por meio de audiências e consultas públicas.</p>
II	Planos estaduais de Resíduos Sólidos	<p>Assim como o plano nacional, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) tem prazo de vigência indeterminado, com horizonte de atuação de 20 anos e revisado a cada 4 anos. Seu conteúdo abrange os seguintes pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico dos Resíduos Sólidos nos estados, incluindo os fluxos e os impactos socioeconômicos e ambientais; • Proposição de cenários; • <u>Metas</u>: redução, reutilização e reciclagem com vistas a reduzir a quantidade de resíduos para a disposição final; • Metas de aproveitamento energético dos gases provenientes dos aterros sanitários; • Metas para eliminação e recuperação de lixões associadas à inclusão social de catadores de recicláveis; • Programas, projetos e ações para atendimento das metas previstas; • Normas e condicionantes para acesso a recurso do estado; • Medidas que incentivem e viabilizem a gestão consorciada dos Resíduos Sólidos; • Diretrizes para o planejamento de atividades de gestão de regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões; • Normas e diretrizes para a disposição final de rejeitos e resíduos; • Previsão (de acordo com Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE e zoneamento costeiro) de áreas destinadas para o tratamento e disposição final dos Resíduos Sólidos e áreas degradadas provenientes de disposição final inadequada.

III	Planos municipais de gestão integrada de Resíduos Sólidos	<p>O conteúdo do plano Municipal/Distrital de gestão integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS/PDGIRS) é relacionado pelos seguintes pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico da situação dos Resíduos Sólidos no território contendo a origem, o volume, a caracterização e as formas de destinação final adotadas; • Identificação de áreas favoráveis para a disposição final de Resíduos Sólidos; • Observação de possibilidades de soluções consorciadas com outros municípios; • Identificação de resíduos ou geradores que se enquadrem no sistema de logística reversa; • Procedimentos operacionais para a execução do Serviço de Limpeza Urbana; • Implantação de indicadores de desempenho operacional e ambiental; • Regras para o transporte e demais etapas do gerenciamento dos RSU; • Definição de responsabilidades e capacitações técnicas necessárias; • Programas de Educação Ambiental que promovam a não geração, redução, reutilização e reciclagem dos Resíduos Sólidos; • Programas com ações de participação de grupos interessados como cooperativas/associações de catadores.
-----	---	---

Fonte: PNRS, art. 15 a 19 (Brasil, 2010).

O prazo de revisão do PMGIRS/PDGIRS segue o mesmo período do plano plurianual dos municípios e do Distrito Federal, sendo o período máximo de 10 anos de acordo com a PNRS, art. 19, inciso XIX (Brasil, 2010).

Por terem um grau de importância elevado no contexto da gestão dos Resíduos Sólidos, a PNRS prevê, em sua estrutura, mecanismos mais amplos (Planares) e mais restritos (PERS, PMGIRS e PDGIRS) de planejamento de ações e estratégias para lidar com os resíduos. Alinhados com equipes técnicas qualificadas, os resultados podem ser promissores desde que ocorra o acompanhamento adequado.

A seguir, é apresentado os principais marcos legais relacionado aos Resíduos Sólidos no Brasil.

3.6. Marco legal

O marco legal do saneamento básico, inicialmente, foi estabelecido pela Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 e atualizado, recentemente, pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Ela representa um momento importante no setor de saneamento no país, uma vez que foi promulgada em um ambiente que necessita de soluções urgentes para os desafios relacionados ao fornecimento de água, esgoto e resíduos.

O texto da lei estabelece novas diretrizes para a prestação dos serviços, com incentivo à participação da iniciativa privada por meio das Parcerias Público-Privadas (PPPs) com intuito de ampliar os investimentos no setor. A ideia da Lei nº 14.026 é impulsionar a modernização e

expansão da infraestrutura de saneamento básico, contribuindo para a promoção da saúde pública, a preservação do meio ambiente natural e o desenvolvimento socioeconômico do país.

A lei n.º 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Segundo seu art. 1º (Brasil, 2010), ela dispõe sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como diretrizes relativas à gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos, incluído os perigosos. Também aborda as responsabilidades dos geradores e do poder público e quais os instrumentos econômicos aplicáveis. De acordo com Veiga (2019), seu advento mostrou a necessidade de articulação institucional envolvendo a união, estados e municípios, o setor produtivo e a sociedade em geral com o intuito de trazer soluções para a problemática dos Resíduos Sólidos Urbanos.

A lei incorpora conceitos atuais de Gestão de Resíduos Sólidos, porém, poucos elementos em comum com os princípios da Economia Circular, sendo a logística reversa o que mais se destaca.

Os princípios norteadores para sua implementação estão listados em seu art. 6º. Dentre eles, destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos¹⁴ e o reconhecimento do resíduo sólido como um bem econômico, reutilizável, reciclável e de valor social que pode gerar trabalho, renda e promover a cidadania (Brasil, 2010).

Outro aspecto importante e relevante destacado pela lei em seu art. 9º é em relação à ordem de prioridade que os geradores devem seguir. A ordem é: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos (Brasil, 2010).

Aqui vale ressaltar outros pontos de convergência entre os princípios da Economia Circular e a PNRS além da logística reversa. Por exemplo, o terceiro princípio abordado pela Circle Economy (2022) aborda o lixo como recurso e o segundo da Ellen MacArthur Foundation (2022) evidencia a manutenção de produtos e materiais em uso. Neste caso, tanto os princípios quanto os pontos levantados pelo art. 9º da lei apontam para a ideia de que a não geração de resíduos, ou o reuso, ou a reciclagem são alternativas plausíveis para aproveitar, ao máximo, o material que já está em circulação no mercado e/ou reduzir a pegada ecológica *in natura* de subsídios. O propósito, de fato, é fazer mais com menos ou ainda produzir o que se precisa a partir do que já foi feito, de forma a não necessitar mais extrair novas matérias-primas que causam impactos no meio ambiente e diminuem a capacidade de restauração do planeta.

¹⁴ De acordo com o art. 3º, inciso IV da PNRS, o ciclo de vida do produto consiste em uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final (Brasil, 2010).

No que se refere à PNRS, ela determina que os planos Municipais/Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS/PDGIRS) deverão ser revisados em, no máximo, dez anos (Brasil, 2020).

Também altera os prazos para que os municípios implementem a disposição final ambientalmente correta dos rejeitos. De acordo com o art. 54 da PNRS (Brasil, 2010), “a disposição final ambiental adequada dos rejeitos, observado o disposto no § 1º do art. 9º, deverá ser implementada em até 4 (quatro) anos após a data de publicação desta lei”, ou seja, até 2014.

Contudo, é notório que, mesmo com o novo marco legal do saneamento, algumas das metas propostas já se encontram vencidas, ou seja, o prazo já ultrapassou o limite preconizado na lei. É o caso dos municípios que se enquadram nos incisos I e II do art. 11. Os que estão no inciso III o prazo exauriu, finalizado em 2 de agosto de 2023.

Dessa forma, é possível concluir que existe um descompasso entre a teoria e prática, ou seja, o legislador enquanto formulador das leis e das políticas públicas precisa, de fato, compreender as realidades municipais de forma que haja efetivamente o cumprimento das necessidades locais, principalmente considerando que lidar com resíduos é trabalhar com questões complexas e interconectadas como interesses econômicos, sociais e ambientais. Por outro lado, é preciso alavancar a gestão e o gerenciamento na ponta para que se alinhe as estratégias federativas e nacional.

Alguns objetivos preconizados pela PNRS trouxeram uma ideia inovadora nas tratativas em relação aos Resíduos Sólidos. Eles são elencados no art. 7º e alguns são mostrados a seguir.

- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;
- desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;
- rotulagem ambiental e consumo sustentável; e
- integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (PNRS, art. 7º. Brasil, 2010).

Contudo, no ano de 2020 a PNRS completou dez anos e pouco se avançou em suas proposições. Boa parte dos empecilhos vieram do poder público, uma vez que governadores e prefeitos argumentaram a inexecutabilidade da lei que, à época, previa cinco anos para sua execução. Além disso, municípios com recursos limitados solicitaram prazos mais dilatados para cumprir com as metas e pouco se investiu em campanhas de sensibilização e conscientização da população e dos consumidores (Crespo, 2021).

Para a autora, a reciclagem como política consistente, não acontece ou quando é colocada em prática, ocorre em poucos lugares dos mais de 5.600 municípios brasileiros.

Somente 17% desse total tem programas regulares de reciclagem, embora a coleta ocorra em quase sua totalidade (Abrelpe, 2021).

Outra lacuna importante a ser mencionada é a ausência da disponibilidade de alguns serviços essenciais como coleta de óleo de cozinha, medicamentos vencidos e solventes, por exemplo.

Por fim, os municípios se depararam com o volume de seus resíduos sendo adicionados àqueles provenientes da pandemia da COVID 19 como máscaras, sapatilhas, toucas, luvas e embalagens de álcool em gel. Além disso, com o avanço da vacinação, o quantitativo de seringas, agulhas e recipientes plásticos ampliaram esse total. Ainda, nessa perspectiva, tem-se os resíduos provenientes dos sistemas de *delivery* provenientes das entregas em domicílio feitos normalmente nos supermercados ou compras feitas pela *internet* (Crespo, 2021).

Portanto, a busca de soluções para os Resíduos Sólidos a partir da PNRS deve ser observada como um desafio de vários atores sociais, dentre eles o poder público, o setor empresarial e a sociedade civil. O engajamento e a participação, aliados com a Educação Ambiental, são os pilares da jornada, pois somente com o comprometimento de todos será possível articular as ações da Economia Circular juntamente com uma política pública voltada para a gestão e o gerenciamento dos Resíduos Sólidos com resultados positivos e promissores para as próximas gerações.

O art. 3º, inciso I da PNRS (Brasil, 2010), destaca o conceito de acordo setorial que é:

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

Assumir compromissos a respeito de Resíduos Sólidos Urbanos junto ao poder público, permite às organizações, principalmente do setor privado, implementar mecanismos que melhorem a qualidade de vida da sociedade como um todo e também do meio ambiente. Isso porque a logística reversa é vista como um meio eficiente de recuperação de materiais recicláveis, na perspectiva do pós-consumo, que pode e deve ser desenvolvida e implementada pelas empresas.

Na logística reversa, os elos da cadeia produtiva e de reciclagem são essenciais ao se considerar o retorno de embalagens para a indústria, principalmente por meio da Coleta Seletiva ou outras maneiras como, por exemplo, os PEVs e aquela realizada por catadores (Mafra; Zaneti, 2019).

No Brasil, o acordo setorial para implantação da logística reversa de embalagens foi assinado em 25 de novembro de 2015, cujo objetivo foi garantir a destinação final ambientalmente adequada desses materiais. A partir da PNRS, o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa foram dois avanços importantes na gestão dos Resíduos Sólidos (Brasil, 2022).

Esse compartilhamento possui três categorias de atores: o cidadão, o setor privado e o poder público. O primeiro, no papel de consumidor/gerador de resíduos, descarta os materiais nas condições e parâmetros solicitados e nos pontos de coleta estabelecidos pelo sistema de logística reversa. O segundo, por outro lado, tem a responsabilidade de promover o gerenciamento adequado dos Resíduos Sólidos Urbanos por meio da reincorporação na cadeia produtiva, da inovação que traga benefícios socioambientais e o uso racional de materiais em suas atividades. Por fim, o poder público fiscaliza o processo de forma compartilhada com os demais atores. Também, é de sua competência estimular a consciência do cidadão por meio de práticas de sensibilização e Educação Ambiental (Brasil, 2022).

Portanto, consumidores, importadores, fabricantes, distribuidores e comerciantes, como preconizado pela PNRS, devem atuar de forma conjunta para que os resíduos sejam reaproveitados, reciclados e ainda tenham uma destinação ambientalmente adequada. Do ponto de vista da Economia Circular, é possível concluir que os acordos setoriais permitem atingir uma melhor circularidade dos subprodutos do pós-consumo. Além disso, podem atuar, por meio de práticas de Educação Ambiental, na fase anterior, ou seja, no pré-consumo, de forma que o quantitativo de resíduos ofertados seja menor por meio da redução do consumo e pelo estímulo ao reuso de materiais.

A logística reversa, como sendo um dos pontos mais importantes e relevantes na gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos e também na Economia Circular, é discutida na seção seguinte, abordando seu conceito, aplicação e exemplos.

3.7. Logística reversa

Os primeiros estudos sobre logística reversa são encontrados nas décadas de 1970 e 1980, tendo seu foco principal relacionado ao retorno de bens a serem processados em reciclagem de materiais, denominados e analisados como canais de distribuição reversos (Leite, 2009).

Para Rogers e Tibben-Lembke (1999) a logística reversa é o processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques

em processo, produtos acabados e informações correspondentes, do ponto de consumo ao ponto de origem, com o propósito de recapturar o valor ou destinar à apropriada disposição.

A logística reversa promove a redução do número de novos materiais no mercado como um todo (Sarkis; Helms; Hervani, 2010), pois funciona como um indutor ao reuso de materiais.

O gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos praticado nos países em desenvolvimento, cuja base é pautada no modelo da Economia Linear não consegue mais absorver a quantidade de materiais gerados pelas atividades das cidades, dificultando a capacidade de recuperação do meio ambiente. Dessa forma, a transição para o modelo circular é relevante e tem a logística reversa e a responsabilidade compartilhada pela gestão dos resíduos como pilares fundamentais para essa transição (Oliveira Silva; Morais, 2021).

Do ponto de vista da PNRS (Brasil, 2010), art. 3º, inciso XII, a logística reversa é:

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

Pode-se inferir que a logística reversa é o ponto de intersecção entre a ideia de Economia Circular e os Resíduos Sólidos Urbanos. Isso é explicado porque é um conceito cujos propósitos funcionam para ambas as partes, uma vez que o retorno de materiais em fim de vida atende à perspectiva de reuso, remanufatura ou reciclagem (elementos importantes dos princípios da Economia Circular) e ao tratamento que se deve dar aos resíduos de forma a diminuir a sua quantidade destinada à disposição final.

Do ponto de vista empresarial, a logística reversa está se tornando um diferencial estratégico para as organizações que buscam um ambiente sustentável. Isso ocorre por meio da criação de valor para subprodutos do pós-consumo, pela desmaterialização da economia e pela promoção de práticas de Economia Circular (Dutta *et al.*, 2021).

O lixo eletrônico, por exemplo, é uma preocupação constante no mundo, pois as suas taxas de geração são crescentes. Devido à presença de metais preciosos, serve como fonte de matérias-primas secundárias e isso está alinhado com o conceito de Economia Circular que foca, também, no reaproveitamento de recursos. As partes envolvidas (geradores e recicladores) devem compartilhar a responsabilidade econômica da sua gestão com o intuito de alcançar a Economia Circular por meio da logística reversa de forma a ter uma sociedade mais sustentável (Koshta; Patra; Singh, 2022).

Na mesma perspectiva, é possível afirmar que um dos principais objetivos da logística reversa é sua eficácia na exploração de oportunidades de reutilização e reciclagem de recursos. Ao estender a vida útil por meio de processos otimizados, reciclagem e recuperação, a logística reversa pode ser implementada com poucas alterações nos sistemas logísticos convencionais, o que pode levar as pessoas a praticarem compras mais sustentáveis (Lai *et al.*, 2022) por perceberem a importância de devolver o produto em seu fim de vida ou a embalagem novamente ao ciclo produtivo.

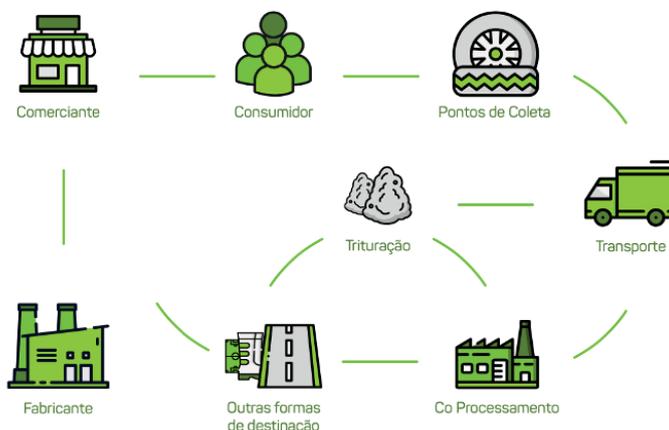
No Brasil, de acordo com o art. 33 da PNRS (Brasil, 2010):

são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos Resíduos Sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

- I – agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA (Sistema Nacional do Meio Ambiente), do SNVS (Sistema Nacional de Vigilância Sanitária) e do SUASA (Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária), ou em normas técnicas;
- II – pilhas e baterias;
- III – pneus;
- IV – óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
- V – lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- VI – produtos eletroeletrônicos e seus componentes; e
- VII – outros produtos e embalagens, considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos gerados, bem como sua viabilidade técnica e econômica.

A título de exemplo, o ciclo da logística reversa de pneus pode ser visto na Figura 32.

Figura 32 – Ciclo da logística reversa de pneus



Assim, estimular a logística reversa sob a perspectiva dos Resíduos Sólidos tem um alinhamento com os princípios da Economia Circular, uma vez que o objetivo principal é reduzir o quantitativo de materiais encaminhados para a disposição final e promover o seu reaproveitamento, seja por meio do reuso, remanufatura ou reciclagem. A participação de atores sociais como população, empresas, governo e organizações não governamentais é fundamental para que essa prática seja alcançada com êxito.

Da mesma forma que a logística reversa se mostra como um instrumento que tem relevância no cenário nacional e internacional, a Educação Ambiental, apresentada a seguir, também segue como uma aliada poderosa no combate ao desperdício e à tomada de consciência de todos aqueles que são considerados geradores de resíduos.

3.8. Educação Ambiental e os Resíduos Sólidos

No Brasil, segundo a lei n.º 9.795/1999, art. 1º, a Educação Ambiental (EA) é entendida como:

os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (Brasil, 1999).

Nessa perspectiva é possível inferir que a EA tem um papel importante no processo de sensibilização de atores sociais para que se possa garantir melhores níveis de qualidade ambiental, incluindo neste aspecto, os Resíduos Sólidos (Nag, 2005; Zakianis; Djaja, 2017; Lino; Ismail; Castañeda-Ayarza, 2023).

Porém, um dos grandes gargalos que impedem o avanço sistemático da EA nas escolas é a falta de capacitação de professores. No que se refere aos Resíduos Sólidos, por exemplo, ações que levem os docentes a uma compreensão ampla dos problemas e potencialidades socioambientais e educativas, de sua complexidade e de suas inter-relações tem se configurado um caminho promissor para uma abordagem didático-pedagógica que funcione (César-Matos, 2021).

Assim, uma ação efetiva que pode corroborar para o sucesso da EA, principalmente em relação aos Resíduos Sólidos, é a incorporação nos PMGIRS/PDGIRS de estratégias que visem capacitar e formar professores-multiplicadores por meio da participação-ação para a construção do conhecimento com a inserção transversal dos conteúdos nos currículos educacionais do ensino fundamental e médio de escolas públicas (César-Matos, 2021).

Tendo a Economia Circular como um instrumento adequado para mudar a relação produção de Resíduos Sólidos/consumo pela aplicação prática de seus princípios, é possível pensar que a EA funciona como um elo de ligação/conexão entre o sucesso e o fracasso nessas ações. O despertar do pensamento crítico sobre o atual sistema econômico e a sua substituição por um circular sustentável preconizado pela Economia Circular, só é possível com a incorporação de ações efetivas de EA (Eliades *et al.*, 2022; Moustairas *et al.*, 2022; Papamichael *et al.*, 2022).

Considerando que as elevadas taxas de geração de Resíduos Sólidos constituem um sério problema, a EA pode agir como um mecanismo conscientizador capaz de arrefecer os impactos negativos trazidos pelos resíduos. Isso porque ela age no despertar para um consumo consciente e em ações que possibilitem ampliar uma Coleta Seletiva eficaz que possa permitir uma melhor taxa de reaproveitamento de material por parte de cooperativas e associações de catadores.

Contudo, é importante destacar que a EA, por si só, não se configura como uma solução única e definitiva, ou seja, uma panaceia, principalmente, no que se refere às questões ligadas à Economia Circular e aos Resíduos Sólidos. Ela faz parte de um conjunto de ações que, juntas, podem auxiliar no desenvolvimento de estratégias que possibilitam melhorar o nível de consciência das pessoas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção tem o objetivo de apresentar e discutir os resultados das pesquisas teórica e de campo. Ela está dividida em três capítulos: 4, 5 e 6. O capítulo 4 é formado por duas partes. A primeira realiza uma análise bibliométrica sobre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos a partir das bases científicas *Scopus* e *WoS*. Esta parte do trabalho resultou na publicação de um artigo científico na revista *Sustainability* 2023, 15, 15715 (Anexo B). A segunda parte faz um paralelo entre o arcabouço legal entre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e a Política Distrital de Resíduos Sólidos (PDRS) com os princípios da Economia Circular e identifica as lacunas existentes entre eles.

O Capítulo 5 analisa a percepção dos atores sociais sob a ótica dos desafios, oportunidades e estratégias do atual sistema de Gestão de Resíduos Sólidos do Distrito Federal e a implementação dos princípios da Economia Circular nesse contexto.

Ambos os resultados servem de base para a construção de um modelo teórico circular proposto no Capítulo 6, apresentado *a posteriori*.

4. ECONOMIA CIRCULAR, GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS, BIBLIOMETRIA E MARCO LEGAL

Este capítulo apresenta os resultados de duas pesquisas. A primeira, construída a partir das bases científicas *Scopus* e *Web of Science*, teve como cerne a Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos. Os dados coletados foram tratados com auxílio da Linguagem R juntamente com os pacotes *Bibliometrix* e *Shiny*. O objetivo foi discutir as conexões conceituais existentes entre eles por meio de uma análise bibliométrica.

A segunda teve como ponto principal uma análise de convergência entre os princípios da Economia Circular e o arcabouço legal sobre Resíduos Sólidos no Brasil e no Distrito Federal, ou seja, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei n.º 12.305/2010 e a Política Distrital de Resíduos Sólidos – Lei n.º 5.418/2014. A ideia foi identificar a existência ou ausência dos princípios da Economia Circular nas referidas leis de forma a encontrar lacunas que possam ser exploradas em estudos futuros e contribuir para uma reflexão no contexto da pesquisa.

Ao final, o propósito deste capítulo foi atender ao segundo objetivo específico desta tese: **identificar as conexões conceituais entre Economia Circular e Gestão de Resíduos**

Sólidos por meio de duas perspectivas: uma análise bibliométrica com recorte temporal (período entre 2012 e 2022) e outra legal (leis n.º 12.305/2010 e 5.418/2014).

4.1. Análise bibliométrica entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos

A presente seção tem o objetivo de identificar as conexões conceituais entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos por meio de uma análise bibliométrica com recorte temporal de dez anos (período entre 2012 e 2022). O estudo dessas conexões é importante para compreender o quão os termos estão próximos ou distantes entre si e identificar possíveis estratégias circulares que podem ser desenvolvidas na busca de soluções eficazes para auxiliar nas tratativas de planejamento e operação dos sistemas de gestão e manejo de Resíduos Sólidos. Ao final, o intuito foi verificar a evolução desses temas e a forma como se entrelaçam para pensar modelos melhores para a sociedade e o meio ambiente.

Nos últimos anos, a pesquisa científica tem passado por mudanças significativas e isso vem exigindo a adoção de novos instrumentos de intervenção e, conseqüentemente, um tratamento mais criterioso da informação (Soares *et al.*, 2016). Assim, a compreensão dessa nova realidade demanda a produção de indicadores robustos que sejam capazes de dar as devidas tratativas aos dados e informações coletadas com o intuito de difundir o conhecimento produzido de maneira mais assertiva e propagar novas descobertas de forma a beneficiar o progresso da ciência, tecnologia e desenvolvimento da sociedade como um todo.

A bibliometria ou análise bibliométrica tem sido utilizada como uma metodologia quantitativa nas pesquisas científicas. Por meio dela é possível mensurar a contribuição do conhecimento científico produzido a partir de publicações de determinadas áreas. Também, é possível identificar tendências e evolução de um certo tema, a sua relevância, países que mais pesquisam, colaboração entre autores, periódicos mais influentes e muito mais (Su; Lee, 2010).

A análise bibliométrica é uma poderosa ferramenta que permite ter uma visão geral e, ao mesmo tempo, resumir os resultados de uma questão a partir da literatura disponível (por meio de métodos quantitativos) que pode incluir tendências, informações sobre autores, fontes, entre outros (De Sousa, 2021).

O estudo bibliométrico tem duas abordagens principais: análise de desempenho e mapeamento da produção científica (Noyons; Moed; Van Raan, 1999). A primeira, que trata da performance, analisa a produção científica avaliando os dados da publicação como autores e afiliações, por exemplo. Já o mapeamento bibliométrico verifica suas conexões ou relações em

redes (Montalván-Burbano; Pérez-Valls; Plaza-Úbeda, 2020) agrupando-os em grupos ou *clusters*.

De acordo com De Sousa (2021), diferentes áreas do conhecimento utilizam os benefícios da bibliometria como a informática (Goksu, 2020), governo (Lv; Ma, 2019); educação (Yilmaz; Topu; Takkaç, 2019), inovação (Montalván-Burbano; Pérez-Valls, Plaza-Úbeda, 2020), esportes (Liu; Avello, 2020), saúde (Hamidah; Sriyono; Hudha, 2020) e muitas outras.

Assim, os exemplos apresentados demonstram que a análise bibliométrica é uma ferramenta eclética e interdisciplinar de grande valia para qualquer área de pesquisa (De Sousa, 2021).

Para realização de um estudo bibliométrico, é indicado uma atenção às regras ou critérios que regem este modelo conforme pode ser visto no Quadro 7.

Quadro 7 – Regras que regem o estudo bibliométrico

Leis	Medidas	Critério	Objetivo principal
Lei de Bradford	Grau de atração do periódico.	Reputação do periódico.	Identificar os periódicos mais relevantes e que dão maior vazão a um tema em específico.
Lei de Zipf	Frequência de palavras-chave.	Lista ordenada de temas.	Estimar os temas mais recorrentes relacionados a um campo de conhecimento.
Lei de Lotka	Produtividade do autor.	Tamanho e frequência.	Levantar o impacto da produção de um autor numa área de conhecimento.

Fonte: Chueke; Amantucci (2015).

Esta análise foi construída por meio de uma pesquisa exploratória quali-quantitativa. O procedimento para a coleta de dados utilizado foi a revisão de literatura que, de acordo com Rowley e Slack (2004), representa o passo inicial para auxiliar no processo de identificação de documentos com maior relevância.

O ponto de partida foi a realização de uma análise bibliométrica das publicações entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos, entre 2012 e 2022. Isso porque, nesse período, houve um aumento crescente da conscientização dos consumidores sobre as questões ambientais (Bali *et al.*, 2022). Além disso, verificou-se uma priorização nas políticas de

resíduos, em especial na Europa, em que a mudança social tem grande importância para os Resíduos Sólidos (D'adamo *et al.*, 2022).

Os passos metodológicos foram os seguintes: a) Seleção das bases de dados; b) Identificação das palavras-chave que serviram de argumento de busca; c) Escolha da ferramenta de tratamento dos dados; d) Definição dos parâmetros a serem aplicados; e) Identificação das publicações retornadas na busca; f) Análise conjunta dos resultados com o intuito de eliminar as duplicidades; g) Análise quali-quantitativa dos resultados.

As bases de dados escolhidas foram *WoS* e *Scopus*, pois reúnem artigos de revistas renomadas e, normalmente, com grande fator de impacto, sendo amplamente apreciadas por toda comunidade acadêmica. A pesquisa foi realizada entre os meses de janeiro e fevereiro de 2023 e as palavras-chave definidas para a busca foram “CIRCULAR ECONOMY” e “SOLID WASTE MANAGEMENT”.

O *software* para tratamento dos dados foi o *RStudio* juntamente com os pacotes *Bibliometrix* e *Shiny*. Eles representam um conjunto de ferramentas de última geração que atendem ao fluxo bibliométrico (Aria; Cuccurullo, 2017). O pacote *Bibliometrix* foi instalado no *R Studio* (interface gráfica para manipulação das bases) e utilizado *a posteriori* para as devidas tratativas dos metadados importados. Já o pacote *Shiny* consiste em uma interface gráfica amigável que exibe as informações processadas (*output*) de maneira simples e intuitiva, facilitando sobremaneira as análises por parte do pesquisador.

Após a consulta nas bases *Scopus* e *WoS*, verificou-se que os formatos de arquivos exportados são variados, mas nem todos aceitos pelas ferramentas de tratamento de dados. Esses formatos podem ser visualizados no Quadro 8.

Quadro 8 – Extensões dos metadados a partir das bases *Scopus* e *WoS*

Base	Formato de arquivo	Extensão
<i>Scopus</i>	<i>BibTex</i>	<i>.bib</i>
	<i>CSV export</i>	<i>.txt</i>
<i>WoS</i>	<i>BibTex</i>	<i>.bib</i>
	<i>Plaintext</i>	<i>.txt</i>
	<i>EndNote Desktop</i>	<i>.chw</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para que a Linguagem R e os pacotes *Bibliometrix* e *Shiny* possam processar os dados, foram selecionados, nas bases, os arquivos do tipo *BibText* com a extensão. *bib*.

A *String* (cadeia de caracteres) de busca utilizada na base *WoS* foi a seguinte:

TS = (“**Circular Economy**”) AND TS = (“**Solid Waste Management**”)

Nesse contexto, as palavras-chave “circular economy” e “solid waste management” foram as *strings* de busca utilizadas e aplicadas em conjunto por meio do boleano “AND”. Isso informa para o algoritmo da base que ambas as palavras devem ser pesquisadas em conjunto. A sigla TS (*topic searched*) significa tópico pesquisado.

Para filtrar a pesquisa no tempo, foi feito o recorte temporal de interesse a saber: “2012-01-01 to 2022-12-31”. Ao final, foram retornados **253** artigos dessa classificação na base *WoS*.

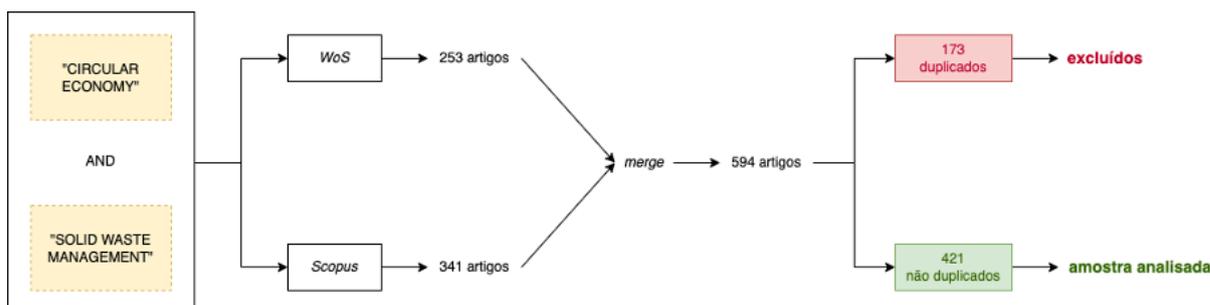
Já para a base *Scopus*, a pesquisa foi feita da seguinte forma:

(TITLE-ABS-KEY(“**Circular Economy**”) AND TITLE-ABS-KEY(“**Solid Waste Management**”)) AND PUBYEAR > 2011 AND PUBYEAR < 2023

A forma de pesquisa foi a mesma com algumas pequenas variações que são específicas da plataforma. Neste caso, as *strings* de busca foram inseridas por meio do comando “TITLE-ABS-KEY”. Aqui, foi solicitado que os trabalhos retornados fossem a partir do ano de 2012 (neste caso, como o boleano utilizado foi apenas maior que “>”, o algoritmo não considerou o ano de 2011 dentro do intervalo de tempo, ou seja, a contagem iniciou a partir de 2012). Da mesma forma, a data final considerou os artigos com publicação abaixo do ano de 2023 exclusive. Ao final, a busca na base *Scopus* retornou 341 artigos científicos. A partir desse momento, as duas bases (*Scopus e WoS*) foram importadas para o *R Studio* e as tratativas feitas com o pacote *Bibliometrix*.

O primeiro passo foi juntar as duas bases (*merge*) e executar uma análise conjunta. O objetivo foi excluir os arquivos em duplicidade e, ao final desta etapa, chegou-se ao total de 594 artigos científicos. Após a exclusão dos trabalhos duplicados, obteve-se a amostra de 421 resultados (meta dados). A Figura 33 apresenta um resumo desta etapa.

Figura 33 – Etapa de coleta de dados e definição da amostra



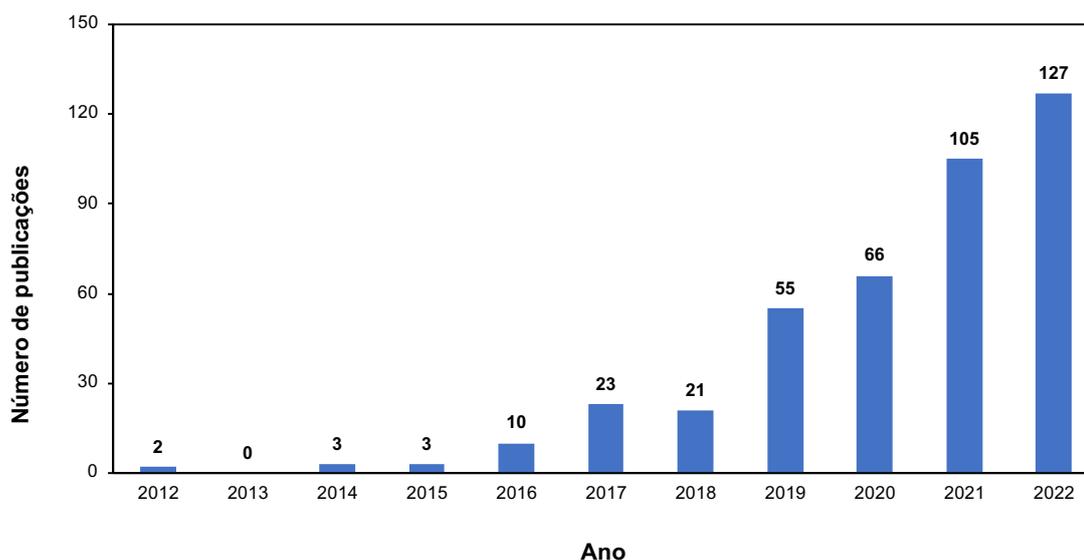
Fonte: Elaborado pelo autor.

A investigação inicial ocorreu de forma quantitativa e os itens analisados foram: a) evolução do número de publicações ao longo dos anos de acordo com o recorte temporal estabelecido (2012 a 2022); b) periódicos mais relevantes que abordam a temática pesquisada; c) países em que a temática é mais conhecida; d) principais autores e impacto de sua produção numa dada área do conhecimento; e) rede de colaboração entre países; f) correlação entre keywords plus, autores e afiliações; e, por fim, g) palavras-chave mais relevantes e recorrentes em todas as publicações.

4.2. Visão geral das publicações

A Figura 34 apresenta a evolução quantitativa das publicações de artigos científicos entre 2012 e 2022. Por meio dela, é possível notar que o número de trabalhos até 2018 foi pequeno, atingindo valor nulo em 2013. Em 2016, o número de publicações mais que triplicou, passando de 3 para 10, aumentando consideravelmente no próximo ano, quando se atingiu 23, caindo ligeiramente em 2018. Contudo, um novo crescimento iniciou em 2019 e não estabilizou mais, chegando a 105 trabalhos em 2021 e 127 em 2022. Nos últimos 10 anos, o número anual de publicações aumentou de 2 em 2012 para 127 em 2022, representando um aumento de 6250%. Dessa forma, é possível concluir que os temas “Economia Circular” e “Gestão de Resíduos Sólidos” ainda estão em expansão e recebendo uma melhor atenção por parte da comunidade de pesquisadores ao redor do mundo.

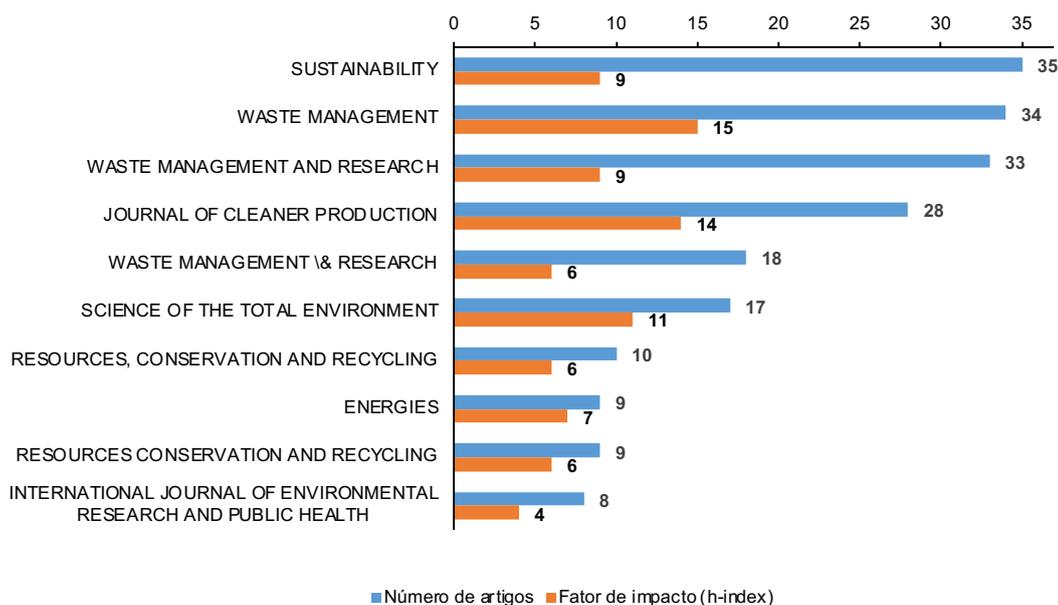
Figura 34 – Evolução das publicações por ano a partir das bases *WoS* e *Scopus*



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software Bibliometrix*.

A Figura 35 apresenta as dez principais revistas dentro do contexto da amostra estudada, suas respectivas quantidades e fatores de impacto. São 201 publicações, o que representa 47,7% do total. A revista *Waste Management* possui 34 publicações e o maior fator de impacto *h-index* com valor igual a 15. Por outro lado, o periódico *Sustainability* lidera a lista com 35 trabalhos publicados, porém, com um fator de impacto *h-index* igual a 9.

Figura 35 – Periódicos mais relevantes por quantidade e fator de impacto (*h-index*)

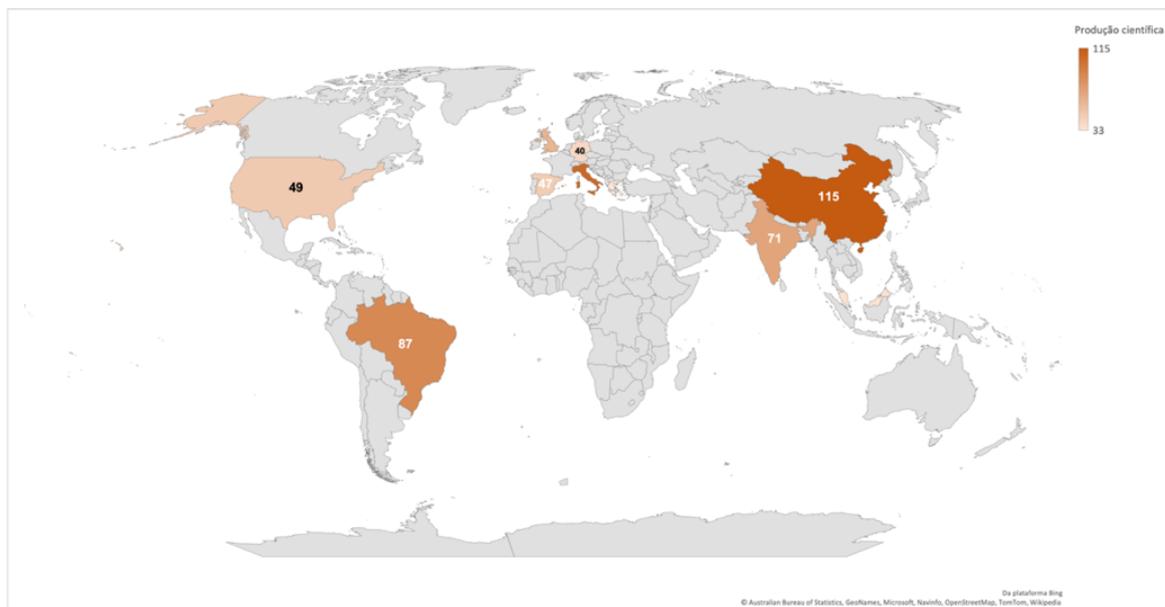


Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software Bibliometrix*.

Ao observar o gráfico, é possível inferir que as revistas que publicam artigos sobre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos possuem um viés voltado para questões sustentáveis, gestão ambiental e energia. Isso evidencia a forte conexão existente entre essas palavras-chave, reforçando a ideia de que as soluções dos problemas causados pelos Resíduos Sólidos podem ser encontradas nos princípios da Economia Circular.

Um caminho interessante para visualizar a produção científica da Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos é por meio de mapas. A Figura 36 apresenta os dados das dez nações que mais publicam trabalhos nessa área. China e Itália contabilizam, respectivamente, 27,31% (115 trabalhos) e 25,17% (106 trabalhos) do total. Somadas, esse valor chega a 52,48% (221 trabalhos). No mapa, seus territórios estão marcados com a tonalidade mais escura, indicando a maior produtividade. O Brasil aparece em terceiro lugar com 87 publicações, o que corresponde a 20,66%.

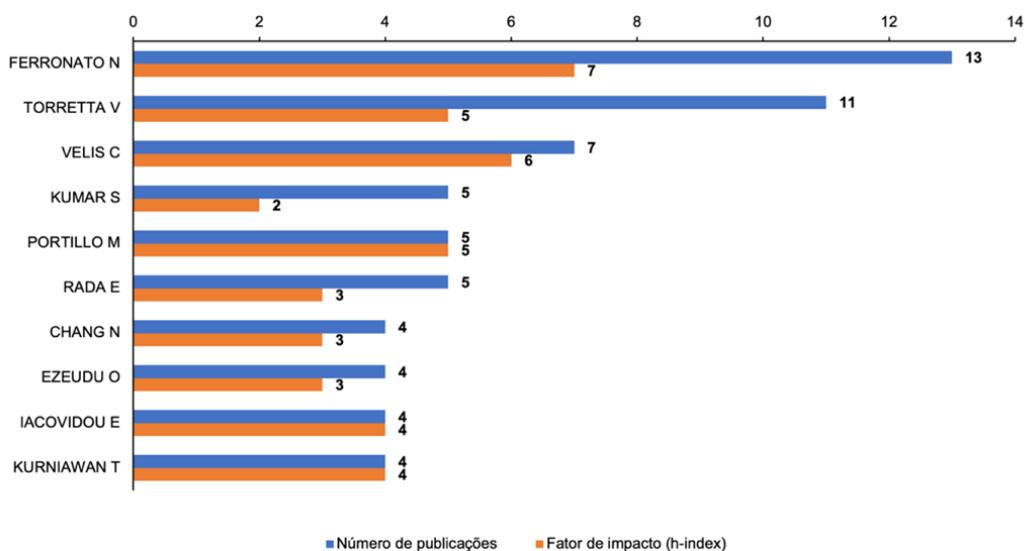
Figura 36 – Países com maior produção científica em EC e GRS entre 2012 e 2022



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software Bibliometrix*.

A Figura 37 apresenta os dez autores com maior número de publicações e os respectivos fatores de impacto (h-index). Em termos de índices de produtividade, Ferronato (Navarro) e Torretta (Vincenzo) apresentam juntos cerca de 5,7% do total das publicações sobre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos entre 2012 e 2022. Velis (Costas) surge em terceiro lugar com 7 publicações, seguido de empate entre Kumar (Sunil), Portillo (Marcelo Antonio Gorrity) e Rada (Elena Cristina) com 5 trabalhos cada. As próximas posições são ocupadas por Chang (Nibin), Ezeudu (Obiora), Iacovidou (Eleni) e Kurniawan (Tonni) com 4 artigos cada.

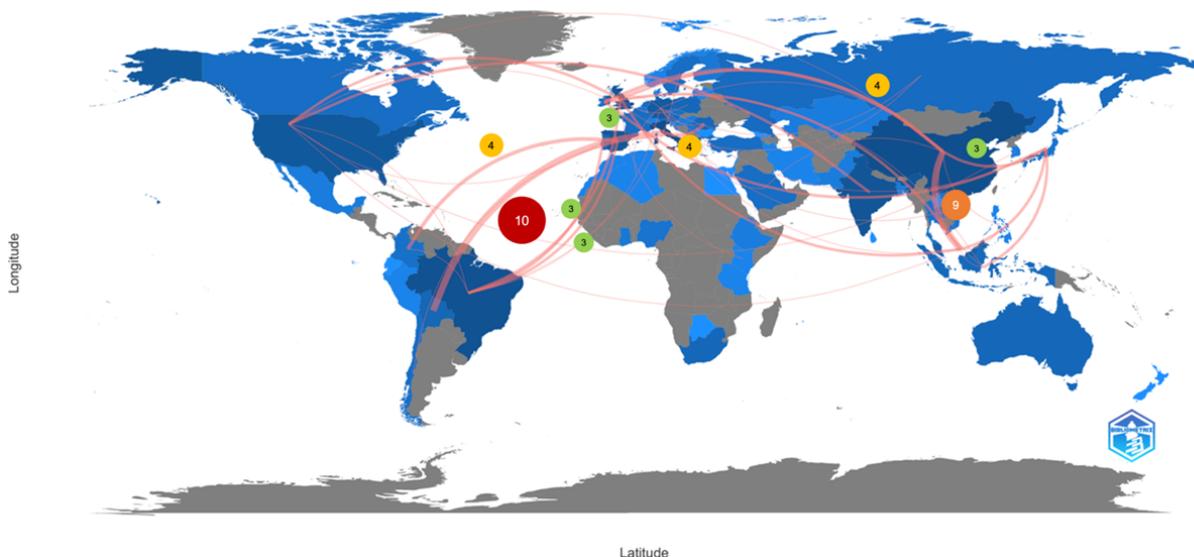
Figura 37 – Autores com maior número de publicações e fatores de impacto (*h-index*)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software Bibliometrix*.

A colaboração entre países é outro ponto chave no processo de produção científica. No âmbito desta pesquisa, a Figura 38 apresenta essa relação e mostra uma maior e menor proximidade entre nações.

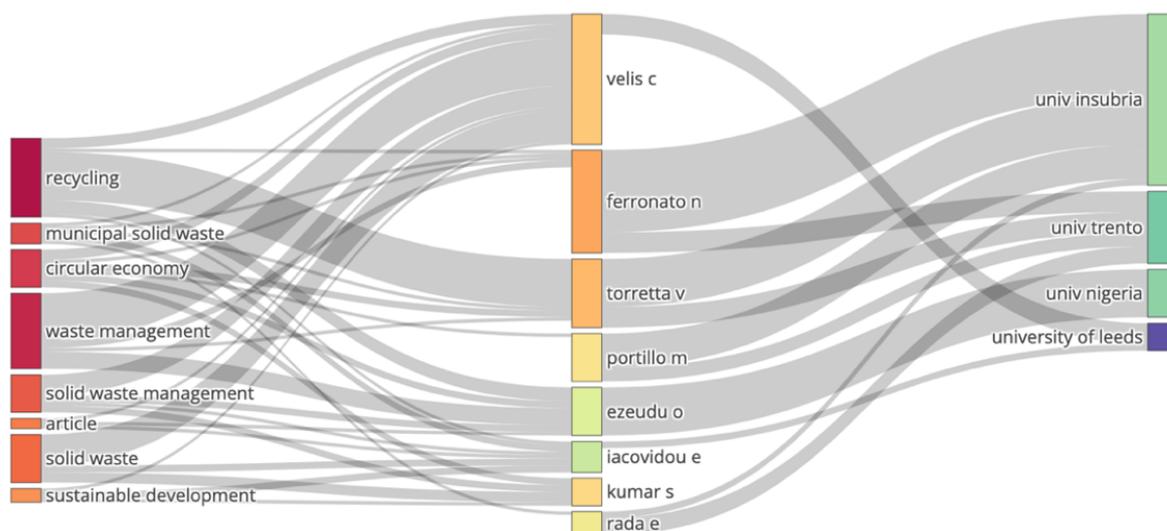
Figura 38 – Rede de colaboração entre países para os temas EC e GRS



Fonte: Adaptado do *software R* por meio do pacote *Bibliometrix* com a interface gráfica *Shiny*.

Os números e o tamanho dos círculos representam a quantidade de publicações (quanto mais trabalhos, maior o círculo) e quanto mais espessa a linha de conexão entre os nós, maior o grau de colaboração existente. Baseado nos resultados, Itália-Bolívia (10) são seguidos de China-Malásia (9) e lideram, juntos, o ranking de publicações em conjunto. Outras parcerias como China-Irlanda (4), Itália-Romênia (4), Espanha-Colômbia (4), Brasil-Portugal (3), Brasil-Espanha (3), Brasil-Reino Unido (3), China-Japão (3) e China-Reino Unido (3) surgem com frequências menores, porém relevantes para a ampliação do debate.

A Figura 39 apresenta a correlação entre *keywords plus*, autores e afiliações das bases de dados estudadas. Na coluna da esquerda encontram-se as seguintes palavras-chave: “recycling”, “municipal solid waste”, “circular economy”, “waste management”, “solid waste management”, “article”, “solid waste” e “sustainable development”. No centro estão os principais autores: Velis (Costas), Ferronato (Navarro), Torretta (Vincenzo), Portillo (Marcelo Antonio Gorritty), Ezeudu (Obiora), Iacovidou (Eleni), Kumar (Sunil) e Rada (Elena Cristina). Na terceira e última coluna estão as afiliações correlatas. São elas: Universidade Insubria (Itália), Universidade Trento (Itália), Universidade Nigéria (Nigéria) e Universidade Leeds (Reino Unido).

Figura 39 – Correlação entre *keywords plus*, autores e afiliações

Fonte: Software R por meio do pacote *Bibliometrix* com a interface gráfica *Shiny*.

A Figura 39 mostra a conexão entre os elementos por meio de diferentes linhas curvas e de diferentes espessuras, partindo da esquerda para a direita. É possível perceber que o termo reciclagem é fortemente pesquisado por Torretta (Vincenzo) que, por sua vez, está conectado com as Universidades Insubria e Trento. A palavra-chave “circular economy” é estudada por todos os demais, com destaque para Velis (Costas), Torretta (Vincenzo), Ezeudu (Obiora) e Kumar (Sunil). Por fim, “solid waste management” é foco de Velis (Costas), Ezeudu (Obiora) e Kumar (Sunil).

As dez principais ocorrências de palavras-chave dos autores são apresentadas na Tabela 4. A reciclagem aparece em primeiro lugar com 169 ocorrências. “Gestão de Resíduos”, “Economia Circular”, “Resíduos Sólidos Urbanos”, “Gestão de Resíduos Sólidos” e “Resíduos Sólidos” se posicionam até a sexta posição, totalizando 535 aparições. Isso demonstra que a temática discutida neste estudo está sendo debatida de forma relevante e como uma alternativa importante para a solução de questões ligadas aos problemas ocasionados pelos Resíduos Sólidos.

Tabela 4 – Frequência das dez principais palavras-chave

Colocação	Palavras	Ocorrências
1	Reciclagem	169
2	Gestão de resíduos	153
3	Economia Circular	111
4	Resíduos Sólidos Urbanos	102
5	Gestão de Resíduos Sólidos	97
6	Resíduos Sólidos	72
7	Artigos	65
8	Desenvolvimento Sustentável	49
9	Disposição de resíduos	48
10	Aspecto econômico	41

Fonte: *Software R* por meio do pacote *Bibliometrix* com a interface gráfica *Shiny*.

Para analisar a coocorrência das palavras-chave, levou-se em consideração aquelas escritas pelos autores nos títulos dos artigos, ou seja, as chamadas *keywords plus* por serem mais abrangentes e com maior probabilidade de retratar o teor discutido no artigo. Para um conjunto de cinquenta palavras, o algoritmo do *Bibliometrix* montou uma nuvem de palavras que pode ser visualizada na Figura 40.

Figura 40 – Nuvem das principais palavras-chave dos autores (*keywords plus*)

Fonte: *Software R* por meio do pacote *Bibliometrix* com a interface gráfica *Shiny*.

Seguindo a lógica desse tipo de gráfico, o tamanho das palavras são proporcionais à sua frequência, ou seja, quanto maior ela for, maior é a sua aparição. Os termos “recycling”, “waste management”, “circular economy” e “municipal solid waste” ficam em evidência demonstrando a sua importância nesse contexto.

O aumento gradual de publicações com esses termos traz novas perspectivas que reforçam o debate acerca dos problemas trazidos pelos erros de Gestão de Resíduos Sólidos e ausência de políticas públicas alinhadas com os princípios da Economia Circular. Os trabalhos trazem novas abordagens de forma inovativa para que soluções eficazes sejam apresentadas para a sociedade.

Resumidamente, pode-se citar alguns artigos, a partir da percepção dos autores, sobre a conexão entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos. Por exemplo, um dos trabalhos foi desenvolvido por Ferronato *et al.* (2019) e evidenciam que a Economia Circular pode representar uma alternativa importante para melhorar as atividades de Gestão de Resíduos Sólidos em todo o mundo, pois preconiza a valorização e reciclagem de materiais com o objetivo de impulsionar as economias em desenvolvimento (Ferronato *et al.*, 2019).

Com relação ao planejamento de ações práticas para resolver os problemas trazidos pelos resíduos, cabe destacar o trabalho desenvolvido por Velis *et al.* (2022) em que eles apontam a reciclagem pelo setor informal como uma solução rápida e barata para a poluição, em especial para os plásticos. Eles defendem a ideia de três intervenções no processo de gestão que estão alinhadas com os princípios da Economia Circular: a) redução das barreiras à coleta; b) ampliação das receitas dos materiais por meio de um melhor preço de venda proporcionando melhores remunerações aos catadores; c) aumentar a qualidade dos materiais. Segundo eles, uma vez bem desenvolvidas e implantadas corretamente, essas intervenções podem potencializar a taxa de coleta, reduzir a poluição dos plásticos e ajudar muitas pessoas a escapar da pobreza (Velis *et al.*, 2022).

Por fim, pode-se destacar o trabalho de Kumar *et al.* (2022) em que são destacadas as intervenções tecnológicas e as soluções inovadoras como necessárias para lidar com os impactos ambientais provenientes do acúmulo de resíduos. Segundo eles, a percepção de considerar os resíduos como recursos e reciclar para se obter valor a partir deles, mudou consideravelmente a abordagem da Gestão de Resíduos Sólidos. Ainda, pode-se evidenciar asecoinovações tecnológicas que contam com automação dos processos de separação, coleta, otimização de rotas e aplicativos digitais para melhorar a comunicação e as tecnologias de tratamento (Kumar *et al.*, 2022).

Esta seção apresentou o panorama geral das características mais importantes das 421 publicações consideradas na análise bibliométrica, discutindo alguns escolhidos que possuem um alinhamento com a proposta deste trabalho. A próxima seção dá continuidade às discussões dos artigos, contudo, com o intuito de evidenciar a forma com que os Resíduos Sólidos Urbanos podem contribuir para o desenvolvimento da Economia Circular.

4.3. Conexões conceituais entre Gestão de Resíduos Sólidos e Economia Circular

O desperdício, promovido pela sociedade moderna decorrente do modelo econômico linear (Sariatli, 2017), é considerado o principal causador da depleção de recursos naturais (Michelini *et al.*, 2017). Intensificado a partir da Revolução Industrial, esse modelo tem como base a produção e consumo nos quais os recursos são convertidos em lixo após um único uso (Özkan; Ezgi, 2020).

A Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos estão intimamente relacionadas, uma vez que a primeira visa a utilização eficiente de recursos e a redução dos resíduos, enquanto a segunda é responsável por gerenciar e reduzir a quantidade de materiais gerados, tendo como objetivo minimizar os impactos ambientais e sociais decorrentes da geração. Isso envolve a coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada (Akhtar *et al.*, 2015), de forma a evitar a contaminação do solo, da água e do ar.

Dessa forma, a Economia Circular incentiva a gestão adequada de Resíduos Sólidos, pois a redução da geração e o uso eficiente de recursos são essenciais para o desenvolvimento de um modelo econômico mais sustentável e responsável. A gestão adequada dos Resíduos Sólidos, por sua vez, é uma etapa importante na transição para a Economia Circular, uma vez que ajuda a maximizar a recuperação e a reutilização de materiais, o que reduz a pressão sobre novos recursos naturais (Castellet-Viciano *et al.*, 2022).

No contexto da Gestão de Resíduos Sólidos, podem estar contempladas orientações que mudem o comportamento dos geradores no sentido de perceber que o resíduo sólido, de fato, é uma fonte de renda e possui materiais valiosos que devem ser reaproveitados, evitando assim, o seu descarte (Ezeudu *et al.*, 2021). Além disso, o aumento gradativo da conscientização de que os recursos naturais são finitos, tem feito com que muitas empresas os utilizem com o máximo de eficiência de forma a reduzir o seu desperdício e, conseqüentemente, a geração de resíduos. Isso é possível por meio de redesenhos de processos industriais e administrativos com o objetivo de internalizar os princípios da Economia Circular (Patwa *et al.*, 2021). Essas estratégias causam um impacto positivo direto no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do município, como a ampliação da vida útil de aterros sanitários e diminuição do custo logístico, principalmente com o transporte.

Contudo, a inserção de ações eficazes de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos possuem muitas barreiras que precisam ser superadas. Algumas delas se referem à introdução de políticas ambientais, carência de investimentos efetivos, inclusão social e conscientização pública. A Economia Circular pode representar uma alternativa para a melhoria das atuais práticas de

gestão, uma vez que, por meio de seus princípios, trazem como “instrumentos de combate” o reuso, a remanufatura e a reciclagem, promovendo a valorização dos resíduos (Ferronato *et al.*, 2019) que podem impulsionar economias locais e ampliar a coesão social por meio de cooperativas e associações de catadores.

Além disso, sob a perspectiva do planejamento de longo prazo, os planos de Resíduos Sólidos (PNRS, Cap. II, art. 14) precisam abordar, desde sua concepção, aspectos de valorização da Economia Circular. Barreiras econômicas estão sempre presentes nesses contextos, porém, a cooperação e fundos internacionais podem apoiar cidades e municípios nessa tarefa a fim de melhorar o nível de conscientização sobre questões ambientais (Ferronato *et al.*, 2020). A inclusão dos catadores nos planos de gestão é fortemente recomendada, pois desenvolvem atividades locais de coleta e separação de materiais recicláveis, dentro da ótica do pós-consumo. Por meio do seu trabalho, fragilidades econômicas e sociais podem ser amenizadas, tendo nos resíduos, uma fonte de renda.

Alguns indicadores para medir a circularidade do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos de um município podem ser implementados quando se faz o seu planejamento. De acordo com Luttenberger (2020) eles podem ser: a) taxa de geração *per capita*; b) taxa de reciclagem de materiais diversos como plástico, papel, vidro e metais; c) taxa de compostagem; d) taxa de recuperação de resíduos da construção civil e demolição; e) contribuição de materiais reciclados para atender à demanda por matéria-prima; f) investimento privado; g) número de empregos gerados por meio da reciclagem e; h) número de patentes relacionadas a produtos provenientes da reciclagem.

Para que ações de Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos possam ser implementadas, o fator político é fundamental. O processo deve ser transparente e a participação popular organizada e apoiada por informações, consultas e atividades educacionais (Fedotkina; Gorbashko, Vatolkina, 2019). Além disso, para que ocorram avanços significativos nessa implementação, duas ações podem ser colocadas em prática: a) investimento em novas infraestruturas e b) melhoria nas ações de sensibilização do público com o intuito de desviar os resíduos no nível doméstico, ou seja, reduzir a geração na fonte (Ribić; Voća; Ilakovac, 2017).

Smol *et al.* (2020) idealizaram um inventário de ações que apoiam a incorporação da Economia Circular na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. Elas foram categorizadas em seis pilares de circularidade e apresentadas por meio do *framework* ReSOLVE: *Regenerate, Share, Optimize, Loop, Virtualize* e *Exchange*. Traduzindo para o português seria: regenerar, compartilhar, otimizar, circular, virtualizar e trocar. Para cada pilar, são reconhecidas tarefas e ações que devem ser consideradas pelos atores sociais como remediação de aterros sanitários,

compartilhamento de produtos entre usuários, valorização de resíduos, remanufatura de produtos, soluções virtuais com o intuito de reduzir a quantidade de resíduos gerados (por exemplo, compartilhar arquivos virtuais ao invés de imprimi-los) e substituição de eletrodomésticos por itens com melhor performance energética.

A implementação de um modelo circular no contexto da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos associa diversos atores sociais, desafios e obstáculos. A simbiose industrial, a colaboração e a tecnologia desempenham um papel crucial (Khatiwada *et al.*, 2021) para o sucesso dessa “empreitada”. Além disso, o investimento em infraestrutura logística é essencial para o funcionamento de modelos de negócio circulares e a sustentabilidade deve ser considerada um dos eixos principais desse processo de transformação.

Algumas localidades como São Francisco (USA), Flandres (Bélgica) e Japão possuem experiências de integração entre a Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Destaca-se a regulamentação para desviar os resíduos dos aterros sanitários por meio da sua valorização através da remanufatura, reciclagem e compostagem (Geng *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2017). Por outro lado, a União Europeia (UE), para atingir as próprias metas estabelecidas, precisaria aumentar as taxas de reciclagem em aproximadamente 100 toneladas/ano e reduzir a disposição final em aterros na ordem de 35 toneladas/ano até o ano de 2030 (Tisserant *et al.*, 2017).

Por outro lado, Paes *et al.* (2019) salientam os desafios e oportunidades no processo de implantação da Economia Circular no contexto da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos. Os desafios são: a) necessidade de integração para conduzir políticas públicas entre os diferentes níveis de governo (municípios, estados e sindicatos) e setores (Educação Ambiental, desenvolvimento econômico, planejamento urbano); b) necessidade de avaliação dos impactos na mudança dos padrões produtivos e c) a necessidade de conscientização da população, sendo este último um dos mais desafiadores.

O início do debate entre a Gestão de Resíduos Sólidos e a Economia Circular neste trabalho, é retratado na pesquisa de Di Foggia e Beccarello (2021). O estudo analisa o desequilíbrio na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos na Itália, estimando as quantidades de materiais a serem tratados por meio de diferentes tecnologias. Além disso, os autores estimaram o impacto que um sistema compatível com os objetivos da Economia Circular teria no custo da gestão de resíduos sólidos.

A pesquisa sugere que a capacidade de gestão de resíduos sólidos desempenha um papel de destaque no cumprimento das metas da Economia Circular, como por exemplo, a redução da disposição de resíduos municipais em aterros para 10%. Esta é uma conclusão importante,

tendo em vista os elevados níveis de materiais recicláveis e não recicláveis que acabam sendo enviados para a disposição final sem receber tratamentos adequados de Coleta Seletiva, diminuindo assim, consideravelmente a vida útil dos aterros sanitários.

Os autores concluem que a inserção de elementos da Economia Circular no processo de Gestão de Resíduos Sólidos, na Itália, poderia reduzir o uso de aterros em 11,5% e um aumento de 4,6% na capacidade de conversão de resíduos em energia quando comparado com o cenário atual. Também, haveria uma elevação do potencial de tratamento da fração orgânica em 8,3%, um impacto positivo no meio ambiente e uma economia anual do custo de gerenciamento do sistema que pode variar entre 0,07% ou 0,27% nas fases de tratamento e destinação final (Di Foggia; Beccarello, 2021).

Outro trabalho que fez a conexão dos temas foi publicado em 2019 por Ezeudu e Ezeudu. Os autores examinam os desafios e as oportunidades de implementar o princípio da circularidade no setor industrial na Nigéria. Para atingir esse objetivo, eles utilizaram o estudo de caso e selecionaram quatro indústrias de diferentes setores: telecomunicações, embalagens de água, celulose e papel e alimentos. Elas representam os principais fluxos de resíduos no país que se caracterizam como elétricos/eletrônicos, plástico, papel e orgânicos.

De acordo com os resultados da pesquisa, nos quatro casos descritos, à exceção da indústria de telecomunicações, houve ausência de políticas, regulamentações ou campanhas sobre a forma de gerenciamento dos resíduos gerados por essas empresas. Contudo, em todos os casos, menos para o setor de celulose e papel, existe uma agência reguladora independente que supervisiona as atividades da indústria. Além disso, os resultados do estudo revelaram um elevado nível de atividades informais de coleta de resíduos nas indústrias que ocorrem de forma desordenada e com pouco ou nenhum reconhecimento governamental. Os autores também concluíram que a maioria das indústrias da Nigéria não participa de maneira ativa do processo de disposição final de seus próprios Resíduos Sólidos.

Em conclusão, os estudos de Ezeudu e Ezeudu (2019) mostram a urgente necessidade das partes interessadas (empresas, governo e sociedade) embarcarem em uma educação de massa alinhada com engajamento da indústria e reconhecimento governamental como vontade política, por exemplo.

Além disso, relatam que para a Economia Circular funcionar adequadamente, é necessária a identificação dos atores sociais e a atribuição a eles de funções e papéis claros e bem definidos. Uma maneira de colocar essa estratégia em prática é articular a logística direta e a reversa na gestão da cadeia de suprimentos das indústrias do país (Ezeudu; Ezeudu, 2019).

Uma outra perspectiva para o debate acerca da Gestão de Resíduos Sólidos e a Economia Circular está presente no trabalho desenvolvido por Pacheco *et al.* (2022) em que a digestão anaeróbia é considerada um processo atrativo para a produção de bioenergia e uma alternativa viável para a redução dos aterros sanitários. Segundo os autores, esse processo melhora a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e representa uma aplicação lucrativa da Economia Circular, além de reduzir os impactos ambientais. O estudo foi conduzido na cidade de Campinas, uma das maiores cidades brasileiras. O potencial de metano (CH₄) de quatro diferentes partes de Resíduos Sólidos Urbanos (papel, jardim, comida e uma mistura dessas frações) foi utilizado para investigar o potencial energético e o impacto econômico/ambiental da cidade (Pacheco *et al.*, 2022).

Os resultados mostraram que a digestão anaeróbia tem um potencial energético de aproximadamente 119 GWh/ano e uma produção de biometano equivalente a $49,9 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$. Isso reduz sobremaneira as emissões de CO₂ de veículos pesados. Além disso, a demanda por eletricidade de 11% dos domicílios de Campinas poderia ser atendida pelo biogás produzido pelo processo, o que aumentaria a segurança energética local. Por fim, poderia haver a substituição de diesel por biometano para abastecimento dos caminhões coletores de resíduos da cidade, reduzindo a sua necessidade em 25% em relação à atual (Pacheco *et al.*, 2022).

Dessa forma, é possível concluir que várias são as possibilidades em se implementar sistemas circulares no contexto das cidades, principalmente naquelas em que as taxas de produção de Resíduos Sólidos Urbanos se mostram elevadas, apresentando capacidade de geração de emprego e renda, além de manter um meio ambiente saudável e livre de resíduos e rejeitos.

Rada *et al.* (2021), apresentam uma análise crítica preliminar da literatura e enfatizam a necessidade de se construir indicadores para facilitar a avaliação da Gestão de Resíduos Sólidos em uma perspectiva da Economia Circular. Eles defendem o desenvolvimento de índices nas práticas de reutilização de materiais, na produção de energia verde (como os biocombustíveis, por exemplo) e a sustentabilidade do sistema de gestão como um todo.

Contudo, um problema na adoção dos indicadores está relacionado às regiões de baixa renda, onde existe uma coleta incompleta de resíduos ou, ainda, na ausência de uma cultura de geração de dados no sistema de gerenciamento (Rada *et al.*, 2021). Dessa forma, para que uma Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos possa ser feita de maneira eficaz dentro do contexto da Economia Circular, torna-se necessário a geração de dados precisos para que os indicadores tenham alto potencial de auxílio na tomada de decisões por parte dos administradores.

A partir desta pesquisa, verifica-se que os três periódicos que mais discutem os temas propostos são: *Sustainability* com 35 artigos, seguido de *Waste Management* com 34 *papers* e *Waste Management and Research* com 33 (Figura 35). O artigo de Ferronato *et al.* (2022), publicado na *Sustainability*, traz como contribuição, os resultados de um projeto de reciclagem e recuperação de resíduos em La Paz (Bolívia). O objetivo foi compartilhar as melhores práticas e os desafios reais ao implementar sistemas adequados de Gestão de Resíduos Sólidos em um contexto real em países em desenvolvimento que possuem a intenção de incorporar os benefícios das Economia Circular.

Um aspecto muito relevante na discussão entre Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular está relacionado, segundo os autores, à poluição ambiental, à desigualdade social, à falta de recursos e às discrepâncias econômicas que se consolidam como desafios ainda presentes no século XXI. Os resultados dessa pesquisa fornecem duas indicações principais. Primeiro, que a cooperação entre atores interdisciplinares e o apoio financeiro podem permitir melhorias ao sistema, fazendo dessa forma, uma separação entre o discurso teórico e a prática. Em seguida, tem-se a instabilidade política, a falta de conhecimento técnico local e a ausência de planejamento de longo prazo como barreiras à implementação de ações voltadas para o desenvolvimento da Economia Circular nesse contexto. Dessa forma, os autores fecham o trabalho afirmando que reflexões globais são necessárias para medir os benefícios trazidos por projetos de pequena escala com aplicações locais (Ferronato *et al.*, 2022).

Entre os *papers* presentes na *Waste Management* está o trabalho de Villalba Ferreira *et al.* (2022) em que os autores afirmam que há uma consciência crescente de que a gestão eficaz dos Resíduos Sólidos Urbanos é essencial para a transição para a Economia Circular e, assim, alcançar as metas do Desenvolvimento Sustentável. Eles ainda enfatizam que a cooperação intermunicipal age como uma solução de governança com grande potencial para gerar economias de escala e reduzir custos financeiros no processo de gestão dos resíduos.

O foco do trabalho foi um estudo de caso qualitativo na região metropolitana de Cuenca-Azogues (Equador). Eles constataram que os municípios que investiram em sistemas de cooperação mais complexos obtiveram melhor desempenho no processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, especialmente na disposição final. Além disso, houve resultados significativos na participação cidadã, na inclusão de catadores e na sustentabilidade ambiental (Villalba Ferreira *et al.*, 2022).

Um trabalho que se destaca na revista *Waste Management and Research* é a pesquisa de Lugo; Ail e Castaldí (2020) em que eles focam na relevância do reuso como elemento catalisador para diminuição dos GEE na cidade de Nova Iorque. Os dados mais recentes,

segundo os autores, mostram que as emissões líquidas reduzidas anualmente decorrentes da reutilização se aproximam de 122 x 106 Kg de CO_{2e}.

Além disso, o artigo discute o papel da reutilização no contexto da Economia Circular, em que a utilização de recursos é maximizada quando ocorre o aumento da vida útil do produto, fazendo com que ele atinja seu ponto máximo de reutilização (Lugo; Ail; Castaldi, 2020). Isso evita a necessidade de captura de materiais virgens na natureza dentro dos ciclos da cadeia produtiva.

Com o intuito de estimular o debate sobre a Gestão de Resíduos Sólidos e a Economia Circular, esta seção buscou ilustrar alguns artigos de autores que contribuíram de forma significativa para o presente estudo. O Quadro 9 apresenta algumas pesquisas futuras contidas na literatura que possuem um alinhamento com este trabalho. A ideia de incorporar um quadro de pesquisas futuras, neste contexto, é apresentar os estudos que estão sendo conduzidos atualmente por estudiosos ao redor do mundo, evidenciando a importância do tema.

Quadro 9 – Pesquisas futuras sobre GRS e EC

Pesquisas futuras	Autores
A EC possibilita a criação de novos modelos de negócio sustentáveis e a reciclagem é uma das estratégias mais importantes para alcançá-los. Pesquisas futuras sobre o mercado de material reciclado, comportamento do consumidor, <i>design</i> de produto e fluxos de resíduos emergentes devem ser realizadas para que novas informações úteis sejam estudadas pelas empresas, pesquisadores e formuladores de políticas que tenham foco na sustentabilidade econômica e ambiental.	Islam; Iyer-Raniga; Trewick (2022)
A Gestão de Resíduos Sólidos integrada à <i>Blockchain</i> e à EC são conceitos emergentes e visam minimizar a geração de resíduos. A tecnologia <i>Blockchain</i> pode apoiar a EC e princípios verdes por meio da transparência, confiabilidade e automação de informações. Assim, pesquisas futuras que envolvam essa tecnologia com a Gestão de Resíduos Sólidos e a EC devem ser ampliadas para que se crie uma base de dados que permita rastrear materiais na cadeia logística e facilitar o seu retorno aos ciclos circulares de reciclagem e reuso.	Bhubalan <i>et al.</i> (2022)
Os mercados frescos desempenham um papel importante em algumas cidades dos países emergentes. Isso porque eles permitem não só uma relação comercial de compra e venda entre as pessoas, mas também, a criação e estreitamento de relações. Além deles, pequenas empresas locais auxiliam na disseminação da EC, pois podem agir como catalisadoras de boas práticas que lidam com Resíduos Sólidos, permitindo avanços significativos na Gestão de Resíduos Sólidos. Assim, pesquisas futuras sobre pequenas empresas e os chamados mercados frescos, podem “lançar uma luz” sobre o seu potencial de contribuição para uma transição eficaz para a EC.	Thongplew <i>et al.</i> (2022)

<p>Ao redor do mundo, o sustento de muitas famílias depende da recuperação e venda de materiais recicláveis que são descartados pela sociedade de consumo. Nos países desenvolvidos, a reciclagem é incorporada aos sistemas oficiais de tratamento de resíduos. Porém, nos países em desenvolvimento, essas atividades fazem parte do cotidiano de muitas pessoas que a exercem como trabalho da qual tiram seu sustento. Dessa forma, torna-se necessário que novos estudos e pesquisas se concentrem em um modelo socioeconômico que se equipare com os mercados atuais em um ambiente de comércio justo em diferentes contextos regionais de forma a entender melhor as mudanças necessárias nas condições de trabalho.</p>	<p>Morais <i>et al.</i> (2022)</p>
<p>Os métodos convencionais de gerenciamento de RSU, processos termoquímicos e aterro, causam impactos negativos no meio ambiente e afetam a saúde humana. Assim, é necessário determinar tecnologias alternativas sustentáveis que resolvam essas questões, mas, também, aumentem o valor econômico dos resíduos. Este processo é conhecido como mineração urbana. Assim, pesquisas futuras que tratem deste conceito podem contribuir para o desenvolvimento de sistemas circulares que favoreçam o cumprimento dos objetivos do Desenvolvimento Sustentável.</p>	<p>Tejaswini; Pathak; Gupta (2022)</p>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por fim, o trabalho desenvolvido por Soni *et al.* (2022) traz para o debate uma relação entre o custo de materiais de construção com a preocupação ambiental. Os autores discutem, diante desse cenário, alternativas sustentáveis e baratas para a produção desses insumos e apresentam as principais vantagens estratégicas para o processo de gestão.

O destaque chave do artigo é o reuso e a reciclagem de Resíduos Sólidos Urbanos para o desenvolvimento de materiais para a construção civil como fatores cruciais para alavancar a Economia Circular em direção à sustentabilidade ambiental (Soni *et al.*, 2022).

Contudo, apesar dessa relação positiva entre a Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos, a literatura aponta para lacunas de conhecimento sobre a maneira como os sistemas de gestão atual podem ser transformados em modelos circulares, incorporando estratégias da Economia Circular em diferentes setores. Estudos mostram que são necessários mais esforços de pesquisa nesse sentido. Homrich *et al.* (2018) destacam a necessidade de se encontrar a ligação que faltava entre as carências dos setores industriais e a colaboração dos outros setores a fim de viabilizar a Economia Circular; e Bockel; Nuzum; Weissbrod (2021) mencionam a falta de pesquisa sobre o papel dos governos na implementação da Economia Circular. A próxima seção discute as relações entre a Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos pela perspectiva do arcabouço legal a partir das leis n.º 12.305/2010 (PNRS) e 5.418/2014 (PDRS).

4.4. Princípios da Economia Circular e o arcabouço legal (PNRS e PDRS)

O processo de análise entre os princípios da Economia Circular e o arcabouço legal (leis 12.305/2010 e 5.418/2014) foi feito sob duas perspectivas: uma quantitativa e outra qualitativa.

No primeiro caso, os princípios foram processados juntamente com as duas leis pelo *software* NVivo 11. Por meio dele, foi possível identificar a ocorrência de palavras nos textos. Os resultados são apresentados na seção seguinte em quadros e nuvens de palavras, com a devida análise.

Já no segundo caso, foi feita uma análise hermenêutica¹⁵ buscando identificar os pontos de convergência e as lacunas entre as bases da Economia Circular e as referidas leis por meio da livre interpretação de conteúdo. Ao final, foi gerada uma matriz de comparação em que são apresentados os artigos e incisos das leis que apontam para pontos em comum, sendo explicados na seção subsequente à primeira.

4.4.1. Análise quantitativa

A ferramenta NVivo 11 agrega as palavras que mais se repetem em cada um dos documentos e, ao final, gera-se uma porcentagem de acordo com a frequência de aparição destas palavras. Depois de importados os arquivos para o *software*, clica-se na aba superior “exploração” e em seguida, na opção “consulta pela frequência de palavras”. Para se chegar nos resultados desejados, algumas configurações foram feitas: a) limitou-se a pesquisa das palavras em quatro caracteres (o intuito foi excluir palavras sem relevância para o estudo como conectores e preposições); b) para as leis, limitou-se o total de palavras a 100 mais frequentes e para os princípios da Economia Circular, o limite foi de 20 palavras, uma vez que são textos curtos e a ideia era captar aquelas que possuíam maior relevância para a pesquisa.

Outro ponto importante é em relação à linguagem dos textos, ou seja, se eles foram escritos no mesmo idioma, pois o *software* leva em consideração diferenças de palavras escritas em linguagens diferentes, o que pode impactar negativamente nos resultados esperados.

Para cada arquivo carregado, foi gerada uma nuvem de palavras com maior frequência, sendo as leis limitadas a 100 e os princípios a 20 cada um. O objetivo foi identificar, de forma visual, quais os termos mais frequentes em cada texto para compará-los em seguida.

¹⁵ De acordo com Schmidt (2012), a tradução latina da palavra grega *hermeneuein* é *interpretatio* que é a raiz de interpretação. Assim, de modo geral, hermenêutica significa interpretação.

Além do estudo individual, os textos foram comparados entre si a partir de uma análise de *cluster* (agrupamento). O intuito foi identificar padrões existentes nas palavras que são comuns a todos os documentos. Para isso, na interface principal do *software* na aba “explorar”, foi selecionada a opção “diagramas” e, em seguida, “análise de *cluster*”. Na próxima tela, foi escolhida a função “agrupamento por similaridade de palavras” e a métrica adotada foi “o coeficiente de correlação de Pearson¹⁶”.

O coeficiente de correlação de Pearson pode ser representado pela letra “ ρ ” e compara o grau de associação linear entre as variáveis analisadas. Vale destacar que ele não é um indicativo de relação de causa e efeito. O valor do coeficiente pode variar entre o intervalo -1 e +1. Quanto mais próximo de 1, maior a relação diretamente proporcional e quanto mais próximo de -1, maior a relação inversamente proporcional. Por outro lado, quanto mais próximo de 0, menor é a relação entre as variáveis (Paranhos *et al.*, 2014). Além disso, o grau de relação pode ser classificado da seguinte forma: muito forte ($\rho \geq 0,90$), forte ($0,70 \leq \rho < 0,90$), moderada ($0,50 \leq \rho < 0,70$), fraca ($0,30 \leq \rho < 0,50$) e muito fraca ($\rho < 0,30$) (Hinkle; Wiersma; Jurs, 2003).

Dessa forma, a partir da análise de *cluster* realizada por meio do *software* NVivo 11, tem-se como resultado um dendograma com itens agrupados por similaridade de palavras. Quanto menor a distância entre os colchetes (seja na largura ou no comprimento), maior a correlação. A semelhança nas cores também indica maior correlação.

A razão dessa análise foi verificar o nível de convergência entre os princípios da Economia Circular e os artigos das PNRS e PDRS e, também, a correlação entre os próprios princípios, identificando o quão aderentes e coesos eles estão.

O Quadro 10 reúne os princípios da Economia Circular e o arcabouço legal relacionado aos Resíduos Sólidos que serviram de base para as análises qualitativas, feitas por meio da hermenêutica, e quantitativas, processadas pelo *software* NVivo 11.

¹⁶ Para Paranhos *et al.* (2014), o coeficiente de correlação de Pearson é uma medida de associação linear entre variáveis quantitativas.

Quadro 10 – Princípios da Economia Circular, PNRS e PDRS

Autor	Princípio	Descrição
The British Standards Institution (2017)	1) Pensamento sistêmico	Adoção de uma abordagem holística para entender a interação dentro dos sistemas mais amplos.
	2) Inovação	Inovação para criar valor por meio de uma gestão otimizada utilizando desenho de processos, produtos/serviços e modelos de negócio.
	3) Gestão	Administração de impactos diretos e indiretos de decisões e atividades dentro de um sistema mais amplo de uma empresa.
	4) Colaboração	Colaboração interna e externa por meio de arranjos formais e informais para criar valor mútuo.
	5) Otimização de valor	Produtos, componentes e materiais mantidos em seu maior valor e utilidade.
	6) Transparência	Utilização de práticas circulares e de sustentabilidade de forma transparente, precisa, oportuna, honesta e completa.
Circle Economy (2022)	1) Priorizar recursos regenerativos	Recursos renováveis, reutilizáveis e não tóxicos são utilizados de forma eficiente como materiais e energia.
	2) Preservar e estender o que já está feito	Os produtos são mantidos, reparados e atualizados para maximizar a vida útil e dar-lhes uma segunda vida quando possível.
	3) Usar o lixo como recurso	Os fluxos de resíduos são usados como fonte de recursos secundários e recuperados para reutilização e reciclagem.
	4) Repensar o modelo de negócio	Modelos de negócio que desfocam a distinção entre produtos e serviços, cria mais valor e alinha incentivos.
	5) Projetar para o futuro	Pensar em sistemas durante o processo de <i>design</i> , usar os materiais certos, projetar para uma vida útil adequada e usar o futuro de maneira prolongada.
	6) Incorporar tecnologia digital	Rastreamento, otimização do uso de recursos e ligações mais fortes entre os atores da cadeia de abastecimento por meio da tecnologia.
	7) Colaborar para criar valor conjunto	Colaborações internas e externas para aumentar a transparência e criar valor conjunto.
Ellen MacArthur Foundation (2022)	1) Projetar o lixo e a poluição	Uma nova mentalidade que vê o desperdício como uma falha de projeto e a necessidade em usar novos materiais e tecnologias.
	2) Manter produtos e materiais em uso	Por meio dos ciclos técnicos, materiais e componentes são mantidos na economia por meio da reutilização, manutenção e remanufatura. Eles são recolhidos para serem reutilizados.
	3) Regenerar sistemas naturais	Nutrientes são devolvidos ao meio ambiente para regenerar os ecossistemas naturais por meio dos ciclos biológicos.
Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	1) Ajustar as entradas do sistema às taxas de regeneração	A entrada de recursos não renováveis é minimizada/eliminada e a taxa de extração de recursos renováveis é ajustada para níveis adequados.
	2) Ajustar as saídas do sistema às taxas de absorção	A produção de resíduos tecnológicos é minimizada/eliminada e a taxa de emissão de resíduos biológicos é ajustada a valores adequados.
	3) Fechamento do sistema	Conexão da etapa de gestão de resíduos à fase de aquisição de recursos.
	4) Manutenção do valor dos recursos dentro do sistema	Melhoria da durabilidade dos produtos e da recirculação de recursos por meio de diferentes fases dos ciclos de vida dos produtos.
	5) Reduzir o tamanho do sistema	A quantidade total de recursos que circulam dentro do sistema é reduzida e melhoria global do processo de produção-consumo.

	6) Desenho para a Economia Circular	Passagem de um modelo linear de produção-consumo para um modelo circular.
	7) Educar para a Economia Circular	Mudança na educação, valores e comportamento de produtores e consumidores: nova cultura e paradigma de consumo.
Weetman (2019)	1) Resíduo = comida	Nos sistemas vivos não existe desperdício. O desperdício de uma espécie se torna alimento de outra.
	2) Construir a resiliência por meio da diversidade	Utilização da diversidade para reforçar a saúde global do sistema, criando resiliência.
	3) Usar energia renovável	Usar energia renovável em todos os processos de Economia Circular.
	4) Pensar em sistemas	Ligar pessoas, ideias e lugares para criar oportunidades.
Tonelli; Cristoni (2019)	1) Tecnologia verde e utilização responsável de recursos	A mudança para fontes de energia renováveis se torna imprescindível e a extração de matéria-prima virgem é reduzida ao mínimo.
	2) Maximizar taxa de utilização	Os bens são totalmente explorados maximizando as suas taxas de utilização.
	3) Produto e materiais na mais alta taxa de utilidade	Desenvolvimento de capacidades para a criação de fluxos circulares de materiais e produtos.
	4) Minimizar e eliminar as externalidades negativas	Redução gradual de externalidades ambientais negativas como poluição do ar e da água, degradação do solo.
Política Nacional de Resíduos Sólidos PNRS (2010)	Lei 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Política Distrital de Resíduos Sólidos PDRS (2014)	Lei 5.418/2014	Dispõe sobre a Política Distrital de Resíduos Sólidos e dá outras providências.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com os dados devidamente processados, tem-se os resultados que foram divididos em duas partes. A primeira apresenta a análise de conteúdo trazida pelo NVivo 11, a partir da frequência de palavras; e a segunda, uma avaliação qualitativa (por meio da hermenêutica) entre os artigos das leis supracitadas e os princípios da Economia Circular, de forma a identificar se existem convergências ou divergências entre eles. As análises mostraram resultados diferentes para o tratamento quantitativo e o qualitativo. O detalhamento, para cada caso, é apresentado a seguir.

4.4.2. Agrupamento por *clusters* (princípios circulares e arcabouço legal)

A análise de *cluster* (agrupamento) por similaridade de palavras processadas pelo *software* NVivo 11, resultou em uma representação gráfica chamada dendrograma conforme a Figura 41.

Figura 41 – Clusters por similaridade entre as PNRS, PDRS e os princípios da EC

Fonte: Software NVivo 11 (2022).

Esta classificação apresenta a proximidade entre os documentos analisados, tendo como parâmetro a similaridade de suas palavras.

Em primeiro lugar, é possível perceber que as duas políticas (PDRS 2014 e PNRS 2010) fazem parte do mesmo *cluster*. Essa proximidade é explicada pelo fato da primeira ser derivada da segunda, ou seja, boa parte de sua estrutura foi criada a partir da lei federal, tendo-a como principal alicerce. Já os princípios da Economia Circular estão organizados em outro *cluster* e subdivididos em grupos menores e agrupados pela sua aderência.

Para compreender melhor a correlação entre a PNRS, PDRS e os princípios da Economia Circular, é apresentado no Quadro 11 os coeficientes de correlação de Pearson obtidos a partir do *software* NVivo 11.

Quadro 11 – Coeficientes de Pearson entre as PNRS, PDRS e os princípios da EC

Políticas de RSU	Princípios da EC	Coefficiente de correlação de Pearson (ρ)	Grau de relação
PNRS (2010)	Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	0,181527	Muito fraca
	Circle Economy (2022)	0,078665	Muito fraca
	The British Standards Institution (2017)	0,048290	Muito fraca
	Ellen MacArthur Foundation (2022)	0,040310	Muito fraca
	Tonelli e Cristoni (2019)	0,011668	Muito fraca
	Weetman (2019)	0,008598	Muito fraca
PDRS (2014)	Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	0,171595	Muito fraca
	Circle Economy (2022)	0,076212	Muito fraca
	Ellen MacArthur Foundation (2022)	0,058541	Muito fraca
	The British Standards Institution (2017)	0,050073	Muito fraca
	Weetman (2019)	0,013589	Muito fraca
	Tonelli e Cristoni (2019)	0,012770	Muito fraca

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software* NVivo 11 (2022).

Os coeficientes de correlação mostram relações muito fracas ($\rho < 0,30$) entre as políticas nacional e local de Resíduos Sólidos com os princípios da Economia Circular. Isso também é observado no dendograma, uma vez que esse arcabouço legal está desacoplado dos autores que descrevem os princípios.

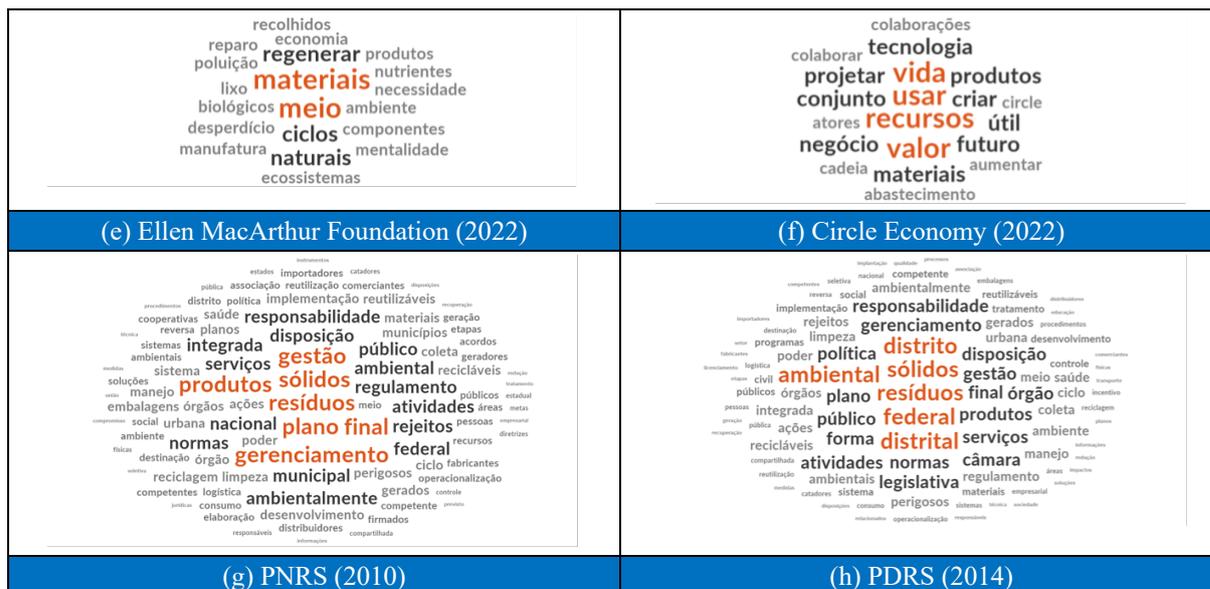
Esse resultado aponta para uma divergência muito forte entre os princípios da Economia Circular estudados pelos autores e os artigos das respectivas leis federal e distrital que trata dos Resíduos Sólidos.

Contudo, por ser apenas uma análise exploratória, é notório destacar que existe a possibilidade de convergência entre os documentos e, em função disso, é feita uma análise qualitativa-interpretativa (hermenêutica) dos conteúdos, identificando não só palavras similares, mas expressões e conexões de ideias entre os referidos princípios e os pontos tratados pelas leis. O intuito é ampliar as reflexões, sinergias e contradições entre eles. A análise de conteúdo foi feita de forma individual e os resultados elencados em uma matriz de comparação, em que cada artigo das leis foram comparados com cada princípio de cada autor. Toda essa discussão é tratada na seção seguinte.

Para corroborar com os resultados apresentados pelo coeficiente de correlação de Pearson, o *software* NVivo 11 gerou, também, nuvens de palavras para cada situação estudada. Elas são apresentadas na Quadro 12. Em destaque e na cor laranja, estão as palavras mais citadas em cada documento.

Quadro 12 – Nuvem de palavras dos princípios da EC e das PNRS e PDRS

(a) The British Standards Institution (2017)	(b) Weetman (2019)
(c) Tonelli e Cristoni (2019)	(d) Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software* NVivo 11 (2022).

Ao observar as nuvens de palavras formadas pelo *software*, é possível notar menções a vários termos, entre eles “materiais”, “gestão”, “recursos” e “valor”. Infere-se que, mesmo não existindo uma correlação forte entre os documentos, existe uma tendência de proteção da natureza e dos recursos naturais, aspectos esses imprescindíveis para a criação e o desenvolvimento da gestão de Resíduos Sólidos por meio de estratégias circulares como a redução do desperdício, incentivo ao reuso e o desenvolvimento de ações de sensibilização e conscientização das pessoas para o eficaz manuseio dos Resíduos Sólidos no ato de sua geração.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, foi feita uma análise comparativa da frequência das palavras entre os princípios da Economia Circular supracitados. Os resultados são apresentados no Quadro 13 e mostram uma correlação “fraca” e “muito fraca”, sem nenhuma conexão “forte” ou “muito forte”. Com isso, é possível inferir que mesmo o tema Economia Circular estando em crescimento no contexto mundial, vários autores a interpretam de maneiras distintas.

Quadro 13 – Coeficientes de correlação de Pearson entre os Princípios da EC

Princípios da EC (A)	Princípios da EC (B)	Coefficiente de correlação de Pearson	Grau de relação
The British Standards Institution (2017)	Circle Economy (2022)	0,307894	Fraca
Ellen MacArthur Foundation (2022)	Circle Economy (2022)	0,289686	Muito fraca
Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	Circle Economy (2022)	0,250841	Muito fraca
Weetman (2019)	Ellen MacArthur Foundation (2022)	0,213022	Muito fraca
The British Standards Institution (2017)	Ellen MacArthur Foundation (2022)	0,211883	Muito fraca
Tonelli e Cristoni (2019)	Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	0,205405	Muito fraca
Tonelli e Cristoni (2019)	Circle Economy (2022)	0,201778	Muito fraca
Weetman (2019)	Circle Economy (2022)	0,184822	Muito fraca
Tonelli e Cristoni (2019)	Ellen MacArthur Foundation (2022)	0,179543	Muito fraca
Weetman (2019)	The British Standards Institution (2017)	0,171972	Muito fraca
The British Standards Institution (2017)	Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	0,153444	Muito fraca
Weetman (2019)	Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	0,150352	Muito fraca
Weetman (2019)	Tonelli e Cristoni (2019)	0,143135	Muito fraca
Tonelli e Cristoni (2019)	The British Standards Institution (2017)	0,141574	Muito fraca
Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	Ellen MacArthur Foundation (2022)	0,096271	Muito fraca

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software* NVivo 11 (2022).

Contudo, ao se observar a ideia que constitui a base da Economia Circular, todos os princípios levam ao mesmo resultado que, em linhas gerais, é otimizar o consumo, implementar o reuso de materiais, agregar valor aos ciclos regenerativos e reduzir os impactos negativos ao meio ambiente provocados pela elevada oferta de resíduos que, na maioria das vezes, podem ser reaproveitados e reinseridos na cadeia de suprimentos.

Por fim, tem-se a última análise comparativa feita entre as duas leis que compõem o arcabouço legal sobre Resíduos Sólidos Urbanos: a PNRS e a PDRS. Ao observar o resultado apresentado pelo *software* NVivo 11 (Quadro 14), verificou-se uma relação “muito forte”, com um coeficiente de correlação de Pearson acima de 0,90, indicando alta sinergia e conexão.

Quadro 14 – Coeficientes de correlação de entre as PNRS e PDRS

Lei 12.305/2010	Lei 5.418/2014	Coefficiente de correlação de Pearson	Grau de relação
PNRS_2010	PDRS_2014	0,928092	Muito forte

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do *software* NVivo 11 (2022).

Essa conclusão é notória uma vez que a lei distrital foi criada a partir das diretrizes preconizadas pela lei federal, sendo feitas as devidas adaptações e ajustes.

Em linhas gerais, sob a perspectiva quantitativa que considera as palavras mais frequentes nos documentos analisados, é possível observar uma baixa aderência entre o arcabouço legal, representado aqui pelas PNRS e PDRS, e os princípios da Economia Circular. Os coeficientes de correlação de Pearson mostraram relações “fracas” e “muito fracas” quando se compara os princípios com as leis e os princípios entre si. Contudo, uma relação “muito forte” é verificada quando se faz a análise entre as leis, mostrando alto alinhamento entre si, porém, sem considerar a Economia Circular como um fator de impacto relevante.

4.4.3. Análise qualitativa

A presente seção analisa os pontos de convergência e as lacunas entre os princípios da Economia Circular e as políticas nacional e distrital de Resíduos Sólidos que é o segundo objetivo específico da tese. A ideia é identificar os aspectos que precisam ser incorporados nas referidas leis e aqueles que já fazem parte de sua estrutura de forma que a Economia Circular possa ser amplamente difundida e praticada por todos.

A lei distrital n.º 5.418/2014 tem como referência a PNRS (lei n.º 12.305/2010) e dispõe sobre os princípios, objetivos e instrumentos da Política Distrital de Resíduos Sólidos (PDRS). Trata das normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte e destinação final dos RS no âmbito do Distrito Federal com o objetivo de ampliar o controle da poluição e da contaminação, bem como a redução dos impactos ambientais (Distrito Federal, 2022b).

A partir da comparação direta entre os princípios e os artigos das leis, foi possível construir alguns pontos de convergência que retratam similaridades em seus contextos, ou seja, aspectos das leis que, direta ou indiretamente, contemplam elementos da Economia Circular e vice-versa. Os pontos em comum e as lacunas são apresentados no Quadro 15 e cada um deles é explicado nas próximas subseções.

Quadro 15 – Convergências e divergências entre a PNRS, PDRS e os princípios da EC

Pontos de convergência (comuns)	Ponto de divergência (lacuna)
Visão holística e sistêmica Colaboração e cooperação Inovação, pesquisa e desenvolvimento Valoração econômica do resíduo Educação Ambiental e mudança de comportamento Uso de tecnologias limpas e recursos renováveis Ecoeficiência no ciclo produtivo Ciclos técnicos e logística reversa Fluxos circulares Resiliência e Desenvolvimento Sustentável Conectividade e modelos de negócio sustentáveis Cooperação e tecnologia Consumo sustentável Gestão eficaz Participação social para geração de valor	Ausência explícita de elementos da EC

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar os princípios da Economia Circular, ora abordados na seção 2.4 do presente trabalho, com a PNRS e a PDRS, chegou-se ao apresentado no Quadro 16, cuja estrutura é a seguinte: a primeira coluna apresenta o autor do princípio analisado, a segunda o princípio em si, a terceira uma breve descrição do princípio, a quarta os pontos de convergência, a quinta os artigos e incisos da PNRS e a sexta os artigos e incisos da PDRS que fazem correspondência ao princípio analisado.

Quadro 16 – Matriz comparativa entre os princípios da EC, a PNRS e PDRS

Autor	Princípio	Descrição	Pontos de convergência	PNRS (Lei n.º 12.305/2010)		PDRS (Lei n.º 5.418/2014)	
				Artigo	Inciso	Artigo	Inciso
The British Standards Institution (2017)	1) Pensamento sistêmico	Adoção de uma abordagem holística para entender a interação dentro dos sistemas mais amplos.	VISÃO HOLÍSTICA E SISTÊMICA	Art. 6º	III	Art. 3º	III
				Art. 7º	VII	Art. 4º	VII
	2) Inovação	Inovação para criar valor por meio de uma gestão otimizada utilizando desenho de processos, produtos/serviços e modelos de negócio.	INOVAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	Art. 6º	V	Art. 3º	V
				Art. 7º	XIV	Art. 4º	XIV, XXVI
				Art. 8º	VI, VII	Art. 5º	VI, VII
	3) Gestão	Administração de impactos diretos e indiretos de decisões e atividades dentro de um sistema mais amplo de uma empresa.	VISÃO HOLÍSTICA E SISTÊMICA	Art. 7º	VII	Art. 4º	VII
	4) Colaboração	Colaboração interna e externa por meio de arranjos formais e informais para criar valor mútuo.	COLABORAÇÃO E COOPERAÇÃO	Art. 4º	-	Art. 3º	VI
				Art. 6º	VI	Art. 4º	XII, XXII, XXIII
				Art. 7º	XII	Art. 5º	IV, XVI
				Art. 8º	IV, XVI	Art. 20	-
	5) Otimização de valor	Produtos, componentes e materiais mantidos em seu maior valor e utilidade.	VALORAÇÃO ECONÔMICA DO RESÍDUO	Art. 6º	IV, VIII	Art. 3º	IV, VIII
	6) Transparência	Utilização de práticas circulares e de sustentabilidade de forma transparente, precisa, oportuna, honesta e completa.	LACUNA 1 AUSÊNCIA EXPLÍCITA DE ELEMENTOS DA EC	-	-	-	-

Circle Economy (2022)	1) Priorizar recursos regenerativos	Recursos renováveis, reutilizáveis e não tóxicos são utilizados de forma eficiente como materiais e energia.	USO DE TECNOLOGIAS LIMPAS E RECURSOS RENOVÁVEIS	Art. 6º	IV, VIII	Art. 3º	IV, VIII
				Art. 7º	IV	Art. 4º	IV, XXI
	2) Preservar e estender o que já está feito	Os produtos são mantidos, reparados e atualizados para maximizar a vida útil e dar-lhes uma segunda vida quando possível.	VALORAÇÃO ECONÔMICA DO RESÍDUO	Art. 6º	IV, VII, VIII	Art. 3º	IV, VII, VIII
	3) Usar o lixo como recurso	Os fluxos de resíduos são usados como fonte de recursos secundários e recuperados para reutilização e reciclagem.	CICLOS TÉCNICOS E LOGÍSTICA REVERSA	Art. 7º	II, VI	Art. 4º	II, VI
				Art. 8º	III	Art. 5º	III
				Art. 33	-	Art. 26	-
	4) Repensar o modelo de negócio	Modelos de negócio que desfoam a distinção entre produtos e serviços, cria mais valor e alinha incentivos.	CONECTIVIDADE E MODELOS DE NEGÓCIO SUSTENTÁVEIS	Art. 7º	XIV	Art. 4º	XIV, XXVIII, XXIX
				Art. 8º	VI, IX	Art. 5º	VI, IX
	5) Projetar para o futuro	Pensar em sistemas durante o processo de <i>design</i> , usar os materiais certos, projetar para uma vida útil adequada e usar o futuro de maneira prolongada.	FLUXOS CIRCULARES	Art. 6º	III	Art. 3º	III
				Art. 7º	VII	Art. 4º	VII
	6) Incorporar tecnologia digital	Rastreamento, otimização do uso de recursos e ligações mais fortes entre os atores da cadeia de abastecimento por meio da tecnologia.	COOPERAÇÃO E TECNOLOGIA	Art. 7º	XII	Art. 4º	VII
				Art. 8º	IV	Art. 5º	IV
	7) Colaborar para criar valor conjunto	Colaborações internas e externas para aumentar a transparência e criar valor conjunto.	COLABORAÇÃO E COOPERAÇÃO	Art. 4º	-	Art. 3º	VI
				Art. 6º	VI	Art. 4º	XII, XXII, XXIII
Art. 7º				XII	Art. 5º	VI, XVI	
Art. 8º				VI, XVI	Art. 20	-	

Ellen MacArthur Foundation (2022)	1) Projetar o lixo e a poluição	Uma nova mentalidade que vê o desperdício como uma falha de projeto e a necessidade em usar novos materiais e tecnologias.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MUDANÇA DE COMPORTAMENTO	Art. 7º	XV	Art. 3º	XIV
				Art. 8º	VIII	Art. 4º	XV, XVII, XXIV
				-	-	Art. 5º	VIII
				-	-	Art. 42	-
				-	-	Art. 45	-
	2) Manter produtos e materiais em uso	Por meio dos ciclos técnicos, materiais e componentes são mantidos na economia por meio da reutilização, manutenção e remanufatura. Eles são recolhidos para serem reutilizados.	CICLOS TÉCNICOS E LOGÍSTICA REVERSA	Art. 6º	VII, VIII	Art. 4º	II, VI
				Art. 7º	II	Art. 5º	III
				Art. 8º	III	-	-
				Art. 9º	-	-	-
				Art. 33	-	Art. 26	-
3) Regenerar sistemas naturais	Nutrientes são devolvidos ao meio ambiente para regenerar os ecossistemas naturais por meio dos ciclos biológicos.	RESILIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	Art. 6º	IV	Art. 3º	IV	
Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	1) Ajustar as entradas do sistema às taxas de regeneração	A entrada de recursos não renováveis é minimizada/eliminada e a taxa de extração de recursos renováveis é ajustada para níveis adequados.	CONSUMO SUSTENTÁVEL	Art. 6º	V	Art. 3º	V
				Art. 7º	III	Art. 4º	III
	2) Ajustar as saídas do sistema às taxas de absorção	A produção de resíduos tecnológicos é minimizada/eliminada e a taxa de emissão de resíduos biológicos é ajustada a valores adequados.	ECOEFIÊNCIA NO CICLO PRODUTIVO	Art. 6º	V	Art. 3º	V
				Art. 7º	III	Art. 4º	III

Suárez-Eiroa <i>et al.</i> (2019)	3) Fechamento do sistema	Conexão da etapa de gestão de resíduos à fase de aquisição de recursos.	GESTÃO EFICAZ	Art. 7º	VII, XIV	Art. 4º	VII, XIV, XIX
				-	-	Art. 5º	XXI
	4) Manutenção do valor dos recursos dentro do sistema	Melhoria da durabilidade dos produtos e da recirculação de recursos por meio de diferentes fases dos ciclos de vida dos produtos.	VALORAÇÃO ECONÔMICA DO RESÍDUO	Art. 6º	IV, VII	Art. 3º	IV, VIII
	5) Reduzir o tamanho do sistema	A quantidade total de recursos que circulam dentro do sistema é reduzida e melhoria global do processo de produção-consumo.	ECOEFIÊNCIA NO CICLO PRODUTIVO	Art. 6º	V	Art. 3º	V
				Art. 7º	III	Art. 4º	III
	6) Desenho para a Economia Circular	Passagem de um modelo linear de produção-consumo para um modelo circular.	LACUNA 2 AUSÊNCIA EXPLÍCITA DE ELEMENTOS DA EC	-	-	-	-
	7) Educar para a Economia Circular	Mudança na educação, valores e comportamento de produtores e consumidores: nova cultura e paradigma de consumo.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MUDANÇA DE COMPORTAMENTO	Art. 7º	XV	Art. 3º	XIV
Art. 8º				VIII	Art. 4º	XV, XVII, XXIV	
-				-	Art. 5º	VIII	
-				-	Art. 42	-	
-				-	Art. 45	-	
			-	-	Art. 47	-	
Weetman (2019)	1) Resíduo = comida	Nos sistemas vivos não existe desperdício. O desperdício de uma espécie se torna alimento de outra.	RESILIÊNCIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	-	-	Art. 3º	IV
	2) Construir a resiliência por meio da diversidade	Utilização da diversidade para reforçar a saúde global do sistema, criando resiliência.	PARTICIPAÇÃO SOCIAL PARA GERAÇÃO DE VALOR	Art. 6º	III	Art. 3º	III

	3) Usar energia renovável	Usar energia renovável em todos os processos de Economia Circular.	USO DE TECNOLOGIAS LIMPAS E RECURSOS RENOVÁVEIS	Art. 6º	IV	Art. 3º	IV, VIII
				Art. 7º	IV	Art. 4º	IV, XXI
	4) Pensar em sistemas	Ligar pessoas, ideias e lugares para criar oportunidades.	CONECTIVIDADE E MODELOS DE NEGÓCIO SUSTENTÁVEIS	Art. 6º	IX	-	-
				Art. 7º	XII	Art. 5º	VI, IX
				Art. 8º	IV, VIII	-	-
	Tonelli; Cristoni (2019)	1) Tecnologia verde e utilização responsável de recursos	A mudança para fontes de energia renováveis se torna imprescindível e a extração de matéria-prima virgem é reduzida ao mínimo.	USO DE TECNOLOGIAS LIMPAS E RECURSOS RENOVÁVEIS	Art. 6º	IV, V	Art. 3º
Art. 7º					IV	Art. 4º	IV, XXI
2) Maximizar taxa de utilização		Os bens são totalmente explorados maximizando as suas taxas de utilização.	VALORAÇÃO ECONÔMICA DO RESÍDUO	Art. 6º	V, VIII	Art. 3º	IV, VIII
3) Produto e materiais na mais alta taxa de utilidade		Desenvolvimento de capacidades para a criação de fluxos circulares de materiais e produtos.	FLUXOS CIRCULARES	Art. 8º	VII, VIII	Art. 3º	III
4) Minimizar e eliminar as externalidades negativas		Redução gradual de externalidades ambientais negativas como poluição do ar e da água, degradação do solo.	EDUCAÇÃO AMBIENTAL E MUDANÇA DE COMPORTAMENTO	Art. 6º	V	Art. 3º	XII, XIV
				Art. 8º	VIII	Art. 4º	XV, XVII, XXIV
				-	-	Art. 5º	VIII
				-	-	Art. 42	-
				-	-	Art. 45	-
-		-	Art. 47	-			

Fonte: Elaborado pelo autor.

Nos parágrafos seguintes, cada ponto de convergência e as lacunas entre os princípios da Economia Circular e o arcabouço legal (PNRS e PDRS) são discutidos a luz do apresentado no Quadro 16.

4.4.4. Visão holística e sistêmica

A visão holística e sistêmica é o ponto em comum entre o 1º e 3º princípios do The British Standards Institution (2017), os artigos 6º inciso III e 7º inciso VII da Política Nacional de Resíduos Sólidos e os artigos 3º inciso III e 4º inciso VII da Política Distrital de Resíduos Sólidos. O primeiro princípio, no viés do pensamento sistêmico, aborda a visão holística para entender a interação dentro de sistemas amplos, ou seja, o desenvolvimento de uma visão do todo que permite conhecer melhor as conexões entre as partes que constituem este sistema, incorporando assim, melhorias progressivas.

O terceiro princípio, por outro lado, destaca a importância da gestão de impactos das decisões em sistemas empresariais amplos. Isso significa que o acompanhamento de resultados decorrentes do processo decisório feito pelos gestores deve ser realizado constantemente de forma a verificar a sua efetividade.

O inciso III do art. 6º da PNRS e do art. 3º da PDRS são iguais e evidencia a visão sistêmica na gestão dos Resíduos Sólidos e considera as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Já o inciso VII do art. 7º da PNRS e do art. 4º da PDRS, também são iguais e citam a gestão integrada dos Resíduos Sólidos.

Assim, nessa análise inicial, nota-se que as políticas públicas apontadas contêm elementos que estão presentes nos princípios apresentados, uma vez que a Economia Circular precisa estar inserida em um contexto amplo, para que possa ter alcance significativo de conscientização por parte dos atores sociais.

4.4.5. Colaboração e cooperação

A colaboração e a cooperação são pontos de convergência entre o 4º princípio do The British Standards Institution (2017), o 7º princípio do Circle Economy (2022), o artigo 4º, o art. 6º inciso VI, o art. 7º inciso XII e o art. 8º incisos IV, VI e XVI da PNRS. Também, o art. 3º inciso VI, o art. 4º incisos XII, XXII e XXIII, o art. 5º incisos IV, VI e XVI e o art. 20 da PDRS.

O The British Standards Institution (2017), no seu quarto princípio, aborda a colaboração interna e externa por meio de arranjos formais e informais com o objetivo de criar

valor mútuo. Já o Circle Economy (2022), em seu sétimo princípio, salienta que as colaborações internas e externas aumentam a transparência e criam valor conjunto. Já os artigos da PNRS enfatizam a necessidade de trabalho em conjunto entre União, estados, Distrito Federal, municípios e particulares, para alavancar processos de gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos. Nota-se que não existe nos artigos da lei, citação ou referência à Economia Circular de uma maneira direta e objetiva. Porém, é notório uma preocupação em destacar o trabalho colaborativo entre atores sociais para que problemas trazidos pelos Resíduos Sólidos tenham uma solução conjunta com base na participação e na criação de valor.

O mesmo raciocínio aplicado à PNRS pode ser estendido à PDRS, uma vez que ambas possuem a mesma base legal. Em seu art. 5º incisos IV e VI, são identificados elementos que, assim como os princípios apresentados acima, apontam para o desenvolvimento de formatos de cooperativismo e associação entre os catadores além de estimular uma cooperação técnica entre os setores público e privado para o desenvolvimento de novos produtos, métodos e processos que visem dar as tratativas adequadas aos resíduos.

4.4.6. Inovação, pesquisa e desenvolvimento

A inovação, pesquisa e desenvolvimento estão presentes no segundo princípio do The British Standards Institution (2017) e em alguns artigos da PNRS e da PDRS. Inicialmente, é enfatizado que a criação de valor corrobora para a inovação por meio de uma gestão otimizada utilizando desenho de processos, produtos/serviços e modelos de negócio. Ao analisar esse posicionamento, percebe-se que a inovação não necessariamente parte de soluções mirabolantes ou espetaculares para os problemas, mas sim, pelo estudo aprofundado de suas causas e possíveis soluções, por meio da pesquisa e o desenvolvimento de processos. No campo dos Resíduos Sólidos, um dos grandes entraves que se observa é a pouca aderência dos atores sociais, principalmente da população, em programas de Coleta Seletiva, reuso de materiais e otimização do consumo.

Os artigos 6º e 3º inciso V, respectivamente da PNRS e PDRS abordam a ecoeficiência como um importante instrumento para atender às necessidades humanas dentro dos limites ofertados pelo planeta. Já o art. 7º inciso XIV da PNRS e o 4º incisos XIV e XXVI da PDRS evidenciam que o desenvolvimento da gestão ambiental e empresarial aliados a melhorias de processos, funcionam como importantes mecanismos para promover o reaproveitamento dos Resíduos Sólidos, incluindo a recuperação energética, além de estimular o investimento em

pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de produção limpa e que não impactam o meio ambiente.

Na mesma linha, os artigos 8º e 5º incisos VI e VII, respectivamente da PNRS e PDRS, salientam a cooperação técnica e financeira, além da pesquisa científica e tecnológica entre os setores público e privado para o desenvolvimento de novos produtos, métodos e processos de gestão voltados para uma eficiente gestão de resíduos.

Sob a perspectiva da inovação, para que a Economia Circular possa ser incorporada nas políticas públicas, a pesquisa e o desenvolvimento de processos devem ser levados em consideração, principalmente no que se refere à Gestão de Resíduos Sólidos. Isso porque as rotinas relacionadas aos resíduos possuem uma conotação pragmática, ou seja, desde sua geração até a destinação/disposição final. Assim, cabe aos atores sociais, principalmente entes governamentais e empresariais, criar e refinar rotinas por meio da inovação de processos, que sejam capazes de ampliar o nível de consciência das pessoas, chamando a atenção para as consequências trazidas pelo lixo quando não se realizada de maneira adequada o seu tratamento, incluindo também, a redução como uma importante alternativa de desenvolvimento econômico e social.

4.4.7. Valoração econômica do resíduo

A valoração econômica do resíduo está presente nos princípios da Economia Circular de quatro autores distintos. Isso mostra a sua relevância no contexto do reuso e um grande potencial econômico que a Economia Circular pode trazer para a sociedade.

Esse ponto de convergência está presente no quinto princípio do The British Standards Institution (2017). Segundo ele, produtos, componentes e materiais devem ser mantidos em seu maior valor e utilidade. Concomitante a esta perspectiva, tem-se o segundo princípio do Circle Economy (2022) que pressupõe que os recursos renováveis, reutilizáveis e não tóxicos sejam utilizados de forma eficiente e como fontes de energia. Para Suárez-Eiroa *et al.* (2019), em seu segundo princípio, a durabilidade de produtos e a recirculação de materiais ocorre por meio das diferentes fases dos ciclos de vida dos produtos. Além disso, Tonelli e Cristoni (2019), também em seu segundo princípio, abordam que os bens devem ser totalmente explorados maximizando as suas taxas de utilização.

Por outro lado, a PNRS aborda a valoração do resíduo no artigo 6º nos incisos IV, V, VII e VIII. Já a PDRS, no artigo 3º incisos IV, VII e VIII. Os pontos importantes que as leis trazem, respectivamente são: o Desenvolvimento Sustentável; a ecoeficiência; a responsabilidade

compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; e o reconhecimento do resíduo sólido como um material reutilizável e reciclável que, do ponto de vista econômico, possui valor social que gera emprego, renda e promove a cidadania.

Assim, é possível inferir, em ambos os casos, ou seja, tanto nos princípios da Economia Circular quanto nas leis abordadas, que manter produtos em circulação no ciclo econômico é uma alternativa importante e relevante para que se amplie a taxa de uso dos materiais que compõem os resíduos. Isso limita a necessidade de extração de novos recursos naturais e prolonga consideravelmente a vida útil de aterros sanitários, uma vez que a oferta de resíduos é diminuída. Essa estratégia vai ao encontro de um dos pilares da Economia Circular que é a proposição dos ciclos fechados na economia, cujo objetivo principal é otimizar o uso de materiais o quanto possível.

4.4.8. Educação Ambiental e mudança de comportamento

A Educação Ambiental pode promover a mudança do comportamento, especialmente nas questões relacionadas aos Resíduos Sólidos. De acordo com Ellen MacArthur Foundation (2022), em seu primeiro princípio da Economia Circular, uma nova mentalidade deve ser capaz de ver o desperdício como uma falha de projeto, ou seja, não se pode permitir que existam sobras no ciclo produtivo ou no consumo de mercadorias que levem a quantidades exageradas de lixo. Para isso, deve-se utilizar novos materiais e tecnologias que sejam capazes de maximizar a vida útil dos produtos e reduzir a valores mínimos os impactos causados por eles.

Suárez-Eiroa et al. (2019) por outro lado, em seu sétimo princípio, enfatiza que a mudança na educação, nos valores e no comportamento de produtores e consumidores deve ser construída para formar uma nova cultura e um novo paradigma de consumo baseado no não desperdício e na máxima utilização.

Do ponto de vista de impactos ambientais, Tonelli e Cristoni (2019), em seu quarto princípio da Economia Circular, salientam a necessidade de redução gradual de externalidades ambientais negativas como a poluição do ar, da água e a degradação do solo.

Já a PNRS faz referência aos benefícios trazidos pela mudança de comportamento em seu art. 6º inciso V, em que é abordada a ideia de ecoeficiência, ou seja, levar mais qualidade de vida às pessoas para atendimento de suas necessidades com pouco ou nenhum impacto ambiental. Também, no art. 7º inciso XV, surge a ideia da rotulagem ambiental e do consumo sustentável. O intuito é promover o atendimento das necessidades humanas na quantidade

correta de forma a não gerar desperdícios e sem propagar o chamado *greenwashing*¹⁷ por meio da implementação e adoção de práticas sustentáveis. Além disso, o art. 8º inciso VIII traz, de maneira explícita, a Educação Ambiental como um importante instrumento de mudança de comportamento e de despertar da consciência. O fato de estar presente em uma política pública reflete o grau de importância da temática, uma vez que os comportamentos podem ser mudados ou aperfeiçoados quando o fator educacional está presente no contexto do debate. Assim, estimular a discussão desses aspectos no ambiente escolar, por exemplo, pode funcionar como um catalisador do processo, em que as pessoas, desde cedo, podem trabalhar e desenvolver suas atitudes ambientais de forma a promover o desenvolvimento de uma sociedade justa, honesta e sustentável.

A PDRS, em seu art. 3º inciso XIV traz para o debate a responsabilidade do produtor/gerador no contexto do pós-consumo e de apoio a programas de Coleta Seletiva e Educação Ambiental. Já no inciso XII do mesmo artigo, aborda a redução de uma externalidade negativa importante, que é o trabalho infantil, por meio da integração do arcabouço legal local com as políticas sociais. De fato, a conexão entre a Educação Ambiental e as diretrizes legais favorecem a criação de um ambiente propício para que um melhor nível de consciência possa ser desenvolvido com o intuito de sanar problemas em vários níveis, principalmente aqueles ligados ao meio ambiente.

O consumo sustentável é abordado no art. 4º inciso XV da PDRS. Alinhado com a ideia da Educação Ambiental, a aquisição de produtos na quantidade ideal para atender às necessidades humanas deve ser desenvolvida de forma progressiva, pois permite a compra sem exagero e não gera desperdício. O inciso XVII do mesmo artigo salienta a ampliação do nível de informações direcionadas aos cidadãos para que eles possam ter melhor conhecimento sobre Resíduos Sólidos e corroborar com soluções. Isso é um incentivo à participação social para que problemas cotidianos ligados ao lixo possam ser resolvidos por quem, de fato, vive a situação. Destaca-se ainda o inciso XXIV do referido artigo, que aborda a relevância e necessidade de parcerias entre o poder público, Distrito Federal e a população de maneira geral. O intuito é, juntos e por meio da Educação Ambiental, formular alternativas para questões trazidas à sociedade pelos Resíduos Sólidos.

O artigo 5º inciso VIII, art. 42, art. 45 e art. 47 da PDRS, em linhas gerais, abordam a Educação Ambiental em uma perspectiva formal e não formal e a necessidade em trabalhá-la nas escolas e em cursos de diversos níveis por meio da transdisciplinaridade, tanto no contexto

¹⁷ O *greenwashing* é uma expressão que significa “maquiagem verde” ou “lavagem verde”. Ocorre quando as empresas criam uma falsa aparência de sustentabilidade sem necessariamente aplicá-la (Idec, 2022).

público quanto no privado. Além disso, a promoção da sensibilização ambiental junto à sociedade deve ser praticada nos mais diversos meios de comunicação como rádio e televisão, transporte público, instituições públicas, materiais explicativos e didáticos como cartilhas, palestras e ações culturais. O objetivo é ampliar a discussão sobre a temática dos Resíduos Sólidos, sendo a população um ator fundamental e essencial na resolução dos problemas trazidos pelo lixo.

4.4.9. Uso de tecnologias limpas e recursos renováveis

O uso de tecnologias limpas e de recursos renováveis faz parte das premissas básicas dos princípios da Economia Circular de alguns autores. Por exemplo, cita-se o primeiro princípio do Circle Economy (2022) que consolida o uso de recursos renováveis, reutilizáveis e não tóxicos nos processos produtivos de forma eficiente e como fonte de energia. A ideia é otimizar a cadeia produtiva com matérias-primas que possam se regenerar sem nenhum impacto e sem causar passivos ambientais.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, tem-se o terceiro princípio de Weetman (2019) em que ele salienta a necessidade de utilizar a energia renovável em todos os processos da Economia Circular, ou seja, não é possível projetar um novo modelo econômico sustentável se as fontes energéticas não são renováveis. Nesse caso, não haveria mudanças e as relações entre os atores sociais permaneceriam no contexto linear.

Além deles, Tonelli e Cristoni (2019) em seu primeiro princípio, enfatizam que a mudança para uma Economia Circular passa pelo uso de fontes de energia renováveis e que é imprescindível a redução, a valores mínimos, da extração de recursos virgens provenientes da natureza. Dessa forma, os impactos no meio natural seriam reduzidos e a utilização de fontes energéticas, a partir de materiais já existentes e processados que circulam atualmente na economia, seria otimizada.

A PNRS e a PDRS tratam o uso de recursos renováveis, respectivamente, no artigo 6º nos incisos IV, V e VIII e no artigo 3º incisos IV, VIII. São abordados, respectivamente, o Desenvolvimento Sustentável, a Ecoeficiência e o reconhecimento dos resíduos como reutilizáveis e recicláveis. Já em relação às Tecnologias Limpas, a lei federal sugere o seu uso, desenvolvimento e aprimoramento no artigo 7º inciso IV e a lei distrital em seu artigo 4º incisos IV e XXI, como forma de minimizar os impactos ambientais.

Assim, se as bases de uma Economia Circular passam por etapas e processos que otimizem o uso de materiais já em circulação, a tecnologia utilizada deve acompanhar essa tendência. Fontes de energia com impacto zero, e que possam ser renováveis também devem fazer parte do “radar” de instituições de forma a trazer ganhos substanciais para toda a sociedade e cadeia produtiva.

4.4.10. Ecoeficiência no ciclo produtivo

A Ecoeficiência no ciclo produtivo pode ser vista como um ponto de convergência no segundo e quinto princípios de Suárez-Eiroa et al. (2019). No primeiro, os autores enfatizam que a produção de resíduos tecnológicos é minimizada/eliminada e a taxa de emissão de resíduos biológicos é ajustada aos níveis adequados em razão de ajustes das saídas do sistema às taxas de absorção. No segundo, a quantidade total de recursos que circulam dentro do sistema é reduzida, ocasionando uma melhoria global do processo de produção e consumo.

Em ambos os casos, é notório que a busca pela eficiência deve ser uma constante do setor produtivo. Essa busca não se consolida somente no campo econômico-financeiro, mas também, de ganhos percebidos e danos causados ao meio ambiente. O reuso de materiais, utilização de fontes renováveis de energia e a capacitação de colaboradores cada vez mais engajados com a causa da sustentabilidade, são ações que possuem um alinhamento com a Economia Circular e que precisam fazer parte do contexto de planejamento estratégico das organizações.

No aspecto da lei 12.305/2010, a Ecoeficiência está presente nos artigos 6º inciso V e no artigo 7º inciso III. Já na PDRS, é apresentada no artigo 3º inciso V e no artigo 4º inciso III. Respectivamente, são apresentados o Desenvolvimento Sustentável e o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços. Assim, é possível perceber que tanto a nível federal quanto local, a ecoeficiência se consagra como uma importante vantagem competitiva e estratégica que deve ser adotada pelas empresas independente do ramo ou setor de atividade que atua. Da mesma forma, a ideia pode e deve ser aplicada aos consumidores como medida de otimização do consumo e redução do volume de materiais descartados na natureza, trazendo benefícios presentes e futuros pelas baixas taxas de resíduos que são gerados.

4.4.11. Ciclos técnicos e logística reversa

O terceiro princípio circular do Circle Economy (2022) enfatiza que os fluxos de resíduos são utilizados como fonte de recursos secundários e recuperados para reutilização e reciclagem. Ele vai ao encontro do segundo princípio proposto por Ellen MacArthur Foundation (2022) que destaca a manutenção de materiais e componentes na economia por meio dos ciclos técnicos. Isso acontece por meio da reutilização, manutenção e remanufatura e pelo fato deles serem recolhidos em seu fim de vida de forma que possam ser reprocessados (reciclagem).

De fato, o reuso é uma parte importante e fundamental da Economia Circular, pois é por meio dele que se maximiza a utilização de produtos já existentes e circundantes na economia, permite a redução da pegada ecológica de matrizes naturais e ainda traz uma longevidade para áreas de disposição final de rejeitos, tecnicamente conhecidos como aterros sanitários.

Quanto à PNRS, essa temática é abordada, inicialmente, no art. 6º incisos VII e VIII. São abordadas, respectivamente, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e o reconhecimento do resíduo sólido como reutilizável e reciclável que serve como um bem, de valor social e econômico. O alinhamento é percebido no momento em que as abordagens dão importância para o bem já utilizado, servindo tanto como matéria-prima para outros produtos quanto reinserido no mercado pelo simples fato de poder ser usado novamente. O ponto central do debate é mostrar para a sociedade que, não necessariamente depois de sua serventia, o produto deve ser descartado, mas sim, pensar em qual ação deve ser tomada, de forma que o descarte seja a última opção.

Além do art. 6º, a ideia de recuperação, reuso e reciclagem está presente no art. 7º incisos II e VI, em que são apresentadas a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final dos Resíduos Sólidos e, respectivamente, o incentivo à indústria da reciclagem como mecanismo de incentivo ao uso de materiais.

No art. 8º inciso III, a lei apresenta a Coleta Seletiva, os sistemas de Logística Reversa e outras ferramentas de compartilhamento de responsabilidades. Isso mostra que a realização dessas ações não pode ser feita de maneira isolada, mas sim, com a colaboração de todos os atores sociais envolvidos, sejam geradores ou processadores.

O art. 9º, por sua vez, traz a ordem de prioridade que deve ser seguida nas tratativas de gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos, a saber: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Por fim, o art. 33 da PNRS, o art. 5º inciso III e o caput do art. 26 da PDRS dão ênfase à Logística Reversa e apresentam a obrigatoriedade que fabricantes, importadores,

distribuidores e comerciantes têm de fazê-la, apesar de não retratar ainda a realidade do país, uma vez que os índices de processamento de materiais por meio da reciclagem são baixos e com grande potencial no âmbito da cadeia produtiva.

Por outro lado, a PDRS trata dos ciclos técnicos no artigo 4º incisos II e VI em que, respectivamente, abordam a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de Resíduos Sólidos, a disposição final e o incentivo à reciclagem com o intuito de estimular o uso de matérias-primas derivadas de materiais reciclados e recicláveis.

4.4.12. Fluxos circulares

O quinto princípio do Circle Economy (2022) traz para o debate o pensar em sistemas durante o processo de *design*, usar os materiais certos, projetar para uma vida útil adequada e usar o futuro de maneira prolongada. O pensamento no todo permite ampliar as capacidades dos atores sociais em agir proativamente diante de problemas relacionados aos Resíduos Sólidos Urbanos. Da mesma forma, projetistas podem criar e desenvolver produtos que tenham uma vida útil mais longa, que possam ser fabricados com materiais reciclados e que, em seu fim de vida, possam ser desmontados e reutilizados em outros itens com serventias diversas. A ideia central aqui é otimizar uso de materiais em circulação de forma que os fluxos circulares possam ser os mais longos possíveis.

Na mesma linha, o terceiro princípio de Tonelli e Cristoni (2019) aborda a importância do desenvolvimento de capacidades para a criação de fluxos circulares de materiais e produtos, ou seja, aproveitar as habilidades de profissionais criativos que possam pensar em itens de alto valor e que tenham a máxima capacidade de uso, de forma que possam perdurar o maior tempo possível no ciclo econômico.

O art. 6º inciso III da PNRS e o art. 3º inciso III da PDRS abordam a visão sistêmica na tratativa dos Resíduos Sólidos de forma que se considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública. Já os artigos 7º e 4º inciso VII, respectivamente da PNRS e PDRS, apresentam a gestão integrada dos Resíduos Sólidos e o art. 8º nos incisos VII e VIII a importância da pesquisa científica como mecanismo de inovação e a Educação Ambiental como instrumento essencial de conscientização junto aos atores sociais.

4.4.13. Resiliência e Desenvolvimento Sustentável

O terceiro princípio proposto por Ellen MacArthur Foundation (2022) enfatiza que os nutrientes são devolvidos ao meio ambiente para regenerar os ecossistemas naturais por meio dos ciclos biológicos e, por isso, são processados pela compostagem ou reincorporados à natureza pela decomposição.

Alinhado com essa perspectiva, Weetman (2019) propõe que nos sistemas vivos não existe desperdício, pois os restos de uma espécie se tornam alimento de outra. Neste caso, os ciclos biológicos prevalecem e a natureza desempenha o papel de equilibrar as forças e manter o estado de conservação natural.

O ponto de convergência identificado na PNRS e na PDRS está relacionado ao Desenvolvimento Sustentável que é identificado no art. 6º inciso IV da lei federal e no art. 3º inciso IV da lei distrital. Isso se justifica porque, de acordo com Sachs (1993), a dimensão ecológica do ecodesenvolvimento propõe a redução do volume de resíduos e de poluição, por meio da conservação de energia e de recursos de reciclagem, inferindo que tanto a natureza quanto os seres humanos possuem capacidades de tratar os resíduos orgânicos, sejam por meio da absorção natural ou pela compostagem.

4.4.14. Conectividade e modelos de negócio sustentáveis

O quarto princípio circular proposto pelo Circle Economy (2022) traz para o debate a ideia de novos modelos de negócio que desfoçam a distinção entre produtos e serviços, ou seja, a transformação de produtos físicos em produtos intangíveis que, ao final, criam mais valor e alinham incentivos. A título de exemplo é possível citar o case da Philips que vê a transição da Economia Linear para a Economia Circular como condição fronteira necessária para um mundo sustentável, uma vez que inovações circulares em reutilização de materiais, componentes e produtos, assim como novos modelos de negócio, baseados em soluções e serviços, criam valor ao reduzirem custos e ampliar mercados. A empresa apresenta a solução *pay-per-lux* para iluminações em LED. Ao invés de vender lâmpadas, ela vende luz como serviço e se responsabiliza pelo desempenho da iluminação (Weetman, 2019).

Por outro lado, o quarto princípio preconizado por Weetman (2019) aborda a necessidade e importância de ligar pessoas, ideias e lugares para criar oportunidades.

A proposta de desmaterialização da economia é totalmente coerente com os princípios descritos acima. Isso porque com o advento de novas tecnologias como a Inteligência Artificial,

Big Data e Internet das Coisas, a relação entre empresas e consumidor tem sofrido alterações significativas, inclusive comportamentais. Com pessoas cada vez mais conectadas e integradas, as empresas precisam se reinventar constantemente de forma a agregar valor àquilo que vende (seja produto ou serviço), de modo a atender as necessidades contemporâneas sem causar danos ao meio ambiente.

Do ponto de vista de lei 12.305/2010, esses princípios podem ser observados no art. 6º inciso IX, no art. 7º incisos XII e XIV e também no art. 8º incisos IV, VI, VIII e IX. Já na lei distrital 5.418/2014, estão presentes no art. 4º incisos XIV, XXVIII e XXIX e no art. 5º incisos VI e IX.

Primeiramente, tem-se no art. 6º inciso IX da PNRS o respeito às diversidades locais e regionais. Nesse ponto, é possível inferir que a atenção dada para pessoas ou populações que tenham suas culturas próprias, aumentam as chances para que empresas desenvolvam soluções que atendam necessidades específicas. Isso pode otimizar o consumo e reduzir a oferta de resíduos, principalmente se o produto for intangível.

Já o art. 7º inciso XII mostra a integração dos catadores nas ações que envolvem a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Por estarem na “ponta” do processo, eles possuem muito conhecimento de campo e podem corroborar com ideias para sanar problemas relacionados aos Resíduos Sólidos. Já o inciso XIV tem um foco maior nas empresas e salienta a importância do incentivo ao desenvolvimento de Sistemas de Gestão Ambiental que estejam voltados para a melhoria de processos produtivos com reaproveitamento de resíduos. Na mesma linha, o artigo 4º inciso XIV da PDRS apresenta a necessidade do incentivo ao desenvolvimento de Sistemas de Gestão Ambiental e empresarial que estejam voltados para a melhoria dos processos produtivos, especialmente nos Resíduos Sólidos. Os incisos XXVIII e XXIX, respectivamente, incentivam a criação de programas que priorizem o catador como importante agente de limpeza/Coleta Seletiva e a implementação do selo verde aos produtores. A participação de atores sociais como cooperativas/associações de catadores é importante para o sucesso de programas de Economia Circular que possam ser desenvolvidos e aplicados pela iniciativa pública e/ou privada, pois consistem em agentes que coletam e processam os materiais na fase do pós-consumo, trazendo valorização aos recicláveis que, uma vez reprocessados, podem ser reinseridos no ciclo produtivo na forma de outros produtos.

O art. 5º incisos VI e IX da PDRS aborda a necessidade de cooperação técnica entre os setores público e privado para o desenvolvimento de novos processos que estimulem as tratativas com os Resíduos Sólidos. Isso pode ocorrer por meio de incentivos fiscais, financeiros e creditícios.

O art. 8º inciso IV traz o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas e associações de catadores. Da mesma forma que os catadores podem contribuir significativamente com as empresas, as instituições para as quais eles trabalham, também. O inciso VI trata da cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado cujo objetivo é promover parcerias voltadas para a pesquisa e desenvolvimento de produtos, processos, métodos e tecnologias que possam maximizar as taxas de reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos. A Educação Ambiental é considerada no inciso VIII no mesmo artigo e age como um indispensável instrumento de sensibilização e conscientização para as causas dos resíduos. Por fim, tem-se o inciso IX que aborda os incentivos fiscais, financeiros e creditícios que visam dar apoio e subsídio para projetos e inovações que possam corroborar com medidas sustentáveis de combate ao desperdício e consumo exacerbado.

4.4.15. Cooperação e tecnologia

O sexto princípio do Circle Economy (2022) aborda o aspecto da tecnologia no contexto da Economia Circular. Para ele, o rastreamento, a otimização do uso de recursos e ligações fortes entre atores pertencentes à cadeia de abastecimento por meios tecnológicos deve ocorrer constantemente. De fato, a cooperação entre empresas, consumidores e instituições governamentais deve ser estimulada para que os demais atores sociais percebam a importância da circularidade de materiais nos fluxos logísticos e corroborem para sua execução e prática.

A PNRS, em seu art. 7º inciso XII, apresenta a integração dos catadores com a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e, na mesma perspectiva, o artigo 4º inciso VII da política distrital, salienta a gestão integrada dos Resíduos Sólidos. Como discutido anteriormente, os catadores desempenham um papel fundamental no processo de implementação e implantação da Economia Circular, uma vez que atuam diretamente na coleta de materiais que podem vir a incorporar o ciclo reverso da cadeia produtiva. Na mesma linha, tem-se o art. 8º inciso IV da lei federal e o artigo 5º inciso IV da PDRS que abordam a necessidade de criação de instituições conectadas com os catadores (cooperativas e associações).

Dessa forma, a criação e o desenvolvimento de ferramentas tecnológicas capazes de aprimorar as atividades desempenhadas por catadores, cooperativas e demais atores sociais pode integrar estratégias que ampliem a prática dos princípios da Economia Circular nos fluxos

econômicos, convertendo modelos lineares de produção e consumo em modelos circulares sustentáveis e inovadores.

Da mesma forma, incentivar processos integrativos entre os atores sociais como empresas, poder público, cooperativas e população pode constituir uma alternativa eficaz no combate ao desperdício e ao desenvolvimento da Economia Circular porque amplia o debate dos problemas encadeados pelos Resíduos Sólidos em uma escala meso e macro do contexto socioeconômico. Assim, as possibilidades de soluções para os problemas locais são potencializadas a partir de uma visão holística-sistêmica, em que as partes interagem entre si para alcançar objetivos previamente definidos e, podendo ser um deles, a incorporação dos princípios da Economia Circular em todo o ciclo produtivo.

4.4.16. Consumo sustentável

Com o objetivo de construir um modelo sustentável de consumo, o primeiro princípio de Suárez-Eiroa et al. (2019) salienta a importância do ajuste das taxas de entrada com as de regeneração do sistema produtivo. Isso é possível pela redução do uso de recursos não renováveis e pela otimização do uso dos recursos renováveis, ajustados para os níveis ideais de produção. Para isso, a demanda deve estar sob controle, promovida por um consumo inteligente, desenvolvido por uma população consciente, que sabe de suas necessidades e das consequências trazidas pelo consumo excessivo.

Os art. 6º e 3º, respectivamente da PNRS e PDRS, ambos no inciso V, tratam da ecoeficiência e o art. 7º da PNRS e 4º da PDRS, os dois no inciso III, abordam o estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo. Neste caso, é possível perceber um total alinhamento do princípio circular de Suárez-Eiroa com a lei nacional. Isso fica claro quando, em ambos os casos, o consumo sustentável surge como ponto de intersecção.

4.4.17. Gestão eficaz

O fechamento do sistema é o terceiro princípio de Suárez-Eiroa et al. (2019). A ideia é promover uma conexão entre a Gestão de Resíduos Sólidos com a aquisição de recursos, ou seja, trata da possibilidade de gerar economia por meio de compras mais eficazes, que gerem menos resíduos se for feita a aquisição de materiais recicláveis, com baixo ciclo de vida e que possam ser facilmente reutilizados.

No art. 7º da PNRS e no art. 4º da PDRS, nos incisos VII e XIV, tem-se respectivamente a gestão integrada de Resíduos Sólidos e o incentivo ao desenvolvimento de Sistemas de Gestão Ambiental e empresarial voltados para a melhoria de processos. A complemento desta ideia, aparece no inciso XIX do art. 4º da lei distrital a necessidade do fortalecimento das instituições, com o intuito de fortalecer a gestão sustentável dos Resíduos Sólidos com o desenvolvimento de ações como o selo verde. Além disso, tem-se o art. 5º inciso XXI da PDRS que apresenta, como instrumento, os programas de incentivo à adoção de Sistemas de Gestão Ambiental por parte das empresas.

Como consequência positiva, tem-se a possibilidade de reaproveitamento de materiais recicláveis, o aproveitamento energético e a inovação, por meio da criação e desenvolvimento de novos produtos cuja matéria-prima se encontra nos materiais passíveis de reciclagem.

A promoção de modelos de gestão mais eficientes, inovadores e pautados em princípios circulares, deve ser uma prática recorrente em instituições públicas e privadas de forma a criar subsídios para os demais atores sociais com o intuito de transformar a Economia Circular em um novo paradigma econômico.

4.4.18. Participação social para a geração de valor

O segundo princípio circular preconizado por Weetman (2019) está conectado com a construção de resiliência por meio da diversidade, ou seja, o seu uso é um reforço para a saúde global do sistema, o que acaba criando resiliência.

Essa ideia surge nos art. 6º e 3º, respectivamente da PNRS e PDRS, ambas no inciso III, que propõem a visão sistêmica na gestão dos Resíduos Sólidos considerando as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública, ou seja, a visão do todo, permite aos atores sociais ampliarem a percepção do certo e do errado sob a perspectiva da gestão de resíduos, podendo assim, assumir práticas sustentáveis que levem a Economia Linear ao patamar da Economia Circular

4.4.19. Ausência explícita de elementos da Economia Circular (Lacunas 1 e 2)

O sexto princípio da Economia Circular do The British Standards Institution (2017) aborda que a utilização de práticas circulares e de sustentabilidade deve ser feita de forma transparente, precisa, oportuna, honesta e completa. Na mesma linha, tem-se, também, o sexto

princípio de Suárez-Eiroa *et al.* (2019) que afirma a necessidade em se passar de um modelo linear de produção e consumo para um modelo circular.

Em ambos os casos, não se percebe uma conexão direta com nenhum artigo da PNRS e nem da PDRS. Isso mostra que, explicitamente, as leis não estão conectadas diretamente com a Economia Circular, o que demonstra uma necessidade de ampliação do debate entre os atores sociais envolvidos na Gestão de Resíduos Sólidos para que essa incorporação ocorra.

Os demais princípios identificados na seção 2.4 do presente trabalho possuem pontos que “tangenciam” as políticas nacional e distrital de Gestão de Resíduos Sólidos, evidenciando que o debate está no caminho certo, porém, ainda distante da realidade. Isso mostra a importância da ampliação das discussões e debates acerca dos temas resíduos e Economia Circular, de forma que possam ser incorporados de maneira definitiva pelos atores sociais participantes do processo.

A título de exemplo cita-se a China, que tem procurado desenvolver políticas públicas voltadas para a Economia Circular desde os anos 2000 e tornaram-se mais abrangentes ao longo do tempo com o envolvimento do governo, empresas e sociedade, com a criação de muitas oportunidades de reciclagem, além de um grande aprendizado com a comunidade internacional. Algumas dessas políticas estão voltadas para recursos, produção, desperdício e para o ciclo de vida (Zhu *et al.*, 2018).

Por outro lado, a União Europeia possui um plano de ação proposto no ano de 2015 que facilitou a prática da Economia Circular em vários setores devido a políticas e regulamentos governamentais. Também, auxiliou na construção de uma infraestrutura necessária que forneceu um impulso tecnológico para aumentar o crescimento sustentável na região. A reciclagem tem sido a estratégia circular mais utilizada para o retorno dos materiais a partir do pós-consumo. As indústrias de eletroeletrônicos e de construção são as pioneiras na implementação de práticas de Economia Circular, além de iniciativas governamentais e órgãos administrativos regionais (Mhatre *et al.*, 2020).

Contudo, Guarnieri; Cerqueira-Streit e Batista (2020) salientam que algumas inovações foram estabelecidas pela PNRS como o princípio da responsabilidade compartilhada na gestão de resíduos entre os atores da cadeia de suprimentos, a adoção da logística reversa que permite implementar o circuito fechado de materiais e a inclusão dos catadores de recicláveis no sistema. Além disso, a lei criou a obrigatoriedade da Logística Reversa para diversos tipos de materiais, dos quais se destacam as embalagens.

Da mesma forma, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) enfatiza a importância do efetivo cumprimento da PNRS para uma transição do Brasil para a Economia Circular (CNI, 2019). O mesmo cabe ao Distrito Federal no que se refere à PDRS.

De fato, tanto a PNRS quanto a PDRS precisam ser implementadas em sua plenitude para que a Economia Circular possa “ganhar terreno”. Mesmo que os princípios acima identificados não apontem para uma aderência no contexto destas leis, o seu cumprimento é uma condição *sine qua non*.

Os resultados apresentados pelo NVivo 11 mostram que existe a necessidade urgente em se criar uma política específica da Economia Circular no Brasil que seja moderna, coerente com a realidade do país e alinhada com os ODS. Além disso, estabelecer responsabilidades para a população, setor empresarial e governo deve estar mais evidente. Isso, certamente, sem excluir as atuais políticas nacional e distrital dos RS.

Assim, é possível inferir que a transição para uma economia baseada nos princípios da Economia Circular só é possível quando facilitada por políticas de governo, com a implementação de infraestrutura, disponibilidade tecnológica, conscientização e cooperação de todos os atores sociais envolvidos no processo.

5. DISTRITO FEDERAL, RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS E ECONOMIA CIRCULAR: PERCEPÇÃO DOS ATORES SOCIAIS

O presente capítulo, em sua primeira parte, apresenta uma breve contextualização do Distrito Federal e segue com a descrição do atual sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos por meio do funcionamento da estrutura do SLU.

A percepção dos atores sociais a respeito do atual modelo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e seus conhecimentos sobre Economia Circular é apresentada na segunda parte.

5.1. Breve contextualização do Distrito Federal

O Distrito Federal tem sua origem na transferência da capital do Brasil para o interior, visando evitar ataques pelo mar. Propostas nesse sentido começaram durante o Brasil Colônia, ganhando força em 1823. A concretização da ideia iniciou-se em 1891, quando a área do Planalto Central foi incluída na Constituição. A Missão Cruls, em 1922, demarcou a região e a construção de Brasília começou em 1956, sob a supervisão da Companhia Urbanizadora da Nova Capital (Novacap) e o arquiteto Lúcio Costa (GDF, 2022).

A cidade foi inaugurada em 1960, sendo projetada com um plano urbano inovador, destacando-se pelo Eixo Monumental, destinado a prédios públicos, e o Eixo Rodoviário, conectando áreas residenciais. Arquitetos, como Niemeyer, contribuíram para a construção de monumentos icônicos. A escolha do dia 21 de abril para a inauguração relacionou-se à morte de Tiradentes, simbolizando a liberdade (GDF, 2022).

Na caracterização do Distrito Federal, aspectos físicos incluem localização, clima tropical, bioma Cerrado e uso do solo. A região enfrenta desafios relacionados à ocupação irregular, impactando a biodiversidade. O Distrito Federal abrange 35 Regiões Administrativas (RAs) e possui legislação específica, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei de Uso e Ocupação do Solo – Luos).

Aspectos antrópicos consideram população, economia, educação, saúde e segurança pública. A população do Distrito Federal, em 2019, era de 2,81 milhões de habitantes, com crescimento constante e envelhecimento populacional (IBGE, 2023). A economia destaca-se como a oitava maior do país, com PIB per capita elevado, mas enfrenta desigualdades socioeconômicas entre as RAs (GDF, 2022).

O sistema educacional possui bons indicadores, com baixa taxa de analfabetismo e elevada presença de formação de nível superior. A saúde pública possui ampla cobertura por meio de hospitais e Unidades Básicas de Saúde (UBS) e a segurança é responsabilidade da Secretaria de Segurança Pública do Distrito Federal (SSP-DF) (GDF, 2022).

A infraestrutura abrange o abastecimento de água, tratamento de esgoto, sistema elétrico, sistema viário e mobilidade. O Distrito Federal enfrenta desafios na Gestão de Resíduos Sólidos, com altas taxas de geração, sendo necessária uma abordagem sustentável (GDF, 2022).

5.2. Os Resíduos Sólidos do Distrito Federal

Esta seção se propôs a apresentar a dinâmica dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal. Inicialmente, foi realizada uma contextualização e classificação dos resíduos.

Em seguida, foi abordada a estrutura de funcionamento do Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU-DF) como órgão gestor. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental em fontes secundárias disponíveis ao público, tais como sítios eletrônicos do GDF e relatórios técnicos do SLU.

Por fim, foram evidenciadas as etapas de gerenciamento dos resíduos como acondicionamento, coleta, transporte, destinação final, transbordo e disposição final. Neste ponto, destaca-se o papel das cooperativas de catadores como organizações relevantes para o bom andamento do processo.

5.2.1. Contextualização

A gestão, o manejo e o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal são de responsabilidade do SLU-DF. Entre os tipos de resíduos que ele gere estão: a) domiciliares; b) de varrição e c) construção civil até o volume de 1m³ (SLU, 2023). Mais detalhes sobre sua estrutura organizacional, competências e atribuições são discutidas na próxima subseção.

Contudo, os serviços de coleta, varrição, tratamento e disposição dos Resíduos Sólidos domiciliares das 35 RAs são efetivamente realizados por empresas terceirizadas (SLU, 2023). Para isso, elas são especializadas no contexto das atividades para as quais são contratadas.

Em 2020, no âmbito do Distrito Federal, foram coletadas 787.733 toneladas de resíduos por meio da coleta convencional e mais 17.273 toneladas pela Coleta Seletiva, totalizando

805.006 toneladas (SLU, 2023). Em termos percentuais, a Coleta Seletiva representou apenas 2,14% do total. A partir desse montante, 20.621,83 toneladas de material reciclável (papel, papelão, plásticos e vidros) foram triados e comercializados pelas cooperativas de catadores¹⁸ contratadas pelo SLU. Além disso, 228.421,68 toneladas de resíduos orgânicos foram processados em duas Usinas de Tratamento Mecânico-Biológico (UTMB), cujo resultado foi 61.975,02 toneladas de composto (SLU, 2021). Para o ano de 2022, os percentuais melhoraram um pouco, sendo: a taxa de materiais reciclados de 5,27%, a de orgânicos recuperados pela compostagem 13,78% e a Coleta Seletiva 5,40%. De fato, este é um valor bastante reduzido considerando que a área de cobertura da Coleta Seletiva no Distrito Federal é acima de 90% (Distrito Federal, 2023a).

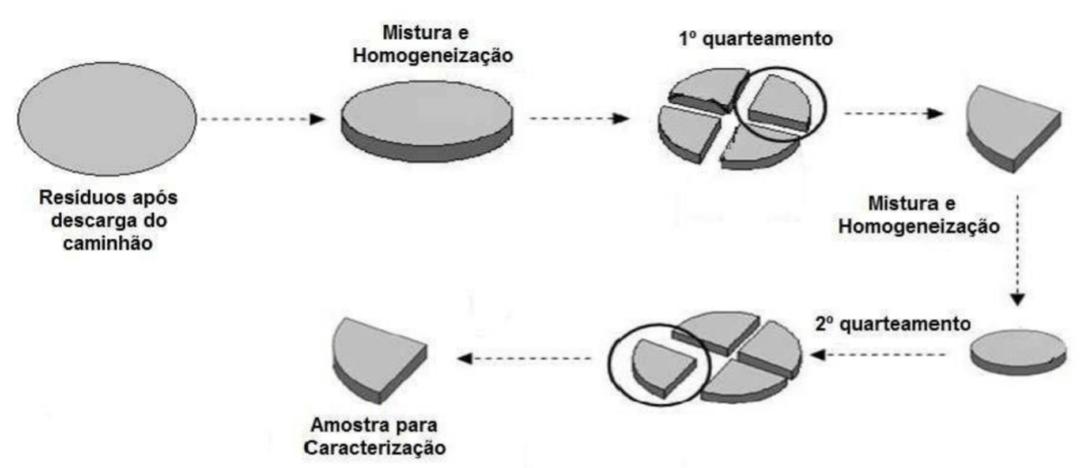
Entre as atividades desenvolvidas pelo SLU, com o intuito de aperfeiçoar o sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos, destaca-se a análise gravimétrica ou gravimetria que consiste no processo utilizado para determinar as frações percentuais dos tipos de Resíduos Sólidos. Por meio de um método quali-quantitativo, é possível indicar o tratamento mais adequado para cada tipo de material (SLU, 2023).

A coleta convencional e seletiva é realizada por três empresas especializadas. Cada uma é responsável pelo que o SLU chama de Lotes (1, 2 e 3) que abrangem as 35 RAs do Distrito Federal (SLU, 2023).

Para a realização da gravimetria, o SLU utiliza a metodologia presente na ABNT NBR 10.007:2004 (Amostragem de Resíduos Sólidos) com as devidas adaptações. Tal método propõe o quarteamento de amostras com as respectivas análises. O esquema representativo desse modelo pode ser visto na Figura 42.

¹⁸ De acordo com SLU (2023), os serviços de Coleta Seletiva e triagem nas Instalações de Recuperação de Resíduos (IRR) foram suspensos em março de 2020 em virtude da pandemia do COVID-19. As atividades foram retomadas pelas associações e cooperativas em 30 de maio do mesmo ano mediante apresentação de um plano de prevenção e segurança de riscos, avaliado e devidamente autorizado pela Subsecretaria de Vigilância em Saúde do Distrito Federal. Ao final, o referido plano foi aprovado pelo SLU.

Figura 42 – Quarteamento de amostra para análise gravimétrica dos RSU do DF



Fonte: SLU (2023).

Inicialmente, o veículo transportador de resíduos chega ao local de amostragem. Em seguida ocorre a sua pesagem e o despejo do material (Figura 43). O próximo passo é o espalhamento dos resíduos com uma pá carregadeira e a homogeneização do material para que seja feito o 1º quarteamento (Figura 44). A seguir é feita uma escolha aleatória de 2/4 do material e retirada dos 2/4 restantes. A segunda homogeneização é feita seguida do 2º quarteamento. Mais uma vez, o ciclo de remoção de mais 2/4 dos materiais se repete até que seja feita a sua separação por grupos e subgrupos (Figura 45). Ao final do processo, é feita a pesagem dos materiais pertencentes a esses grupos e subgrupos e anotados os respectivos pesos (Figura 46) (SLU, 2023).

Figura 43 – Descarga de resíduos



Fonte: Flora (2021).

Figura 44 – Quarteamento de amostra dos resíduos



Fonte: SLU (2023).

Figura 45 – Triagem dos resíduos

Fonte: SLU (2023).

Figura 46 – Pesagem do material

Fonte: Flora (2021).

Para a realização da gravimetria, são submetidos os serviços de: a) coleta convencional porta a porta (realizada para coletar os Resíduos Sólidos provenientes das atividades diárias em casas, apartamentos, condomínios e pequenos comércios); b) Coleta Seletiva porta a porta; c) rejeito das IRRs (galpões destinados às cooperativas para triagem de recicláveis); d) papa-lixo (contêiner semienterrado com capacidade de 5m³ destinada a atender a população que reside em locais de difícil acesso aos caminhões da coleta); e) LEVs (Local de Entrega Voluntária); f) unidades de transbordo de Resíduos Sólidos domiciliares (SLU, 2023). Importante destacar que toda essa logística será detalhada na subseção 5.2.4.

5.2.2. Classificação dos Resíduos Sólidos Urbanos

Para que as análises sobre os Resíduos Sólidos Urbanos sejam realizadas de maneira adequada, os materiais são classificados em grupos e subgrupos conforme o Quadro 17.

Quadro 17 – Tipologia e classes dos RSU praticados no DF

GRUPOS	SUBGRUPOS
Plástico	PET, plástico duro, plástico mole, plástico filme
Papel	Papel colorido, papel branco, papel misto, papelão, jornais, revistas e panfletos
Vidro	Vidro branco, vidro verde, âmbar, outros
Metal	Alumínio, metal ferroso, outros metais
Outros	Embalagem longa vida, isopor, tecido, roupas, borracha, couro
Matéria orgânica	Restos de comida e podas
Rejeitos	Areias, pedra, contaminantes biológicos (fraldas, papel higiênico, absorventes)

Fonte: SLU (2023).

Uma vez separados em grupos e subgrupos, os materiais são pesados e os dados inseridos em planilhas específicas. São levados em consideração o número de viagens, data da

coleta, tipo de amostra (seletiva, convencional, rejeito das IRRs, papa-lixo e LEVs), tipo de veículo, peso da coleta, peso específico (kg/m^3) e teor de umidade.

Por fim, ainda existem os resíduos sujeitos à Logística Reversa (PNRS, art. 33). No Distrito Federal, de acordo com a lei n.º 5.418/2014 eles fazem parte da seguinte categoria: a) agrotóxicos com seus resíduos e embalagens; b) pilhas e baterias; c) óleos lubrificantes e seus resíduos e embalagens; d) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio, vapor de mercúrio e de luz mista; e) produtos eletroeletrônicos e seus componentes; f) embalagens em geral; g) medicamentos (Distrito Federal, 2014).

5.2.3. A gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal

O instrumento legal de planejamento da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal é o PDGIRS (Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos). Sua finalidade básica é estabelecer e promover as ações necessárias para o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos gerados no Distrito Federal (Adasa, 2023).

Suas bases priorizam a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos Resíduos Sólidos, bem como a disposição final em aterros sanitários, seguindo o que estabelece a PNRS. Com isso, ele busca melhorar a qualidade de vida da população por meio da geração de emprego e renda. Isso se torna possível pelo retorno ao setor produtivo de materiais triados e separados de forma adequada na origem, aumentando assim a vida útil das áreas destinadas para a disposição final (Adasa, 2023) e o surgimento de novos modelos de negócio.

Em seu contexto, além dos Resíduos Sólidos convencionais, o PDGIRS contempla os especiais como os da saúde, os da construção civil e os industriais. Ele também aborda os que estão sujeitos à logística reversa como pilhas, baterias, lâmpadas e embalagens de agrotóxicos, cuja responsabilidade é compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana com o intuito de reduzir a geração e os impactos causados ao meio ambiente (Adasa, 2023).

O PDGIRS tem como objetivo dotar o Distrito Federal de instrumentos e mecanismos que favoreçam o desenvolvimento de estratégias duradouras e eficientes que garantam o acesso aos serviços de limpeza urbana e manejo dos Resíduos Sólidos. Esses serviços devem ser prestados a partir dos critérios da qualidade, equidade e continuidade por meio de metas participativas. A ideia, ao final, é promover a redução no volume de rejeitos aterrados, a valorização dos Resíduos Sólidos, um maior nível de reciclagem e compostagem (Adasa, 2023).

A participação dos atores sociais no processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal se destaca como sendo de grande importância, pois é por meio dela que ocorre a troca de ideias e a proposição de alternativas e soluções que promovam a segurança à saúde pública e a qualidade ambiental (Adasa, 2023). Cabe salientar que o PDGIRS possui um horizonte de vinte anos com revisão a cada 4. Ele foi aprovado pelo Decreto n.º 38.903 de 6 de março de 2018.

Os aspectos institucionais dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal são abordados na próxima subseção, em que é apresentada a estrutura de funcionamento do SLU. O arcabouço legal pertinente aos Resíduos Sólidos Urbanos é posto logo em seguida.

O SLU-DF foi criado pelo decreto n.º 76 de 3 de agosto de 1961 e transformado em autarquia do Distrito Federal pela lei n.º 660 de 27 de janeiro de 1994. É vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente (Sema) por meio do decreto n.º 41.693/2021, da lei distrital n.º 5.418/2014, da lei n.º 5.275/2013 e nos termos das leis federais n.º 11.445/2007 e 12.305/2010 (SLU, 2022). Sua principal função é promover a gestão da limpeza urbana e o manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos no âmbito do Distrito Federal.

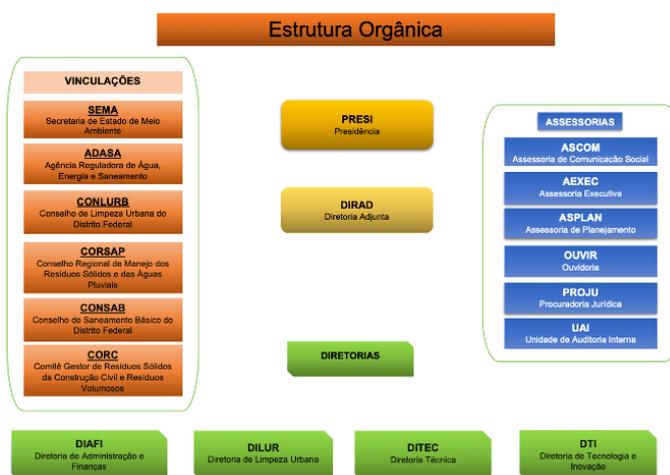
Entre os serviços prestados, destacam-se os seguintes:

- a) Coleta convencional e seletiva dos Resíduos Sólidos Urbanos;
- b) Coleta manual, mecanizada e transporte de entulhos;
- c) Varrição manual e mecanizada de vias e logradouros;
- d) Lavagem de vias, monumentos e equipamentos urbanos;
- e) Pintura manual e mecanizada de meio-fio;
- f) Catação manual de papéis e plásticos em áreas verdes;
- g) Transferência de rejeitos;
- h) Tratamento e destinação final de Resíduos Sólidos Urbanos;
- i) Remoção de animais mortos em vias públicas;
- j) Compostagem de resíduos orgânicos;
- k) Implantação e operação de pontos de entrega de materiais volumosos (papa entulhos);
- l) Implantação de contêineres semienterrados de 5m³ para acondicionamento de resíduos em locais de difícil acesso;
- m) Educação Ambiental e mobilização social para o correto manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos (SLU, 2022, p. 1).

Em termos de estrutura organizacional, o SLU é constituído de uma presidência (Presi), uma diretoria adjunta (Dirad) e outras diretorias: diretoria de administração e finanças (Diafi), diretoria de limpeza urbana (Dilur), diretoria técnica (Ditec) e diretoria de tecnologia e inovação (DTI). A autarquia possui vinculação com os seguintes órgãos: Secretaria de Estado de Meio Ambiente (Sema), a Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento (Adasa), o Conselho de Limpeza Urbana do Distrito Federal (Conlurb), o Conselho Regional de Manejo dos Resíduos Sólidos e das Águas Pluviais (Corsap), o Conselho de Saneamento Básico do Distrito

Federal (Consab) e com o Comitê Gestor de Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (Corc). Além disso, possui os seguintes órgãos assessores: Assessoria de Comunicação Social (Ascom), Assessoria Executiva (Aexec), Assessoria de Planejamento (Asplan), Ouvidoria (Ouvir), Procuradoria Jurídica (Proju) e Unidade de Auditoria Interna (UAI). Essa estrutura organizacional pode ser vista na Figura 47.

Figura 47 – Estrutura organizacional do SLU-DF



Fonte: SLU (2022).

O SLU exerce um papel estratégico no Distrito Federal por tratar de uma temática, considerada por muitos, de saúde pública: os Resíduos Sólidos. A gestão e o gerenciamento desses materiais devem ser feitos por órgão competente que, de fato, possa realizar as tratativas necessárias para evitar que problemas desencadeados sejam evitados e resolvidos.

Além disso, a instituição deve ser capaz de incorporar novas tecnologias e saberes que possam ampliar e aperfeiçoar o seu *modus operandi*, tornando-o mais eficiente e eficaz diante dos crescentes desafios que se apresentam constantemente como baixas taxas de reciclagem, altos índices de geração e encurtamento da vida útil do aterro sanitário.

No contexto dos princípios constitucionais que regem a administração pública, o SLU deve observar a seguinte ordem de prioridade no exercício de suas atividades: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos Resíduos Sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Percebe-se um alinhamento tanto com a PNRS quanto com o PDGIRS (Adasa, 2023).

De acordo o art. 3º da lei n.º 7.095 de 2 de abril de 2022 (Distrito Federal, 2023d) e sob a ótica da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, compete ao SLU:

- I. Promover a gestão da limpeza urbana e o manejo de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal mediante contrato de prestação de serviços ou concessão de serviço público, preferencialmente por meio de cooperativas ou associações de catadores de material reciclável;
- II. Exercer, em caráter privativo, a gestão do planejamento da execução das atividades públicas de interesse comuns relacionadas aos Resíduos Sólidos no Distrito Federal, desde que respeitadas as normas de saúde pública e de saúde do trabalhador que afetam a matéria;
- III. Implementar e executar as políticas e diretrizes referentes aos Resíduos Sólidos Urbanos e as normas relacionadas com suas competências;
- IV. Supervisionar, controlar e fiscalizar a execução dos serviços de limpeza urbana do Distrito Federal;
- V. Supervisionar, controlar e fiscalizar concorrentemente a destinação final sanitária dos Resíduos Sólidos coletados;
- VI. Praticar atos relativos a licitações e contratos administrativos, com base na lei federal n.º 14.133 de 1º de abril de 2021, e ao desenvolvimento das atividades correlatas;
- VII. Estabelecer, em conjunto com os órgãos reguladores, fiscalizadores e ambientais do Distrito Federal, as respectivas diretrizes para a fiscalização ostensiva da disposição dos Resíduos Sólidos Urbanos;
- VIII. Promover e participar de projetos e programas de orientação e Educação Ambiental de acordo com as diretrizes nacionais e distritais;
- IX. Elaborar, propor e executar atos relativos à proposta orçamentária e financeira para a execução das atividades de sua competência;
- X. Adquirir, alienar, arrendar, alugar e administrar seus bens e direitos;
- XI. Desempenhar outras atividades relacionadas à política de Resíduos Sólidos do Distrito Federal.

O quadro de pessoal do SLU é constituído por profissionais de carreira (servidores concursados e do quadro do GDF) e cargos comissionados (sem vínculo efetivo). O trabalho desenvolvido por eles se divide entre atividades fim (que atendem aos trabalhos finalísticos e principais do SLU) e meio (concentradas nas tarefas de apoio). Além deles, destacam-se profissionais requisitados de outros órgãos do governo local como Jovens Aprendizes¹⁹, Jovens Candangos²⁰, estagiários, terceirizados da Fundação de Amparo ao Trabalhador Preso (Funap) e terceirizados da Comissão Jovem (Distrito Federal, 2023a). O Quadro 18 apresenta o quantitativo de pessoal distribuído entre as atividades fim e meio.

¹⁹ A lei 10.097/2000 afirma que empresas de médio e grande porte devem contratar jovens com idade entre 14 e 24 anos como aprendizes (Fundação Roberto Marinho, 2023).

²⁰ Programa do GDF que visa promover a formação técnico-profissional por meio de atividades práticas e teóricas, compatíveis com o desenvolvimento físico, moral e psicológico do aprendiz, incorporando a aprendizagem à Administração Pública, que visa promover a convivência e fortalecimento de vínculos e garantir a promoção da integração dos jovens ao mercado de trabalho (Jovem Candango, 2023).

Quadro 18 – Quantitativo de pessoal distribuído entre as atividades fim e meio

Força de trabalho						
Servidores		Atividade meio		Atividade fim		Total
		Com cargo em comissão	Sem cargo em comissão	Com cargo em comissão	Sem cargo em comissão	
Efetivos (Quadro do GDF)		32	69	37	674	812
Comissionados (Sem vínculo efetivo)		65	0	16	0	81
Requisitados	Órgãos do GDF	17	0	1	0	18
	Órgãos Estaduais	0	0	0	0	0
	Órgãos do Governo Federal	0	0	0	0	0
Outros	Junta de controle	0	0	0	0	0
	Jovem aprendiz e Jovem Candango	0	9	0	22	31
	Estagiários	0	26	0	6	32
	Terceirizados (FUNAP)	0	6	0	0	6
	Terceirizados (Comissão Jovem)	0	50	0	5	55
Subtotal (Força de trabalho)		114	167	54	707	1035
(-) Cedidos para outros órgãos		0	0	0	207	207
Total SLU		114	167	54	500	828

Fonte: Distrito Federal (2023a).

As funções de nível estratégico também são ocupadas por profissionais com e sem cargos comissionados. Dentre eles destacam-se a Presidência, as Diretorias (Diafi, Dilur, Ditec e DTI), além da Procuradoria Jurídica (Distrito Federal, 2023a). O Quadro 19 apresenta os servidores por diretoria.

Quadro 19 – Quantitativo de pessoal distribuído nos cargos estratégicos

Diretorias	Com cargo	Sem cargo	Total
Presidência	36	10	46
Diafi	33	43	76
Dilur	54	674	728
DTI	18	3	21
Ditec	20	13	33
Procuradoria Jurídica	7	0	7
Total	168	743	911

Fonte: Distrito Federal (2023a).

É possível observar que a Diretoria de Limpeza Urbana (Dilur), possui o maior quantitativo de servidores alocados, com um total de 728, sendo deste 54 pessoas com cargo e 674 sem cargo. Isso pode ser explicado pelo fato de ser esta a atividade fim da organização.

Outra equipe de colaboradores que merece destaque são os colaboradores terceirizados que atuam nas unidades de processamento, recuperação, tratamento e disposição dos resíduos. Eles são apresentados no Quadro 20.

Quadro 20 – Equipe de terceirizados

Pessoal ASB, URE, Cooperativas, Associações, Usinas	Fiscal de piso	Op. máquina	Motorista	Encarregados	Serventes	Auxiliar operacional	Pessoal administrativo	Engenheiro	Catadores/ Triagem	Op. de painel	Orientador Operacional
Valor Ambiental (Operação e manutenção da URE)	56	16	27	0	30	3	2	1	0	0	0
Valor Ambiental (Usina L4 Sul)	0	6	0	0	11	3	0	1	0	3	0
Valor Ambiental (Usina PSul)	0	9	3	1	28	6	0	0	0	3	0
GAE (Operações e manutenção do ASB)	3	14	11	5	3	23	6	2	0	0	0
Hydros (Tratamento de chorume do ASB)	0	4	0	2	0	4	2	0	0	0	0
Total	59	49	41	8	72	39	10	4	0	6	0
Pessoal ASB, URE, Cooperativas, Associações, Usinas	Auxiliar de manutenção	Eletricista	Soldador	Mecânico	Gerente operacional	Técnico em Segurança do Trabalho	Assistente técnico	Fiscal de pesagem	Pintor, lavador, pedreiro, vigia, aux. almotar.	Químico	Total
Valor Ambiental (Operação e manutenção da URE)	3	2	1	8	0	1	1	1	4	0	156
Valor Ambiental (Usina L4 Sul)	5	2	2	5	0	3	2	3	0	0	46
Valor Ambiental (Usina PSul)	7	4	2	5	0	2	0	3	7	1	81
GAE (Operações e manutenção do ASB)	1	0	0	0	0	1	1	3	8	0	81
Hydros (Tratamento de chorume do ASB)	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	14
Total	16	8	5	18	1	7	5	10	19	1	378

Fonte: Distrito Federal (2023a).

O pessoal terceirizado ocupa um papel importante em todo o processo. A empresa Valor Ambiental, possui alocado em diversas áreas, 156 colaboradores de um montante de 378. Isso representa cerca de 41,23% do total.

Por fim, tem-se os funcionários e cooperados terceirizados. No contexto do sistema, eles atuam nas áreas operacionais e de apoio. Três empresas atuam no trabalho da coleta convencional e limpeza urbana. São elas a Valor Ambiental (responsável pelo Lote I), a Sustentare (Lote II), a Suma (Lote III) e a Belfort (Resíduos do Serviço de Saúde – RSS) (Distrito Federal, 2023a). O Quadro 21 apresenta estas empresas com os respectivos quadros funcionais. A tarefa dessa equipe é realizar a limpeza urbana do Distrito Federal.

Quadro 21 – Empresas com os respectivos quadros funcionais

Pessoal envolvido na limpeza urbana														
PESSOAL LIMPEZA URBANA	Gari (varrição)	Coletor	Ajudante	Monitor Supervisor	Catador	Operador de máquina	Motorista		Diversos	Engenheiro e Técnico em Seg. do Trabalho	Médico, enfermeiro e auxiliar do Trabalho	Adm. Coordenação	Diversos	Total
							Coleta	Outras atividades						
Valor Ambiental (Lote I) *	957	264	0	53	0	24	172		0	5	3	32	118	1628
Sustentare (Lote II) *	913	216	0	18	0	5	148		0	5	2	43	82	1432
SUMA (Lote III) *	552	272	328	33	0	13	191		0	5	2	8	164	1568
Belfort (RSS)	0	4	14	0	0	4	8		0	0	0	0	6	36
Total	2422	756	342	104	0	46	519		0	15	7	83	370	4664

* Coleta convencional e limpeza urbana.

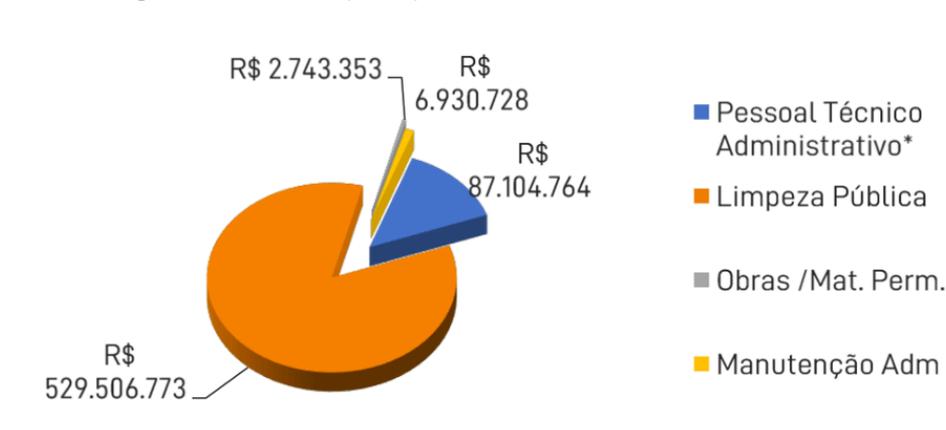
Fonte: Distrito Federal (2023a).

Atualmente, a Valor Ambiental é a empresa terceirizada com maior quantitativo de pessoal envolvido no processo de limpeza urbana no Distrito Federal. De um total de 4.664

colaboradores, ela possui 1.628, o que representa 34,91%. Por outro lado, a empresa com menor volume é a Berlfort, com cerca de 36 colaboradores, representando 0,77% do total.

Para cumprir com todos os seus compromissos o SLU, em 2022, teve um orçamento de R\$ 626.285.618,00 com uma média mensal de R\$ 69.587.291,00. Dentre as áreas que fizeram uso desses recursos estão o pessoal técnico administrativo, limpeza pública, obras e manutenção (Distrito Federal, 2023a). A Figura 48 apresenta a distribuição dos valores para o ano de 2022.

Figura 48 – Distribuição orçamentária dos recursos do SLU em 2022



Fonte: Distrito Federal (2023a).

Observa-se que a maior parte dos valores são destinados aos serviços de limpeza pública. Isso corresponde a 84,54% do total, evidenciando o uso efetivo na atividade fim da instituição.

Dentre as várias atividades que o SLU desempenha, destacam-se aquelas voltadas para a gestão de contratos de prestação de serviços. O quantitativo por categoria pode ser visualizado no Quadro 22.

Quadro 22 – Contratos administrados pelo SLU em 2022

N.º	Categoria do contrato	N.º de contratos
1	Manutenção administrativa	30
2	Obras	3
3	Aquisição de equipamentos	3
4	Serviços terceirizados	7
5	Coleta convencional	9
6	Coleta Seletiva e triagem	43
Total		95

Fonte: Distrito Federal (2023a).

Das atividades contratadas pelo SLU em 2022, a que mais esteve presente foi a atividade de Coleta Seletiva e triagem com 45,26% do total, seguido de manutenção administrativa com 31,57% e em terceiro lugar contratos de coleta convencional com 9,47%.

Vale ressaltar o papel do órgão regulador do sistema, que é a Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento (Adasa). Ela foi criada em 2004 por meio da Lei Distrital n.º 3.365. Contudo, em 2008, houve sua reestruturação pela Lei Distrital n.º 4.285. Ela passou a ser chamada de Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (Distrito Federal, 2020).

O art. 5º, inciso II da referida lei, expressa as áreas de atuação da Adasa. No inciso c, é posto que ela deve atuar na limpeza urbana e manejo de Resíduos Sólidos. Em termos de estrutura organizacional, a área responsável pelos resíduos é a Superintendência de Resíduos Sólidos, Gás e Energia.

Outro importante agente do sistema é a antiga Agência de Fiscalização do Distrito Federal (Agefis). Criada em 2008 pela Lei Distrital n.º 4.150/2008, ela é uma autarquia com autonomia administrativa e financeira e é vinculada à Secretaria de Estado do GDF (Adasa, 2023).

Em 2019, ela passou por mudanças com a entrada do governo à época e recebeu outra denominação: Secretaria de Estado de Proteção da Ordem Urbanística do Distrito Federal (DF Legal). Essa alteração se deu pela lei n.º 6.302/2019 (DFLegal, 2023).

A sua nova missão institucional é promover o crescimento ordenado da cidade no contexto da legalidade. Ela possui autonomia em suas ações de fiscalização com um perfil que busca a mediação e conciliação de conflitos, além de atuar de forma conjunta com outros órgãos do governo (DFLegal, 2023).

Dentre suas várias competências, duas se destacam no contexto dos Resíduos Sólidos Urbanos: a primeira, de maneira um pouco indireta, é “supervisionar, planejar, coordenar e promover ações que garantam a proteção da ordem urbanística, fundiária e ambiental, por meio de ações e práticas estratégicas de controle e de combate ao uso, ocupação e parcelamento irregular do solo” (DFLegal, 2023). Essa relação com os resíduos ocorre a partir do momento que o DF Legal atua com o intuito de impedir que a cidade cresça de maneira desordenada, o que acaba gerando mais resíduos por meio do assentamento de novas moradias irregulares.

A segunda competência do DF Legal é “zelar pela proteção das vias e logradouros públicos, visando à higienização das áreas urbanas e rurais do Distrito Federal, bem como aplicar todas as sanções previstas em lei” (DFLegal, 2023). Nesse caso em específico e de

maneira mais direta com os RS, a instituição aplica os preceitos legais de forma a garantir que o sistema funcione de maneira adequada com foco na ordem pública.

Outro órgão que atua no tocante à gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal é a Sema-DF. Inicialmente, a sua denominação era Semarh (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos) e foi criada pelo art. 25 do Decreto Distrital n.º 32.716/2011. Contudo, em 2015, o Decreto n.º 36.236 altera sua identidade para Sema-DF, evidenciando entre suas principais atribuições a proteção, conservação e preservação do meio ambiente urbano e rural, bem como a promoção do Desenvolvimento Sustentável (Adasa, 2023).

No âmbito dos Resíduos Sólidos Urbanos, a Sema especifica, em seu regimento interno, a proposição de políticas, diretrizes, normas, padrões, programas ambientais e projetos conectados à gestão ambiental e aos Resíduos Sólidos. Também, outra atribuição relevante é a promoção de mecanismos para a implantação da logística reversa no Distrito Federal.

Juntamente com a Sema, o Ibram tem como finalidade “controlar e fiscalizar o manejo e o curso dos recursos ambientais e hídricos do Distrito Federal e todo e qualquer processo, produto, atividade ou empreendimento que cause ou possa causar poluição ou degradação do meio ambiente e dos recursos hídricos” (Adasa, 2023).

É um órgão vinculado à Sema e foi criado em 2007 pela Lei Distrital n.º 3.984 para ser o executor de políticas públicas ambientais e de recursos hídricos no Distrito Federal (Adasa, 2023).

Em relação aos Resíduos Sólidos, o Ibram possui uma superintendência chamada Sulfi (Superintendência de Licenciamento e Fiscalização), pois é a área da instituição que lida com as atividades de licenciamento ambiental e fiscalização.

A Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos do Distrito Federal (Sinesp) atua no contexto do Poder Executivo e tem competência para atuar na execução e fiscalização de projetos voltados para obras públicas, infraestrutura, recuperação de equipamentos públicos e serviços públicos (Adasa, 2023). Ela foi criada pelo Decreto Distrital n.º 36.236/2015.

Em 2015, importantes alterações ocorreram no referido decreto e incorporou na estrutura administrativa da SINEP como órgãos vinculados, as seguintes instituições:

- Novacap – Companhia Urbanizadora da Nova Capital;
- CEB – Companhia Energética de Brasília;
- Caesb – Companhia de Saneamento Ambiental de Brasília;
- SLU – Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal.

Assim, a Sinesp é uma Secretaria de Estado que atua como um “guarda-chuva” e dá suporte às instituições a ela vinculadas para que possam exercer suas atividades de maneira eficiente e dentro do contexto da legislação. Dentre elas está o SLU.

A Novacap é o principal “braço” executor de obras do GDF e tem vinculação direta com a Sinesp. Ela foi criada por meio da Lei Federal n.º 2.874/1956 e, à época, sua única finalidade era gerenciar e coordenar a construção de Brasília (Adasa, 2023).

Atualmente, entre suas atividades ligadas aos Resíduos Sólidos estão os serviços de planejamento e execução de drenagem urbana e manejo das águas pluviais e a desobstrução da rede e limpeza dos sistemas de drenagem (Adasa, 2023).

No que se refere a órgãos de controle social para o Saneamento Básico, o Distrito Federal não dispõe de um Conselho com atuação específica. Porém, existe a participação de quatro órgãos ligados aos Resíduos Sólidos. São eles: o Conselho de Saúde do Distrito Federal (CSDF); o Conselho de Meio Ambiente (Conam); o Conselho de Recursos Hídricos (CRH) e o Conselho de Limpeza Urbana (Conlurb) (Adasa, 2023).

O CSDF é o organismo de controle social para o Plano Distrital de Saneamento Básico (PDSB). A Lei Distrital n.º 4.604/2011 aborda sobre a sua organização, composição e atribuições, dentre as quais se destaca a aprovação de diretrizes gerais da Política de Saúde do Distrito Federal e acompanhamento da sua execução (Adasa, 2023). A sua participação neste contexto se justifica pela conexão existente entre os RS e a saúde pública.

Vinculado à Sema, o Conam atua como órgão consultivo e deliberativo de 2º grau. Dentre suas competências previstas no Decreto Distrital n.º 38.001/2017, destaca-se a que estimula a “realização de atividades educacionais e a participação da comunidade no processo de preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental” (Adasa, 2023, p. 57). Sabe-se que a Educação Ambiental tem um papel fundamental no processo de sensibilização e conscientização das pessoas no tocante à Coleta Seletiva, reciclagem e compostagem.

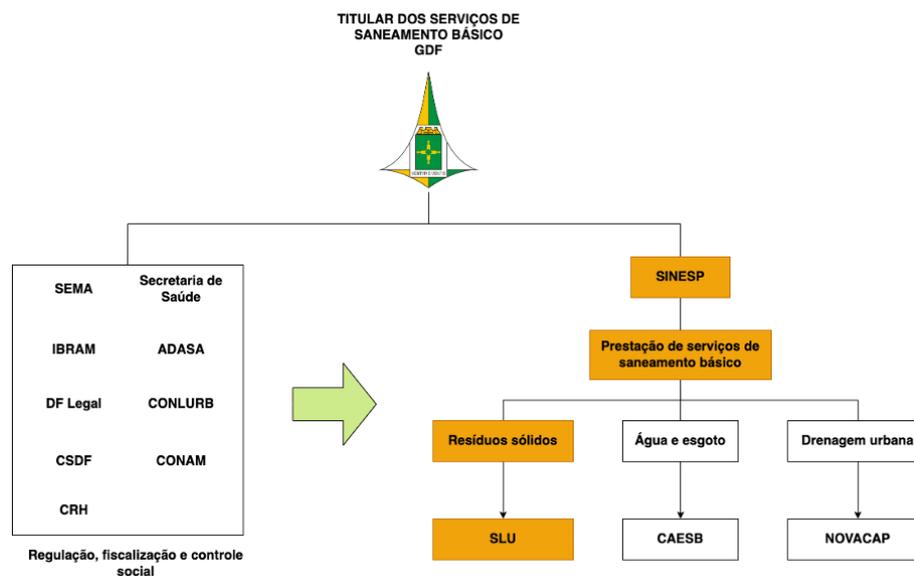
Já o CRH foi instituído pela Lei Distrital n.º 2.725/2001 e é o órgão de caráter articulador, consultivo e deliberativo, que está relacionado diretamente com os recursos hídricos do Distrito Federal (Adasa, 2023). Pelo fato de os RS apresentarem um elevado potencial de poluição de corpos d’água, este conselho faz parte das discussões a respeito desta temática.

Por fim, como forma de zelar pela aplicação das normas legais relacionadas à Política Distrital de Resíduos Sólidos, foi criado em 27 de janeiro de 1994, por meio da lei n.º 660, o Conselho de Limpeza Urbana (Conlurb). Um de seus principais objetivos é realizar o acompanhamento e avaliação da gestão dos serviços públicos e exercer o controle social a que faz referência a lei 5.418/2014. É um espaço destinado a construir de forma conjunta uma

política que seja capaz de responder às obrigações definidas no tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal (Distrito Federal, 2023a).

A Figura 49 apresenta um resumo das instituições que atuam e participam do processo de gestão dos serviços de Saneamento Básico do Distrito Federal, com destaque para os Resíduos Sólidos (destacado em laranja).

Figura 49 – Estrutura de gestão dos serviços de Saneamento Básico do DF



Fonte: Adaptado de Adasa (2023).

Por meio desta estrutura organizacional, percebe-se que a gestão do Saneamento Básico no Distrito Federal é feita de forma conjunta. Para os RS, a ideia de integrar outros órgãos, tanto de regulação, fiscalização e controle, permite obter uma ideia ampla de todo o processo.

Contudo, cabe ao SLU o papel de colocar o trabalho em prática dentro dos preceitos legais com vistas a atender a toda população do Distrito Federal. Na próxima subseção, é destacado o arcabouço legal pertinente aos resíduos.

Os aspectos operacionais ligados ao acondicionamento, coleta, transporte, destinação final, transbordo e disposição final no Aterro Sanitário de Brasília (ASB) e na Unidade de Recebimento de Entulho (URE) são abordados na próxima subseção.

5.2.4. O gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal

De acordo com SLU (2023b), a limpeza pública no Distrito Federal está relacionada com as seguintes atividades:

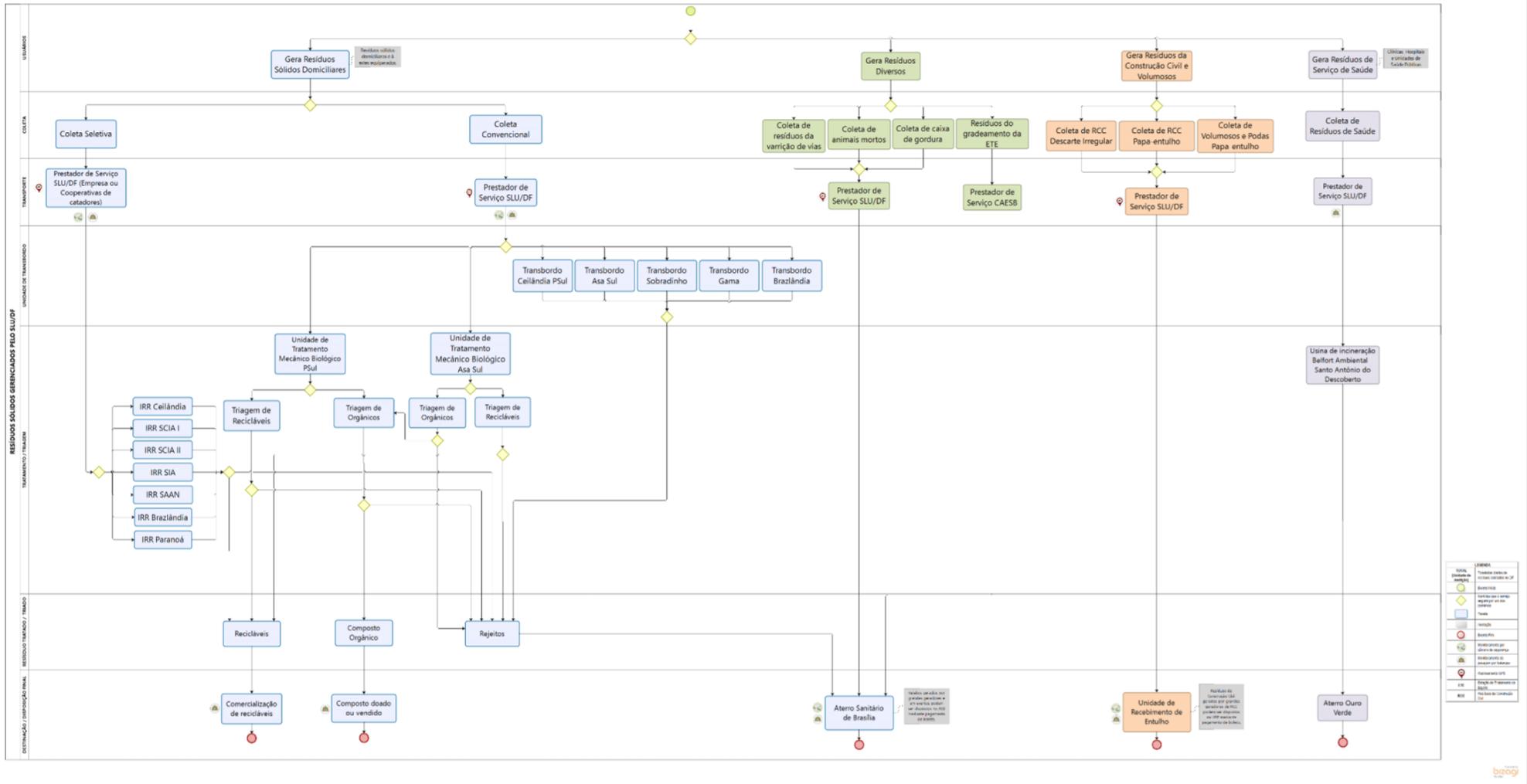
- I) Coleta, transporte, triagem, transbordo, tratamento e destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos domiciliares e oriundos da Coleta Seletiva;
- II) Varrição e limpeza de logradouros e vias públicas, incluídas as atividades de remoção e transporte dos resíduos;
- III) Coleta de resíduos volumosos, da construção civil e correlatos, tantos os entregues de forma correta, quanto os de origem clandestina;
- IV) Operação e manutenção de usinas e instalações destinadas à triagem e compostagem, o que inclui o transporte, tratamento e destinação final dos rejeitos.

O SLU coleta resíduos domiciliares que ficam acondicionados nas unidades de papa-lixo, que são instaladas em locais onde o veículo coletor compactador não consegue ter acesso. Da mesma forma, realiza este trabalho para os resíduos provenientes da construção civil, de podas e os volumosos descartados nos papa-entulho. Os volumes superiores provenientes de grandes geradores, são recepcionados na Unidade de Recebimento de Entulho (URE), que funciona desde 2018 no antigo Aterro do Jóquei, também conhecido por “Lixão da Estrutural” (SLU, 2023b).

Além disso, um importante trabalho realizado pelo SLU é em relação ao tratamento do material orgânico. É feita a sua compostagem com a posterior comercialização ou doação do composto gerado. A partir dessa atividade, o SLU realiza trabalhos de Educação Ambiental voltados para a sensibilização e conscientização da população para o correto manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos. Por fim, ainda existe a contenção, tratamento e destinação do chorume gerado no Aterro Sanitário de Brasília (ASB) e na Usina de Tratamento do P Sul (SLU, 2023b).

Assim, as etapas do gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal seguem o seguinte rito: a) geração; b) coleta (convencional e seletiva); c) transporte; d) encaminhamento para as unidades de transbordo; e) tratamento e triagem; f) destinação e disposição final. O ciclo completo pode ser visto na Figura 50.

Figura 50 – Fluxo operacional do gerenciamento de RSU no DF



Fonte: SLU (2023b).

5.2.4.1. Geração

Os Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal são gerados de quatro formas: a) pela população por meio dos RDO (Resíduos Domiciliares); b) provenientes da varrição de vias, animais mortos, caixas de gordura e resíduos de gradeamento de ETEs (Estações de Tratamento de Esgotos); c) os da construção civil, dos papa-entulhos, os volumosos e as podas; d) os que têm origem nos serviços públicos de saúde (SLU, 2023b). A Figura 51 ilustra essas etapas no contexto do Distrito Federal.

Figura 51 – Modalidades de RSU gerados no DF



Fonte: (a) Barreto (2023); (b) Agência Brasília (2023b); (c) Jornal de Brasília (2023); (d) IGESDF (2023).

O trabalho de Educação Ambiental na redução da geração dos Resíduos Sólidos é fundamental. O objetivo é otimizar a geração, ou seja, diminuí-la o quanto possível e, ao mesmo tempo, maximizar a Coleta Seletiva na fonte, de forma que o sistema, desse ponto em diante, possa ser bem desenvolvido e capaz de gerar materiais de boa qualidade para os catadores de recicláveis.

5.2.4.2. Coleta

A coleta de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal se divide em convencional, seletiva, de resíduos diversos e dos serviços públicos de saúde. Elas são apresentadas nas subseções seguintes, evidenciando as suas principais características e as formas de atuação.

5.2.4.2.1. Coleta convencional

A coleta convencional atua no recolhimento dos resíduos comuns das casas e prédios (domiciliares) e das instituições que geram um volume abaixo de 120 litros/dia. A atividade é realizada por empresas contratadas pelo SLU e ocorre nas áreas urbanas, rurais e nos comércios (SLU, 2023c). A Figura 52 representa um procedimento de seu funcionamento por um colaborador.

Figura 52 – Procedimento da coleta convencional



Fonte: SLU (2023c).

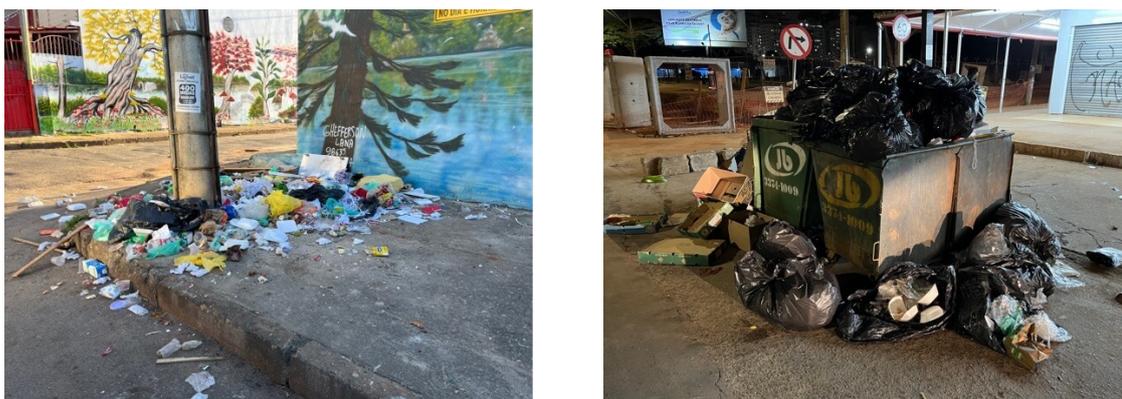
O SLU dividiu a região do Distrito Federal em lotes para organizar o sistema da coleta convencional. São eles o Lote 1, Lote 2 e Lote 3. O primeiro é realizado pela empresa Valor Ambiental e abrange as RAs de Brasília, Cruzeiro, Sudoeste/Octogonal, Lago Norte, Varjão, Itapoã, Paranoá, São Sebastião, Fercal, Planaltina, Sobradinho I e Sobradinho II (Biogás Brasil, 2022).

O Lote 2, por sua vez, é operado pela empresa Sustentare e atua nas RAs de Brazlândia, Samambaia, Ceilândia e Taguatinga. Por fim, a empresa Consita atua no Lote 3 nas RAs do Gama, Santa Maria, Riacho Fundo II, Guará, Candangolândia, Jardim Botânico, Lago Sul, Park Way, Núcleo Bandeirante, Riacho Fundo I, Recanto das Emas, Águas Claras, Estrutural/SCIA, SIA e Vicente Pires (Biogás Brasil, 2022).

Nos locais onde existe a Coleta Seletiva, a população deve disponibilizar apenas os materiais orgânicos e os rejeitos (como restos de alimentos, cascas de frutas e verduras, papel higiênico, fraldas descartáveis e fezes de animais) (SLU, 2023c).

De acordo com levantamento realizado pelo DF Legal, existem no Distrito Federal aproximadamente mil pontos irregulares de disposição de Resíduos Sólidos e rejeitos e que são limpos pelo SLU, Novacap ou pelas Administrações Regionais com certa regularidade. A Figura 53 ilustra alguns desses pontos distribuídos no território.

Figura 53 – Disposição irregular de RSU



Fonte: Autor (2023).

De acordo com o SLU (2023c, p. 1), a coleta convencional possui algumas orientações:

- I. A coleta convencional é realizada, prioritariamente, em dias alternados;
- II. A coleta deve ser realizada dentro do período previamente estipulado (diurno ou noturno), não havendo horário exato para a realização do serviço (Período diurno: 7h às 15h20 / Período noturno: 19h às 3h20);
- III. Em áreas comerciais, industriais e em estabelecimentos públicos a coleta é realizada de segunda a sábado, preferencialmente no período noturno;
- IV. Os usuários devem dispor seus resíduos nos dias e horários corretos, de acordo com o cronograma divulgado oficialmente pelo SLU (art. 18 da Resolução n.º 21/2016);
- V. Os resíduos devem ser acondicionados adequadamente, em sacos plásticos resistentes (art. 20 da Resolução n.º 21/2016);
- VI. A coleta é realizada porta a porta, prioritariamente. Por esse motivo, cada usuário deverá dispor seus resíduos em frente à sua residência;

- VII. Quando não houver condições de realização da coleta porta a porta devido às condições da via, por exemplo, o SLU indicará um local para os usuários depositarem seus resíduos;
- VIII. Visando à universalização da coleta, o SLU disponibiliza papa-lixos (contêineres semienterrados) em locais de difícil acesso pelos caminhões coletores;
- IX. É proibido dispor resíduos em quaisquer áreas e logradouros públicos do Distrito Federal, conforme disposto na Lei n.º 5.650/2016;
- X. É proibido o descarte de resíduos de saúde e perigosos juntos aos resíduos da coleta convencional;
- XI. Vidros e materiais pontiagudos e/ou perfurocortantes devem ser embalados adequadamente quando forem descartados junto aos resíduos da coleta convencional;
- XII. Condomínios verticais devem dispor seus contêineres em locais indicados pelo SLU e autorizados pela Administração Regional, de fácil acesso aos caminhões coletores. O mesmo se aplica aos condomínios horizontais fechados que optarem por manter a coleta no lado externo do condomínio, conforme Lei n.º 6.615/2020;
- XIII. Para reduzir o barulho da coleta, sugere-se que os usuários/condomínios utilizem contêineres do tipo não metálico (plástico), ou metálico adaptado com abafadores de borracha;
- XIV. Resíduos verdes, desde que em pequena quantidade e devidamente ensacados, podem ser disponibilizados para coleta juntamente com os resíduos orgânicos e rejeitos.

Além do serviço de coleta, o SLU também disponibiliza equipamentos públicos para entrega de RS como o papa-lixo, o papa-reciclável e o papa-entulho (Figura 54).

Figura 54 – Ilustração de (a) Papa-lixo, (b) Papa-reciclável e (c) Papa-entulho



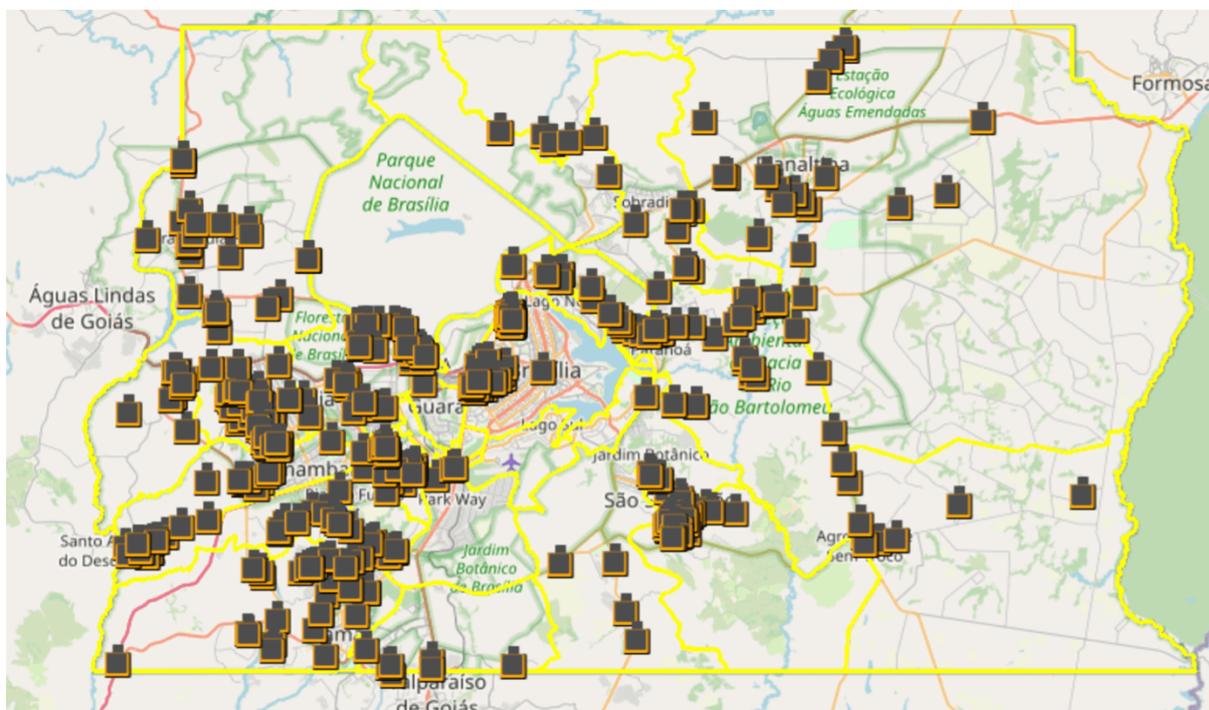
Fonte: SLU (2023c).

Os papa-lixos são estruturas semienterradas capazes de receber resíduos da coleta convencional, isto é, aqueles que não vão para a Coleta Seletiva. O intuito é facilitar o descarte correto de maneira segura e limpa. Ele é instalado em locais onde o acesso é difícil, também nas zonas rurais ou ainda em áreas de descarte irregular nas diversas RAs que fazem parte do Distrito Federal (SLU, 2023c).

Um aspecto relevante quanto a esse equipamento é o uso de sistemas de geoprocessamento utilizados para selecionar os pontos exatos que irão recebê-los de forma a não interferir de maneira negativa no abastecimento de água e esgoto. Atualmente são cerca de

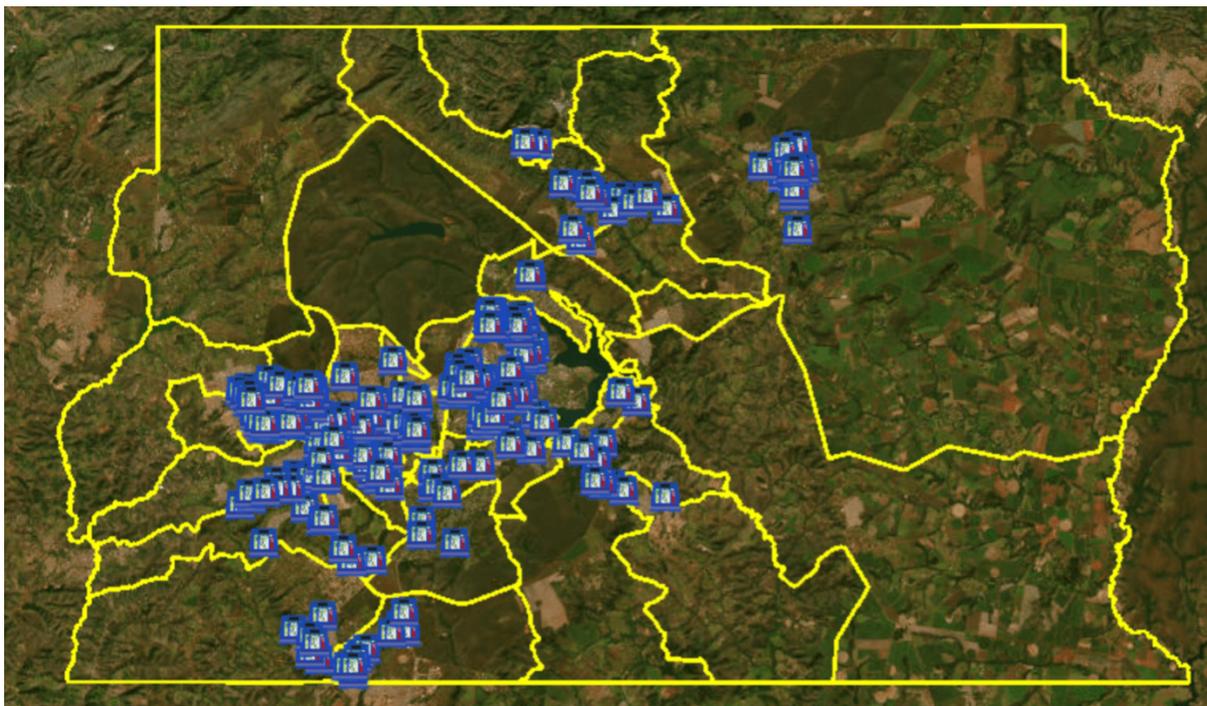
509 papa-lixos no Distrito Federal distribuídos em pontos estratégicos para maximizar a coleta dos Resíduos Sólidos onde estão instalados. A Figura 55 apresenta o mapa de localização dos papa-lixos no Distrito Federal.

Figura 55 – Localização dos papa-lixos no DF



Fonte: SLU (2023c).

Diferente dos papa-lixos, os papa-recicláveis, também chamados de LEVs (Locais de Entrega Voluntária) ou PEVs (Pontos de Entrega Voluntária), são contêineres de superfície com capacidade de 2,50 m³ e abertura elevada para impedir o acesso de animais e pessoas não autorizadas. O seu objetivo é ampliar a Coleta Seletiva nos locais onde ela ainda não prevalece ou não existe. São projetados para receber materiais como papel, plástico, papelão, metal e/ou isopor (SLU, 2023c). Além disso, funcionam como instrumento de sensibilização junto à população para a importância da separação dos recicláveis, uma vez que o procedimento de seu uso é estampado em sua parte superior. A Figura 56 apresenta a sua distribuição no contexto do Distrito Federal.

Figura 56 – Localização dos papa-recicláveis no DF

Fonte: SLU (2023c).

Por fim, tem-se os papa-entulhos que têm o objetivo de receber materiais cujo volume não exceda 1m^3 . Estão localizados em várias Regiões Administrativas como Águas Claras, Asa Sul, Brazlândia, Ceilândia, Gama, Guará, Paranoá, Planaltina, Recanto das Emas, Santa Maria, São Sebastião, Sobradinho, Sobradinho II, Taguatinga e Samambaia. Dentre os materiais que recebem estão restos de construção civil, móveis velhos, restos de poda e material reciclável. Os resíduos eletrônicos não são aceitos, pois recebem uma destinação final diferente (SLU, 2023c).

Nos papa-entulhos também é possível realizar a entrega de óleo de cozinha usado em frituras, cuja destinação é o Projeto Biguá²¹, promovido pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB). Recomenda-se que o material seja levado em frascos de amaciante ou xampu e não mais do que 50 litros por pessoa/dia (SLU, 2023c).

A coleta convencional consiste no principal mecanismo utilizado pelo GDF para recolher os Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, dado o seu volume e abrangência. Ela cumpre com seu papel de dar uma destinação final aos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, porém, ainda não é a melhor alternativa, uma vez que o volume de materiais

²¹ Criado em 2007, o Projeto Biguá foi desenvolvido pela Caesb na RA do Varjão com o intuito de promover ações em saneamento ambiental para estimular a população dos riscos em descartar o óleo de cozinha na rede de esgoto. A Caesb recolhe o material, o acondiciona e o encaminha para a produção de sabão ou biodiesel de forma a implementar o reuso e a reciclagem (Dias, 2013).

destinados ao ASB é de grande volume. Para contornar essa situação, é preciso estimular de forma constante a Coleta Seletiva que, além de gerar emprego e renda, direciona as pessoas para que elas separem os resíduos de maneira correta, beneficiando a sociedade e o meio ambiente como um todo. A próxima subseção aborda o sistema da Coleta Seletiva praticada no Distrito Federal.

5.2.4.2.2. Coleta Seletiva

A Política Distrital de Resíduos Sólidos (PDRS) estimula a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético, desde que observadas as normas legais, de maneira a não causar impactos ambientais adversos (Sema, 2019).

Um dos mecanismos para se atingir esses objetivos é a implementação da Coleta Seletiva. Atualmente ela está presente em mais de 90% de todo o território (Distrito Federal, 2023a), com exceção da Região Administrativa do Pôr do Sol/Sol Nascente, em decorrência das limitações das vias. Isso porque são cidades não planejadas e as ruas possuem determinados estreitamentos que impedem o fluxo dos veículos coletores.

Em 2018, o antigo “Lixão da Estrutural” foi encerrado para o recebimento dos RDO e todo o fluxo deste material foi encaminhado para o ASB. Os catadores que à época trabalhavam lá, foram contratados para atuação nas IRRs.

Nesse contexto, a participação da população e das empresas no sistema de Coleta Seletiva se torna fundamental e essencial para o seu sucesso, pois constitui a fonte de todos os Resíduos Sólidos. Sem isso, e é o que acontece atualmente, um elevado volume de materiais com potencial de reciclagem deixa de ter a destinação final correta e passa a compor a disposição final no ASB, o que diminui consideravelmente sua vida útil. Este é, nos dias atuais, um dos principais problemas enfrentados pelo poder público no que se refere aos Resíduos Sólidos Urbanos.

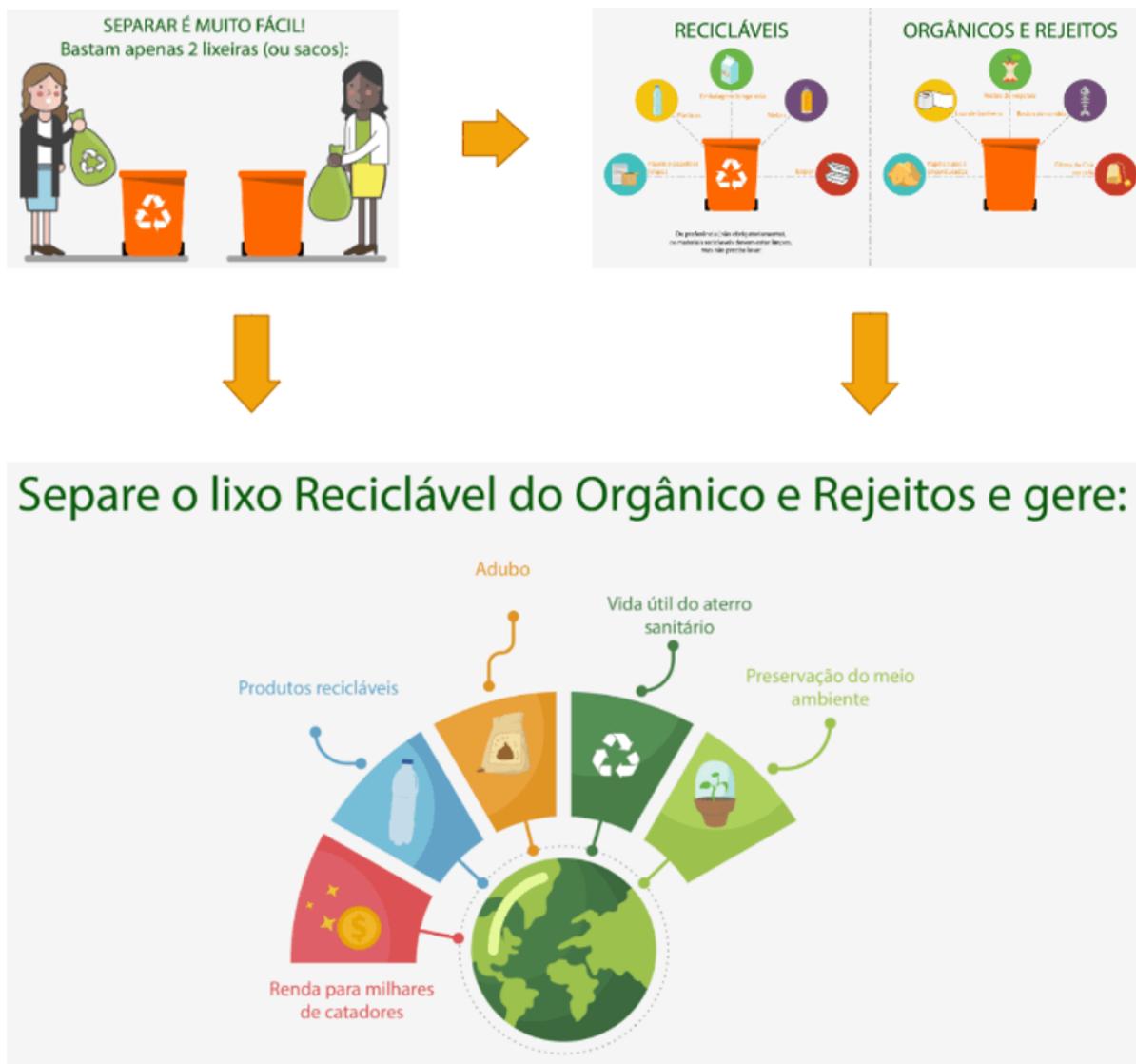
A Coleta Seletiva porta a porta no Distrito Federal ocorre em horários diversos, a depender da localidade. A título de exemplo, cita-se a RA Ceilândia. Neste local, ela ocorre às segundas, quartas e sextas-feiras, das 19h às 3h20. O equipamento utilizado é o caminhão coletor compactador de 15m³ e a empresa responsável é a Sustentare Saneamento S/A. O local de destinação é a IRR P Sul. A Figura 57 apresenta o veículo coletor exercendo essa atividade.

Figura 57 – Caminhão utilizado na Coleta Seletiva

Fonte: Agência Brasília (2023).

O SLU orienta que a separação seja feita por meio de duas lixeiras, sendo uma para os materiais secos e outra para os orgânicos. Na primeira, são acondicionados os plásticos, isopor, metal, embalagens longa vida, papéis e papelão. Na segunda, os restos de comida, papéis engordurados, guardanapos usados, papéis molhados, saquinhos de chá, filtro de café, lixo de banheiro, fezes de animais, pequenas quantidades de madeira e folhas de plantas, ou seja, todo material com potencial de ser transformado, *a posteriori*, em adubo ou fertilizante (SLU, 2023c). Uma orientação para a Coleta Seletiva pode ser vista na Figura 58.

Figura 58 – Orientação para a Coleta Seletiva no DF



Fonte: Adaptado de SEMA (2019).

No contexto da mobilização junto à comunidade, o SLU utiliza alguns mecanismos de sensibilização. Dentre eles destacam-se cartazes, folhetos, cartilhas, informativos, guias, vídeos, seminários e artigos científicos. Todo esse expediente pode ser acessado no sítio eletrônico do órgão em <https://www.slu.df.gov.br/biblioteca-coleta-seletiva/>. Exemplos desse material pode ser visto no Anexo C.

Além disso, o SLU conta com o chamado programa de Coleta Seletiva Consciente (CSC), o qual ressalta que a consolidação da Coleta Seletiva efetivamente ocorre somente quando há engajamento entre as Administrações Regionais e as lideranças comunitárias. A ideia é ampliar a discussão acerca do tema por meio de Fóruns e ações de mobilização, de forma a integrar as comunidades e levar representatividade para representantes de diversas áreas como

moradores, catadores, professores, alunos, produtores, comerciantes e outros. As primeiras RAs a aderirem ao programa foram Paranoá e Riacho Fundo I e II (SLU, 2023c).

A principal atividade desenvolvida é o Fórum da Coleta Seletiva e funciona como um espaço de troca de experiências e conhecimentos a respeito da correta separação dos resíduos. As atividades incluem o planejamento de ações para mobilização da Coleta Seletiva, a organização de cronogramas voltados para a Educação Ambiental, o mapeamento de pontos de Coleta Seletiva, criação de estratégias para a incorporação da Coleta Seletiva nos conteúdos escolares e identificação de locais para descarte (SLU, 2023c).

Além disso, destaca-se a roda de conversa como uma estratégia de ampliar o debate. A título de exemplo, cita-se a RA do Riacho Fundo II em que a população local, por meio de um *software* de reunião, juntamente com a equipe técnica do SLU, discutiu ações direcionadas às tratativas do vidro na localidade. Em 2020, o programa Coleta Seletiva Consciente foi composto por 37 ações e teve um alcance de 510 pessoas (SLU, 2023c).

A Figura 59 apresenta, respectivamente, a logo do programa Coleta Seletiva Consciente (a) e a do Fórum da Coleta Seletiva (b).

Figura 59 – Logo da Coleta Seletiva Consciente e do Fórum da Coleta Seletiva



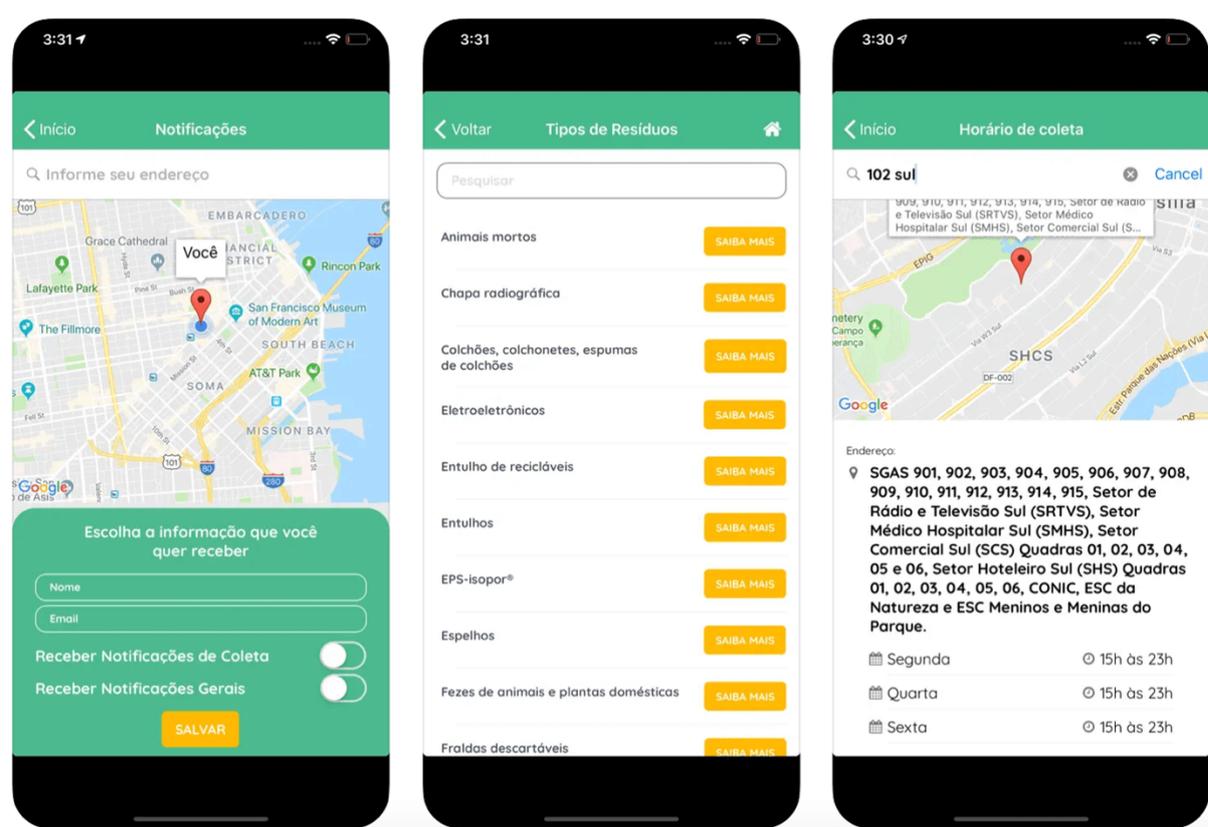
Fonte: SLU (2023c).

Atualmente, o programa da CSC está presente em 11 RAs: Brazlândia, Ceilândia, Cruzeiro, Guará, Lago Norte, Lago Sul, Paranoá, Plano Piloto, Recanto das Emas e Riacho Fundo I e II. Outras sete regiões administrativas estão em processo de adesão. São elas Gama, Itapoã, Santa Maria, São Sebastião, Sobradinho II, Sudoeste/Octogonal e Varjão (SLU, 2023c).

Como forma de ampliar e informar a população acerca do processo da coleta de Resíduos Sólidos no Distrito Federal, o SLU disponibiliza um aplicativo para celulares chamado “SLU Coleta DF”. Por meio dele, os moradores podem ter acesso aos dias e horários

da coleta convencional e seletiva de acordo com seu endereço. Um sinal de alerta de aproximação do veículo coletor é enviado para as pessoas que fizeram o cadastro. A ideia é fazer com que todos os Resíduos Sólidos sejam coletados de forma efetiva. A interface do aplicativo pode ser vista na Figura 60.

Figura 60 – Interface do aplicativo “SLU Coleta DF”



Fonte: SLU (2023c).

O aplicativo fornece aos seus usuários dicas e informações que orientam no correto manejo dos resíduos, no processo de separação e qual o caminho que ele segue até a sua destinação final. Também, o sistema permite uma participação ativa da população para que possam indicar pontos de referência que sirvam para instalação de novas lixeiras (SLU, 2023c).

5.2.4.2.3. Coleta de resíduos diversos

No contexto do Distrito Federal, os resíduos diversos se apresentam em vários formatos. Dentre eles destacam-se os Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS), os medicamentos, os volumosos como sofás e colchões, vidros e perfurocortantes, animais mortos em vias públicas, os entulhos, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, óleos de alimentos usados, os

lubrificantes, as radiografias, os eletroeletrônicos, os cartuchos e *toners* de impressora, os de jardinagem e roçagem, os dejetos de animais em vias públicas e os pneus. O Quadro 23 apresenta as características e a forma correta de descarte/coleta para cada um.

Quadro 23 – Coleta dos resíduos diversos no âmbito do DF

Tipo	Características	Descarte/Coleta
Resíduos dos Serviços de Saúde (RSS)	Materiais biológicos, químicos perigosos ou rejeitos radioativos.	Até o ano de 2010, o SLU realizava a tecnologia térmica dos RSS das instituições públicas e privadas. Essa atividade ocorria na Usina de Incineração de Lixo Hospitalar (Uile) localizada na RA de Ceilândia (SLU, 2023c). Atualmente, esse trabalho é feito por empresa terceirizada via processo licitatório, cabendo ao SLU a gestão do devido contrato. A coleta é feita somente nos hospitais pertencentes à rede pública. Os privados devem buscar a contratação de empresas que prestam serviço de todo o ciclo logístico que envolve a coleta, transporte, tratamento e disposição final (SLU, 2023c).
Medicamentos	Substâncias químicas que podem contaminar os solos, mananciais e rios se descartados de forma incorreta.	O descarte em áreas públicas é proibido pela Lei Distrital n.º 5.092/2013 que prevê a logística reversa para esse resíduo. Farmácias e hospitais devem funcionar como pontos de entrega voluntária para a população e os geradores são responsáveis pelo seu manejo e disposição final adequados.
Volumosos	Materiais cujo tamanho excedem os equipamentos convencionais para recebimento de resíduos. São exemplos sofás, camas e colchões.	Não existe coleta para esse tipo de material. O cidadão deve transportar ou contratar empresa especializada para o transporte e destinação final adequada sob a pena de multa. Os papa-entulhos recebem até 1m ³ de entulhos, móveis, restos de poda, recicláveis e óleos de cozinha usados.
Vidros e perfurocortantes	Podem ser garrafas, copos e cacos de vidro, pedaços de espelho, lâminas e latas, espetinhos de churrasco, pedaços de madeira, pregos, parafusos, agulhas, alfinetes e outros similares.	O cidadão, ao descartar esses materiais, deve se atentar a algumas orientações como a) embalar recipientes de vidro em caixas de papelão, garrafas PET ou folhas de jornal; b) pressionar as tampas das latas para dentro; c) acondicionar itens pontiagudos em garrafas PET; d) distribuir os resíduos em mais de um saco para equilibrar o peso.
Animais mortos em vias públicas	Animais de pequeno e grande porte como cães, gatos, cavalos e capivaras.	Deve ser feita uma solicitação junto ao SLU por meio da Ouvidoria ou pelo aplicativo para celular.
Entulhos	Materiais provenientes da construção e/ou demolição	A responsabilidade do ciclo logístico (geração, acondicionamento e disposição final) é do gerador que deverá contratar empresa especializada para o transporte até a URE (Unidade de Recebimento de Entulho) localizada na Cidade Estrutural. Volumes até 1m ³ podem ser levados até as unidades do papa-entulho.
Pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e resíduos de radiografias (Raio X)	Possuem metais pesados em sua composição e, por isso, não devem ser	Os pontos de recebimento estão localizados em hipermercados, <i>shoppings</i> , lojas de materiais de construção e redes de assistência técnica. Todos autorizados pelos fabricantes. A Associação Brasileira

	descartados de qualquer forma.	da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) disponibiliza um programa de recolhimento desses materiais. Os pontos de coleta podem ser identificados em um mapa interativo por meio do seguinte sítio eletrônico: https://www.slu.df.gov.br/pontos-de-coleta-logistica-reversa/ . Baterias veiculares usadas devem ser entregues aos revendedores no ato da troca de forma que possam ser encaminhadas para a reciclagem junto aos fabricantes.
Óleos de alimentos usados	Pode contaminar o lençol freático, águas superficiais e provocar o entupimento da rede de esgoto.	Os óleos usados podem ser entregues nas unidades do Papa Entulho com o limite de 50 litros/dia/pessoa. Também, a Caesb recolhe esse material por meio do Projeto Biguá, cujos pontos de coleta podem ser vistos no sítio eletrônico da instituição: https://www.caesb.df.gov.br/projeto-bigua/6-portal/index.php .
Lubrificantes	Classificados como resíduos perigosos, podem causar danos à saúde humana e ao meio ambiente, principalmente quando descartados de forma incorreta.	O SLU não faz o recolhimento desse material, pois é objeto de logística reversa. Essa competência, segundo a PNRS, é dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. A entidade responsável por esse trabalho de logística reversa é o Instituto Jogue Limpo, cujo sítio eletrônico é: https://www.joguelimpo.org.br/institucional/index.php .
Eletroeletrônicos, cartuchos e toners de impressora	Possuem metais pesados e valiosos como ouro e prata. Possuem elevado potencial de contaminação.	O cidadão deve verificar a possibilidade de doação dos resíduos eletroeletrônicos antes de descartá-lo. No Distrito Federal, existem associações e organizações preparadas para receber e processar esses materiais. São elas a CRV (Varjão), Cooperdife (Sobradinho), Recicle a Vida (Ceilândia), Cooperativa 100 Dimensão (Riacho Fundo II). A instituição é a Zero Impacto (www.zeroimpacto.com.br).
Jardinagem e roçagem	Material orgânico proveniente das atividades de poda e manutenção de jardins	O SLU recolhe esses materiais em pequena quantidade e desde que acondicionados em sacos plásticos não misturados com terra e dispostos nos horários da coleta convencional. Volumes até 1m ³ , podem ser encaminhados para as unidades do Papa Entulho e acima disso, levados para a URE. A responsabilidade é do gerador.
Dejetos de animais em vias públicas	Fezes de animais de estimação	A responsabilidade da remoção dos dejetos é do proprietário. Eles podem depositá-los nos locais da coleta convencional para que o SLU faça a coleta.
Pneus	Podem ser criadouros de mosquitos transmissores de doenças como a dengue.	De acordo com a PNRS, a responsabilidade pela coleta e destinação final é dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. No âmbito do Distrito Federal, a empresa Reciclanip é a entidade responsável pela logística reversa desse material. Contudo, o SLU recolhe os pneus inservíveis descartados irregularmente nas vias públicas.

Fonte: SLU (2023c).

O trabalho de coleta dos resíduos diversos é feito tanto pelo SLU quanto pelos geradores, a depender de suas características físicas, químicas e do volume gerado. Vale ressaltar que o papel da população é fundamental para que esses materiais possam ter a destinação e disposição final devidamente adequados.

A próxima subseção aborda os mecanismos e processos do transporte dos resíduos a partir de seus pontos de coleta.

5.2.4.3. Transporte, transbordo e triagem

Uma vez coletado, os Resíduos Sólidos Urbanos possuem os seguintes destinos: a) as IRRs (Instalações de Recuperação de Resíduo); b) as UTMBs (Unidades de Tratamento Mecânico Biológico); c) as Áreas de Transbordo; d) o ASB (Aterro Sanitário de Brasília); e) a URE (Unidade de Recebimento de Entulho); f) Aterro Ouro Verde (SLU, 2023b).

Os Resíduos Sólidos provenientes da Coleta Seletiva são transportados por empresas contratadas pelo SLU ou ainda pelas Cooperativas/Associações de catadores. Os materiais são encaminhados para as seguintes IRRs: Ceilândia, SCIA I, SCIA II, SIA, SAAN, Brazlândia e Paranoá (SLU, 2023b).

Já os resíduos da coleta convencional são coletados pelas empresas contratadas pelo SLU. Neste caso, uma parte do volume é levado para as UTMBs do P Sul e da Asa Sul em que os materiais passam por processos de triagem de recicláveis e orgânicos. Os passíveis de reciclagem são comercializados pelos catadores. Os orgânicos são transformados em composto e doados ou vendidos para a população. Ao final do processo de triagem dos recicláveis e dos orgânicos, sobram-se os rejeitos. Estes são enviados para o ASB (SLU, 2023b).

As UTMBs realizam as atividades de compostagem a partir da separação dos materiais orgânicos dos não orgânicos. Os resíduos oriundos da coleta convencional, são inicialmente peneirados antes de seguirem o fluxo do processo (Figura 61).

Figura 61 – Etapas de processamento dos resíduos na UTMB da Asa Sul



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Distrito Federal (2023).

Como resultado final, tem-se as leiras contendo o composto orgânico que, *a posteriori*, será doado ou vendido (Figura 62).

Figura 62 – Leiras de composto orgânico



(a)



(b)

Fonte: Distrito Federal (2023).

As áreas de transbordo (Sobradinho, Gama e Brazlândia), ilustradas na Figura 63, são espaços destinados à transferência de resíduos coletados pelos caminhões compactadores para carretas e o objetivo é facilitar o transporte desses materiais para o ASB, uma vez que elas transportam um volume maior que os veículos coletores.

Figura 63 – Áreas de transbordo: Brazlândia (a/b), Gama (c/d), Sobradinho (e/f)



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fonte: Distrito Federal (2023).

Em Sobradinho e no Gama não ocorre o aproveitamento de Resíduos Sólidos porque não existem catadores. Por outro lado, em Brazlândia, eles atuam em galpões específicos e separam apenas os materiais da Coleta Seletiva, não tendo permissão para operar nos materiais provenientes da coleta convencional (SLU, 2023c).

A próxima e última subseção aborda a disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal com as devidas tratativas na URE e no ASB.

5.2.4.4. Disposição final

A disposição final de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal é feita de duas maneiras, a depender do tipo de Resíduo Sólido. A primeira está relacionada com os entulhos e a segunda com aqueles provenientes da coleta convencional ou os rejeitos das IRRs.

O local destinado a receber os entulhos é a URE (Unidade de Recebimento de Entulho) que funciona na área do antigo Lixão da Estrutural. Ela entrou em funcionamento no mesmo ano em que o aterro teve suas atividades encerradas, ou seja, em 2018. A unidade recebe apenas podas, galhadas de árvores e Resíduos da Construção Civil (RCC). Estes últimos são descartados por empresas transportadoras devidamente cadastradas no SLU e que pagam pelo descarte. Para cada viagem, é obrigatório o porte do CTR (Controle de Transporte de Resíduo), documento controlado eletronicamente pelo SLU, para evitar o descarte clandestino (SLU, 2023c).

Internamente, uma empresa contratada por licitação faz a administração, além de reciclar os RCC com o intuito de produzir matéria-prima para a construção. Para operar de forma correta e dentro dos preceitos legais, o Ibram emitiu em 2018 a Licença Ambiental Simplificada (SLU, 2023c). A Figura 64 apresenta algumas imagens da URE.

Figura 64 – (a) Fachada e (b) atividades internas da URE



(a)



(b)

Fonte: Agência Brasília (2023c).

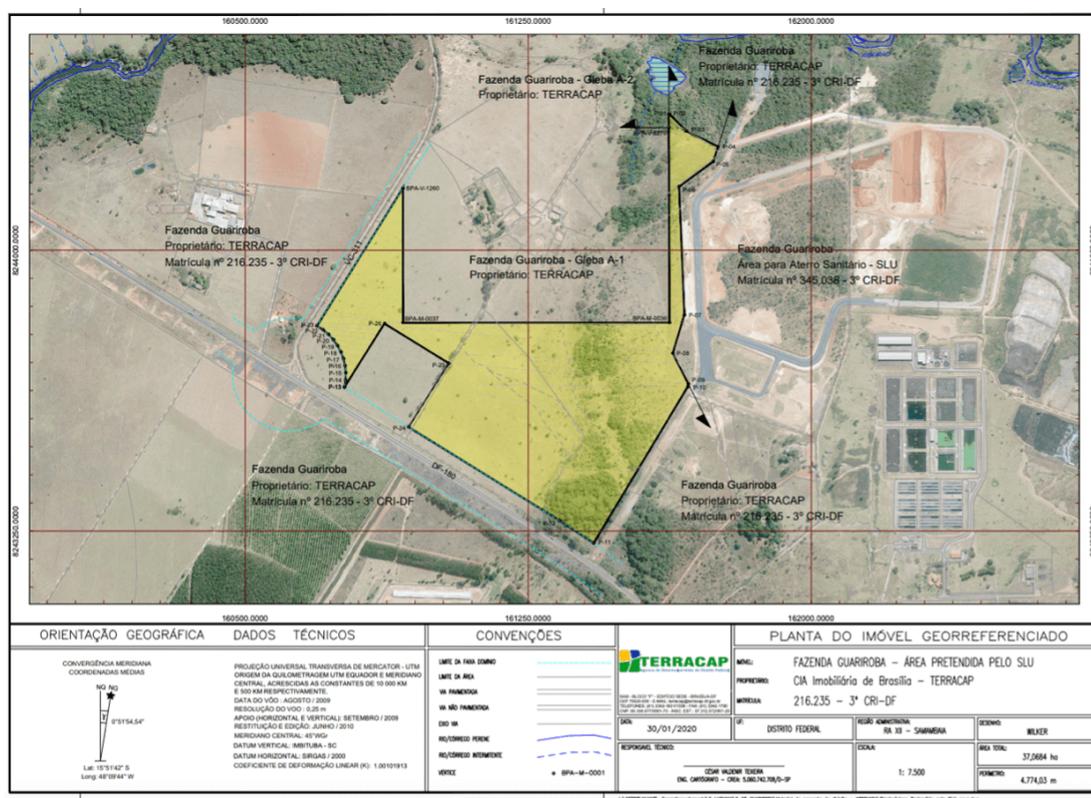
Todas as empresas transportadoras de resíduos que desejam utilizar a estrutura da URE devem efetuar o cadastro no SLU, a partir do Sistema de Gerenciamento de Resíduos da

Construção Civil. Existe um valor a ser pago, além da obrigatoriedade de posse do CTR. De acordo com o SLU (2023c), os valores são atualizados anualmente pela Adasa. Em 2023, os custos são de R\$ 13,41/ton quando o entulho estiver livre de outros resíduos (segregados) e de R\$ 23,51 quanto misturados. Para podas e galhadas o valor é de R\$ 20,92.

A segunda maneira de destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal é por meio do ASB (Aterro Sanitário de Brasília) com as atividades iniciadas em janeiro de 2017. Atualmente, são encaminhados ao aterro os rejeitos da coleta convencional e aqueles oriundos do processamento das UTMBs. O volume corresponde a aproximadamente 30% de todo o resíduo produzido no Distrito Federal (SLU, 2023c).

Alguns critérios foram preponderantes para a escolha da área que abriga sua construção. Sob a perspectiva técnica, o espaço não apresenta grandes variações de relevo, o solo é de fácil manejo e pode, ainda, ser utilizado para impermeabilização das células e para a cobertura do material depositado (SLU, 2023c). A área, à época pretendida pelo SLU para construção do ASB, pode ser vista na Figura 65. É a fazenda Guariroba e fica na RA de Samambaia.

Figura 65 – Área pretendida para construção do ASB



Fonte: SEPE (2023).

Do ponto de vista logístico, o ASB não está afastado das áreas de coleta e possui estradas de acesso em bom estado de conservação. Outra vantagem está na sua proximidade com a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que faz o tratamento do chorume gerado (SLU, 2023c).

Em termos de operação, no ASB existe um rigoroso controle das condições técnicas e ambientais. Isso ocorre por meio de dispositivos de monitoramento geotécnico que controla a estabilidade do maciço (volume de resíduos enterrados) e também das percolações do chorume. Além disso, em suas operações ocorrem a cobertura diária dos rejeitos e a impermeabilização da fundação, há drenos para captação e tratamento de gás (SLU, 2023c). A Figura 66 apresenta algumas imagens do ASB.

Figura 66 – Imagens aéreas do ASB



Fonte: Sepe (2023).

A vida útil do ASB foi estimada em 13,3 anos, mas a previsão é que seja menor em virtude do alto volume de materiais depositados (Anexo D), com uma área para aterramento de 32 hectares, sendo a área total de 76 hectares. A Terracap, proprietária do terreno, deve ceder a gleba restante para futuras ampliações (Anexo E). Em termos de investimentos financeiros, a Etapa I, que envolve obras de infraestrutura e apoio operacional, custou cerca de R\$ 30 milhões. O ASB é operado por meio de um consórcio entre as empresas GAE, Construrban e DBO (SLU, 2023c).

De acordo com o projeto inicial, a meta do ASB é captar o gás metano (CH₄) gerado e gerar cerca de 30 MW de energia limpa para o Distrito Federal e, além disso, reduzir de forma substancial as emissões de GEE (Sepe, 2023).

A Tabela 5 apresenta um resumo do volume em toneladas de rejeitos que foram direcionados para a URE e o ASB no período entre 2017 e 2022.

Tabela 5 – Volume de resíduos (t) dispostos no ASB e na URE entre 2017 e 2022

Período	ASB	URE	Total
2017	809.085	-	809.085
2018	784.460	1.303.662	2.088.122
2019	800.872	1.423.028	2.223.900
2020	821.090	1.589.393	2.410.483
2021	760.781	1.466.145	2.226.926
2022	691.814	1.485.844	2.177.658
Total	4.668.102	7.268.072	11.127.089
Média	778.017	1.453.614	1.989.362

Fonte: SLU (2022b).

Ao observar a tabela, percebe-se os rejeitos totais cresceram consideravelmente até o ano de 2020. Nos anos seguintes, eles decaíram, provavelmente em decorrência da pandemia do COVID-19. Essa mesma tendência pode ser vista com os materiais depositados na URE.

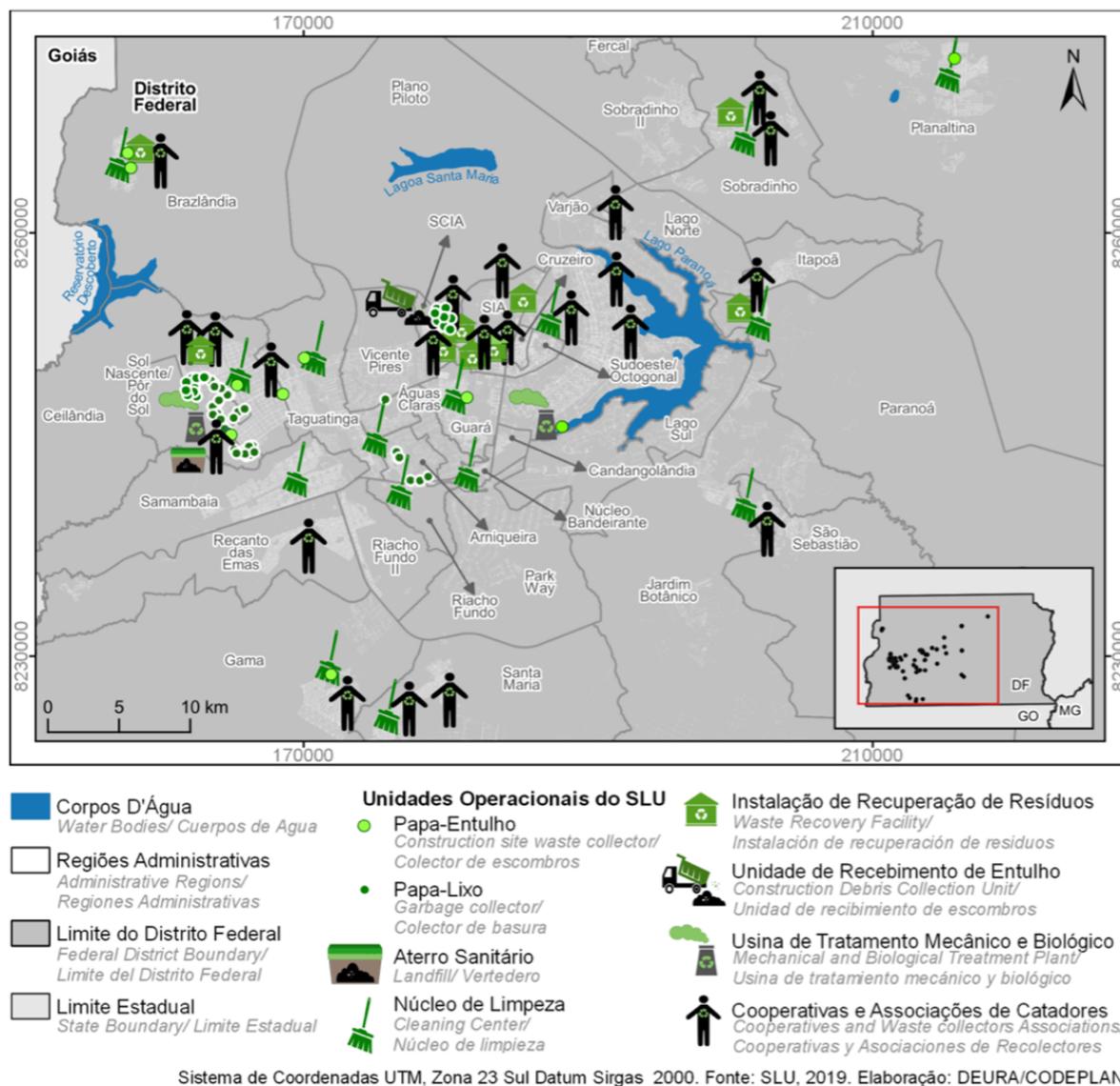
Contudo, os rejeitos do ASB tiveram um comportamento diferente. Houve uma queda na primeira transição (2017 para 2018) e depois dois aumentos sucessivos (2018 para 2019 e 2019 para 2020). Em 2021 e 2022, os números caíram consideravelmente, possivelmente em decorrência da pandemia. De qualquer forma, é possível perceber que o volume disposto na URE e no ASB são elevados, o que evidencia um alto consumo no contexto local e, de certa forma, falhas no sistema de Coleta Seletiva, uma vez que boa parte desse material possui potencial de reciclagem a ser trabalhado pelas cooperativas e associações de catadores.

A busca de áreas para construção de aterros sanitários envolve um grande esforço técnico de profissionais de várias áreas, além de tempo e recursos financeiros disponíveis. As condições logísticas impostas pelas características físicas da área em estudo nem sempre são favoráveis. Isso faz com que esses espaços estejam cada vez mais distantes dos centros urbanos, encarecendo os processos de transporte e disposição final.

Dessa forma, preservar as áreas atuais com essa finalidade torna-se um desafio urgente para os gestores, pois o intuito é promover a maior longevidade possível sem haver a necessidade de pesquisa de novos locais.

A Figura 67 apresenta um resumo das unidades operacionais do SLU no Distrito Federal que envolve as etapas de gerenciamento abordadas até aqui.

Figura 67 – Unidades operacionais do SLU-DF



Fonte: Castro e Lima (2020).

Diante do exposto, é possível inferir que o Distrito Federal possui uma infraestrutura capaz de atender às necessidades para processar os Resíduos Sólidos gerados. Porém, a quantidade de materiais com potencial de reciclagem que são encaminhados para o ASB é relevante. O debate entre atores sociais a respeito da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos deve ser ampliado e formatado de forma que os níveis de Coleta Seletiva sejam potencializados. No caso do Distrito Federal, uma das maneiras de atingir esse objetivo é incorporar os princípios da Economia Circular no sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

5.2.4.5. Recuperação de recicláveis e as cooperativas de catadores

Para que os recicláveis ou reaproveitáveis possam ser processados corretamente, existem as Instalações de Recuperação de Resíduos (IRR). São estruturas destinadas para o recebimento desses materiais, que são separados manualmente por catadores vinculados às cooperativas e/ou associações (Distrito Federal, 2023a). As IRRs têm um importante papel, pois permitem o cumprimento de algumas premissas do Desenvolvimento Sustentável, como benefícios sociais, ambientais e econômicos.

O SLU mantém dois centros de triagem, cuja gestão é compartilhada com a Secretaria de Meio Ambiente (Sema) e a Central das Cooperativas de Materiais Recicláveis do Distrito Federal (Centcoop), além de quatro IRRs próprias por meio da contratação de cooperativas e associações para o serviço de triagem, como preconiza a PNRS (Distrito Federal, 2023a).

A história das cooperativas de catadores no Distrito Federal remonta o antigo “Lixão da Estrutural”, considerado o maior lixão a céu aberto da América Latina (Campos, 2018). As oito cooperativas que vieram desse local foram instaladas, inicialmente, em cinco galpões alugados pelo SLU para o manuseio dos materiais recicláveis até que as obras das instalações definitivas das IRRs fossem finalizadas (Distrito Federal, 2023a).

A primeira IRR foi concluída em 2018 no P Sul (Região Administrativa de Ceilândia) e foi ocupada por duas cooperativas. Em seguida, a segunda IRR foi inaugurada no SCIA (Região Administrativa da Estrutural), também em 2018 e ocupada por três outras cooperativas, duas oriundas no antigo lixão e outra que já ocupava o espaço (Distrito Federal, 2023a).

Nesse mesmo ano, foi realizada a reforma da IRR da RA de Brazlândia e dois anos depois, a inauguração da IRR da RA do Paranoá, tendo duas cooperativas em operação. O Quadro 24 apresenta um resumo das IRRs em funcionamento do Distrito Federal.

Quadro 24 – Cooperativas e Associações de catadores atuantes nas IRRs

IRR	Cooperativa/Associação
CTR 1	Ambiente
	Coopernoes
SCIA Novo	Cooperfé
	Cortrap
CTR 2	Construir
	Recicla Brasília
	Coorace
P Sul	Coorace
	Plasferro
SAAN	Cootraempocap – ASAS
	Cooperlimpo 2
SCIA Alugado	Cootraempocap – ASAS
	Ambiente
Brazlândia	Acobraz
Paranoá	Recicla Mais Brasil
SIA	Coopativa
	Renascer
Usina de Tratamento Microbiológico – Asa Sul	Renove
	Cooperlimpo
Usina de Tratamento Microbiológico – P Sul	Apcorc
	Cataguar

Fonte: Adaptado de Distrito Federal (2023a).

A gestão dos processos das IRRs e dos Centros de Triagem e Reciclagem (CTR) ocorre por meio das informações geradas pelas entradas dos Resíduos Sólidos provenientes da Coleta Seletiva, pelas saídas de rejeitos e pelo número de catadores.

O Quadro 25 apresenta as quantidades de Resíduos Sólidos recebidos da Coleta Seletiva e a saída de rejeitos para as IRRs e CTRs para o ano de 2022. Destaca-se que as quantidades de Resíduos Sólidos recebidas pelas cooperativas são aquelas entregues pelo SLU. Contudo, o volume de rejeitos contém também os materiais provenientes das coletas próprias ou de doações (Distrito Federal, 2023a).

Quadro 25 – Entrada de resíduos da Coleta Seletiva e saída de rejeitos por IRR em 2022

IRR/CTR	Qtde. recebida (toneladas)	Qtde de rejeitos (toneladas)	Qtde. processada pela Coleta Seletiva (toneladas)
Galpão próprio São Sebastião (Cooperativa Ecolimpo)	301,20	53,01	248,19
Brazlândia	397,53	12,68	384,85
Galpão próprio Santa Maria (Cooperativa R3)	679,37	122,14	557,23
Paranoá	780,62	115,04	665,58
Galpão próprio Ceilândia (Cooperativa Recicle a Vida)	1.015,82	79,50	936,32
Galpão próprio Sobradinho (Cooperativa Cooperdife)	1.509,57	401,15	1.108,42
SAAN	1.853,21	193,59	1.659,62
Galpão próprio Varjão (Cooperativa CRV)	4.258,09	980,25	3.277,84
SIA	4.344,07	27,44	4.316,63
SCIA	5.808,26	3.332,04	2.476,22
P Sul	6.509,13	3.495,75	3.013,38
CTR 1 e 2	15.998,58	14.310,01	1.688,57

Fonte: Adaptado de Distrito Federal (2023a).

Proporcionalmente, a IRR/CTR que melhor processou os Resíduos Sólidos Urbanos por meio da Coleta Seletiva em 2022 (observando a diferença entre o volume de entrada e o de rejeitos) foi o do SIA com 4.316,63 toneladas. Isso ocorreu porque a quantidade de rejeitos foi a segunda mais baixa.

É possível perceber que os galpões que são de propriedade das próprias cooperativas recebem e processam um volume menor do que aqueles em que o SLU faz a gestão.

Um aspecto importante a considerar é que além das empresas contratadas pelo SLU para realizar a Coleta Seletiva dos resíduos (Suma, Sustentare e Valor Ambiental), a instituição mantém contratos com cooperativas que também realizam essa atividade. São elas: Coopere; Cooperdife; CRV; Ecolimpo; Recicla Brasília; Recicla Mais Brasil (lote 2); Recicle a Vida; Renascer; R3; Vencendo os Obstáculos; CRB; Reciclo; Cortrap; Recicla Mais Brasil (lote 14); Plasferro; Construir; Reciclormais; Flor do Cerrado; Planalto; Nova Superação; Coopernoes; e CTELS.

Essas cooperativas atuam em diversas regiões administrativas, realizam a Coleta Seletiva e trabalham com os grandes geradores. A Figura 68 apresenta algumas imagens da Central das Cooperativas de Materiais Recicláveis do Distrito Federal – Centcoop.

Figura 68 – Central das Cooperativas de Materiais Recicláveis do DF - Centcoop





Fonte: Autor (2022).

As cooperativas e associações de catadores, sem dúvida, desempenham um importante papel em todo o sistema de gestão e manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal. Isso porque atuam na coleta responsável dos recicláveis a partir de sua origem e fazem a sua correta tratativa com fins comerciais com perspectivas sociais.

O meio ambiente acaba sendo beneficiado de forma direta, pois muito material deixa de ser enterrado no ASB. Mesmo com as estruturas técnicas adequadas para recebimento e processamento dos resíduos, o aterro não deixa de trazer impactos ao meio ambiente.

Contudo, as baixas taxas de materiais recicláveis que são encaminhados para as cooperativas trazem certas consequências negativas como, por exemplo, diminuição da longevidade do ASB e menor remuneração aos catadores por processarem um volume abaixo de sua capacidade.

5.2.4.6. Ponderações sobre a gestão e o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal

Ao analisar o sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal, é possível evidenciar alguns pontos: a) o Distrito Federal possui uma estrutura adequada para atender a população no que se refere aos Resíduos Sólidos Urbanos gerados (coleta, transporte, transbordo, triagem e disposição final); b) existe suporte às cooperativas de catadores de forma que possam realizar o trabalho de triagem; c) há programa de Coleta Seletiva implementado, mesmo ainda não atendendo a totalidade da população; d) há elevadas taxas de Resíduos Sólidos gerados pela população; e) há grande volume de materiais com potencial de reciclagem encaminhados para o aterro sanitário.

O último tópico, em especial, torna-se um problema de alta relevância, uma vez que o ASB, em sua concepção, tem 13 anos de vida útil, com a possibilidade de ampliação em área adjacente que aumentaria o tempo para mais 20 anos. Isso se deve às baixas taxas de Coleta Seletiva na fonte, o que demonstra baixo engajamento da população a esse respeito.

De acordo com o SLU (2023a) o projeto comporta aproximadamente 8,13 milhões de toneladas de rejeitos. Até março de 2022, foram aterrados cerca de 3,3 milhões, o que corresponde a aproximadamente 40% da capacidade (Dutra, 2022).

Cerca de 500 toneladas de materiais com potencial de reciclagem são enviados ao ASB diariamente, de acordo com análise gravimétrica realizada pelo SLU, o que representa perto de 25% das 2,2 mil toneladas. Como consequências, tem-se uma diminuição da renda média dos catadores que se utilizam desses materiais para compor sua remuneração e, também, diminuição considerável da vida útil do aterro sanitário. Esse se consolida hoje, um dos maiores problemas a serem enfrentados pelo GDF no que se refere à gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Assim, a Economia Circular surge como uma estratégia inovadora que pode auxiliar o sistema como um todo, combinando seus princípios com as atuais políticas públicas vigentes, com a Educação Ambiental e com o amplo debate com os atores sociais envolvidos. O objetivo é propor ações que sejam capazes de promover a sensibilização e conscientização das pessoas para a sustentabilidade, de forma a otimizar a exploração dos recursos naturais não renováveis e prolongar o uso de produtos em circulação no mercado. Importante salientar nesse ponto, que a Educação Ambiental faz parte de um conjunto de outras soluções, não sendo, portanto, a única opção que pode resolver os problemas trazidos pelos Resíduos Sólidos Urbanos como se fosse uma panaceia.

A participação de atores sociais nesse processo se torna fundamental, pois o trabalho em conjunto permite determinar efetivamente as falhas e os entraves no processo, sejam elas de cunho educacional, econômico, ambiental ou social. A percepção desses entes permite, em primeiro lugar, mapear os “gaps”, ou seja, as lacunas identificadas no processo de gerenciamento. Em seguida, traçar planos e estratégias conjuntas de forma que possam atacar o problema em um contexto específico para cada região administrativa.

A próxima seção apresenta a percepção dos atores sociais a partir das entrevistas realizadas.

5.3. Percepção dos atores sociais

A presente seção apresenta o resultado das entrevistas realizadas junto aos atores sociais divididos em três categorias: CAT1) Poder público; CAT2) Setor empresarial e CAT3) Sociedade civil. Para cada categoria, foram selecionados quatro diferentes atores que expressaram a sua percepção sobre as perguntas realizadas.

O roteiro semiestruturado contém questões abertas para cada categoria, separadas em três temas: desafios, oportunidades e estratégias. O intuito foi atender ao terceiro objetivo específico da pesquisa que é **analisar, a partir da percepção de atores sociais, os desafios, as oportunidades e as estratégias para a implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal.**

5.3.1. Percepção quanto aos desafios

Esta subseção traz a percepção dos atores sociais em relação aos desafios do atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal, bem como para a implementação dos princípios da Economia Circular em seu *modus operandi*. O conteúdo das entrevistas (fala dos entrevistados) é intercalado com a respectiva base identificada na literatura, o que promove o debate entre teoria e prática.

O ponto de partida foi uma pergunta relacionada aos problemas enfrentados no processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos. Em linhas gerais, a literatura traz à tona elementos como falta de pessoal qualificado para exercer atividades específicas (Hazra; Goel, 2009), infraestrutura inadequada (Alavi Moghadam *et al.*, 2009), tecnologias insuficientes e dados não confiáveis (Mrayyan; Hamdi, 2006). No caso específico do Distrito Federal, foram identificados os seguintes entendimentos.

O entrevistado PP1 afirma: “nosso principal problema está ligado com a qualidade do resíduo que é um problema que acaba sendo em cadeia”. Isso leva a entender que os materiais que chegam às cooperativas não são de boa qualidade ou ainda, insuficientes, o que evidencia um problema na origem, ou seja, uma falha no momento do descarte.

Além disso, o entrevistado salienta a questão da fiscalização.

PP1: O segundo problema é a fiscalização. Nós temos uma fiscalização que hoje é feita por uma equipe específica para resíduos, só que eles não conseguem vencer a quantidade territorial do Distrito Federal e a demanda de catadores que está ligada à sazonalidade econômica, pois dependendo da época do ano, você vai encontrar uma

quantidade maior de catadores avulsos e o controle dessa cadeia de reinserção desse resíduo na indústria hoje, se sustenta sozinha.

Nesse ponto, o entrevistado evidencia que o número de fiscais na estrutura do governo é insuficiente para atender a demanda, principalmente em relação aos catadores avulsos, uma vez que essa prática não é permitida no Distrito Federal, pois a atividade de coleta deve ser realizada pelas cooperativas ou pelas empresas contratadas pelo GDF.

Ainda nesse aspecto da fiscalização, o entrevistado PP2 aborda as questões ligadas ao ASB. Para ele:

PP2: O que se exige em relação ao ASB é que o chorume seja tratado de forma que o efluente possa ser lançado em um corpo hídrico. Para isso, ele precisa ter um padrão de qualidade que segue as normas do CONAMA. O que se espera são que os resultados estejam dentro dos parâmetros estabelecidos.

Percebe-se que o agente público traz para o debate a ênfase que o órgão gestor do aterro deve dar às questões ligadas à qualidade do material processado.

Para o entrevistado PP4, os desafios no processo de gestão são grandes e envolvem a Coleta Seletiva e as cooperativas de catadores. Segundo ele, o órgão que atua hoje trabalha em nível de cooperação com os demais entes do governo e os resultados têm se apresentado satisfatórios.

De maneira geral, o entrevistado SC1 avalia de forma positiva o sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal. Segundo ele:

SC1: Aqui o sistema de coleta funciona bem. O coletor passa, a Coleta Seletiva passa toda segunda-feira e os demais passa dia sim, dia não. Aqui na região é bem aceitável. Passa direitinho. Pra Coleta Seletiva, a gente junta tudo em um saco só e na segunda-feira a gente coloca na lixeira.

O mesmo entrevistado chama a atenção para outro importante desafio ligado aos resíduos que é o nível de consciência das pessoas. O seu relato diz o seguinte:

SC1: Eu conheço pessoas que desperdiçam muita comida. Nas reuniões, muitas pessoas pedem cesta básica, mas a gente fala da importância de fazer economia no sentido de não ter desperdício. Eu fiz uma experiência com uma associada minha que ganhou uma casa. Eu a ensinei fazer sabão para que ela pudesse gerar uma renda extra. Eu junto óleo dos vizinhos e passo pra ela. Ela tem uma renda média de dois salários mínimos só com o sabão. Aqui na região as pessoas não adotam essas práticas de economizar e não desperdiçar. Talvez por falta de informação ou por acharem que não é necessário. Eu vejo que nas cidades mais carentes as pessoas conseguem se articular melhor, talvez por conta das necessidades, pois o que eles têm em mãos, eles tentam aproveitar ao máximo. Talvez pelo fato das pessoas terem uma renda um pouco melhor, pode explicar o maior desperdício, enquanto que as pessoas com renda menor

ou nenhuma, por conta da necessidade, tentam aproveitar tudo e transformar em dinheiro. É mais uma questão de consciência.

Por outro lado, o entrevistado SC2 destaca o seguinte em relação aos desafios do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal:

SC2: Do meu ponto de vista e pelo que eu vejo em outras cidades do Distrito Federal a gente está muito atrás. Deixa muito aquém mesmo. Tem muito pouco tempo que o lixão da estrutural foi desativado e foi para a Samambaia existe ainda muita dificuldade. Não existe um incentivo da parte do governo. Eu não vejo um foco mesmo tanto em propagandas como em incentivo fiscal para os empresários levarem para esse lado. Isso poderia gerar emprego. Então, na minha opinião, a capital do país que seria o local para dar exemplo para todo o país, fica aquém mesmo, a desejar mesmo nessa parte desse trabalho que é essencial, que é o cuidar do presente para garantir o futuro.

Também, ele destaca a dificuldade encontrada junto aos moradores para realizar tanto a separação quanto a disposição nos pontos de coleta. Segundo ele:

SC2: O ser humano acha desculpa para não descartar o lixo do jeito certo. Só que quem faz isso, não imagina o mal que ele está fazendo pro futuro dos filhos, netos e pra si mesmo. Até por uma questão de saúde, quem tem que cuidar dessas questões é a gente mesmo. As pessoas não sabem. Eu acredito que elas viram as costas. Eu digo isso porque as dificuldades de lidar com as pessoas são grandes. Eles mal conseguem fazer o “dever de casa” com o seu próprio lixo de separar e colocar no papa-lixo. Então imagina em um âmbito maior. O benefício desse tipo de ação seria muito grande. Hoje encontramos propagandas de tudo, mas quantas você vê ensinando as pessoas a cuidar do seu próprio lixo? Muito pouco. É muito pouco os temas relacionados ao lixo.

Um ponto de discussão e que se destaca como um grande desafio é o descaso que boa parte dos geradores têm com os Resíduos Sólidos. O descarte inadequado ou sem pensar nas consequências pode trazer danos consideráveis, principalmente em locais sem muita infraestrutura urbana.

Outro desafio importante destacado pelo entrevistado está relacionado com a necessidade de modernização dos equipamentos das cooperativas, tendo em vista que o custo operacional é elevado. Nesse contexto, ele afirma o seguinte:

SC3: A gente precisa de equipamentos que sejam compatíveis com a qualidade do resíduo que as empresas entregam pra gente, porque as esteiras foram projetadas para resíduos recicláveis. Como a gente pega resíduos com 60% de rejeito orgânico, eles não conseguem suportar.

Aqui se apresenta uma consequência negativa de uma Coleta Seletiva inadequada, pois 60% de rejeito orgânico se faz presente nos recicláveis que vão para as cooperativas. Segundo

o SC3, a estrutura de máquinas e equipamentos não suportam tal volume e acabam apresentando danos com custos muito elevados.

O entrevistado SC4, perguntado sobre os desafios do atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal, bem como à implantação da Economia Circular salienta que:

SC4: Um entrave que eu percebo é que a coleta em determinadas áreas como Plano Piloto e Águas Claras não é feita pelas cooperativas de catadores. Para eles seria muito importante e motivador, uma vez que são regiões em que os recicláveis são de melhor qualidade e o custo de coleta seria baixo porque a pavimentação das vias é boa.

Ele chama a atenção para os resultados financeiros futuros que as cooperativas teriam caso a Coleta Seletiva fosse feita pelos catadores. Esse pensamento vai ao encontro do que foi dito pelo entrevistado SC3, em que ele defende a ampliação dessa atividade para todo o Distrito Federal via cooperativas/associações.

Ainda segundo o SC4, outro grande desafio é em relação ao vidro. Para ele, o Distrito Federal é um grande gerador desse material, porém, as indústrias recicladoras estão distantes a aproximadamente 1000 km. O custo do frete, aliado ao valor econômico do quilo do material, inviabiliza a sua comercialização, deixando de ser uma grande oportunidade para as cooperativas. Assim, a baixa densidade de empresas que reciclam o vidro no Distrito Federal acaba sendo um grande entrave à implementação da Economia Circular para esse tipo de material.

Outro desafio ligado aos Resíduos Sólidos Urbanos destacado pela literatura, é o relacionado às questões financeiras e econômicas. Normalmente ocorre uma sobrecarga no orçamento municipal em decorrência dos altos custos associados à sua gestão (Mrayyan; Hamdi, 2006).

Muitas vezes, os municípios não conseguem gerir os Resíduos Sólidos devido a deficiências financeiras. As altas despesas necessárias para garantir o serviço (Sharholy *et al.*, 2007) e a falta de uso adequado de instrumentos econômicos dificultam uma gestão eficaz (Guerrero; Maas; Hogland, 2013).

No âmbito da pesquisa, o entrevistado PP1 destaca que os recursos coletados pelo Distrito Federal não são suficientes para manter o sistema. Segundo ele:

PP1: Se você falar em TLP (Taxa de Limpeza Pública), os recursos não são suficientes. De longe não é suficiente. Hoje existe um repasse regular do governo para manter todo o sistema. O total para manter todo o sistema funcionando é de aproximadamente

R\$ 45.000.000,00 (quarenta e cinco milhões de reais) / mês. A TLP supre em torno de 10 a 15% desse valor.

Isso demonstra que o sistema possui um alto custo operacional e o valor recolhido na forma de taxa (TLP) cobre cerca de 10 a 15% do total. Isso reforça a ideia de que o modelo está alinhado com a perspectiva linear, uma vez que boa parte dos materiais coletados ainda possuem o aterro sanitário como destinação final.

A Coleta Seletiva surge também como outro grande desafio. De acordo com Chaves *et al.* (2014), uma das fragilidades em sua implantação está relacionada com a atenção dada aos mecanismos de Educação Ambiental.

Bringhenti *et al.* (2011), por outro lado, salientam a importância da seleção e validação de indicadores para possibilitar o monitoramento do seu desempenho. Um dos mais importantes é a participação social nesses programas, o que, na prática, é precário.

Por outro lado, Ferri *et al.* (2015) sugerem uma rede de Logística Reversa para resolver o desafio de gerenciar esses resíduos de forma econômica, considerando as exigências impostas pela PNRS. Para que esse desafio possa ser superado, torna-se necessária a inclusão dos catadores de materiais recicláveis no processo. Os autores argumentam que programas eficientes de Coleta Seletiva dependem da Educação Ambiental.

Nessa mesma linha, Bernardo *et al.* (2023) argumentam que programas de Coleta Seletiva são desafiadores porque nem sempre são econômicos. Eles requerem alto investimento inicial e campanhas permanentes de educação, sensibilização e conscientização que, no entanto, não garantem a participação popular.

Na entrevista com o PP1, esse tema foi destacado da seguinte forma:

PP1: As dificuldades maiores que a gente tem hoje é a qualidade do resíduo descartável e os catadores avulsos que aparecem, ou seja, pessoas que fizeram disso um meio de sobrevivência; viram nisso uma oportunidade econômica. Ao final, costumam deixar uma bagunça ao longo dos condomínios verticais.

A afirmação do entrevistado destaca, mais uma vez, que a qualidade dos materiais recicláveis separados na fonte geradora se consolida como um grande problema e desafio ao sistema atual. Isso porque prejudica sobremaneira a renda das cooperativas/associações de catadores que dependem desses recicláveis. Além disso, há presença dos coletores informais que surgem em número crescente e das necessidades econômicas impostas a eles, e que veem nessa atividade uma opção de sobrevivência.

Alinhado com este discurso, o entrevistado PP2 destaca:

PP2: O Distrito Federal não é atendido em 100% com a Coleta Seletiva, então o que é programado hoje em termos de Coleta Seletiva funciona, ou seja, existe uma rota e ela é cumprida, mas a qualidade do material é ruim. Isso ocorre porque o gerador de resíduo não segrega de maneira adequada, então a qualidade de nossa Coleta Seletiva é ruim. Um dos grandes problemas, podemos dizer, está na origem. Só que existe o fato, também, que esse gerador não esteja recebendo os incentivos de informação adequado ou suficiente para consolidar essa rotina do jeito certo.

O problema da Coleta Seletiva na fonte geradora surge, novamente, na perspectiva de outro ator no contexto do poder público. De fato, é um problema recorrente que precisa de alternativas para que a Economia Circular ganhe espaço e possa corroborar com o atual modelo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal.

Em relação aos desafios relacionados à Coleta Seletiva no Distrito Federal, o entrevistado SE2 afirma:

SE2: Na minha opinião, a Coleta Seletiva fica a desejar por dois motivos: o primeiro porque as pessoas não sabem fazer a separação do jeito certo. O outro está relacionado à coleta feita pelos caminhões, pois o mesmo veículo que coleta os recicláveis é o mesmo que faz a coleta convencional, o chamado caminhão “tatu”. Então à medida que a coleta é feita na cidade, ele vai prensando todo o material e ele vai misturando e contaminando com os demais, dando mais trabalho para o processo de separação. Então falta, de fato, um trabalho de conscientização junto à população para fazer a coleta do jeito correto.

O entrevistado SE2, afirma que os veículos que fazem a Coleta Seletiva e a convencional são os mesmos. Isso consiste em uma visão equivocada, uma vez que são plataformas diferentes que executam essas atividades. Contudo, sua afirmação relacionada aos problemas na origem está correta, pois reflete na baixa qualidade do material que é coletado devido à falta de uma correta triagem na fonte geradora.

O entrevistado SC1, perguntado sobre a existência da Coleta Seletiva em sua região administrativa, informou que existe, mas que apenas a metade das pessoas fazem corretamente.

SC1: Eu diria que a metade das pessoas faz. Separar o lixo seco do lixo molhado. Algumas pessoas conseguem adaptar à essa realidade. Não custa colocar o lixo separado em um tambor. Falta muita educação para as pessoas. Acho que se o governo fizesse uma campanha de conscientização junto às pessoas, a realidade seria outra. Se não se cuidar do lixo, junta-se ratos, roedores, fere as mãos dos coletores, etc.

A partir do relato do entrevistado, é possível inferir que, de fato, a percepção sobre o problema da Coleta Seletiva está na origem, na residência das pessoas.

Na mesma linha, o entrevistado SC2 salienta que em sua região não existe a Coleta Seletiva por ser uma área em processo de regularização fundiária. Contudo, existe o papa-lixo.

O entrevistado SC3, ainda acerca da Coleta Seletiva, apresenta o problema, mas em seguida, a solução. Ele afirma o seguinte:

SC3: Funciona em parte. O caminho para melhorar é contratar as centrais, mudar o prestador de serviço, implantar um sistema de Educação Ambiental de forma continuada em todos os veículos de comunicação, em toda a rede de ensino, nas iniciativas privadas, dos grandes geradores e também criar incentivos para estimular a participação da sociedade e estruturar as cooperativas. Isso porque não se pode pensar só no serviço em si, mas também nas cooperativas e a melhor maneira de fazer isso é contratá-las para realizar o serviço de Coleta Seletiva no Distrito Federal.

A solução apresentada por este ator teria reflexos consideráveis na estrutura da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, uma vez que existem muitos contratos com empresas terceirizadas que realizam todo o ciclo logístico dos resíduos, considerando também, os altos valores envolvidos.

De qualquer forma, é um caminho que pode abrir novas possibilidades de discussão. Isso porque, em tese, existe um maior engajamento dos catadores no processo devido ao interesse direto nos materiais com potencial de reciclagem. Contudo, como gerir e gerenciar resíduos é complexo e de difícil resolução, necessitaria muita vontade política, aspectos técnicos a serem resolvidos e um forte conflito de interesses a ser negociado.

O SC4 afirma que um problema de grandes proporções no Distrito Federal em relação à Coleta Seletiva está relacionado à qualidade do composto orgânico. Para ele, “o agricultor não quer porque ele é repleto de elementos estranhos como vidro. Isso mostra um problema na separação do material, tanto o reciclável quanto o orgânico”. Contudo, fazendo um contraponto a essa narrativa, o entrevistado PP1 afirmou o contrário, ou seja, segundo ele, o composto orgânico produzido é de boa qualidade e bem aceito pelas pessoas que fazem uso dele.

Uma crítica que o SC4 faz em relação aos papa-lixos é destacada a seguir:

SC4: Um grande problema do sistema, a meu ver, são os papa-lixos, pois nos locais onde estão instalados, não permitem que a população faça a Coleta Seletiva na fonte. Isso dificulta muito o trabalho das cooperativas. Deveria ser um para recicláveis e outro para orgânico. Além disso, eles não são nada educativos, pois induz as pessoas a não separarem o material em casa.

Nesse aspecto, pode-se deduzir que os papa-lixos, nos locais onde estão instalados, de fato, podem induzir as pessoas a não separarem corretamente os resíduos em suas residências, uma vez que colocar todo o seu material (reciclável e não reciclável) em um único local, torna-se cômodo e menos trabalhoso. Assim, pensar em sistemas que possam permitir o recebimento de materiais diferentes, poderia ser uma estratégia interessante. Contudo, seria necessário um

trabalho constante junto à população, demonstrando a importância em fazer a correta separação na fonte de forma a beneficiar o sistema como um todo.

Em sua concepção, o SC4 afirma que um trabalho de Coleta Seletiva bem feito deve ser feito em três frações: rejeitos, compostáveis e recicláveis. Apesar de ser uma ideia interessante, atualmente as três frações no Distrito Federal seria inviável, devido aos elevados custos de instalação e de operação. Ademais, se a Coleta Seletiva convencional não está em sua plenitude, pensar em uma estratégia em um nível mais complexo, exigiria um esforço ainda maior tanto da população quanto do governo. Dessa forma, focar nas soluções atuais, pode ser uma saída mais plausível.

Ainda segundo ele (SC4), o grande desafio para a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e implementação da Economia Circular no Distrito Federal, está ligado à reciclagem, especificamente quanto às embalagens de vidro (pela grande distância das indústrias recicladoras) e das PETs escuras que possuem mercado somente como combustível. De fato, o vidro apresenta um baixo valor de mercado e as indústrias localizam-se a grandes distâncias. Isso dificulta sobremaneira a sua comercialização, apesar da indústria o utilizar de forma intensiva. Já em relação ao PET escuro, é utilizado amplamente pela indústria cervejeira que justifica a sua utilização pela garantia das propriedades do alimento. Contudo, o subproduto gerado após o consumo da bebida, é um problema considerável, pois o mercado da reciclagem para esse material é inexistente.

Além das questões discutidas até aqui, destacam-se também aquelas relacionadas aos aterros sanitários. De acordo com Palaniandy *et al.* (2022) são locais onde os Resíduos Sólidos são descartados de maneira planejada.

Contudo, problemas relacionados a eles podem ser vistos com certa regularidade. Um deles está ligado à dificuldade em encontrar áreas que atendam aos requisitos técnicos e ambientais exigidos. Durlević *et al.* (2023) salientam que esse problema é mais grave nas áreas urbanas, pois elevados volumes de resíduos são gerados e, às vezes, dispostos em locais indevidos, quando os padrões previamente estabelecidos não são seguidos.

Provavelmente, o mais clássico dos desafios relacionados aos aterros sanitários, seja o encurtamento de sua vida útil decorrente das grandes quantidades de materiais aterrados. Certamente, boa parte deles possuem um bom potencial de reciclagem e/ou compostagem. Amaral *et al.* (2022) destacam que essa redução da vida dos aterros sanitários está conectada com o aumento populacional e dos níveis de urbanização que, conseqüentemente, geram mais rejeitos que precisam ter uma disposição final adequada. Além disso, apontam para as baixas

taxas de Coleta Seletiva e reciclagem como fatores de peso para uma acelerada depleção dessas áreas.

O entrevistado PP1, ao responder sobre esse tema, destaca que, atualmente, o grande problema do ASB é a sua vida útil que é reduzida de forma acelerada. Segundo ele, “caso a Coleta Seletiva no Distrito Federal aumentasse, a vida útil do ASB ampliaria muito”.

Para resolver essa questão, segundo ele, deveria ocorrer um aumento da atual área do ASB. Essa autorização ocorreu em julho de 2023 com o repasse de 67 hectares pela Terracap ao SLU, o que vai garantir mais 30 anos de vida útil (Anexo E). Contudo, alguns impactos ambientais são inevitáveis como desmatamento de área nativa do Cerrado para construção de valas e vias de acesso, além do alto custo financeiro incorporado.

Reduzir a presença de recicláveis e orgânicos na coleta convencional e otimizar, respectivamente, a reciclagem e a compostagem desses materiais, se consolida, atualmente, como um grande desafio para o poder público.

A fala do entrevistado PP2 em relação ao ASB vai ao encontro do PP1:

PP2: O ASB tem 4 anos de existência e mais 4 anos de vida útil. O SLU tem a posse de uma nova área para expansão que, segundo eles, seria para mais 20 anos. Caso a oferta de resíduos para o aterro diminua, a vida útil é aumentada.

Como apresentado anteriormente, a liberação desta área ocorreu em julho de 2023 pela Terracap, como forma de ampliar a vida útil do ASB para mais 30 anos.

Corroborando com os entrevistados PP1 e PP2, o agente público PP3 reforçou os mesmos problemas destacados anteriormente, ou seja, os desafios se fazem, basicamente, na baixa qualidade do material que chega às cooperativas por meio de uma Coleta Seletiva ineficaz, ocasionada, basicamente, pela deficiência na separação na fonte geradora. Segundo ele:

PP3: Para ampliar vida útil do ASB, certamente é necessária uma melhor triagem do que é colocado lá. Então temos a questão da Coleta Seletiva que realmente é importante, além de políticas públicas, uma fiscalização de entidades e órgãos que sejam responsáveis e claro uma conscientização da população de forma que ela faça a sua parte. Mas realmente o que pode ser feito para ampliar essa vida útil é uma melhor triagem e uma melhor coleta que seja efetivamente seletiva.

Em relação à Economia Circular, Agarwal *et al.* (2023) salientam os obstáculos encontrados em sua implantação, especificamente no contexto da cadeia de suprimentos. Dentre os desafios encontrados eles apresentam a falta de conhecimento e consciência dos

consumidores em relação à sustentabilidade ambiental e, também, a relutância em relação à reestruturação da cadeia de suprimentos.

Seguindo a mesma perspectiva, Eiselein *et al.* (2023) destacam que, embora a Economia Circular seja um fenômeno sistêmico e relacional, a literatura sobre ela ainda não consegue demonstrar o entendimento de como os *stakeholders* se relacionam e, por conseguinte, como as parcerias de longo prazo são desenvolvidas em um contexto voltado para a sustentabilidade.

Para Souza Piao *et al.* (2023) as barreiras estão mais relacionadas à implementação de práticas de Economia Circular e à falta de legislação específica e coordenação dos diferentes níveis de governo. Também, pode explicar essas barreiras, principalmente em países em desenvolvimento, o baixo valor de mercado de alguns resíduos e a informalidade do sistema.

As conclusões de Souza Piao *et al.* (2023) podem ser corroboradas a partir da fala do entrevistado PP1, que afirma que “ainda não tivemos um debate específico sobre Economia Circular”. Ele ainda destaca que, no contexto do Distrito Federal:

PP1: Alguns entraves para a implementação da Economia Circular seria a demanda de resíduos e recursos para investimentos. Preciso melhorar a qualidade dos resíduos provenientes da Coleta Seletiva direcionada aos catadores. Quantidade eu tenho, mas qualidade não. Isso retoma o debate inicial da necessidade de fazer um trabalho de base nas escolas, por meio da educação infantil e do ensino fundamental. Vamos separar melhor.

Mais uma vez, o entrevistado “bate na tecla” da importância e necessidade em se ter uma alta qualidade de materiais recicláveis separados na fonte. Ele aponta o atual sistema de Coleta Seletiva do Distrito Federal como incapaz de gerar essa qualidade para se atingir os níveis necessários de reaproveitamento das cooperativas/associações (que atualmente operam abaixo de sua capacidade instalada) e, conseqüentemente, ter a Economia Circular incorporada em sua totalidade. Contudo, foi possível identificar, ao longo das entrevistas, que poucos são os *stakeholders* que, de fato, conhecem a Economia Circular e os seus princípios norteadores.

O entrevistado PP3, em relação aos desafios da Economia Circular no âmbito do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal destaca a falta de informação. Ele afirma o seguinte:

PP3: Eu acho que falta de informação. Tenho 38 anos de idade e fui me deparar com o conceito de Economia Circular há uns dois anos aproximadamente. Então eu, com 36 anos de idade que fui me deparar com a ideia de Economia Circular, cidades lixo zero, enfim. E, à época, não era uma pessoa avessa ou alheia à essa discussão. Buscava de fato conhecer algumas coisas, mas sempre por conta própria, mas nunca estimulado em uma sala de aula ou numa formação (a nível de Pós-Graduação). Mas acho que, de fato, a grande barreira, nesse primeiro momento, é a Educação Ambiental.

Por meio da resposta do entrevistado PP3, fica evidente que o desconhecimento sobre Economia Circular sinaliza a importância e necessidade de investimento nos profissionais que lidam com a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, principalmente com temas mais recentes, como é o caso da Economia Circular.

O entrevistado PP4 traz para o debate uma questão interessante acerca da relação das empresas com os desafios à implementação da Economia Circular. Segundo ele:

PP4: Acho que as empresas precisam ter mais essa visão social, mais genuína e não só mercadológica, ou seja, não só a questão do capitalismo, do valor monetário ou do lucro. Ser mais inclusiva. Sei que é necessário a questão do lucro, mas penso que pode ser de forma equilibrada.

De acordo com este agente público, é de suma importância que a classe empresarial tire um pouco os holofotes das questões ligadas ao lucro e observe mais os elementos sociais e ambientais. É um caminho ou alternativa que pode fazer com que elas atinjam os princípios da Economia Circular em seus processos em sua essência.

A percepção de alguns atores do setor empresarial, CAT2, em relação às barreiras de implantação da Economia Circular no Distrito Federal, vão ao encontro de questões de ordem pragmática, ou seja, aquelas ligadas, normalmente, a elementos que impactam as atividades do empreendimento.

Por outro lado, o entrevistado SE3, afirma que:

SE3: Assim como as demais Unidades Federativas, o Distrito Federal está acordando para o fato de que os recursos naturais podem ser finitos e se tornar escassos. Então, está começando a incentivar modelos de negócios que associam desenvolvimento econômico a um melhor uso de recursos naturais, otimizando os processos de fabricação com menor dependência de matéria-prima virgem, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis. Mas, tudo isso ainda é muito incipiente.

De acordo com sua percepção, novas oportunidades de negócios sustentáveis estão começando a surgir a partir de um amadurecimento do poder público. Contudo, é um processo lento e que, certamente, irá demandar tempo.

O ator SE4 informou que o governo precisa deixar mais claro, por meio de políticas públicas, os incentivos voltados para a Economia Circular. Diante disso, ele afirma:

SE4: A Economia Circular é um tema muito importante e recente para os empresários, principalmente no contexto do Distrito Federal. Muita coisa ainda está para acontecer, mas tem gente que já está fazendo algumas ações. Porém, eu penso que o governo poderia criar e incentivar a Economia Circular por meio da proposição de políticas públicas. Acho que isso ficaria mais fácil pra todo mundo.

O poder público, de maneira geral, tem uma importante responsabilidade no incentivo à implementação da Economia Circular no sistema. Para Rehman *et al.* (2022), esses incentivos têm efeitos mediadores na relação entre a inovação e o desempenho econômico, ambiental e social das pequenas e médias empresas (PMEs), ou seja, agem como catalisadores ao desenvolvimento de empreendimentos que buscam aplicar e ampliar os princípios da Economia Circular tanto em suas operações internas quanto externas.

Ademais, Wasserbaur *et al.* (2022) salientam que políticas governamentais e modelos de negócio são considerados elementos-chave para uma transição para a Economia Circular. Segundo eles, a interação mais estudada é entre os regulamentos de comando e controle e o elemento de proposta de valor dos modelos de negócio. Eles reforçam a ideia de que as tecnologias podem levar à inovação do modelo de negócios circulares, o que força os formuladores de políticas a se adaptarem. Também, os mesmos políticos podem prestar atenção às necessidades dos novos modelos de negócios circulares, com o intuito de criar mecanismos de apoio para sua competitividade.

Nesse contexto, o entrevistado PP1 afirma que:

PP1: Pode-se trabalhar a questão da mobilização, ou seja, numa formação de base, ou seja, inserir a necessidade, a importância e o resultado a médio e longo prazo da Economia Circular como um todo já na primeira infância e ir trabalhando isso dentro da visão de cada público que você vai ter dentro da comunidade educacional; incentivos financeiros do governo já tem disponibilidade por meio da cessão de espaços e compra de equipamentos; necessidade de mais emendas parlamentares porque são recursos mais rápidos. Eu vejo que o governo precisa sair desse cenário porque é uma cadeia sustentável. O que a gente precisava fazer era dar incentivo para o pontapé inicial. Não é possível pensar mais nos catadores fora dos contratos de Coleta Seletiva, pois eu vou precisar de alguém para fazer a coleta, ou seja, essa é a sustentabilidade da Coleta Seletiva, a inserção definitiva dos catadores no sistema, além da questão social envolvida que é a geração de emprego e renda.

A fala do entrevistado PP1 mostra um certo distanciamento das políticas locais em relação à Economia Circular, principalmente sob o ponto de vista de novos modelos de negócios que sejam baseados na circularidade de materiais.

Corroborando com essa ideia, o entrevistado PP2 salienta que “se a gente tivesse uma logística reversa de embalagens devidamente implementada, a gente aliviaria os custos do poder público”. Ele enfatiza que a implantação de uma política local de logística reversa e/ou Economia Circular é um grande desafio, mas, por outro lado, a sua ausência pode onerar o orçamento público.

Além disso, ele também traz outra dificuldade da implementação da Economia Circular:

PP2: Eu acho que é até uma questão de legislação nacional, não só do Distrito Federal, porque todos esses instrumentos que a gente tem vieram de uma política nacional. No Distrito Federal não existe um instrumento que não tenha partido de uma política nacional. Eu acho que o primeiro passo seria incorporar na política nacional esse conceito e os princípios da Economia Circular.

A resposta dada pelo entrevistado PP2 reforça a ideia discutida na seção 4.4 (Princípios da Economia Circular e o arcabouço legal (PNRS e PDRS)) deste trabalho, em que são mostradas a ausência dos princípios da Economia Circular na PNRS e na PDRS. Contudo, o simples fato deles não estarem presentes não é suficiente para a sua efetividade. É necessário que se tenha um plano estratégico, a nível nacional, que contemple o seu desenvolvimento em escala nacional e local.

Nesse aspecto, o entrevistado PP3 relata a seguinte percepção: “a gente vive num país que existe muita lei. Existe lei pra tudo, existe política pra tudo, mas pouca fiscalização e pouco incentivo material”. De acordo com sua percepção, um dos desafios à implementação da Economia Circular está na pouca fiscalização existente ou ainda na pouca capacidade estatal de cumprir o que está na lei. De fato, o poder de fiscalização aliado a boas políticas públicas podem agir como um importante indutor para as práticas de Economia Circular, a partir do momento que os *stakeholders* passam a internalizar a ideia de compromissos circulares. Isso pode promover a criação de redes sustentáveis que incentivem a adoção de sistemas que tragam benefícios para a sociedade e o meio ao qual estão inseridos.

No contexto empresarial, Tiep Le; Nguyen (2022) salientam que no âmbito dos problemas ambientais e sociais, a maneira como os negócios são geridos em direção ao equilíbrio dos valores econômicos, sociais e ambientais recebe uma preocupação significativa de seus *stakeholders*.

Por outro lado, Cui *et al.* (2022) afirmam que as estratégias de inovação para a promoção de tecnologias voltadas para a reciclagem de Resíduos Sólidos incluem novos modelos de negócios sustentáveis para apoiar a adoção dessas tecnologias, ou seja, o apoio do nível estratégico da organização (tomadores de decisão) é crucial para que ações dessa natureza se desenvolvam. Este se consolida com um grande “gap” dos empreendimentos do século XXI.

No que se refere aos desafios empresariais, o entrevistado SE1 salienta que:

SE1: O maior desafio hoje é a gente fazer com que as pessoas mudem um pouco a forma como pensam em relação ao reuso. Isso porque o brasileiro tem a cultura de não usar coisas usadas. Então, você colocar essa consciência nele de que “lavou tá novo” é muito difícil. Então o maior desafio é trazer essa consciência de que não existe problema, ou seja, trazer essa consciência ambiental, da sustentabilidade para que as pessoas entendam o papel delas como cidadãos adquirindo peças desse jeito, ou seja, usadas. Não é só economicamente falando. É da consciência ambiental mesmo.

Colocar essa consciência ambiental na população hoje, é o que eu acho mais difícil. Nosso público se concentra nas classes média e alta, porque a classe mais baixa prefere comprar um produto na feira, mas comprar novo. Temos de classe baixa, mas é uma pequena parte. Isso ocorre porque é uma questão cultural. Por exemplo, existem peças aqui com o valor de R\$ 30,00. Com esse valor, eu também compro uma peça na feira, mas é nova.

A reflexão proposta pelo entrevistado SE1 é interessante, principalmente ao observar o seu relato. A maior parte de seus clientes são das classes média e alta, enquanto que a menor parcela são de classes mais baixas, do ponto de vista econômico.

Isso reforça a ideia de que a preocupação ambiental esteja mais atrelada à renda e, por isso, as pessoas compreendem melhor a ideia do reuso (Deboni *et al.*, 2015; Dos Santos *et al.*, 2017). Quando a renda é menor e a escolaridade média também é menor (Januário *et al.*, 2017; De Sant'Anna; Olifiers; Namen, 2021), existe uma tendência de não aceitar objetos de segunda mão, pois pode-se associar a itens que não servem mais ou, até mesmo, adquirir uma peça nova é melhor do que uma usada (de boa qualidade). Ao final, o próprio entrevistado relata que também compraria um produto novo em uma feira do que no próprio empreendimento em que trabalha. De certa forma, isso mostra um entendimento de que o fator financeiro, no final das contas, tem um peso significativo e não apenas o cultural, como ele mesmo afirma na entrevista.

Ainda em relação aos desafios do empreendimento, o entrevistado SE2 afirma:

SE2: Nós não temos nenhum incentivo porque trabalhamos com materiais recicláveis. Então, os nossos desafios atuais são o grande volume de celulose que está sendo inserido no mercado e a queda do dólar, pois assim o custo da matéria-prima para as indústrias diminui e o nível das importações se eleva, prejudicando as nossas vendas. Se a Coleta Seletiva no Brasil funcionasse de maneira adequada, não haveria necessidade de importar esses materiais.

A falta de materiais recicláveis no mercado do Distrito Federal, decorrente da deficiência da Coleta Seletiva, obriga esse tipo de empreendimento a trazer materiais de outros lugares (cidades e estados).

A queda do dólar também se consolida como outro grande desafio, pois o custo de importação de recicláveis para a indústria diminui quando isso acontece, favorecendo as compras do mercado externo em função de preços mais baratos. Porém, isso compromete as vendas das recicladoras que acabam operando com valores mais altos. Ele afirma que, se o volume interno fosse suficiente, certamente as indústrias não importariam.

A melhoria da Coleta Seletiva na fonte geradora aumenta a oferta dos recicláveis e pode trazer benefícios para a cadeia de logística reversa, o que abre caminho para a redução dos

lixões no país. Além disso, pode haver uma redução da necessidade de matérias-primas virgens, o que vai ao encontro das premissas circulares.

Ainda sobre os desafios ao negócio, o entrevistado SE3 afirma:

SE3: No nosso ramo de consultoria, o maior desafio é sugerir mudanças nos hábitos, nos costumes e na cultura de pessoas que estão acostumadas a trabalhar da mesma forma que trabalhavam há mais de vinte anos. Dessa forma, a Economia Circular há muito tempo faz parte das sugestões inovadoras apresentadas pelos consultores aos empreendedores.

De fato, a mudança de comportamento é complexa. Segundo o SE3, mostrar para as pessoas que novos comportamentos são necessários no contexto atual para que se tenha uma sociedade mais justa e equilibrada, é um grande desafio a ser vencido. A resistência a mudanças precisa ser vista como um entrave ao desenvolvimento, principalmente quando envolve questões sociais e ambientais. Importante ter em mente que essa resistência é uma questão que pode ser alterada tanto pela Educação Ambiental, quanto por características socioeconômicas, ou seja, passa por um conjunto de soluções que não são únicas.

O entrevistado SE4, afirma que um dos maiores desafios para o seu negócio é produzir com alta qualidade dentro dos padrões sustentáveis que o mercado exige. Assim, ele destaca o seguinte:

SE4: Dentro do que fazemos, precisamos manter um alto nível de produção com alta qualidade, porém, dentro dos mais rigorosos critérios de sustentabilidade possíveis. Esse, sem dúvida, é um dos maiores desafios que temos hoje e para cumpri-lo, temos que desenvolver ações e estratégias focadas no equilíbrio.

Já em relação a questão das barreiras, dificuldades e facilitadores para o andamento do empreendimento, o entrevistado SE3 afirma que, nesse caso específico, o desenvolvimento do trabalho depende basicamente do desempenho das equipes.

No que se refere aos desafios para implementação da Economia Circular no Distrito Federal, os atores que pertencem à categoria da Sociedade Civil (SC), de maneira geral, não conheciam o termo Economia Circular e isso foi percebido durante as entrevistas. Contudo, quando se fazia uma breve explanação do seu significado, eles diziam “agora sim, sei do que está falando”. A partir dessa perspectiva, as perguntas foram conduzidas normalmente.

O entrevistado SC1 enfatiza o seguinte:

SC1: Eu acho que o poder aquisitivo trava as pessoas, porque se elas têm condições de comprar um produto novo, compram e jogam o antigo fora. Como tem o dinheiro, não se preocupam em reformar ou doar que é a própria ideia do consumo. Se o

governo desse um incentivo para que as pessoas pudessem montar uma loja para vender produtos usados para as pessoas carentes, poderia dar muito certo. Como se fosse um brechó.

A renda elevada, de certa forma, induz as pessoas ao consumo. Segundo o relato do entrevistado, diminui a capacidade que elas têm de praticar o reuso, pois como existe a renda líquida e certa, elas não enxergam a necessidade de reaproveitamento das “coisas”. De certa forma, percebe-se aqui uma contradição do sistema. Em tese, o poder aquisitivo é acompanhado de maior consciência, mas ao mesmo tempo, pode gerar um comportamento mais perdulário.

Além disso, o fator cultural/educacional pode gerar uma aceleração desse processo, principalmente nos casos em que as famílias possuem uma renda conjunta de alto padrão. Assim, é possível inferir que a alta renda, aliada a baixa instrução ou nível educacional formal, tende a criar um ambiente favorável para o desperdício.

Da mesma forma, o ator SC2 afirma que, atualmente, o consumo está exacerbado e que poucos se preocupam em praticar o reaproveitamento. Ele traz uma reflexão acerca de empecilhos para o desenvolvimento da Economia Circular no Distrito Federal. Primeiro ele relata o seguinte:

SC2: Se não tiver uma preparação, uma preocupação, um olhar sério com isso, realmente o dano é muito grande. Por exemplo, existem programas como o da sacola plástica de supermercado. Com a chegada das sacolas biodegradáveis, não mudou muito. A diferença é que hoje ela custa. Isso mostra que o empresário enxergou ali uma nova oportunidade de ganhar dinheiro. Com certeza, esses incentivos ajudariam muito. Eu acho que o assunto é de conscientização mesmo.

Certamente substituir as sacolas plásticas tradicionais dos supermercados pelas biodegradáveis é uma estratégia interessante, mas provavelmente insuficiente. Mostrar para as pessoas os ganhos que teriam com o uso de sacolas reutilizáveis poderia corroborar com essa ação.

Em segundo lugar, o entrevistado traz uma certa responsabilidade para o governo e o setor empresarial. Segundo ele:

SC2: Eu digo que o Distrito Federal deveria dar o exemplo para os demais estados. No contexto empresarial, nós vemos vários atacadões, várias distribuidoras de bebidas e poucas empresas que, de fato, trabalham com as embalagens. Eu acho que caberia às autoridades ou o governo tirar essa discriminação com o empresário que trabalha com recicláveis. O bem que ele faz para a sociedade deveria ser mostrado de forma ampla, pois é uma empresa como qualquer outra.

O termo “discriminação” utilizado pelo entrevistado reflete inferioridade quando se compara empreendimentos que trabalham com materiais recicláveis com os tradicionais. O incentivo a pequenas empresas que atuam nesse segmento poderia trazer uma série de benefícios econômicos e sociais, além de ampliar elementos da Economia Circular como a manutenção, o reuso e a reciclagem.

Ainda em relação aos entraves e barreiras à Economia Circular no contexto do Distrito Federal, o entrevistado SC3 afirma:

SC3: Eu acho que precisa envolver mais a sociedade, precisa desenvolver mais os canais e grupos de educação para procurar desenvolver mais a sociedade para entender o conceito, entender de fato na prática como acontece e como implementar, o que ela pode fazer e trazer de benefícios para todos. Além disso, a criação de normas, regras e políticas voltadas especificamente para a Economia Circular para dar celeridade para implantação de sua prática pela sociedade. Isso porque quando existem leis, tem como cobrar ações e resultados e quando não se tem, tudo fica mais difícil. A Economia Circular vai entrar nas metas, pois quanto mais se aumenta as metas das indústrias fabricarem de forma correta e sustentável, mais se fecha o cerco para se recuperar, uma vez que um dos efeitos dela é valorizar a reciclagem.

Para o SC4, para se ter a Economia Circular de fato no Distrito Federal, em outros estados, nos municípios e no Brasil, é necessário desenvolver um olhar para o parque industrial, ou seja, saber onde ele está e fazer uma compensação de forma que as localidades com menor densidade de empresas dessa categoria, possam receber verbas compensatórias dos governos centrais.

Os Resíduos Sólidos no Distrito Federal, como ao redor do mundo, se consolidam hoje como um grande problema. A participação da sociedade, das empresas e do governo, enfim, dos atores sociais, funciona como indutor para que as soluções sejam implementadas. O debate de temas relevantes como os Resíduos Sólidos deve ter um ponto de partida. Uma das formas é conhecer as dificuldades que impedem ou bloqueiam as ações necessárias para a criação de estratégias eficazes e com viés prático. O Quadro 26 resume, então, os desafios identificados no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal atualmente, bem como os obstáculos à implementação da Economia Circular em seu contexto, a partir da percepção dos atores sociais entrevistados.

Quadro 26 – Desafios à gestão dos RSU e à EC à luz dos atores sociais

DESAFIOS	CAT1 Poder público	<ul style="list-style-type: none"> • Baixa qualidade do resíduo coletado. • Pouco efetivo para fiscalização. • Baixos níveis de Coleta Seletiva. • Desconhecimento da população sobre EC. • Gestão de Resíduos Sólidos alinhada com a perspectiva linear. • Redução da vida útil do ASB. • Alto volume de recicláveis e matéria orgânica na coleta convencional. • Desafios complexos e de difícil resolução.
	CAT2 Setor empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta Seletiva com baixas taxas de aproveitamento. • Falta ou pouco conhecimento da população sobre o conceito de EC. • Alto nível de desperdício induzido pela ideia de comprar, usar e descartar. • Necessidade de melhoria da qualidade do material com capacidade de reciclagem. • Aterro sanitário com vida útil reduzida. • Desvalorização do reuso por parte da população. • Importação de resíduos pelas indústrias recicladoras. • Problemas ligados aos RSU de difícil resolução.
	CAT3 Sociedade civil	<ul style="list-style-type: none"> • Poucas campanhas de divulgação sobre gestão de Resíduos Sólidos. • Falta de incentivo do poder público. • ASB com grande possibilidade de esgotamento. • Ausência de debate com a população sobre a implementação da EC. • Resíduos secos e orgânicos muito misturados. • Pouco engajamento das empresas locais (principalmente as PMEs) com a EC. • Alto índice de recicláveis com destino ao ASB. • Prevalência da Economia Linear. • Complexidade dos desafios relacionados aos RSU.

Fonte: Autor (2023).

Assim, de acordo com a percepção dos atores sociais, os desafios que se destacam de forma comum em relação ao atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e à implementação da Economia Circular, estão apresentados no Quadro 27.

Quadro 27 – Percepção convergente para o aspecto "Desafios" à luz dos atores sociais

Percepção convergente DESAFIOS	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão de RSU alinhada com a perspectiva linear. • Baixos níveis de Coleta Seletiva. • Desafios complexos e de difícil resolução. • Desconhecimento da população sobre EC. • Materiais coletados com baixa qualidade. • Redução da vida útil do ASB.
--	---

Fonte: Autor (2023).

Todos os desafios identificados durante a análise das entrevistas possuem relevância e significado, porém, considerou-se aqueles que se mostram recorrentes em todas as categorias de atores.

O descarte inadequado de resíduos pela população, juntamente com o alto volume de recicláveis e matéria orgânica na coleta convencional, mais o alto índice de recicláveis com

destino ao ASB, estão relacionados aos baixos índices de Coleta Seletiva que, por sua vez, diminuem a vida útil do aterro sanitário, o que tem se mostrado, no geral, como um problema na origem, ou seja, no descarte. São elementos conectados que possuem uma relação de interdependência, uma vez que a alteração em um, provoca mudanças em outro. Além disso, são considerados desafios complexos e de difícil resolução, o que reforça a ideia de que são problemas decorrentes do modelo econômico linear.

Os materiais coletados com baixa qualidade (decorrente da mistura entre os Resíduos Sólidos Orgânicos e Inorgânicos) dificultam o trabalho das cooperativas de catadores e podem danificar as máquinas e equipamentos utilizados para a separação e triagem dos recicláveis.

Assim, após identificar os desafios apresentados pelos atores sociais, percebe-se que existe um elevado grau de complexidade para uma transição ao modelo circular. A mudança de comportamento da população e da classe empresária são essenciais para que isso aconteça. Isso porque, ao longo das entrevistas, foi possível identificar uma grande atribuição das responsabilidades e dos problemas somente ao poder público. Talvez as pessoas acreditem que pelo fato de o governo ter a responsabilidade de gerir o sistema, essa difícil tarefa fique somente atribuída a ele. Contudo, para a gestão e manejo de Resíduos Sólidos funcionar de maneira adequada, é preciso a participação de todos os atores de forma a cooperar e contribuir voluntariamente com ações conscientes e participação efetiva, principalmente nas etapas de geração e segregação dos materiais recicláveis.

O governo, certamente, também tem suas responsabilidades. Ele pode, por exemplo, promover a ampliação do debate político para a implantação de normas específicas de Economia Circular, e agir como um importante agente indutor às mudanças.

A Economia Circular surge, então, como uma possibilidade plausível e desejável por meio de seus princípios. Para isso, a busca de informação, conhecimento e a prática da Educação Ambiental se fazem como instrumentos essenciais.

Alguns caminhos que visam corroborar para a criação de alternativas a esses desafios são apresentados nas próximas duas subseções: oportunidades e estratégias.

5.3.2. Percepção quanto às oportunidades

A presente subseção, mais uma vez, traz para o debate os atores sociais como partícipes do processo, porém, em uma perspectiva alinhada a oportunidades que podem ser desenvolvidas e implementadas no âmbito do sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e de práticas de

Economia Circular no Distrito Federal. Assim, como na primeira parte, as entrevistas são intercaladas com a base identificada na literatura e a fala dos entrevistados.

De acordo com Gutberlet *et al.* (2020), o processo de governar os Resíduos Sólidos envolve a articulação de diferentes estruturas, instituições, políticas, práticas e atores. Estar atento aos aspectos ligados ao poder, escala e equidade é importante na busca por práticas mais democráticas. Para eles, formatos inovadores de governança estão surgindo como descentralizadas, participativas e inclusivas, com foco na redução dos resíduos e na recuperação de recursos, ou seja, um alinhamento com os princípios da Economia Circular.

Segundo os autores, uma nova perspectiva está surgindo que é a ideia da Economia Social e Solidária (ESS). Consiste em uma alternativa inovadora para a geração de trabalho e renda e uma opção no contexto da inclusão social e laboral. Aplicar a ideia da ESS permite identificar questões de geração, gestão e governança de Resíduos Sólidos no âmbito dos municípios sob a ótica dos catadores organizados em cooperativas, associações e redes.

Para Olivo *et al.* (2022), o papel desempenhado pelos atores envolvidos tem um valor significativo. As diretrizes políticas, legais e institucionais debatidas por eles, garantem um adequado planejamento da gestão por meio de estudos técnicos, elaboração de leis e mecanismos sofisticados de prestação de serviços em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos.

Segundo os autores, municípios que adotam a gestão integrada sustentável no viés dos atores sociais, apresentam melhores índices de reciclagem, engajamento e inclusão social, sustentabilidade econômica e diminuição dos impactos ambientais. Essas diretrizes funcionam como instrumentos de planejamento para o poder público implementar ações mais eficientes de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos por meio dos princípios da Economia Circular.

No âmbito do Distrito Federal, a relação dos atores sociais com o processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos se configura de várias formas distintas. Dentre elas destacam-se: relações por contrato, relações comerciais (compra e venda) e relações de cooperação. A título de exemplo, cita-se a conexão existente entre o ator PP1 e o ator SC3. Este caso se apresenta no primeiro modelo citado, ou seja, uma relação contratual.

Em relação aos atores participantes do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal, o entrevistado PP1, destaca:

PP1: Com o ator SC3 nós temos os contratos. Fazemos a sua execução. São dois tipos de contratos: o da Coleta Seletiva que é feito com base em uma planilha de custos. Já o segundo contrato é o de triagem e é considerado o que eles vão precisar de EPIs e equipamentos. Neste documento, fica contemplado uma sessão de responsabilidade de usos desses equipamentos.

Nesse contexto, percebe-se que estes atores desempenham papéis distintos no contexto da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, mas, por outro lado, convergentes em termos de essência. Infere-se uma relação de dependência e ganhos mútuos que é formalizada por meio de contratos.

Já a relação comercial é percebida entre os atores SC3 e SE2. O primeiro realiza as tratativas dos recicláveis enquanto o segundo faz a compra. Existem certos questionamentos do SC3 que estão relacionados, principalmente, ao valor pago pelos materiais em virtude do monopólio, segundo o SC3, existente no Distrito Federal em relação a organizações que exercem esse tipo de atividade.

De acordo com o SC3, a falta de concorrência acaba permitindo o ator SE2 colocar preços mais baixos.

O ator SC3 destaca a seguinte situação:

SC3: A venda do PET no Distrito Federal gira em torno de 10% do total produzido aqui. Os outros 90% eu vendo diretamente para uma empresa em Anápolis que faz o seu beneficiamento. Já o papel é um pouco mais complicado porque o mercado funciona de uma forma tão injusta com a matéria nacional porque as fábricas no Brasil são quase todas multinacionais. Então, elas abastecem seus pátios com material de fora do país. O pior é que existe todo um incentivo pra isso. A qualidade do papelão que vem de fora nem se compara com o que a gente tem aqui e o preço que as empresas pagam é quase zero. Isso porque, para esses países, esse resíduo é lixo enquanto que para as indústrias, é matéria-prima. Com isso elas abastecem as fábricas com esse material com um percentual muito elevado e deixa pouco para o mercado interno. Isso é feito para baratear o produto final. No final das contas, a ideia é lucrar.

O entrevistado SC3 afirma que a relação comercial nem sempre é justa, seja no nível local ou nacional.

No âmbito da Economia Circular, Sharma *et al.* (2020) afirmam que ela traz muitas vantagens a todos os setores da sociedade. Por meio dela é possível alcançar metas de sustentabilidade, além da reutilização de materiais ter um peso significativo na conservação de recursos.

Contudo, segundo os autores, existem impedimentos ou entraves à sua implementação como problemas associados à conscientização das pessoas, questões de reciclabilidade e desafios financeiros. No caso de pequenas empresas, existe a prevalência de uma visão insipiente em relação à sua implementação. Isso pode ser decorrente da falta de treinamento e experiência de funcionários, além da aceitação do consumidor ser um grande desafio.

Já para Aceleanu *et al.* (2019) a Economia Circular caracteriza-se pela necessidade de melhorar o uso de recursos por meio da redução dos resíduos e da ampliação da reciclagem. Para as autoras, a Economia Circular torna-se um dos elementos mais importantes no

fornecimento de recursos para as futuras gerações com base no que elas chamam de solidariedade intra e intergeracional, tendo como ponto de partida os 3Rs (reuso, recirculação e reciclagem) e o prolongamento do ciclo de vida dos produtos.

Além disso, a Economia Circular é um fator definitivo para a criação de cidades inteligentes (cujo conceito está ligado à ideia de sustentabilidade) que é aquele lugar que possui um bom desempenho na economia, na governança, no meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas (Aceleanu *et al.*, 2019).

Na mesma linha, Sariatli (2017) preconiza que as ideias centrais da Economia Circular estão calcadas na eliminação do desperdício desde o projeto; no respeito ao meio ambiente social, econômico e natural; além de uma conduta empresarial consciente de que os recursos são finitos.

A partir desses aspectos, segundo o autor, a Economia Circular demonstra oferecer benefícios tangíveis e viáveis para o enfrentamento dos desafios econômicos, ambientais e sociais presentes nos dias de hoje.

Nesse contexto, o ator PP1 destaca a Economia Circular como uma possibilidade de solução para problemas dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e afirma que:

PP1: Ainda não tivemos um debate específico sobre Economia Circular. A gente entende que é inerente à atividade do catador porque ela melhorou muito a qualidade de vida deles e provavelmente na microrregião onde ele reside. A gente tem relatos aqui de catadores, quando começou o contrato da seletiva em 2016, de muitos que moravam em barracos de madeira e hoje pela constância na renovação dos contratos de Coleta Seletiva, ele construiu a casa dele. Então eu acredito que, indiretamente, a gente contribuiu com a Economia Circular dessa forma.

Esse relato mostra que a Economia Circular ainda não está consolidada no âmbito dos atores que fazem parte poder público, demonstrando uma necessidade em se criar e estabelecer uma política local que oriente a todos os envolvidos no processo.

Em relação a essa questão, o ator PP2 destaca que a Economia Circular é sim uma possibilidade de solução, pois ela, por meio de seus princípios, “reduziria a geração de resíduos efetivamente”.

Para o ator PP3, a Economia Circular se mostra com grande potencial e a sua implantação no sistema age como aspecto indutor para as questões culturais e de sensibilização. Sobre isso ele afirma que:

PP3: Eu só vejo vantagens tanto na parte educativa quanto cultural. O principal impacto seria cultural em uma situação de causa e efeito. Não adianta nada você ter os contêineres separados por cores, mas se na prática as pessoas não conseguem fazer

a Coleta Seletiva. Antes é necessário ter o hábito correto de ir lá e descartar de forma correta. Outras vantagens seriam uma cidade limpa, inclusiva, pois as pessoas que fazem o trabalho de catação de maneira informal deveriam ser reconhecidas pelo seu trabalho. Esse trabalho se dá menos por sensibilização e mais por questões econômicas. A gente tem que mudar esse quadro, ou seja, é necessário fazer uma inversão. Trabalhar essa questão mais por aspectos de sensibilização e menos econômicos.

Para ele, a Economia Circular tem um grande poder de ressignificação material e, em função disso, age como mecanismo de mudança comportamental, o que permite a internalização de seus princípios por parte da população. Mas, para isso, segundo ele, é necessário valorizar os catadores e as cooperativas, além de mostrar para as pessoas a relevância dessa causa. Por fim, ele destaca que o grande gargalo da implementação da Economia Circular é a falta de sensibilização, pois a ideia de circularidade perpassa pelas questões culturais e não de infraestrutura somente.

Já o PP4 aponta para uma solução direcionada ao vidro. Para ele:

PP4: O poder público pode propor leis que impeçam o uso de determinados materiais como o vidro, tendo em vista sua grande dificuldade de manuseio no contexto do Distrito Federal. Talvez não em todos os contextos, mas por exemplo, em grandes eventos.

Em relação à maneira pela qual as pessoas poderiam acolher o significado da Economia Circular e qual estratégia utilizar para ampliar o nível de consciência nesse sentido, o respondente SE1 afirma que:

SE1: Inicialmente deve ser feito um trabalho dentro de casa com as crianças. Isso é um trabalho de longo prazo. Falando do governo, acredito que deve ser propagando mesmo, ou seja, campanhas de conscientização. É muito pouco falado. Acho que é o falar, o divulgar. Tem que ter isso. O importante é buscar desenvolver essa consciência nas pessoas.

O relato do SE1 denota a importância da difusão do arcabouço teórico e prático da Economia Circular junto à população. Além disso, destaca as responsabilidades dessa tarefa que, segundo ele, cabe tanto ao poder público quanto às empresas. Por trabalhar nesse segmento, o SE1 acredita que contribuem com o trabalho que desempenham, uma vez que as pessoas passam a conhecer e valorizar produtos usados e, principalmente, enxergam oportunidades econômicas nesse processo.

Ainda nessa linha, o ator SE2 destaca que:

SE2: Eu acho que falta a disciplina por parte das pessoas em querer fazer o certo e falta também o trabalho de sensibilização e conscientização por parte do poder público. Temos também a própria cultura do consumismo que é amplamente difundida pela indústria, a obsolescência programada para produtos de alto consumo como o aparelho celular. A indústria do marketing faz a pessoa ficar mais consumista. Às vezes a pessoa não tem condição de comprar à vista, mas pela facilidade em dividir a compra em várias vezes, o consumo acaba se consolidando.

Bem alinhado com o SE1, a fala do entrevistado SE2 dá ênfase no nível de responsabilidade do poder público em criar e estabelecer o vínculo entre a população e a Economia Circular. Contudo, ele destaca a importância de as pessoas exercerem de fato o seu papel de cidadania para “aquilo” que é certo, ou seja, disciplina para realizar a Coleta Seletiva de forma correta. Sendo assim, não basta o poder público investir no desenvolvimento de estratégias de sensibilização voltada para a Coleta Seletiva, ou ainda para a Economia Circular, se as pessoas, de fato, não “comprarem” a ideia.

O entrevistado SE3 afirma que:

SE3: Mudando os hábitos, os costumes e a cultura de pessoas que acreditam que os recursos naturais são inesgotáveis e que podem ser usados à vontade, sem qualquer limitação. É preciso mostrar aos empreendedores que os recursos naturais podem ser finitos e que, muitos deles, podem ser substituídos.

A interferência na cultura, nos hábitos e nos costumes pode ser um caminho interessante e viável para que a Economia Circular e seus princípios possam, de fato, levar benefícios positivos para a sociedade. Contudo, esta é uma tarefa difícil e complexa e que envolve a criação e o desenvolvimento de políticas públicas, além de diálogos constantes com a população.

Na mesma linha, o ator SE4 destaca que o investimento em programas de Educação Ambiental pode ser uma alternativa interessante para sensibilizar as pessoas para as vantagens da Economia Circular. Segundo ele:

SE4: Acredito que a Educação Ambiental seja um caminho viável e muito coerente pra gente resolver isso. Sabendo da importância da Economia Circular para a sociedade, penso que ensinar as pessoas a pensar sobre os problemas que os resíduos trazem para a sociedade e os ganhos que a Economia Circular traz, seria uma questão de tempo para que os resultados aparecessem. A Educação Ambiental deve ser ensinada desde os primeiros anos da escola, de forma que as crianças internalizem conceitos importantes de sustentabilidade, preservação ambiental e amor à natureza.

Assim como vários atores, o entrevistado SE4 teve a percepção de que investir na Educação Ambiental desde os primeiros anos é um caminho viável, pois direciona a forma de pensar desde cedo. Isso, segundo ele, pode corroborar para a formação de cidadãos mais conscientes e críticos em relação aos aspectos da sustentabilidade. Importante destacar

novamente que, a Educação Ambiental é, de fato, muito importante em todo esse processo. Porém, ela faz parte de um conjunto de outras soluções que precisam atuar de forma conjunta na busca de alternativas para os problemas trazidos pelos Resíduos Sólidos.

Em relação às oportunidades sobre a implementação da Economia Circular no sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, o ator PP1 afirma que:

PP1: Uma oportunidade seria os catadores chegarem em um ponto de fabricação de produtos a partir dos recicláveis, ou seja, eles terem um produto final e aí entra diretamente na Economia Circular. Seriam o beneficiamento de embalagens de vidro e a extrusão do plástico. Eu digo isso porque existem recursos para a compra das máquinas para fazer o beneficiamento do vidro e a extrusão do plástico. O próximo passo é fazer um produto final a partir desse plástico extrusado. Aí eu fecho o ciclo da Economia Circular no Distrito Federal, porque a partir disso, será possível sempre pegar o subproduto, transformá-lo em matéria-prima para a indústria, agregando valor à cadeia e não havendo a necessidade de extrair matéria-prima virgem do ambiente natural.

O entrevistado traz para o debate um aspecto muito interessante, que é a conexão das cooperativas de catadores com o aspecto empreendedor, ou seja, gerar valor para subprodutos do pós-consumo, de forma a gerar renda efetiva sem ter a necessidade de passar por intermediários. Isso traria maior rentabilidade e melhor distribuição de renda aos cooperados.

O ator também destaca a importância em se incorporar práticas de empreendedorismo, tendo a Economia Circular como um pilar. A título de exemplo, ele destaca:

PP1: Existem dois bons exemplos no Distrito Federal de aplicação da Economia Circular como negócio. O primeiro é a Recicla Vida porque a partir do momento que ela passa a trabalhar com a extrusão, ela consegue pagar melhor os seus associados, além de promover o reuso de materiais ora transformados em matéria-prima para a indústria, uma vez que eles acabam tendo maior valor agregado. Isso faz com que ela pague mais pelo plástico na compra, incentivando ainda mais a comercialização desse material dentro do mercado, como acontece, por exemplo, com as latinhas de alumínio. Além disso, também podemos citar a Centcoop com o beneficiamento do vidro que aguarda a construção do galpão e a chegada dos equipamentos. Estes são os dois casos que conheço de organizações, aqui no Distrito Federal, que trabalham com a Economia Circular de forma direta. Existe também a possibilidade de expansão dessa ideia para outros materiais, dependendo, para isso, de um estudo de viabilidade econômica para eles. No caso do papel é complicado porque eu preciso pensar no tipo de produto que eu vou produzir, que planta industrial precisaria. No caso do plástico existem algumas possibilidades como prendedor de roupa, mangueiras utilizadas na construção civil. Então esse estudo deve ser voltado para cada família de resíduos.

Nota-se, portanto, que a Economia Circular, no âmbito das oportunidades, se mostra com grande potencial de geração de emprego e de novos negócios circulares por meio da aplicação prática de seus princípios norteadores.

Já o PP2, em relação a essa questão, salienta que:

PP2: Acho que, a partir daí, criar fomento para poder viabilizar a aplicação na prática desse conceito. Agora eu vejo com mais seriedade essa questão da logística reversa. Eu acho que quando o governo federal entender que os acordos setoriais não iriam resolver e passou a regulamentar, ao invés de fazer acordo, eu acho que deu gás a mais na logística reversa. E foi bem na responsabilização mesmo, de que quem tem que implementar são os fabricantes, importadores, distribuidores. Então acho que reforçar esses instrumentos que já existem como a logística reversa. Responsabilizar mesmo o setor privado nessas questões. Aqui no Distrito Federal a gente poderia ter esse compromisso a exemplo de outros estados que estão regulamentando essas questões da logística reversa. O RJ, por exemplo, está implementando um decreto sobre a logística reversa em todo o estado. Então eu acho que o Distrito Federal poderia ter uma atuação mais ativa nesse ponto. Eu acho que se a gente separar em duas frações e bem feito, os resultados já seriam absurdamente satisfatórios. Até mesmo porque, existe um custo muito elevado em todo esse processo de criar frações para os resíduos.

A ideia da criação e desenvolvimento de uma política local voltada para a Logística Reversa e uma separação em duas frações, mas bem feita, são os pontos centrais coletados na narrativa desse ator. De fato, se a sociedade como um todo possui regras claras sobre a forma de realizar uma atividade voltada para a implementação da Economia Circular, como por exemplo a Logística Reversa, as pessoas tendem a se engajar e seguir a lei. Da mesma forma as questões ligadas à Coleta Seletiva.

Acompanhando este raciocínio, o ator PP4 destaca que:

PP4: Eu vejo que a grande oportunidade da Economia Circular no Distrito Federal está em fazer o produto voltar à origem e aproveitar, ao máximo, os materiais decorrentes do uso fazendo um contraponto à Economia Linear. Então eu acho que esse é um conceito fundamental, ou seja, ter uma cadeia em que o subproduto do pós-consumo possa ser reaproveitado em sua totalidade seria o melhor caminho a ser seguido. O ideal seria que volte praticamente tudo, inclusive o orgânico para a compostagem. Então eu acho que a gente precisa ensinar esse conceito desde a criancinha na escola para evitar essa questão do lixo. Para ajudar a resolver os problemas de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, eu penso que a Economia Circular pode ajudar na parte de sensibilização, ou seja, as pessoas entenderem esse conceito. Para isso, deve-se utilizar os grandes meios de comunicação para informar as pessoas e mostrar que esses materiais podem retornar na cadeia produtiva, que eles devem ter uma destinação correta, que eles têm um impacto não só na indústria, mas também na questão socioeconômica. Então assim, eu penso que é mais nessa parte de sensibilização para que todo o material tenha uma destinação final correta e adequada. Também o processo de geração de renda para as pessoas que vivem nessa cadeia da reciclagem e da separação. Pensando ainda nesse público de escola, destaco a importância das crianças e jovens conhecerem essa realidade, seja no aterro, seja na cooperativa. Inclusive, esse trabalho de sensibilização passar por visitas técnicas das escolas nas cooperativas para que as pessoas, desde cedo, tenham a oportunidade de conhecerem o funcionamento do sistema.

Para o entrevistado SC2, as oportunidades aparecem em várias frentes, mas uma se destaca. Segundo ele:

SC2: A primeira oportunidade que a Economia Circular pode trazer é emprego. Infelizmente, a profissão de catador não é vista como uma profissão atrativa. Não é uma coisa que salte aos olhos. As pessoas imaginam que possam ser criticadas, pois elas associam essa atuação como algo ruim ou sujo. Eu acho que é justamente nesse ponto que as autoridades deveriam focar mais. Mostrar mais a importância desse trabalho. O catador tem um papel muito importante, não só do lado comercial, mas também sustentável, pois ele está tirando um material que está jogado nas ruas. Então por isso que os incentivos fiscais são tão importantes nesse processo e estão faltando.

O entrevistado enfatiza a geração de emprego como uma consequência positiva que a Economia Circular pode trazer para a sociedade, principalmente quando bem implantada. De fato, a ressignificação do valor do material na cadeia produtiva pode agir como indutor à formação de novos modelos de negócios inovadores, de forma a criar um círculo de geração de novos postos de trabalho que atendam às demandas da sociedade.

Já o entrevistado SC3, enfatiza os seguintes ganhos com a Economia Circular:

SC3: Nós podemos ganhar diretamente por meios econômicos, mas também, ganhamos enquanto cidadãos por conta da preservação ambiental que ela traz. Com ela, não vai mais se ter aquele comportamento capitalista de consumir, consumir, consumir de forma desenfreada porque a matéria-prima hoje está branda. Hoje, as indústrias abastecem seus ciclos produtivos com cerca de 30% de materiais reciclados e o restante com matéria virgem e vai chegar uma hora que não vai ter mais. Assim, quanto mais o consumidor quer, mais as indústrias irão explorar porque ele está ali para atender o desejo do consumidor. Então eu vejo que a gente precisa se retratar e pensar em um novo modo de viver, ou seja, a mudança parte de dentro de nós mesmos e não é uma mudança de um dia para o outro. Então a Economia Circular traz isso, um novo tipo de comportamento em cima dos hábitos.

Um aspecto de grande peso na fala do entrevistado é em relação à depleção dos recursos naturais. Sabe-se que eles são finitos e não suficientes para atender às demandas industriais. Com isso, a Economia Circular pode ganhar tração nos próximos anos como uma nova maneira de atender as necessidades das pessoas, com a ideia do lixo zero e com a manutenção dos ativos naturais. Além disso, ele salienta a necessidade de mudança do comportamento por parte das pessoas de forma a deixar os velhos hábitos de consumo.

O ator SE1, no âmbito dessa questão, salienta que:

SE1: Eu acredito que na reciclagem mesmo. Hoje eu só consigo enxergar isso. Que é um trabalho que vem acontecendo com passos bem curtos. Tem uma frase que a gente usa aqui que é “não jogue fora, porque não existe fora”. Tá tudo aqui no planeta. E é um fato.

O entrevistado afirma que a reciclagem é a grande contribuição da Economia Circular para o sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal e isso, segundo ele, se consolida como uma grande oportunidade de melhoria do atual sistema. Apesar da

reciclagem fazer parte do contexto da Economia Circular, ela aparece como uma opção a jusante de outras. Como exemplo citam-se o reuso e o manutenção. Dessa forma, é possível imaginar o surgimento de outros modelos de negócio que façam uso dessas etapas, como brechós ou empresas que fazem a restauração de bens. Ao final, é possível pensar em *clusters* de novos empreendimentos trabalhando em conjunto (como uma espécie de simbiose industrial) que estimule a cadeia produtiva pela manipulação de materiais que já fazem parte de todo o sistema.

O ator SE2 retoma para a discussão uma possível barreira à implementação da Economia Circular, juntamente com as oportunidades. Ele destaca que:

SE2: Enxergamos a Economia Circular como algo muito positivo. Se pegarmos o nosso modelo de negócio, temos potencial para vender o plástico processado dentro do próprio Distrito Federal, mas hoje vendemos mais para outros estados do que aqui. Isso se justifica um pouco pelo fato de termos poucas indústrias que processam esse material. Eu também acredito que o que dificulta um pouco esse trabalho é o fato do poder de compra do brasileiro ser alto. Então as pessoas não se preocupam muito com valores, ou seja, não existe um pensamento de reuso, mas sim da compra de um bem novo. Eu acho que a Economia Circular está mais presente entre as pessoas que estão focadas nessa ideia, que estudam sobre isso com um foco na conservação e preservação do meio ambiente. Assim, torna-se mais fácil de ser inserida nesse meio. Por outro lado, quando olhamos para a população comum, não percebemos essa preocupação. Se as escolas públicas adotassem livros didáticos produzidos a partir de material reciclado, teríamos uma redução significativa no preço que os consumidores pagam pelo produto final. Isso poderia ser viabilizado por meio de subsídios do governo às editoras.

Ele aponta que a escassez de indústrias que compram o material processado por eles no Distrito Federal impede o desenvolvimento de um maior ciclo produtivo no setor. Além disso, o alto poder de compra de boa parte da população se torna uma barreira à implementação do reuso (que é um pilar importante da Economia Circular), uma vez que as pessoas tendem a consumir mais porque tem reserva financeira para isso.

No campo da oportunidade, ele salienta a possibilidade de produzir livros didáticos para as escolas públicas a partir do material reciclado, o que poderia ser viabilizado por incentivos governamentais às editoras, tornando o custo de aquisição menor e mais acessível.

Ele ainda aponta a questão dos grandes geradores. Ele afirma que:

SE2: Os grandes geradores aprenderam a trabalhar e separar o material orgânico do seco. Isso porque eles perceberam que o montante de lixo que geravam estavam misturados com recicláveis e orgânico. Começaram então a separar todo o seco e a revender, gerando inclusive, renda. Ao final, perceberam que não se enquadravam mais nos grandes geradores pela adoção de uma ação simples de separar os materiais de forma correta. Esse padrão de comportamento poderia ter sido diferente, caso os empresários tivessem tido na época da escola, matérias ou disciplinas que mostrassem a importância de fazer a separação dos resíduos. Assim, a conclusão que se chega é que, em torno de 70% dos resíduos gerados são vendidos, gerando receita extra, e 30%

são orgânicos. Agora shopping e hipermercado não têm como. Eles geram muito orgânico. Os shoppings possuem uma praça de alimentação muito grande e os hipermercados descartam muito material perecível como carnes. Em relação aos orgânicos nós fazemos a coleta e entregamos no aterro, ou seja, fazemos o transporte. Nós possuímos equipamentos específicos para a coleta do material orgânico.

A ação adotada pelos grandes geradores de separar o reciclável do orgânico foi suficiente para enxergarem algumas oportunidades, tanto no campo da sustentabilidade por meio da redução do descarte, quanto de negócio, pois viram a possibilidade de lucrar com a venda do material seco. No caso de *shoppings* e hipermercados, essa possibilidade fica restrita, uma vez que o material orgânico constitui a maior parte de seus resíduos, porém, com a possibilidade de transformá-lo em composto.

Quanto às novas oportunidades para o futuro, o entrevistador SE3 afirma que:

SE3: O futuro parece muito promissor. Pena que as mudanças acontecem quase sempre devido à adaptação às dificuldades. O ideal seria que as mudanças ocorressem com o objetivo de tornar ainda melhor uma situação boa.

A reflexão que o entrevistado faz sobre a questão é interessante. Para ele, as pessoas reagem às mudanças e não atuam de forma proativa. Isso, de certa forma, impede o desenvolvimento de soluções para os problemas ambientais, especialmente os causados pelos resíduos, pois existe uma maior reação do que uma reflexão.

Na mesma linha, o ator SE4 enfatiza que o futuro se mostra com boas possibilidades. Porém, ele faz a amarração da importância com o investimento em Educação Ambiental conforme ele destaca a seguir:

SE4: Eu vejo que o futuro necessariamente passa pela Educação Ambiental. Mais uma vez, reforço a ideia de que é preciso investir nas escolas, especialmente na educação infantil, para que as crianças possam crescer com um melhor nível de consciência sobre os problemas que temos, principalmente aqueles ligados aos resíduos.

No tocante às vantagens e aos benefícios trazidos pela Economia Circular no contexto do Distrito Federal, o entrevistado PP1 cita o exemplo das sacolinhas de supermercado e aponta que essa atitude terá um impacto significativo, porque é um Resíduo Sólido muito gerado e pouco reciclado. Além disso, o fomento e o estímulo ao uso das sacolas retornáveis nesses estabelecimentos é uma boa saída e substituto às que atualmente são empregadas. Segundo ele, “estimular a política de reuso vai contribuir em todos os aspectos, não prejudica diretamente os catadores porque isso não vai zerar o descarte de embalagens”. Contudo, ao se observar o contexto do Distrito Federal, essa é uma estratégia que tem um efeito pontual. De qualquer

forma, é uma ação que possui o seu valor e, mesmo que de maneira singular, poderá trazer resultados positivos para diminuir o descarte do plástico proveniente das sacolas.

Ainda em relação ao futuro, o entrevistado PP2 destaca:

PP2: Eu acho que a valorização dos resíduos, pois teríamos um aproveitamento maior dos materiais. Consequentemente, extrairíamos menos recursos da natureza, então estaríamos preservando essa questão ambiental, minimizaria as áreas necessárias para disposição final dos rejeitos e, a partir disso, se evitaria diversos riscos. Além disso, diminuiria custos para o poder público, além da valorização do orgânico. Também teríamos diminuição dos riscos ambientais decorrentes do gerenciamento dessas instalações e a utilização dos gases provenientes do aterro para geração de energia que reduziria consideravelmente sua emissão para a atmosfera.

De fato, uma vez implementado os princípios da Economia Circular no contexto da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, o Distrito Federal pode desenvolver capacidades de criar novas cadeias de valor para os recicláveis, uma vez que as tratativas para uma separação eficaz estariam em curso na origem, com a população já conscientizada e cumprindo o seu papel da forma correta.

Já o ator PP3 afirma que a grande vantagem do uso da Economia Circular no Distrito Federal seria “certamente a redução de resíduos, à medida que se passa a voltar os produtos para a cadeia produtiva aquilo que era resíduo e que seria destinado à natureza de forma inadequada”.

Em termos de oportunidades voltadas para o futuro, o ator SC1 aponta para a importância que as autoridades devem dispor com a conscientização da população. Para isso, o investimento em campanhas é essencial. Segundo ele, “as pessoas são muito esquecidas. É um grande desafio”.

O ator PP2, destaca que a Economia Circular é uma grande oportunidade para o Distrito Federal, mas falta, de fato, a sua institucionalização como política pública. Segundo ele:

PP2: O foco na valorização dos resíduos é uma grande oportunidade para o futuro. Só que a gente precisa encontrar alternativas tecnológicas com viabilidade técnica, econômica e ambiental. Porque, às vezes, a viabilidade técnica já existe, mas algumas delas são caríssimas. Por isso elas precisam se enquadrar na realidade do Distrito Federal. Então a gente precisa focar na valorização, mas a gente precisa ter uma adequada Coleta Seletiva, uma adequada segregação e ter uma participação ativa dos atores sociais. Eu acho que a Economia Circular já está aqui, no presente. Ela precisa ser sistematizada, institucionalizada, ou seja, fazer parte de uma política de Estado.

O ator PP3, nesse ponto, evidencia a importância dos resíduos da construção civil e aponta:

PP3: Eu julgo uma questão relevante o tratamento e recuperação da área do lixão da estrutural, atual URE. Uma questão importante que merece ser pensada é, de fato, a questão dos resíduos da construção civil, pois eu acredito que existe um potencial. Uma que os resíduos beneficiados podem voltar à cadeia produtiva, pensando bem no conceito de Economia Circular. Também em projetos de aproveitamento do biometano, também pensar no desenvolvimento de novos benefícios fiscais para essa matriz energética mais verde, mais limpa de forma que projetos nessa linha se tornem mais atrativos, de forma a migrar de uma matriz mais poluente para uma matriz mais limpa.

A circularidade dos materiais dessa natureza permitem o surgimento de novas oportunidades de negócio por meio do seu reaproveitamento ou reciclagem.

Já o PP4, dá ênfase no contexto da participação social. Segundo ele:

PP4: Eu acho que uma maior participação social. Trazendo para o lado dos resíduos, como seria interessante uma maior interação do catador ou de todas as pessoas que atuam na ponta para ajudarem nesse trabalho de sensibilização. Às vezes a gente tem o encontro com o pessoal da limpeza. Conversamos com ela pra saber como é o trabalho dela como um testemunho e entender como é feito esse trabalho. Também a participação social de ONG. Então é ampliar a interação dos agentes sociais e também essa parte de controle social. Esse é um ponto muito importante que a gente precisa avançar. Também dar e mostrar o exemplo, a parte da educação em todos os níveis. É uma discussão que precisa estar presente e frequente. Ao final, tudo se resume ao comportamento das pessoas. É um tema que não precisa estar vinculado somente aos profissionais ligados às questões ambientais.

Já o ator SC2, salienta a necessidade de as Administrações Regionais pulverizar áreas destinadas às práticas de Economia Circular. É ir além dos papa-lixos, dos papa-recicláveis e dos papa-entulhos. Segundo ele:

SC2: Em relação aos resíduos e à Economia Circular, se a gente começar a trabalhar agora, é possível fazer algo interessante. Seria muito bom se cada RA tivesse o seu próprio espaço para desenvolver os trabalhos de Economia Circular, pois existe muito potencial. Isso para que as pessoas levem o material para lugares mais distantes, existe o custo do transporte, com combustível. Sem contar que as pessoas desanimam por conta da distância. Agora se estiver mais próximo, as pessoas ficam mais animadas. Então, pulverizar esses locais pode dar muito certo. É desenvolver espaços específicos para ações de Economia Circular junto à população como cursos e orientações em como colocá-la em prática.

Em uma linha voltada a qualificação, o ator SC3 destaca:

SC3: Eu penso que a gente pode pensar em trabalhar a formação dos catadores, estimular aqueles com perfil político a ingressar nesse meio, também fazer carreira na gestão pública, buscar a formação técnica e acadêmica para eles de forma que possam desenvolver o ambiente a sua volta. O futuro passa pelo desenvolvimento do perfil do catador, ou seja, um catador evoluído e que ocupe espaços na política e em cargos de gestão de forma a trazer desenvolvimento e progresso para toda a sociedade.

A ideia de expandir as oportunidades para os menos favorecidos, de fato, se mostra como um bom indutor para implementar os princípios da Economia Circular. Pessoas qualificadas, com capacidade de análise e discernimento, podem ampliar a transformação de outros grupos por meio de influências positivas e poder de convencimento. Ao final, toda a sociedade sai ganhando com menor geração de Resíduos Sólidos, otimização do consumo, valorização do catador e conservação dos meios naturais.

O entrevistado SC4 destaca que uma grande oportunidade da Economia Circular “é essa coisa das empresas trabalharem o *ecodesign*, ou seja, você desenvolver uma embalagem que seja mais circular”.

A ideia vai ao encontro do conceito dado pela Fundação Ellen MacArthur à Economia Circular, em que ela preconiza a ideia do *design* como mecanismo de não geração de Resíduos Sólidos quando um produto atingir o seu fim de vida.

O entrevistado SE2, ao responder sobre as oportunidades para o futuro, destaca que:

SE2: A gente como empresa tem vários projetos, como o lixo zero. Seria absorver todo o material orgânico das podas de árvores para um projeto de biomassa. As máquinas para realizar esse processamento foram adquiridas. A ideia é transformar todo o rejeito que vai para o aterro em matéria-prima para as caldeiras das cimenteiras, ou seja, o CDR. Seria somente o material seco que não é passível de reciclagem. A ideia é captar esse rejeito, agregar valor a ele e vender como CDR para as cimenteiras.

Percebe-se que essa é uma visão de mercado, ou seja, por ser um empreendimento privado, a empresa visa obter uma vantagem financeira com a produção de biomassa como um produto (CDR) que possa ser comercializado para cimenteiras.

No tocante aos aspectos de percepção e conscientização da Economia Circular por parte dos atores sociais, Gajanayake *et al.* (2023) apresentam um estudo realizado em empresas australianas. Segundo eles, a maior motivação para as organizações implementarem a Economia Circular em seus processos é a crença de estarem “fazendo a coisa certa”, ou seja, uma mentalidade orientada a ações condizentes com a legislação e a preservação de recursos naturais.

De acordo com os autores, o retorno financeiro não é considerado um fator importante, porém, o setor empresarial pode não implementar ações ambientais se não forem financeiramente viáveis. Um entrave importante ligado ao aspecto da consciência é a falta de compreensão do termo Economia Circular. Eles concluem que melhorar o nível ético e moral dos tomadores de decisão no ambiente de negócios juntamente com ações de Economia Circular, amplia a percepção de estar “fazendo a coisa certa”. Isso pode aumentar

consideravelmente o engajamento das empresas à adoção de práticas circulares em seus processos.

Por outro lado, Guillard (2021) destaca o impacto negativo que o estilo de vida da sociedade moderna tem no ambiente, obrigando as pessoas a pensarem para além da Economia Circular. Consiste em imaginar estilos de vida marcados por uma maior sobriedade, ou seja, consumir menos e melhor de maneira crítica sobre os próprios comportamentos.

Segundo o autor, a mudança de hábitos de consumo implica buscar significado por meio de outras formas de fazer e de ser, o que exige revisitar e/ou iniciar uma nova relação com objetos, consigo mesmo e com outras pessoas. É uma verdadeira mudança de paradigma que é complexa e demorada, mas que, cedo ou tarde, precisa ocorrer.

Guillard (2021) ainda afirma que a sobriedade coloca as noções de consciência no centro das relações com o mundo, juntamente com o esforço e a determinação de desafiar normas pessoais e sociais com o intuito de mudança. Ele termina enfatizando a ideia de que as organizações, públicas ou privadas, podem oferecer mecanismos, produtos ou serviços para estimular os consumidores a desenvolver as competências necessárias a esse novo estilo de vida. Isso mostra que a sobriedade deve ser um espaço dentro do qual os consumidores e as organizações encontrem a satisfação.

Ghaffar *et al.* (2023) salientam que o rápido aumento da demanda por produtos ambientalmente adequados é um indicativo de que os consumidores procuram realizar compras sustentáveis. A partir disso, empresas varejistas são cada vez mais pressionadas a reconsiderar seus produtos com o intuito de atender a esse perfil.

Os autores evidenciam alguns aspectos que contribuem para a formação do comportamento sustentável de novos consumidores. Dentre eles destacam-se os varejistas sustentáveis, embalagens de produtos sustentáveis e disponibilidade/percepção de preços mais baixos. Eles concluem que o desenvolvimento de consumidores conscientes e a promoção de práticas ecológicas podem ajudar as nações alcançarem a sustentabilidade e a estabilidade ambiental.

Em uma linha da Economia Circular, Munten e Vanhamme (2023) afirmam que ao incentivar a manutenção do produto, as empresas podem aumentar a sua durabilidade e reduzir o desperdício. Contudo, a eficácia de ações como essa depende da percepção do consumidor a respeito da estratégia de comunicação utilizada pela organização.

Com isso, é possível inferir que da mesma forma que o comportamento do consumidor é “moldado” pelas estratégias aplicadas pelas empresas, o contrário também é percebido, ou seja, as organizações têm a capacidade de se adaptar às mudanças impostas pelas pessoas a

partir do momento que estes últimos adquirem informação/conhecimento e conseguem desenvolver uma percepção mais crítica do mercado, principalmente no que se refere às questões ligadas ao meio ambiente, sustentabilidade e, conseqüentemente, Resíduos Sólidos.

A adoção de práticas sustentáveis por parte de organizações, públicas ou privadas, pode aumentar o bem-estar dos colaboradores, reduzir a poluição e os impactos no meio ambiente, além de levar uma imagem institucional positiva para a sociedade (Madero-Gómez *et al.*, 2023).

Isso leva a crer que investir em sustentabilidade, em especial na Economia Circular, é uma questão estratégica e que traz benefícios mútuos, tanto corporativos quanto sociais e ambientais. Para isso, ter uma postura proativa junto aos colaboradores é fundamental para que se possa ter engajamento do público interno e expandir metas e objetivos sustentáveis previamente estabelecidos.

A respeito do processo de conscientização dos atores sobre a Economia Circular, o entrevistado SE1 afirma:

SE1: Primeiramente por meio da educação em casa e a educação na escola, principalmente na escola pública que é onde fica a “massa”. O governo precisa investir nisso, na Educação Ambiental. Pode ser em uma matéria de Ciências ou outra específica, eventos na escola e que trabalhe com a conscientização ambiental. Eu vejo a escola com um papel primordial. Imprimir essas mudanças nos adultos é mais difícil, mas para as novas gerações, eles crescem achando tudo isso normal. Os resultados são para daqui a dez anos.

O entrevistado sugere que seja feito um trabalho de base junto às escolas públicas, uma vez que, segundo ele, é onde se encontra a “massa”, ou seja, a maior parte dos estudantes. Ele destaca ainda que é um trabalho de longo prazo para que os resultados esperados sejam atendidos a contento.

O ator SE2 segue a mesma linha de raciocínio do ator SE1 e acrescenta:

SE2: Acredito que é uma base fundamental e atua como 100% de eficácia em todo esse processo. Mas acho que pra essa ideia funcionar bem, ela precisa ser implementada nas séries iniciais nas escolas, de forma que a criança cresça com a ideia daquilo que é o certo. É nesse momento que ocorre a mudança do comportamento das pessoas. Aqui na empresa fazemos a SIPAT (Semana Interna de Prevenção de Acidentes de Trabalho) e abordamos as questões do meio ambiente. Internamente, tentamos levar informação e sensibilização aos nossos colaboradores, de forma que possam desenvolver um melhor nível de consciência em relação ao lixo e ao desperdício. Também, estender essa ideia para os órgãos públicos é uma ação concreta e que pode ter um grande potencial de sucesso. Acho que as empresas e as instituições de maneira geral, poderiam criar normas internas que exigissem um maior grau de comprometimento das pessoas em relação à Coleta Seletiva e às tratativas quanto aos Resíduos Sólidos. A questão dos resíduos tem todo um cunho ambiental e social por meio da geração de renda, principalmente para as pessoas mais carentes. Acho que o poder público precisa desenvolver leis mais severas com metas claras e

bem definidas, tanto para empresas quanto para as pessoas de maneira geral, pois a ideia é incentivar o consumo dentro do mercado interno.

Para ele, além da Educação Ambiental ser incorporada nas séries iniciais, as empresas também precisam cumprir seu papel. Ele cita o próprio exemplo, em que preparam a SIPAT e nela, desenvolvem conteúdos voltados ao meio ambiente, especificamente em relação aos Resíduos Sólidos e ao desperdício.

Ele também sugere a criação de normas mais rígidas, tanto pelo poder público quanto pelas empresas privadas (do ponto de vista de seus processos internos), para as tratativas quanto aos Resíduos Sólidos. Segundo ele, esta é uma forma de educar as pessoas para uma problemática relevante para toda a sociedade.

O entrevistado SE3, em relação à educação e mudança de comportamento, afirma que:

SE3: Não é apenas focar na gestão de resíduos e reciclagem. Tem um escopo que engloba o redesenho de processos, produtos e modelos de negócio, até a otimização da utilização de recursos, tendo uma proposta de adição e retenção de valor dos recursos, e regeneração do meio ambiente, que busca produzir sem esgotar os recursos naturais, e sem poluir o meio ambiente, conseqüentemente, preservando o nosso planeta.

Para essa questão, o entrevistado traz um foco direcionado aos aspectos internos da empresa, ou seja, para ele, mudar os processos, por meio de cursos, treinamentos e capacitações, pode apresentar resultados interessantes para a mudança.

Já o entrevistado SE4, enfatiza que:

SE4: Como eu disse anteriormente, eu acredito que a educação é o caminho. Porém, eu penso que o investimento deve ser feito desde cedo, de forma que o cidadão cresça com o pensamento do que é certo.

Em relação aos benefícios que o seu empreendimento leva à sociedade, o ator SE1, responde da seguinte forma:

SE1: Ele se beneficia de “n” formas, entre elas, por uma diminuição do desmatamento que cairia muito. Isso porque muitas árvores são derrubadas para a confecção de roupas e também o volume de água utilizado para essa finalidade. Então assim, só no desmatamento e na água, o ambiente já tem um ganho bastante significativo. Muitos de nossos fornecedores, que são pessoas comuns, doam ou jogam as peças fora. Muitas delas são peças muito boas.

De acordo com o entrevistado, o volume de recursos naturais necessários para a confecção de roupas ou produtos de uso pessoal diminui consideravelmente por meio da

atividade exercida com o seu negócio. Isso em um contexto indireto, tendo em vista que a marca comercializa produtos usados de boa qualidade e aplica em suas atividades comerciais, um dos aspectos mais relevantes da Economia Circular: o reuso.

Por meio do estímulo à compra e venda dessas mercadorias, a empresa busca gerar receita a partir de uma perspectiva sustentável. Porém, o quantitativo de lojas ainda é insuficiente para gerar um impacto positivo na cadeia fornecedora. De qualquer forma, a ideia vai ao encontro dos princípios da Economia Circular e serve como inspiração para que outros empreendimentos sigam esse caminho, gerando um efeito multiplicador em todo o ciclo produtivo. Dessa forma, os resultados podem surgir, primeiramente, em uma escala local, depois regional, nacional e por fim, mundial.

Ainda em relação aos benefícios trazidos ao meio ambiente pelos negócios, o ator SE2 destaca: “ele se beneficia por meio da reciclagem, pois negócios como o nosso evita a poluição, a formação de lixões, o desmatamento, a poluição dos rios, a preservação de matas e também a economia de água e energia”.

Por processar materiais recicláveis, o ator evidencia que as atividades desenvolvidas por seu empreendimento ajudam a proteger o meio ambiente. Isso porque, segundo ele, a reciclagem evita a necessidade de busca por materiais virgens na natureza, visto que os reciclados, uma vez reprocessados, podem atender satisfatoriamente as necessidades das pessoas.

Do ponto de vista da Economia Circular, esta é uma prática interessante, pois o sistema atua também dentro da perspectiva da reciclagem. Contudo, acredita-se que um cenário mais adequado seria uma integração maior entre o setor empresarial e as cooperativas de catadores. O intuito seria gerar ganhos mútuos de forma que todos saiam beneficiados dentro de um contexto de prosperidade.

O entrevistado SE3, ao abordar os benefícios que o meio ambiente pode ter a partir do tipo de negócio praticado por ele, destaca o seguinte:

SE3: Havendo a minimização da extração de recursos naturais e a maximização da reutilização, pode haver aumento da eficiência no desenvolvimento de processos e no uso de produtos.

Segundo ele, os benefícios podem ocorrer desde que haja a incorporação de uma consciência maior por parte das pessoas de forma que a reutilização seja maximizada. Isso vai ao encontro direto da proposta da Economia Circular.

Já o entrevistado SE4, ao ser perguntado sobre essa questão, evidencia o seguinte:

SE4: Não só nosso empreendimento, mas como qualquer outro pode levar benefícios ao meio ambiente, especialmente em relação aos resíduos. Para isso funcionar, é necessário que os empresários busquem conhecimento de forma que possam colocar em prática no próprio negócio. Desse jeito, todos saem ganhando.

Por fim, os atores do setor empresarial foram perguntados sobre a percepção da população em relação ao seu negócio. A ideia foi compreender os motivos que levam os consumidores a procurarem o referido empreendimento. As possibilidades estão sobre o preço e a preocupação com o meio ambiente.

O entrevistado SE1, afirma que:

SE1: A população nos enxerga muito bem. Tem gente que, quando entra, pensa que é uma loja normal. Daí ela pergunta: por que tá tão barato? É liquidação? Daí respondemos: não, nós somos um brechó. Nós vendemos roupas usadas. A melhor propaganda da empresa é o “boca a boca”. Nosso negócio é muito bem visto. Essa visualização se deve ao modelo de negócio, pelo respeito que nós damos aos nossos fornecedores, pelo valor que nós damos às peças que eles trazem e pela questão da sustentabilidade que está envolvida em todo o processo. Eu não acredito que a boa aceitação da loja seja por conta da preocupação que as pessoas têm com o meio ambiente. Por isso que falei sobre o desafio que nós temos. Agora é claro que alguns sim. Eles realmente são engajados com as questões ambientais, porém, é uma grande minoria. Nosso estoque, hoje, está bastante cheio. Nosso negócio não é pegar para devolver. É pegar para vender.

A abordagem que o ator faz em sua resposta, mostra uma realidade: a de que as suas vendas não são impulsionadas pela preocupação que as pessoas têm com o meio ambiente, mas sim, com o preço envolvido e as condições de uso do produto. No seu entendimento, na grande maioria das vezes, os compradores não estão engajados com os aspectos da sustentabilidade.

Por outro lado, ele acredita que seus clientes têm uma percepção muito positiva do negócio. Isso se deve ao modelo de negócio praticado por eles e aos seus princípios organizacionais, tais como: respeito aos fornecedores (que são pessoas comuns que queiram se desfazer de seus objetos), valor dado às peças negociadas e pela sustentabilidade envolvida em todo o processo.

Este último aspecto é um tanto contraditório quando se olha para a pouca preocupação percebida por seus clientes. Contudo, dentro de um contexto amplo, uma empresa que atua nas linhas da sustentabilidade, tende a ser bem vista pelo mercado e ter boa reputação. Além disso, a vantagem competitiva pode diminuir caso a sustentabilidade empresarial não seja mantida (Siyal *et al.*, 2022).

O ator SE2, nesse sentido, destaca o seguinte:

SE2: Todos que atendemos aqui tem uma visão muito positiva de nós, por causa de nosso trabalho que é de natureza sustentável. Muitas pessoas trazem pra nós, em seus carros pequenos o material que conseguiu juntar. Então a sociedade tem uma visão muito boa e positiva da empresa. Isso por conta do nosso tipo de trabalho. Constantemente recebemos elogios de persistência, de que não é um caminho fácil, mas que precisa ser feito. Nós percebemos também a necessidade de a mídia televisiva mostrar o tipo de trabalho que é feito em empresas como essa. Normalmente se mostra aspectos negativos.

A imagem institucional, segundo o entrevistado, é positiva perante a sociedade como um todo. Isso reforça a ideia de que atuar de forma adequada no contexto da sustentabilidade ambiental gera impactos favoráveis ao negócio por estarem associadas ao fazer o bem em prol do benefício de todos, inclusive do meio ambiente.

Apesar dos obstáculos e barreiras à implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, é possível identificar oportunidades que podem ser desenvolvidas tendo em vista o seu potencial. Assim, o Quadro 28 apresenta as oportunidades trazidas pelos atores sociais participantes da pesquisa.

Quadro 28 – Oportunidades à gestão de RSU e à EC no DF frente os atores sociais

OPORTUNIDADES	CAT1 Poder público	<ul style="list-style-type: none"> • Melhoria das taxas de Coleta Seletiva por meio da Educação Ambiental nas escolas. • Refinamento dos hábitos de consumo pela propagação da EC junto à população. • Aumento da vida útil do ASB. • Possibilidade de novos negócios circulares direcionados a pequenos empreendimentos. • Geração de lucro aos grandes geradores pela venda do material seco por eles produzidos. • Aumento da produção de adubos a partir do material orgânico coletado. • Geração de energia a partir dos gases produzidos no ASB. • Desenvolvimento de programas “lixo zero” pelo poder público e pelas empresas.
	CAT2 Setor empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolvimento de uma cadeia logística local que reaproveite ao máximo os Resíduos Sólidos. • Criação e ampliação de negócios sustentáveis para micro e pequenas empresas ligados ao reuso e a consultorias. • Produção de livros didáticos a partir de materiais recicláveis. • Criação de novas cadeias produtivas de recicláveis. • Construção de imagem institucional forte ligada à sustentabilidade e ao meio ambiente.
	CAT3 Sociedade civil	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da geração de emprego e renda por meio da melhoria na Coleta Seletiva. • Desenvolvimento de uma relação com os resíduos baseada no reuso, manutenção e reciclagem. • Estímulo para a criação de novos tipos de empresas ligadas à sustentabilidade. • Desenvolvimento da reciclagem. • Criação de política pública local de proibição de embalagens de vidro em grandes eventos.

Fonte: Autor (2023).

Seguindo o mesmo raciocínio dos “Desafios”, as oportunidades que se destacam em relação ao sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e à implementação da Economia Circular, estão representadas no Quadro 29.

Quadro 29 – Percepção convergente para o aspecto "Oportunidades"

Percepção convergente	<ul style="list-style-type: none"> • Criação de novos empreendimentos sustentáveis com foco no reuso e em consultorias para pequenas e médias empresas.
------------------------------	--

Fonte: Autor (2023).

Ao final, um dos grandes beneficiados de todo esse esforço de colocar em prática essas oportunidades, seria o ASB, cuja vida útil poderia se estender, sem a necessidade de ampliação de novas áreas.

Uma vez identificadas as oportunidades de implementação da Economia Circular à luz dos atores sociais, é possível concluir que, assim como os desafios, elas possuem um determinado grau de complexidade. Isso porque determinadas ações dependem de um debate amplo e consistente envolvendo o poder público, o setor empresarial e a população em geral.

A transição para um modelo circular envolve desafios, oportunidades e estratégias que precisam ser exploradas de forma a identificar os pontos de mudança e melhorias do *modus operandi* vigente. Dois aspectos dessa tríade já foram explorados na pesquisa, restando, portanto, as estratégias. Elas serão discutidas na terceira e última subseção deste capítulo.

5.3.3. Percepção quanto às estratégias

A percepção dos atores sociais sobre as estratégias de melhoria do atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, bem como a implementação da Economia Circular, são apresentadas nesta subseção. Assim como nas partes anteriores, o conteúdo das entrevistas é intercalado com autores presentes na literatura nacional e internacional que discutem o tema de forma ampla e sinérgica.

De acordo com Ivanova e Lisina (2023) o arcabouço legal desempenha um papel fundamental na gestão eficaz dos Resíduos Sólidos, pois determinam ações destinadas a criar soluções seguras para a proteção ambiental e para o oferecimento de condições de vida confortáveis e saudáveis para a população.

Segundo Rodić e Wilson (2017), embora os municípios tenham a responsabilidade legal de executar os serviços de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos aos cidadãos, outros atores

podem contribuir para o sistema como um todo. Para isso, formas adequadas de financiamento são essenciais para garantir a sustentabilidade dos serviços prestados. Além do aspecto financeiro, outros fatores são fundamentais para que resultados significativos sejam identificados. Dentre eles, destacam a mudança de comportamento dos cidadãos, o processo de comunicação e o intercâmbio com outras partes interessadas. A interconexão desses elementos funciona como facilitadora e apoio.

Ainda nessa perspectiva, destaca-se a compostagem que, segundo Cesaro; Belgiorno e Guida (2015), representa a opção mais comum para recuperar o material orgânico presente nos Resíduos Sólidos Urbanos. Isso porque eles podem ser processados e utilizados como fertilizantes. Para isso, a avaliação da qualidade do composto precisa ser adequadamente aplicada nas regulamentações nacionais.

Assim, percebe-se que o aspecto legal se faz de grande importância no contexto dos Resíduos Sólidos Urbanos, para que parâmetros e diretrizes sejam criados com o caráter orientativo, por meio de diretrizes claras, para que os atores envolvidos possam conduzir o processo da melhor forma possível.

Em relação aos instrumentos legais que o GDF possui para realizar a gestão e o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos, o entrevistado PP1 afirma que:

PP1: Nós temos a lei dos grandes geradores, que foi implantada no Distrito Federal, que responsabiliza todos os empreendimentos comerciais que geram a partir de 120 litros/dia a realizar a coleta e a destinação final de seus resíduos. Esse é um meio legal que nos desobriga a dar esse tratamento na área comercial. Também temos um órgão específico no governo que realiza a fiscalização, que está embasado no plano de saneamento e no plano de gestão de resíduos. Basicamente hoje são os dois instrumentos que a gente tem para nos auxiliar no processo de gestão. Lembro que o plano de gestão de resíduos está dentro do plano de saneamento, que é um plano maior. O plano distrital de resíduos (PDRS) teve como base o plano nacional (PNRS). À época, a empresa que venceu a licitação para elaborá-lo, teve nosso total apoio até chegar na versão final.

A lei dos grandes geradores foi um marco no Distrito Federal. Ela permitiu que os resíduos com volumes acima de 120 litros por dia fossem de responsabilidade de quem o gerou. Isso “desafogou” o trabalho realizado pelo SLU e passou uma mensagem de cunho pedagógico aos seus geradores.

Além disso, o ator PP1 salienta que o trabalho desenvolvido pelo poder público, tanto a nível de execução quanto de fiscalização, tem como base o predisposto na PDRS.

Na mesma linha e em relação a essa questão, o ator PP2 destaca:

PP2: Quando houve a definição do que é grande gerador, a gente conseguiu diminuir os custos para o poder público porque ele estava fazendo uma atividade que era de competência do poder privado. Então ele estava ali subsidiando uma atividade privada. Então, os grandes geradores passaram a assumir esse custo que é de responsabilidade, de fato, deles. E aí eles começaram a procurar mecanismos de redução da geração, de valorização por meio do encaminhamento para a reciclagem e compostagem. Então, a minha percepção é que isso, com certeza, teve um impacto na quantidade de resíduos que chega no ASB. Essa é uma questão pedagógica e financeira, porque se eles não reduzirem essa quantidade, uma vez que o custo para eles é por tonelada, os valores podem se tornar grandes demais e impactar o caixa da empresa.

O ator PP2 identifica que a política dos grandes geradores contribuiu sobremaneira para que as empresas assumissem de fato as suas responsabilidades. A partir disso, é possível inferir que o efeito de aprendizagem de uma lei, possibilita uma mudança de mentalidade, o que permite que resultados previamente estabelecidos possam ser alcançados de maneira eficaz.

O ator PP3 também aponta a importância da referida lei. O seu relato destaca o seguinte:

PP3: Eu acho que ela surtiu um efeito interessante, pois foi uma das leis que “pegou”, pois ocorre a responsabilização da questão financeira diretamente ao gerador, ou seja, ao fato de o grande gerador ter que pagar para transportar e descartar os resíduos. Então eu citaria como um avanço, não só a lei em si, mas a sua regulamentação, ou seja, a instrução normativa. Então eu a vejo como uma lei de destaque que a gente pode citar. Outra recente é a das sacolinhas de supermercado que, da mesma forma que você divide e atribui a responsabilidade, existe também o custo para a pessoa. Então às vezes é necessário fazer com que se sintam no bolso para que as coisas de fato aconteçam, ou seja, para que se veja a mudança. Mas a gente vê que houve uma mudança de comportamento acelerada, pois é perceptível que muitas pessoas estão usando as sacolinhas retornáveis para evitar pagar pelas descartáveis. Então eu vejo que na questão legislativa a gente está bem, bem fundamentado, bem embasado, faltando, por outro lado, tirar do papel. Mas eu vejo que, de maneira geral, a gente tem avançado.

Mais uma vez, a ideia de que as estratégias voltadas para a mudança de comportamento estejam conectadas com o aspecto financeiro, se faz presente. Pelo exposto dos entrevistados em relação ao arcabouço legal, existe uma unanimidade em relação a isso, consolidando o entendimento de que as pessoas compreenderão a real necessidade de mudança, pelo menos num estágio inicial, quando “sentirem” no bolso as consequências das ações não alinhadas com a lei e o bom senso.

Na perspectiva do comportamento humano a respeito da sensibilização para a problemática dos Resíduos Sólidos, Gherhe *et al.* (2022) apontam que a redução, reutilização, coleta e valorização dos recicláveis estão ligadas a condutas sustentáveis. Além disso, a sensibilização das pessoas para o desenvolvimento dessas habilidades desempenha um papel importante na implementação de estratégias e políticas neste campo.

Segundo Osuch *et al.* (2016) a consciência e o conhecimento das pessoas em relação ao meio ambiente está crescendo. Contudo, em relação aos Resíduos Sólidos, muitos não estão convencidos da importância em fazer de maneira correta e bem feita a separação dos recicláveis em suas residências. Porém, ao se tomar uma decisão sobre a segregação, eles podem ser influenciados de forma positiva por outros fatores. Dentre eles destacam-se as penalidades financeiras pela omissão e possíveis benefícios obtidos ao realizar a Coleta Seletiva.

Em relação às estratégias que alguns atores utilizam para sensibilizar as pessoas a rever o próprio comportamento em relação aos Resíduos Sólidos, tem-se, inicialmente, o destaque do ator PP1, que traz o seguinte depoimento:

PP1: Nós temos a campanha do cartão verde, que é uma campanha que a gente pensou ser necessária para a Coleta Seletiva nessas áreas containerizadas (condomínios verticais) e a gente vê como está o descarte. Se a operação estiver ok, ele ganha um adesivo (cartão) verde que informa que ele está legal. Se estiver mais ou menos ele ganha um cartão amarelo e se está muito misturado, ele ganha um cartão vermelho.

Segundo o ator, a reincidência do cartão vermelho implica no chamamento do agente público fiscalizador que aplica uma sanção. Para ele, foi uma estratégia adotada pelo governo que funcionou, gerou resultados positivos e que está em fase de ampliação, mas abrange somente áreas containerizadas.

Outra estratégia adotada pelo poder público foi a inserção de vídeos orientadores nos sites eletrônicos do SLU (<https://www.slu.df.gov.br/videos/>). Por meio deles, a população consegue ter acesso a um conteúdo que abrange os seguintes temas: a) horários de coleta; b) destinação final dos entulhos; c) lixeirinha no automóvel; d) separação dos resíduos recicláveis.

Uma terceira estratégia adotada foi a atualização do aplicativo para celulares. Segundo o PP1, ele avisa a população da ocorrência da coleta (seletiva ou convencional) para o usuário. Também, é permitido ao cidadão interagir com o sistema por meio do apontamento de locais onde existem problemas de disposição e coleta. A ideia, segundo ele, é fazer com que as pessoas tenham um papel participativo no processo de gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

Como estratégia de sensibilização, o ator PP1 destaca o trabalho desenvolvido por uma equipe de teatro mantida por eles e que age sob demanda. O público-alvo são as escolas, empresas, administrações regionais e associações. O objetivo é levar, de maneira lúdica, o conhecimento necessário para que a população tenha condições de cumprir com suas responsabilidades em relação à Coleta Seletiva e ao descarte dos resíduos.

O ator PP1 ainda aponta duas outras estratégias adotadas:

PP1: Existe também um museu do SLU. Ficava na usina do PSul e hoje fica no *Shopping Venâncio 2000* para ter mais visibilidade. Outra forma que nós contamos é com a mídia espontânea que tem nos ajudado muito. A gente ainda não tem uma unidade de medida (indicadores) para verificar o quão eficaz têm sido essas ações, mas nós temos resultados práticos. Por exemplo, antes da campanha cartão verde, uma cooperativa que coleta ali no Lago Sul atendia uma demanda normal. Depois da campanha cartão verde, essa cooperativa não deu conta mais de coletar com um caminhão só. Ela teve que colocar outra equipe. No Lago Sul não existe a campanha do cartão verde porque são residências. Porém, as pessoas que moram lá trabalham no Plano Piloto, ou seja, nos locais onde a campanha é presente. Isso as tem inspirado a levar a ideia para os locais onde moram e estimular a Coleta Seletiva. Daí a importância em se manter a regularidade das campanhas.

A ideia de expor em um museu os objetos encontrados durante o processo de gerenciamento dos Resíduos Sólidos permite levar uma reflexão às pessoas de forma que possam repensar seus hábitos, sendo que muitos deles ainda com potencial de uso, reuso ou reciclagem. A Figura 69 apresenta algumas imagens do museu do SLU localizado no *Shopping Venâncio 2000*.

Figura 69 – Imagens do Museu do SLU





Fonte: SLU (2023).

Por fim, o ator PP1 destaca a mídia espontânea como uma grande aliada nas estratégias adotadas pelo governo. Ele enfatiza a importância da aprendizagem por “reflexo”, ou seja, aquela em que as pessoas se inspiram nas ações que dão resultado e as replicam nos locais onde residem ou trabalham de forma que se tenha um resultado positivo e com a participação de todos.

O ator PP2, na linha de ações e estratégias adotadas pelo poder público, aponta para a importância das escolas no processo de sensibilização e conscientização das pessoas. Para ele, “qualquer ambiente de transmissão de conhecimento ou de informação tem um papel relevante”.

Ele afirma que outra estratégia a ser adotada em relação à mudança de comportamento está ligada a vários fatores. Para ele:

PP2: A mudança de comportamento depende de vários fatores. Da informação e dos estímulos que você recebe, da percepção que a pessoa tem, hábitos de consumo. Hoje temos um movimento interessante de utilizar as ciências comportamentais na aplicação de políticas públicas, porque o comportamento é primordial. O fato de a população separar ou não o seu resíduo é condição para viabilizar os índices de reciclagem dos resíduos coletados pelo poder público. Até o hábito de consumo. Por exemplo, a pessoa pensar que não irá comprar um determinado produto porque não tem como reciclá-lo. Então vou optar por outro que seja, ou vou comprar menos, ou vou dispensar essa embalagem aqui, ou ainda não vou comprar de uma determinada marca porque eles não fazem a logística reversa. Mas pra isso tudo funcionar, é preciso informação. É uma cultura que se está implementando na sociedade.

Devido à sua complexidade de tratativas, a mudança do comportamento em relação aos Resíduos Sólidos requer vários fatores e alguns deles, segundo o entrevistado, são a informação, os estímulos recebidos pelas pessoas, a percepção e os hábitos de consumo. Ele destaca que a existência de uma visão crítica do consumo permite ampliar o poder de escolha em que a população pode optar por alternativas de produtos cujas embalagens podem ser recicladas ou não. O aspecto cultural tem um peso bastante significativo nesse contexto.

Como estratégias funcionais, o ator PP4 afirma que:

PP4: Acho que informação é fundamental. Quando você sabe dos impactos tanto positivos quanto negativos você pode pensar ou repensar. Um dos 5Rs que utilizamos aqui é o repensar. Então informação é importantíssimo e por isso é necessário usar os meios de comunicação para qualificar essa mensagem. Acho que o investimento correto e do jeito certo na educação infantil é um caminho estratégico.

O entrevistado PP4 destaca a educação infantil como uma estratégia capaz de dar resultados positivos. Também, ele dá ênfase na força que o exemplo traz para as pessoas, principalmente quando parte do poder público:

PP4: Na minha visão, um caminho para resolver as questões ambientais é essa coisa de dar o exemplo. Observar os órgãos públicos. Eles estão dando o exemplo? Uma parte fundamental pra sociedade é isso: os agentes e órgãos públicos darem o exemplo. Será que eles estão destinando corretamente os seus resíduos? Ele dá as condições necessárias para que as pessoas e a sociedade como um todo pratique as ações necessárias para garantir uma maior sustentabilidade ao meio ambiente? O que a secretaria de mobilidade vem fazendo? Acho que falta um pouco disso da cultura de dar o exemplo por parte do gestor e da autoridade pública. Eu acho que se a sociedade perceber que os agentes públicos colocam em prática as ações que planejam, fica mais fácil delas aderirem às ideias e se comprometerem a colocá-las em prática.

Ele destaca que o exemplo tem um poder considerável como estratégia de sensibilização e se consolida como o início de uma jornada junto à sociedade. O objetivo consiste em conservar e preservar recursos naturais de forma consistente e de maneira ampla, com a participação popular e com um nível de compreensão que favoreça as melhores práticas direcionadas ao manejo de Resíduos Sólidos com potencial de reciclagem e compostagem.

Seguindo esta linha, Lino *et al.* (2010) destacam que a inclusão da Coleta Seletiva de Resíduos Sólidos Urbanos nas políticas públicas é uma questão adotada por muitos países como medida de reduzir os impactos gerados pelos materiais coletados.

Já os atores da CAT3 (sociedade civil), dão ênfase nos aspectos da educação como indutor da sensibilização e conscientização das pessoas. O ator SC1, por exemplo, afirma que:

SC1: Eu acho que os pais deveriam orientar os filhos desde pequenos, porque eles orientando, as crianças vão crescendo com uma mentalidade daquilo que é certo e errado. Eu acho que a orientação deve vir de casa desde cedo. As escolas têm um papel muito importante e relevante nessa área. É um trabalho em conjunto da família com a escola. Ao final, todos ganham. É um caminho longo e difícil, mas tem que ser feito.

Já o SC2, destaca que a educação é a base. Segundo ele:

SC2: A educação precisa se adequar a essa nova realidade. Os alunos precisam estudar matérias que ele possa levar o conhecimento e o ensinamento para a sua vida. Por exemplo, a educação financeira e matérias voltadas para o meio ambiente. Acho que a criação de uma matéria que trate especificamente do tema sustentabilidade e

tratamento do lixo seria essencial para o sucesso dessas ações. Isso porque são coisas que vamos carregar para o resto da vida. E essas matérias devem ser colocadas na base, no início de tudo. A criança cresce entendendo que esse debate é necessário, importante e normal. Assim ela consegue desenvolver uma maior responsabilidade em relação àquilo que é importante e relevante pra si e para a sociedade. Afinal de contas, o ser humano faz parte do meio ambiente.

O foco dado pelo entrevistado é na educação de base e, segundo ele, é onde se deve focar as estratégias para que a mudança de comportamento aconteça. Para ele, é o momento ideal para que futuros cidadãos se tornem conscientes de suas obrigações e deveres, uma vez que a percepção para o debate de temas importantes para sociedade se faz nesse período da existência humana. No caso dos resíduos, importante destacar, mais uma vez, que a Educação Ambiental faz parte de um conjunto de ações e não age sozinha para resolver os problemas trazidos pelos Resíduos Sólidos Urbanos.

O ator SC3 vai um pouco além e amplia o olhar para a educação superior. Segundo ele:

SC3: A gente muda o futuro atuando no presente e isso acontece por meio das escolas. A forma que a gente precisa atuar é em vários setores. A gente precisa atuar dentro das casas das pessoas, nas cooperativas, dentro das escolas (públicas e privadas), faculdades e universidades também. A gente tem um projeto que foi apresentado para a reitora da UnB. Se cada aluno da universidade separasse 1 kg de material, seria um ganho enorme para as cooperativas e para todos, pois são muitos alunos, pois no Distrito Federal, a média gira em torno de 1,5 kg por habitante/dia. Com esse tipo de ação, a gente consegue ter um resultado enorme. Acreditamos também que deveria ter no currículo das escolas disciplinas voltadas para Educação Ambiental em que seriam tratados temas como o lixo e a reciclagem. Pensamos que as crianças e os jovens são agentes multiplicadores e podem levar para suas famílias uma nova forma de pensar em relação aos resíduos.

Com um projeto inovador e tecnicamente simples, uma estratégia sugerida pelo ator SC3 é levar a ideia de coleta de 1 kg de resíduo reciclável por aluno da universidade. Como o quantitativo de estudantes é alto, ao final, as cooperativas teriam um ganho bastante significativo. Isso seria uma forma de retirar materiais recicláveis da coleta convencional e dar a eles uma destinação final adequada. Além disso, levaria toda a comunidade acadêmica a atuar como agentes multiplicadores. Essa estratégia, no contexto do Distrito Federal, pode ser replicada também para universidades/faculdades particulares, além das escolas (públicas e privadas).

O ator SC4 aponta para elementos voltados às questões de informação junto à população. Para ele:

SC4: Tem que ter muita informação e campanha, isso é fundamental. Tem que ter uma mudança de hábito e acho que essas informações podem trazer isso. O poder público

pode ser o próprio indutor disso também como foi o caso das sacolinhas de supermercado, em que os consumidores agora precisam pagar por elas.

Estratégias direcionadas à população e que possuem um viés informacional, segundo o ator, precisam de recorrência para que as pessoas verdadeiramente consigam internalizar a sua essência.

A título de exemplo e analogia, o Brasil foi um grande protagonista no que se refere às campanhas de vacinação por meio do PNI (Programa Nacional de Imunizações), institucionalizado no país em 1975 (Brasil, 2023). Muitas doenças foram erradicadas graças a estratégias como essa, em que o Governo Federal investe em mídias diversificadas sobre datas, locais de vacinação, doenças acometidas, consequências da não vacinação, etc. para toda a sociedade. Por muitos anos, foram ações que deram resultados positivos.

Dessa forma, pensar em estratégias que utilizem a informação amplamente difundida nos mais variados canais de comunicação e que estejam alinhadas com a proliferação das práticas de Coleta Seletiva e otimização do consumo, podem agir como soluções de grande potencial para sanar lacunas que se encontram na base do problema relacionado aos Resíduos Sólidos: a falta de conhecimento.

O ator SC4 ainda destaca o seguinte:

SC4: Eu vejo a educação com um papel importantíssimo em todo esse processo como, por exemplo, a questão do consumo, do consumo sustentável, do consumo consciente. Eu acho que tem tudo a ver. Eu acho que tem que ser uma educação na escola, desde pequeno. Já para os adultos a situação é difícil. Eu vejo que está ligado à questão do hábito. Se a pessoa cria o hábito de separar, dificilmente ela perde esse hábito. As pessoas que começam se engajam. E claro que ter uma legislação por trás faz toda a diferença, porque dá o respaldo necessário. O que é preciso fazer é sensibilizar.

Para a população adulta e com certo nível de resistência às mudanças, a saída sugerida pelo SC4 é investir no poder do hábito que, segundo ele, uma vez incorporado no dia a dia, dificilmente é esquecido.

Por outro lado, o trabalho desenvolvido pelos catadores nas centrais de triagem de Resíduos Sólidos contribui para ações ambientais. Como consequência, colhem-se benefícios como aumento da vida útil dos aterros sanitários, abastecimento da indústria da reciclagem e reinserção dos Resíduos Sólidos em variadas cadeias produtivas, promovendo a sua circularidade (Marcos *et al.*, 2019).

Tobin e Zaman (2022) destacam que a abordagem da governança eficaz e a cooperação interorganizacional são essenciais para o progresso rumo à Economia Circular. Segundo eles, as parcerias funcionam bem como estratégias para cultivar a boa vontade, confiança,

reciprocidade, valorização da complexidade da política municipal de Resíduos Sólidos Urbanos, as virtudes da cooperação regional e outros valores de capital social entre as pessoas.

Com o intuito de conhecer as parcerias existentes entre os atores sociais e outros participantes, o ator PP1 destaca sua relação com as cooperativas e diz que ela é direta pela natureza das atividades que ambos exercem. Segundo ele:

PP1: Com as cooperativas nós temos os contratos. Fazemos a sua execução. Temos os de triagem e seletiva. Nem todo mundo que tem o de seletiva tem o de triagem e nem todo mundo que tem de triagem tem o de seletiva. A gente está em planejamento para que no futuro a gente tenha um contrato só e traga esse de triagem pra dentro do de seletiva, pois isso melhora a relação com os catadores e aqui para nós, trazendo uma segurança jurídica muito melhor para os dois lados. É preciso de muita paciência. Isso porque no passado eles estavam trabalhando em um lixão sem nenhuma disciplina trabalhando cada um por si. Hoje eles têm que trabalhar em uma área adequada, com horários para cumprir e alimentação tem que ser dentro do que estava previsto. Antigamente, existem relatos, deles comendo em cima de um monte de lixo, de pessoas cozinhando dentro do lixão para vender marmita para outros catadores que estavam por lá. É uma mudança muito radical.

Nessa primeira parte da entrevista, o ator PP1 enfatiza que a relação é formalizada por meio de contratos. É possível inferir que a vida dos catadores melhorou consideravelmente a partir do momento que o aterro do Jóquei foi transferido para o ASB, uma vez que novas estruturas foram construídas para abrigar esses trabalhadores e proporcionar uma vida mais digna.

Ele ainda afirma que, em tempos passados, muitos deles cozinhavam sob pilhas de lixo e em condições totalmente insalubres. Além disso, o ambiente não oferecia nenhum tipo de segurança sob a ótica do trabalho, se tornando também, muito perigoso.

O entrevistado continua afirmando que:

PP1: As cooperativas têm duas fontes de renda: o manejo do resíduo que o governo paga e o valor que ele comercializa com o mercado. Em relação ao governo, o ganho das cooperativas está no fornecimento de toda infraestrutura dada via contrato de sessão de direitos. Esses contratos começaram em 2016. No governo atual, os catadores conseguiram dobrar os contratos de Coleta Seletiva. Mantém ainda dois contratos de alugueis de galpões para poder abrigar toda essa demanda de catadores. Por um lado, não deixa de ser um papel social do governo.

A partir desse relato, é possível concluir que as condições de vida dos catadores melhoraram sobremaneira. Isso mostra a importância em se estabelecer e criar relações de parcerias e cooperação de forma a se criar ganhos mútuos.

De acordo com Rabelo Pereira *et al.* (2015), Elinor Ostrom identificou em comunidades locais, princípios necessários para a criação e funcionamento de sistemas de autogoverno para

recursos de uso comum. Assim, segundo os autores, a gestão social reconhece nas características dos indivíduos (valores, atitudes e comportamentos) as bases para a consolidação de uma sociedade mais justa.

Para Ostrom (1990) a cooperação funciona como um elemento de sentido comum de união dos indivíduos a respeito de seus interesses e necessidades. Assim, os indivíduos assumem, em conjunto, os deveres, responsabilidades e o comportamento solidário de identificação com a comunidade (Rabelo Pereira *et al.*, 2015).

Por outro lado, o ator PP2, pela própria natureza de suas atividades, enfatiza que não existe parceria com outros atores, em especial as cooperativas. Segundo ele:

PP2: Não existe parceria. Nossa relação é de regulado e regulador. Eles são contratados do SLU, sendo o serviço de triagem do SLU. Então, nós fiscalizamos as unidades de triagem da mesma forma que a gente fiscaliza uma unidade de disposição final. Fiscalizamos de acordo com nossas normas. A nossa forma de fiscalização não é simplesmente punitiva. A gente solicita e o fiscalizado atende. A gente mede esse tipo de fiscalização pelo esforço empreendido pelo prestador de serviço, ou seja, o esforço dedicado para resolver as questões vale muito. Isso porque às vezes você não consegue chegar de 0 a 10 em um ano, mas você consegue chegar de 0 a 5 com muito esforço. A partir disso, no ano seguinte, você consegue chegar de 5 a 10. Então essa melhora progressiva é o que a gente tenta induzir.

De fato, em uma situação em que o trabalho de um ator requer o atendimento a normas de outro, a parceria se faz de forma a cumprir com a regra. De qualquer forma, a ideia de melhoria e aperfeiçoamento constante se dá a partir do momento que se cumpre as regras de forma adequada. Sendo assim, o ator PP2 afirma que isso funciona como um elemento indutor para o desenvolvimento da sociedade como um todo.

O ator PP3 já abre espaço para um diálogo com outros atores. Segundo ele, “nossa relação é de interlocução, de tratativas no sentido de aperfeiçoar os projetos, de ouvir e acondicionar no projeto o que é possível aos interesses e anseios dessa classe, dessas associações”.

Isso mostra que uma relação de parceria pode ser construída a partir do atendimento de interesses recíprocos, mas com vistas ao bem comum.

Em termos estratégicos, as parcerias fazem sentido quando existe um trabalho de cooperação visando benefícios mútuos.

Em relação às conexões entre os atores e outros *players*, o SE1, ao abordar o seu relato na entrevista, aponta que:

SE1: Existe parcerias com os investidores, mas parceiras com empresas menores não. Porém, nós temos o projeto social que é projeto de doação mesmo. A gente atende

diversas comunidades e creches em Brasília. Funciona assim. Aqui dentro nós temos um processo em que as pessoas (fornecedores) doam suas peças quando termina o prazo. Lembro também que todas as lojas são pontos de captação de peças para doação. Então as pessoas já aparecem aqui sabendo que fazemos esse tipo de trabalho. Temos uma equipe para fazer a triagem, porque algumas peças não têm a possibilidade nem para doação, de tão ruim que se encontram. Um grande desafio que a rede teve com esse projeto, foi passar uma imagem de que é uma ação real e verdadeira, ou seja, sem passar a impressão de que a empresa estaria se aproveitando de uma situação de vulnerabilidade. Algumas empresas como Banco do Brasil, Sebrae e escritórios de advocacia entraram no projeto para sanar possíveis dúvidas sobre a sua idoneidade. A ideia era trazer maior confiança à sociedade de forma que pudessem acreditar na veracidade do projeto. Esse projeto está sob a guarda de um instituto e abre todos os sábados para que as pessoas possam acessar e comprar peças a baixo custo.

A ideia de cooperação é fundamental para que se tenha resultados positivos em várias situações. A gestão de Resíduos Sólidos e a Economia Circular também fazem parte desse contexto. Para isso, ações que exigem participação popular, nível de sensibilização e conscientização são essenciais.

O entrevistado SE1, ao observar o engajamento com instituições maiores, como o Banco do Brasil e Sebrae, vislumbrou a oportunidade para realizar projetos sociais e colocou em prática a ideia de cooperação para um bem comum por meio da doação de itens não vendidos ou que foram repassados pelos fornecedores com esse propósito. A participação dos parceiros, nesse caso, foi de passar credibilidade às pessoas de forma a não causar uma interpretação de que existiria atos ilícitos ou uma situação de aproveitamento de um contexto de vulnerabilidade.

Já o ator SE2 afirma que estabelecem uma relação forte com seus parceiros de negócio, principalmente com as cooperativas de catadores. Segundo ele:

SE2: Nós trabalhamos com praticamente todas as cooperativas de recicláveis do Distrito Federal. Todo o quantitativo de material que elas processam nós compramos. Temos nossos concorrentes como nossos clientes, uma vez que boa parte da matéria que eles coletam são repassados para nós. Isso porque conseguimos ofertar um preço melhor, fazendo com que sejamos mais atrativos. Aliado a isso, o pagamento à vista funciona como um grande diferencial. Dessa forma, podemos dizer que temos uma grande harmonia com todas as empresas de reciclagem.

O fato de ser um dos principais compradores de materiais recicláveis faz com que o relacionamento do SE2 com outros atores seja praticamente inevitável, principalmente ao se considerar um contexto comercial (compra e venda de recicláveis).

É certo que, dependendo do lado que se observa, o fator preço pode ser considerado um aspecto de divergência entre eles. Se a análise for feita do lado do ator SE2, o valor pago está acima do praticado no mercado, enquanto que para o ator SC3, por exemplo, o valor é baixo e ele justifica pelo monopólio que este comprador possui no Distrito Federal, não abrindo,

portanto, uma concorrência que possa estabelecer valores melhores para a compra dos materiais processados. Assim, nessa perspectiva, acaba se estabelecendo uma “queda de braço” entre eles.

O nível de debate e discussão sobre um determinado tema depende do interesse de seus participantes. No caso dos Resíduos Sólidos, a questão educacional consiste em uma estratégia de enfrentamento aos problemas trazidos por eles, mesmo tendo uma política pública aprovada em 2010.

De acordo com Almeida *et al.* (2020), falta interesse da sociedade em realizar uma destinação adequada dos Resíduos Sólidos Urbanos, o que evidencia uma certa indiferença aos trabalhadores que atuam com a reciclagem.

Sabe-se que os Resíduos Sólidos fazem parte de uma temática que vem ganhando espaço nos ambientes públicos, uma vez que trata de elementos ligados à economia, meio ambiente, política e sociedade (Freitas *et al.*, 2023) e, por isso, o debate e a discussão sobre estratégias de gestão estão em fase de crescimento.

Contudo, segundo os autores, existe uma baixa adoção de práticas de prevenção e redução da geração dos Resíduos Sólidos Urbanos por parte dos municípios brasileiros. Além disso, percebe-se que as cidades fazem apenas o mínimo que é previsto na legislação, o que permite inferir um descarte de grandes volumes de resíduos em aterros, podendo boa parte deles, terem potencial para reuso e/ou reciclagem.

No que se refere ao nível de debate entre os atores da CAT3 (sociedade civil), a população e o poder público, o entrevistado SC1 afirma:

SC1: A gente conversa. Sempre quando tem reunião eu falo com os associados na questão de separar o lixo seco do molhado, explico o que é lixo seco, o que é lixo molhado porque às vezes eles não entendem. Nós não temos apoio nenhum do governo e também não nos procuram. Hoje nós somos 150 associados, mas as reuniões acontecem somente quando tem algum fato mais relevante.

Percebe-se nesse ponto uma abertura do ator SC1 com a população sobre a temática dos Resíduos Sólidos. O ator, dentro de suas possibilidades, age de forma pedagógica no sentido de sensibilizar as pessoas para a importância em separar os Resíduos Sólidos secos dos úmidos. Porém, em seu relato, é possível inferir um certo grau de dificuldade encontrado por ele, ao tentar passar a informação correta. Isso demonstra uma lacuna e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para se trabalhar os elementos da Economia Circular junto aos moradores de uma determinada localidade.

Uma estratégia sugerida é estreitar a comunicação com o poder público de forma a criar alternativas eficazes para que as pessoas tenham condições de externalizar a ideia da Coleta Seletiva, mas, também, da Economia Circular.

O ator SC3, por outro lado, sugere algumas ações no campo do relacionamento com outros atores e aponta a questão da educação de base como um caminho possível. Segundo ele:

SC3: A sociedade pode participar da separação, fazer o correto processamento dos resíduos, estimular os filhos a criar um hábito que essa geração não tem ou se tem é muito pouco. Então, fazer um pouco dessa missão, que também é das cooperativas, que é educar. Tentar construir uma futura geração que seja mais responsável, que tenha uma visão ambiental mais séria do que a que temos hoje. Porque essa história de que a geração de hoje paga pela geração passada não sei se é totalmente certa não. Eu acho que todo mundo responde por seus atos, porque você é maduro e tem entendimento do que é certo é certo e o errado é errado, você não faz o errado se não quiser.

A principal estratégia que pode ser adotada pela sociedade, segundo o ator, é participar de forma efetiva e definitiva da Coleta Seletiva de forma voluntária. Além disso, deve-se estimular os filhos a criarem, desde cedo, o hábito da triagem dos recicláveis. Com o tempo, esse hábito se transforma em rotina e incorpora o *modus vivendi* daquele cidadão.

Ele ainda enfatiza a importância das parcerias no processo de cooperativismo. Para ele:

SC3: Eu vejo que a parceria é o "tempero" do sucesso dos negócios. A gente não consegue nada sozinho. Inclusive o modelo de cooperativa é um modelo de negócio de parceria. São várias pessoas que se reúnem ali para desenvolverem uma atividade em grupo. Eu acho também que as instituições também se desenvolvem com parcerias. Aqui nós temos parcerias com o Ministério Público, as defensorias públicas, a UnB (que inclusive foi uma parceira que nos ajudou no processo de constituição do formato de cooperativa como a formação de dirigentes, eu inclusive), com fabricantes de embalagens (projetos de logística reversa), com representantes de empresas (Abralatas que representam o setor de embalagens de alumínio), com representantes de empresas fabricantes de embalagens de bebidas não alcólicas.

A cooperação é um grande indutor de soluções para problemas de todas as espécies. Por meio dela, as pessoas conseguem debater e discutir assuntos por vezes “espinhosos”, mas que ao final, se chega em um denominador comum: a solução do problema. A Economia Circular e os Resíduos Sólidos não fogem a essa regra, mas assim como a Educação Ambiental, a cooperação também não é a solução única. Ela precisa fazer parte de um conjunto de outras ações para se chegar nos resultados desejados.

No que se refere ao contexto da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, várias são as estratégias aplicadas. Uma delas, citada por Zargar *et al.* (2023), destaca que a implementação da gestão unificada de Resíduos Sólidos Urbanos é, às vezes, difícil devido às variáveis socioeconômicas. Contudo, modelos espaciais e análises estatísticas de Resíduos Sólidos (como

taxas de geração por dias da semana e/ou finais de semana) podem auxiliar na seleção de métodos adequados de gerenciamento.

Outra estratégia citada por Shen *et al.* (2023) está relacionada com o sistema de coleta dos Resíduos Sólidos, que consideram como um aspecto muito importante e relevante para o sistema como um todo. Segundo eles, os custos de transporte e as emissões de carbono podem ser reduzidas pelo roteamento adequado dos veículos. Para viabilizar esta ideia, é estabelecido um modelo de roteirização multiviagens, com eficiência energética, direcionado na coleta que leva em consideração a capacidade do veículo transportador (que é limitada), as horas máximas de trabalho e o quantitativo de viagens que cada veículo faz.

Segundo Zhang *et al.* (2023), a separação dos Resíduos Sólidos, ou seja, a Coleta Seletiva eficiente, se consolida como uma opção econômica para os países em desenvolvimento atingirem suas metas ambientais, principalmente aquelas ligadas aos ODS e aos efeitos das mudanças climáticas.

No âmbito da pesquisa, os atores sociais destacam algumas alternativas que passam pela criação de uma nova fração, a dos orgânicos, até um melhor engajamento da população sobre essa temática. Esses aspectos são destacados e discutidos nos parágrafos a seguir.

As estratégias que o poder público poderia adotar para melhorar e aperfeiçoar o atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos são apresentadas a seguir. De acordo com o ator PP1:

PP1: Ter um maior engajamento e conscientização por parte da população, direcionar toda a Coleta Seletiva para os catadores, muito em função dos resultados que a gente tem obtido nos últimos anos. A médio e a longo prazo, pode-se pensar em colocar a fração de orgânicos e aí a gente tem que ir se preparando pra isso, porque hoje o grande percentual do que é aterrado é orgânico. Isso traz maior longevidade para o aterro. No momento, a gente precisa implantar e depois torná-la constante. Para melhorar o atual sistema, atualmente tem-se retomado as discussões com toda a população em geral. Nós temos uma reunião mensal aqui no SLU com a participação de representantes dos catadores, de associações de moradores, órgãos públicos, universidades e representantes das RAs. Esses atores sempre participam das reuniões e das discussões do sistema como um todo.

O entrevistado destaca algumas estratégias que podem ser incorporadas no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos como o maior engajamento da população para as práticas de Coleta Seletiva. Além disso, direcioná-la para as cooperativas de catadores, de forma a manter o fluxo de “alimentação” de suas linhas de produção constantes, de modo a não faltar materiais para que possam desenvolver o seu trabalho.

Outra estratégia seria implementar, no âmbito do Distrito Federal, uma terceira fração de coleta: a de orgânicos. Segundo o ator PP1, ela seria feita ao mesmo tempo que a seletiva,

porém, com destinação final específica que é a compostagem. Essa ação teria muito a contribuir com o sistema, principalmente com a longevidade do ASB, tendo em vista que a maior parte dos rejeitos produzidos possuem características orgânicas. Contudo, como mencionado anteriormente, para se chegar nessa etapa, a Coleta Seletiva em duas frações precisaria estar em pleno funcionamento, mas essa não é a realidade atual.

Por fim, destaca-se a importância da retomada dos debates com a população, o que, segundo ele, vem sendo feito de forma mensal com representantes dos catadores, de associações de moradores, órgãos públicos, universidades e representantes das RAs.

Outro aspecto relevante no contexto analisado, é aquele referente ao desperdício. A sociedade contemporânea mostra grande interesse em desenvolver ações direcionadas ao Desenvolvimento Sustentável a partir de facetas socioeconômicas (Puertas *et al.*, 2023), notadamente em relação ao desperdício.

De acordo com Principato *et al.* (2023), outro aspecto a ser considerado nesse debate é o que está relacionado ao desperdício alimentar, cujo combate é essencial para que sejam criados sistemas mais sustentáveis. Segundo eles, uma estratégia possível para se chegar nesse resultado é a adoção de ferramentas digitais para monitorar a fabricação, fornecimento e a gestão de alimentos pelas indústrias. Isso pode reduzir a quantidade global de comida não utilizada, bem como os impactos ambientais ligados à preparação e consumo, de forma que, ao final, se obtenha benefícios econômicos e sociais.

Em relação ao desperdício e as estratégias utilizadas para evitá-lo, o ator SE1, ao ser indagado sobre esse tópico, afirma:

SE1: Eu enxergo o desperdício com uma questão de consciência mesmo. Eu não acho que seja proposital por parte das pessoas. É uma questão cultural. Isso pode ser revertido por meio de um trabalho diário. Se cada pessoa fizer um pouquinho, ao final, dá resultado. Na loja chegamos a comercializar as sacolas biodegradáveis, mas não o fazemos mais. Isso porque é contra o nosso negócio. Se a gente está, de alguma forma, pregando a sustentabilidade, a reutilização a reciclagem e a ressignificação, não faz sentido trabalharmos com a sacola de plástico. Hoje nós perguntamos se a pessoa trouxe a sacola de casa, pois age como um mecanismo impulsionador da consciência. Caso ela não tenha trazido, oferecemos uma de papel ao valor de R\$ 1,50. Normalmente as pessoas não compram. Então a gente está fazendo esse trabalho de “formiguinha” porque tem gente que faz escândalo por conta da sacola.

O fator cultural é evidenciado pelo entrevistado como sendo um dos indutores do desperdício. Destaca ainda que as pessoas o fazem de forma despropositada. Porém, para reverter o quadro, sugere uma estratégia de trabalho constante junto às pessoas, mostrando que as consequências geradas por ele podem causar uma série de problemas para a sociedade e o meio ambiente.

Ele ainda destaca o uso das sacolas plásticas. Nas atividades de venda, ele não as utiliza mais por entender que vai contra a essência do negócio que está calcado na sustentabilidade. Para resolver a questão, é oferecido ao cliente duas alternativas: a) opção do cliente levar a própria sacola, de preferência retornável e b) a venda de uma sacola de papel (constituída de material biodegradável) vendida ao valor de R\$ 1,50.

Alinhado com essa perspectiva, o ator SE2 destaca:

SE2: Ele pode ser revertido por meio da cultura e educação. Acredito que ligado à ideia do consumismo exacerbado. Eu vejo que as pessoas que mais desperdiçam são aquelas que têm uma menor renda. Vejo que isso acontece não porque elas querem, mas o fazem de forma inconsciente. Então o que falta é educação. Falta cultura em relação a isso.

Já o entrevistado SE3 afirma que:

SE3: Sempre que se fala em desperdício, pensa-se em desperdício de alimentos, uma vez que precisamos de alimento todos os dias de nossa vida. Vivemos em um tempo em que a insegurança alimentar atinge milhões de pessoas. Além disso, estamos perdendo recursos naturais e os problemas ambientais devem ser levados em consideração. Então, devemos todos nos responsabilizar contra o desperdício, tanto do ponto de vista coletivo como individual, em casa.

Para ele, a forma que as pessoas lidam com o desperdício deve ser tratada desde a origem, ou seja, na própria residência. Por meio da mesma analogia, é possível inferir que esta mesma lógica pode ser utilizada para os Resíduos Sólidos, uma vez que boa parte deles “nascem” nas moradias ou nas organizações (públicas ou privadas).

Seguindo a mesma linha, o entrevistado SE4 afirma que:

SE4: Em nossa linha de produção, investimos muito para conter o desperdício ou o refugo de materiais. Isso porque tem um impacto forte em nossos custos operacionais e também no meio ambiente. Nós levamos esse tipo de decisão com muita seriedade. Para contornar esse tipo de coisa, investimos em treinamento de nosso pessoal, em novas tecnologias da linha de produção e materiais inovadores e que possam causar o mínimo de impacto no ambiente quando ele for descartado.

Percebe-se que esse ator demonstra uma preocupação com os possíveis impactos causados pelos resíduos de suas operações industriais, tanto na linha de produção, quanto no pós consumo. Segundo ele, o investimento para sanar questões ligadas ao desperdício, passa por novas tecnologias e capacitação de pessoal.

No contexto da Economia Circular, já foi explicitado que o modelo linear de produção e consumo tem causado significativa degradação no meio ambiente, depleção dos recursos

naturais e geração de Resíduos Sólidos em grandes volumes. Como resposta, os sistemas de produção sustentáveis surgiram como uma solução para promover a eficiência dos recursos, a redução da produção de Resíduos Sólidos e a proteção ambiental (Hegab *et al.*, 2023).

Uma das transformações necessárias para se atingir esses objetivos é o câmbio dos negócios tradicionais para os circulares. Isso requer alterações profundas em todas as entidades do ecossistema (Asgari; Asgari, 2021).

Além disso, a Economia Circular também desempenha um papel estratégico importante no alcance dos ODS por parte das empresas e instituições, tendo em vista a alta prioridade que essas transformações representam para elas. Isso é demonstrado pelas diferentes perspectivas e áreas de aplicação em que a Economia Circular e os ODS se encontram (Govindan, 2023).

Ainda no escopo empresarial, a implementação dos princípios da Economia Circular pode trazer algumas vantagens para o mercado de trabalho. O desemprego, por exemplo, pode ser combatido com a requalificação de pessoas para ajustar a oferta e a demanda, de modo a se potencializar a reutilização, a manutenção e a reciclagem (Borms *et al.*, 2023).

Em relação às estratégias de implementação da Economia Circular, o ator SC1 afirma que:

SC1: A Economia Circular com certeza poderia auxiliar no processo de gestão dos resíduos no Distrito Federal. Primeiramente diminuiria o impacto ambiental e segundo, mesmo que as pessoas não quisessem o material, elas poderiam fazer uma doação para as pessoas que não têm condição de comprar, por exemplo, um sofá, uma mesa. Então isso ajudaria muito mesmo, porque muitas vezes, jogar fora é horrível. Então elas deveriam fazer isso pra poder ajudar o ambiente. Além disso, essas atitudes podem gerar emprego e renda.

Ao responder as questões, ele enfatiza um aspecto importante da Economia Circular que é o reuso ou o reaproveitamento de materiais. Essa estratégia deve ser incentivada de modo a gerar ressignificado para objetos descartados, de forma que possam ser reaproveitados por pessoas menos favorecidas economicamente.

Já o ator SC2, destaca que:

SC2: Eu acredito que sim, a Economia Circular é muito importante. Com certeza. Isso está relacionado com a sustentabilidade, porque a maioria dessa matéria-prima que a gente consome tem um limite. Ele não é pra sempre. Então quanto mais a gente conseguir modificar esse modelo linear, melhor. Além disso, ela aquece a economia local.

Ele aponta para uma questão interessante que é a limitação dos recursos naturais ocasionada pela Economia Linear. Para ele, a Economia Circular surge como uma alternativa

viável e possível e cita a estratégia de desenvolvimento de novos modelos de negócio sustentáveis a partir da implementação de seus princípios, pois podem trazer benefícios para a economia local.

Como destacado pelo ator SC2, novos modelos de negócio surgem a partir da implementação dos princípios da Economia Circular, como por exemplo, compra e venda de produtos remanufaturados, empresas especializadas em restauração, consultorias em sustentabilidade para pequenos e médios empreendimentos, etc.

No que se refere a estratégias de uso de energias renováveis, o ator SC3 afirma que tem interesse em firmar parcerias com empresas que atuam com placas solares. Isso porque eles possuem, em sua estrutura física, uma grande área que pode ser utilizada como base de geração de energia elétrica. A partir disso, ele afirma o seguinte:

SC3: Nós temos quase 6.000 m² de área no teto dos galpões. Nós já fizemos orçamento para implantar essas placas para poder gerar energia para consumo interno. O investimento é de R\$ 1.000.000,00, mas a gente não tem recursos. Estamos comprando energia da usina de Brazlândia até a gente conseguir fazer parceria com as empresas que fabricam essas placas para que a gente possa alugar o teto. A gente aluga o teto pra elas e a gente recebe a energia de graça e ganhar uma parte dos "royalties". Só falta encontrar uma empresa que queira fazer essa parceria. Vontade nós temos muita. Caso a gente consiga, vamos atuar fortemente com a Economia Circular em relação aos nossos níveis zero de emissões de gases de efeito estufa com uso de energia 100% renovável.

De fato, o uso de energias renováveis também faz parte do escopo da Economia Circular. A estratégia de locação de espaço físico de suas instalações (teto) para geração de energia limpa proposta pelo ator SC3 vai ao encontro desses princípios. A grande dificuldade, porém, está em identificar uma organização que atue nesta área e que tenha disponibilidade para firmar essa parceria.

O ator SC4, por outro lado, explora a ideia do “constrangimento ético” como estratégia de ampliar a sensibilização das pessoas em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos. Segundo ele, trata-se da exposição de todos aqueles que não cumprem com suas obrigações em relação aos Resíduos Sólidos. Ele destaca:

SC4: A Economia Circular poderia incorporar o sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal por meio da ampliação da Coleta Seletiva e promover o “constrangimento ético” que nada mais é do que acionar a mídia, o Ministério Público, a Secretaria do Meio Ambiente para aqueles atores que não cumprirem com as suas obrigações em relação aos resíduos.

Ele ressalta que “o futuro do Distrito Federal passa pela coleta de rejeitos bem feita para que se possa trabalhar a compostagem, porque o seu potencial para gerar composto é enorme. Ele vem tanto das residências quanto das podas de árvores e galhadas. O volume é realmente significativo”.

Sendo a reciclagem e a compostagem pertencentes, respectivamente, aos ciclos técnico e biológico da Economia Circular, para que possam ser implementadas, a Coleta Seletiva precisa funcionar de forma adequada. Alinhado com essa perspectiva, deve-se levar em consideração para o debate, as estratégias existentes para diminuir a poluição e, conseqüentemente, poupar os recursos naturais.

Liu *et al.* (2022) destacam que as realizações humanas elevaram as interligações das ameaças ambientais, resultando em efeitos generalizados nas pessoas, nos ecossistemas e na economia mundial. Além disso, outras questões trazidas pela sociedade como superpopulação, poluição, queima de combustíveis fósseis e desmatamento/desflorestamento, impactaram o ambiente físico de várias maneiras. Como conseqüências, destacam-se as alterações climáticas, a erosão do solo, a má qualidade do ar e a oferta de água não potável. Contudo, os autores evidenciam que a energia verde pode mitigar as emissões de CO₂ e melhorar a qualidade ambiental.

Nessa perspectiva, outra estratégia que visa poupar os recursos naturais é a reciclagem. Segundo os estudos de Nketiah *et al.* (2022) ela emergiu como uma questão econômica global crítica e ajuda a alcançar os principais objetivos de sustentabilidade, o que inclui uma melhor gestão de Resíduos Sólidos e a mitigação das alterações climáticas.

Nesse contexto, a Economia Circular também se mostra como uma estratégia possível e com possibilidades positivas de combate à depleção dos recursos naturais.

De acordo com Bianchi e Cordella (2022) a mudança para sistemas econômicos circulares pode reduzir a extração de recursos primários.

Para eles, a circularidade da economia deve ter uma perspectiva sistêmica em que esteja incluída a produção e o consumo, como por exemplo, a gestão de resíduos. Também, são necessárias medidas que abordem o consumo comportamental para se alcançar o Desenvolvimento Sustentável (Bianchi e Cordella, 2022).

No que se refere aos elementos de economia financeira do sistema de gestão dos resíduos e se o ator adota estratégias para poluir menos o meio ambiente, o ator PP1, destaca que:

PP1: Poupar recursos hoje seria a gente rever os modelos de contratos, como por exemplo no caso dos catadores. Ao invés de termos 42 contratos termos três, ou seja, contratar cooperativas em segundo grau e não cooperativas similares e aí eu tenho

uma economia direta, porque hoje a quantidade de servidores existentes para manter os 42 contratos é bastante significativa. Também, informatizar todo o sistema, como está acontecendo atualmente, também vou trazer essa economia. Em termos de poluentes não temos, a não ser as emissões dos caminhões da coleta convencional. Todos eles possuem sistema de contenção de chorume.

A principal estratégia recomendada pelo entrevistado está alocada no âmbito da revisão dos contratos com as cooperativas de catadores. A ideia, segundo ele, é otimizar a qualidade do serviço para excluir gastos excedentes ou desnecessários.

Além disso, a informatização das rotinas e dos processos se consolida como outra estratégia destacada pelo entrevistado. Esta é uma etapa que já está em andamento no âmbito do poder público.

Nesse sentido, o ator PP4 ressalta:

PP4: A gente tem o termo de cooperação com a A3P e com a Câmara dos Deputados no sentido de ter boas práticas. Então a gente fez o nosso plano de política sustentável aprovado no final do ano passado (2022) com ações e metas de água, energia e resíduos. São seis eixos temáticos e a gente vai passar a executar esse ano. Mas já algum tempo a gente tem algumas iniciativas. Na parte de energia temos as placas fotovoltaicas já instaladas no teto de nossa sede. Na parte de água foi feita a troca de descargas e torneiras de baixo consumo, na parte de qualidade de vida a gente faz campanhas para o uso de bicicletas (instalação do bicicletário e reforma dos vestiários) e fazemos o dia mundial sem carro no mês de setembro. Então a gente tenta fazer ações permanentes para sensibilizar as pessoas. Outra ação que a gente tem é o desafio vertical, que já vai para sete anos que é incentivar os servidores a usarem as escadas. A gente faz sorteio de brindes. Não só por conta da energia elétrica, mas também por questão de qualidade de vida. As pessoas aceitam muito bem essas ações, chegando a formar equipes e tudo mais. Aqui, internamente, a gente não quer ser o “eco-chato”, mas sim, levar a mensagem com leveza e com alegria, sem ser imposta. Um trabalho que nós fizemos em relação à Coleta Seletiva foi tirar as lixeiras separadoras debaixo das mesas e centralizamos em um lugar distante de onde as pessoas trabalham. Na maior parte do tempo, sentadas. Isso para forçá-las a levantar e se locomover. No final, uma série de pessoas acabam sendo beneficiadas, inclusive o pessoal da limpeza. São ações simples e baratas. Então, em geral, elas são bem recebidas, têm uma boa adesão. Tem os seus desafios.

O entrevistado afirma que colocam em prática ações que passam pelas questões da sustentabilidade, mas, também, pela qualidade de vida dos servidores. Para isso, realizam parcerias com outras entidades do Governo Federal e empresas privadas, além de desenvolverem ações próprias com baixo custo, mas com bom nível de aceitação.

No campo empresarial, a Economia Circular pode agir como indutor do desenvolvimento e da inovação de novos modelos de negócio. De acordo com Mendoza *et al.* (2022), empreendimentos circulares são destinados a fechar o ciclo de negócio, gerar benefícios econômicos e sociais significativos, promover a segurança dos recursos e melhorar o desempenho ambiental.

Além disso, Bansal *et al.* (2022) enfatizam a necessidade que as empresas têm de desenvolver abordagens e estratégias que envolvam clientes e outros *stakeholders* nos processos de negócios circulares que vierem a adotar, ou seja, as ações devem estar conjugadas e conectadas com as pessoas e a sociedade como um todo.

Como exemplo, pode-se citar empresas geradoras de energia elétrica a partir de painéis fotovoltaicos. Nos últimos anos, a energia solar se destacou sobremaneira, principalmente como sendo uma saída eficaz no combate às mudanças climáticas. Contudo, a adoção dessa tecnologia, no futuro, causará a geração de resíduos em larga escala (Van Opstal e Smeets, 2023). Segundo os autores, a falta de desenvolvimento do mercado e de condições organizacionais, limitam o potencial facilitador do que eles chamam de opções solares circulares.

Perguntados se a relação entre as empresas e a Economia Circular está se tornando uma questão de sobrevivência ou estratégia de mercado, o ator SE1 afirma que:

SE1: Eu acho que o nosso segmento tende a crescer, até porque a demanda do momento está vinculada com as questões da sustentabilidade. Com relação aos outros, eu acredito que algumas coisas serão adaptadas, pois já existem muitas empresas que já fazem produtos reciclados e fornecem para o mercado. O que atrapalha ainda é o custo, pois os produtos ainda são muito caros. Mas eu acredito que esse seja o rumo que as coisas irão tomar. Mas eu acredito que esse mercado da sustentabilidade irá se destacar, com certeza. Eu acho as empresas precisam se adaptar a essa nova realidade, a da Economia Circular, por todos os motivos abordados (sobrevivência, marketing e consciência). Existem grandes empresas que possuem internamente estruturas específicas para esse fim. Da mesma forma, existem grupos de pessoas que irão trabalhar pelo monetário.

Percebe-se que este ator possui uma capacidade de discernimento das possibilidades que a Economia Circular pode oferecer para o ambiente corporativo sob a ótica negocial. Ele enxerga uma forte tendência de produtos criados a partir das ideias de sustentabilidade. Os objetivos podem ser variados, mas, dois podem se destacar: a proteção do meio ambiente e a obtenção de lucros.

As empresas que conseguirem atingir esses dois objetivos de forma simultânea, sem dúvida, estarão no caminho certo para serem consideradas organização do presente e do futuro, pois conseguem aliar o retorno financeiro com as suas obrigações de sustentabilidade.

Além disso, ele recomenda a inovação, a pesquisa e o desenvolvimento como estratégias de soluções para problemas do cotidiano utilizando os preceitos da Economia Circular.

O SE2 afirma que:

SE2: Eu acho que todas as empresas precisarão entrar nessa ideia da Economia Circular. A gente vive num mundo muito consumista, mas por outro lado se a gente compra um material reciclado estamos preservando a natureza. A mídia acaba batendo muito nessa tecla. Além disso, a gente tem visto também na mídia, um incentivo ao gastar menos, usar menos e a indústria acaba se adaptando. Então eu acho que o futuro é voltado para melhoria mesmo. Eu vejo que isso está sendo feito pela crescente escassez dos recursos naturais. Toda empresa visa lucro. Então se não vier uma exigência da parte do poder público, todo esse processo se torna difícil de acontecer. Para as indústrias aderirem, é preciso que se tenha uma cobrança forte sobre suas atividades e, além disso, um incentivo fiscal. Então eu vejo que precisa ser as duas coisas juntas. Com isso, não é só a indústria que vai se beneficiar disso, mas toda a sociedade e o próprio governo. Então o governo precisa cobrar e fiscalizar, mas também, incentivar. São ações que devem acontecer de forma simultânea.

Um ponto importante que ele destaca é a necessidade que as empresas terão de enxergar a Economia Circular como um caminho praticamente obrigatório, tendo nela grandes oportunidades e a sobrevivência.

Em relação a essa questão, o entrevistado SE3 destaca o seguinte:

SE3: Hoje, a maioria das pessoas está atenta ao que as empresas estão fazendo, como as suas atividades impactam o planeta, seja de forma negativa ou seja com ações positivas. Assim, ao identificar uma disposição por parte da empresa em investir a favor do meio ambiente, os consumidores criam uma simpatia pela marca, e tendem a escolher por ela na hora de realizar uma compra. Com as ações favoráveis ao meio ambiente, a empresa mostra a sua consciência em relação ao planeta, cria um marketing espontâneo e vende o seu produto mais facilmente, o que é muito útil na sua sobrevivência.

O ator aponta para a importância das empresas estarem atentas às suas ações diante do mercado. Com o passar do tempo, os consumidores se tornaram mais exigentes, não em relação ao processo de compra em si, mas também, aos danos e impactos que as empresas causam. Infere-se que este é um caminho longo e muito ainda se tem por fazer. Porém, é evidente que as organizações precisam destinar boa parte de seus investimentos para estratégias sustentáveis. Nesse sentido, a Economia Circular surge como uma importante aliada.

Além disso, as parcerias também podem funcionar, desde que se verifique a ideia da negociação “ganha-ganha”, ou seja, todas as partes envolvidas, inclusive a sociedade e o meio ambiente, saiam beneficiadas.

Já o ator SE4, evidencia que:

SE4: No mundo de hoje, nenhuma empresa pode operar sozinha. É necessário que as parcerias sejam cada vez mais constantes, não só por uma questão de sobrevivência, mas também por conta da nova dinâmica do mercado. As pessoas estão mais exigentes e é preciso que nós, setor empresarial, façamos uma autoavaliação de nossos processos o tempo todo. Se isso não acontece, perdemos mercado e todos saem perdendo.

Percebe-se que os entrevistados SE3 e SE4 possuem um certo alinhamento no discurso, pois identificam a importância de revisitação de seus processos internos e um maior ponto de atenção, principalmente para o desenvolvimento de estratégias que possam ir ao encontro da sustentabilidade e do desenvolvimento em um mercado cada vez mais exigente.

Outro ponto importante nesse contexto é a durabilidade de produtos, que corrobora para o desenvolvimento da Economia Circular, uma vez que reduz a necessidade de extração de materiais virgens do meio ambiente.

De acordo com Sonogo *et al.* (2022) o prolongamento do ciclo de vida de produtos eletrônicos pode reduzir a necessidade de uso de recursos finitos, a emissão de poluentes e o volume de resíduos descartados, retardando assim os impactos ambientais e a substituição de produtos provocados pelo consumo e pela obsolescência programada.

Com isso, eles enfatizam a necessidade do desenvolvimento de um ambiente que promova o compartilhamento sustentável não apenas pelos aspectos técnicos, mas também pela percepção pública sobre a redução da vida útil dos produtos na busca por uma economia mais circular (Sonogo *et al.*, 2022).

Em relação à durabilidade dos produtos, o ator SE1, ao responder sobre esse tema, destaca que “a durabilidade vai totalmente ao encontro do nosso negócio. É justamente isso que a gente quer, pois quanto mais ele durar melhor”. Essa afirmação mostra que o reuso, uma das principais “bandeiras” da Economia Circular, está na base de negócios promissores. Isso evidencia que grandes oportunidades se fazem presentes nesse cenário. Assim, o desenvolvimento de novos negócios, pautados no reuso, podem ser considerados estratégias que motivem a implementação da Economia Circular.

Já o ator SE2 evidencia que:

SE2: Para nós, um produto duradouro é magnífico, porque é um produto que poderá ser reciclado várias vezes. Por exemplo, o vidro e o alumínio podem ser reciclados muitas vezes sem perder a consistência. Já o papel e o plástico se reciclam em torno de 3 a 4 vezes. Então se existe um material com alta durabilidade e com alto poder de reciclagem seria muito bom. Eu acho que poderia ocorrer a diminuição da oferta de recicláveis de materiais específicos, mas no caso de outros não vejo isso ocorrer. É o caso, por exemplo, do papel porque o ciclo de uso é muito alto. De qualquer forma, chega um momento que todo material passará pela reciclagem, por mais resistente e duradouro que seja. O ruim é aquele produto que não pode ser reciclado. Aí não tem jeito. O seu fim de vida é o aterro sanitário e ser enterrado como rejeito ou, ainda, ser transformado em CDR. Um plástico ressecado, por exemplo, não possui elasticidade. Então para a reciclagem é ruim. Então ele acaba sendo transformado em rejeito. E pra gente acaba sendo um prejuízo grande porque a gente compra como material reciclável e, no entanto, não é. Além de ter pago caro por ele, ainda tenho o custo de transporte e depósito no aterro sanitário. Então a durabilidade dos materiais não atrapalha nosso negócio, pois o giro e a quantidade de material é muito alta. Além disso, chegará o momento que todo produto chegará em seu fim de vida e terá que passar pela reciclagem.

A qualidade do material coletado é de fundamental importância para o sucesso de negócios sustentáveis como o da reciclagem. A resposta dada pelo entrevistado reforça a ideia de que a Economia Circular tem seu espaço por permitir que novos empreendimentos surjam, desde que a matéria-prima, neste caso resíduos, cheguem com alto índice de qualidade.

O entrevistado SE3 informou que nem sempre a durabilidade dos produtos trazem vantagens para o seu negócio. Segundo ele, “é preciso analisar o custo e o benefício dos produtos”.

Já para o entrevistado SE4, a durabilidade traz vantagens em relação ao próprio meio ambiente e ao negócio. Segundo ele, a empresa procura investir em embalagens que possam ter um ciclo de vida longo. Além de otimizar os custos, também mostra para o mercado uma imagem positiva de que a empresa está no caminho correto para a sustentabilidade.

Assim, diante do exposto nesta subseção, tanto as estratégias de implementação da Economia Circular quanto de melhorias da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal, identificadas a partir da percepção dos atores sociais, foram condensadas no Quadro 30. Por meio delas, foi possível pensar em alternativas que possam se adequar à realidade local, mas, com possibilidades de adaptação para outras regiões.

Quadro 30 – Estratégias para a gestão de RSU e EC à luz dos atores sociais

ESTRATÉGIAS	CATI Poder público	<ul style="list-style-type: none"> • Inserção de vídeos orientadores do SLU nos diversos canais de comunicação do GDF, incluindo em ônibus e metrô. • Ampliação do trabalho de sensibilização nas escolas, empresas, Regiões Administrativas e Associações de moradores pela equipe de Teatro do SLU. • Divulgação do espaço do museu do SLU nas mídias eletrônicas do GDF. • Valorização das mídias espontâneas. • Incorporação de disciplinas específicas sobre Resíduos Sólidos e EC na estrutura curricular das escolas públicas e privadas, principalmente nas séries iniciais. • Estímulo ao desenvolvimento de uma visão crítica sobre o consumo. • Ampliação da fiscalização voltada para o descarte irregular. • Criação de programas informativos locais com alta recorrência para disseminação de boas práticas para os Resíduos Sólidos e para os princípios da EC. • Geração e uso de energia solar nas instalações das cooperativas/associações de catadores. • Criação de campanhas de incentivo ao reuso de materiais nas residências. • Pesquisa e desenvolvimento de soluções para o cotidiano baseadas na EC. • Incentivo à fabricação de produtos duráveis. • Incentivo financeiro (<i>cashback</i>) para estímulo à Coleta Seletiva.
--------------------	-----------------------------------	--

	CAT2 Setor empresarial	<ul style="list-style-type: none"> • Incentivo às pessoas a fazerem a Coleta Seletiva em casa por meio de bonificação financeira e/ou prêmios. • Estímulo para que as pessoas divulguem em seu convívio e meio social, as ações que funcionam, tanto as desenvolvidas pelas empresas quanto aquelas preconizadas pelo poder público. • Necessidade de aproximação do poder público com a população. • Desenvolvimento de uma política pública local voltada para a EC. • Incentivos fiscais para novos modelos de negócio circulares como empresas que compram e vendem produtos usados, restauradores e consultorias em gestão de RSU para pequenas e médias empresas.
	CAT3 Sociedade civil	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização da “propaganda boca a boca”. • Conservação e preservação dos recursos naturais locais. • Imposição de multas mais severas. • Desenvolvimento de projetos de incentivo à Coleta Seletiva por meio de metas individuais e disseminação da EC nas faculdades e universidades do DF. • Retorno financeiro para quem faz a Coleta Seletiva em casa. • Aproximação do poder público com associações de moradores com foco em ações de sensibilização para melhorar o engajamento da Coleta Seletiva. • Estímulo ao uso de energias limpas. • Incentivo ao uso de sistemas de geração de energia solar nas cooperativas de catadores.

Fonte: Autor (2023).

As estratégias que ficam evidenciadas estão representadas no Quadro 31.

Quadro 31 – Percepção convergente para o aspecto "Estratégias" à luz dos atores sociais

Percepção convergente	<ul style="list-style-type: none"> • Valorização de mídias espontâneas. • Incentivo financeiro (<i>cashback</i>) para estímulo à Coleta Seletiva. • Necessidade de aproximação entre poder público e associações de moradores.
--	---

Fonte: Autor (2023).

As estratégias para melhoria do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos e para implementação dos princípios da Economia Circular no Distrito Federal foram identificadas a partir da análise das entrevistas realizadas com os atores sociais. Aquelas que foram identificadas no contexto da percepção convergente se destacam pelo seu grau de importância e relevância.

Para melhorar a Coleta Seletiva, torna-se necessário um maior engajamento da população e, para isso, sugere-se a criação de um incentivo financeiro (*cashback*), de forma que as pessoas recebam algum retorno monetário pelo material reciclável que separam em suas residências. Esse retorno financeiro poderia ser, por exemplo, um desconto nas contas de água ou energia elétrica.

A valorização de mídias espontâneas, ou seja, a propaganda “boca a boca”, podem funcionar de maneira eficaz no processo de divulgação de ações do poder público e do setor empresarial como, respectivamente, campanhas de sensibilização da Coleta Seletiva e de recolhimento de recicláveis em pontos estratégicos. Um exemplo de ação do setor empresarial será apresentado na subseção 5.3.4.

A necessidade de aproximação entre o poder público e a população pode ser feita por meio das associações de moradores. Essa conexão pode levar a informação que o governo deseja passar para a sociedade de uma forma rápida e direta via representantes. Dessa forma, esta é uma estratégia que pode ser adotada.

Assim, o terceiro e último aspecto da tríade “desafios, oportunidades e estratégias” foi aqui desenvolvido. A próxima subseção debate, em um contexto mais amplo, esses três fatores, formando uma base que atende ao terceiro objetivo específico do presente trabalho.

5.3.4. Ponderações acerca da percepção dos atores sociais

Após o término da seção “5.3. Percepção dos atores sociais”, resta fazer algumas ponderações sobre os três aspectos observados na análise: desafios, oportunidades e estratégias em relação ao atual modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal e à implementação dos princípios da Economia Circular.

Trata-se de uma análise derivada dos itens identificados na **Percepção Convergente** mencionada na subseção “Categorização dos atores sociais” do capítulo “ASPECTOS METODOLÓGICOS” e explorada na presente seção. Ao final, foram identificadas 10 constatações distribuídas nos três aspectos supracitados. Destaca-se, ainda, que o ponto central desta seção, foi atender ao terceiro objetivo específico da tese.

No âmbito dos desafios, a **primeira constatação** é que o atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal funciona dentro da perspectiva linear, seguindo os padrões adotados pelas municipalidades brasileiras. Em função disso, o processo de gerenciamento dos resíduos, ou seja, a parte operacional, segue o roteiro coleta, processamento, transporte, destinação e disposição final. Como consequência, tem-se um alto volume de recicláveis (cerca de 500 toneladas/dia) encaminhadas ao ASB com potencial de recuperação pelas cooperativas de catadores. A origem desse problema está na **segunda constatação**: baixos níveis de Coleta Seletiva.

A falta de conscientização e engajamento das pessoas constituem as principais causas dessa deficiência. Como consequência, tem-se a baixa qualidade dos Resíduos Sólidos

coletados ocasionada pelo descarte inadequado, elevado nível de desperdício (principalmente de material orgânico), diminuição da vida útil do ASB e alto volume de Resíduos Sólidos recicláveis presentes na coleta convencional.

A **terceira constatação** é a de que os desafios evidenciados pelos atores sociais são de grande complexidade e de difícil resolução, pois envolvem o comprometimento da sociedade (população e empresas) e de agentes responsáveis pelas políticas públicas locais.

O pouco conhecimento e debate político acerca da Economia Circular são a **quarta constatação**. Isso ocorreu quando boa parte dos atores sociais foram perguntados sobre o referido conceito e as respostas foram consolidadas somente a partir da explicação do seu significado. Assim, percebe-se que o investimento em Educação Ambiental nas escolas, campanhas recorrentes de sensibilização e uma política nacional/local de Economia Circular são importantes para ampliar o debate e a discussão do tema.

A **quinta constatação** está relacionada à baixa qualidade dos materiais coletados pela Coleta Seletiva, ou seja, embalagens sujas e, por vezes, misturadas com restos de materiais orgânicos. Isso prejudica sobremaneira o trabalho de triagem e separação realizado nas cooperativas.

Por fim, a **sexta e última constatação** para os desafios é a redução da vida útil do ASB provocada por todos os outros fatos relatados anteriormente.

No aspecto das oportunidades, a **sétima constatação** se apresenta como a criação e ampliação de negócios sustentáveis para micro e pequenas empresas, ligadas ao reuso, e consultorias em algumas áreas específicas como, por exemplo: moda sustentável, compras sustentáveis, Gestão de Resíduos Sólidos, economia de água e energia, entre outros.

No aspecto das estratégias, tem-se a **oitava constatação** que está direcionada na valorização de mídias espontâneas, ou seja, na “propaganda boca a boca” feita pelos próprios cidadãos. Isso ocorre quando se verifica o sucesso de determinada ação feita tanto pelo poder público quanto pelas empresas. Foi o caso da implantação da “Campanha Cartão Verde”²² nos condomínios. A partir dessa ação, muitas cooperativas começaram a receber recicláveis em grandes volumes e os moradores replicaram o sucesso para outros, formando cadeias de informação que se propagaram de forma eficiente.

A **nona** constatação foi identificada a partir da necessidade de se criar um incentivo financeiro (*cashback*) para que as pessoas realizem a Coleta Seletiva de maneira adequada.

²² Ação voltada para sensibilizar os moradores de condomínios para a Coleta Seletiva. Amparada pela Lei Federal n.º 12.305/2010, Decreto Federal n.º 7.404/2010, Lei Distrital n.º 972/1995 e Decreto Distrital n.º 17.156/1996 (SLU, 2023d).

Tendo em vista a baixa qualidade do material proveniente desta ação, pode-se criar a motivação necessária para a concretização desse engajamento, uma vez que ele acontece quando se percebe um ganho real, principalmente quando é econômico ou financeiro.

No âmbito do Distrito Federal, a empresa que faz a governança e distribuição do sistema de energia elétrica é a Neoenergia. Atualmente, ela implantou um programa chamado “Projeto Vale Luz” em que as contas de luz podem ser pagas com material reciclável depositados em nove pontos específicos de coleta espalhados entre as RAs Asa Norte, Asa Sul, Águas Claras, Lago Sul e Plano Piloto.

De acordo com o sítio oficial da companhia, o objetivo do projeto é estimular o uso racional dos recursos naturais e minimizar os impactos negativos causados pelos Resíduos Sólidos ao meio ambiente, estimulando o descarte correto de Resíduos Sólidos, aliado a descontos na fatura de energia elétrica ou na doação para entidades assistenciais cadastradas (Neoenergia, 2023).

O material reciclável é depositado em uma máquina chamada “Retorna *Machine*” que é conectada a um programa de benefícios. Ela coleta as embalagens pós-consumo e dá como retorno ao depositante alguns benefícios. Para cada descarte a pessoa recebe uma pontuação que pode ser transformada em desconto na própria conta de luz ou revertida em doações para entidades assistenciais (Neoenergia, 2023).

O usuário que depositar 10 latas de alumínio ou 15 garrafas PET nas máquinas, receberá sua pontuação que poderá ser resgatada pelo valor de R\$ 1,00. O material descartado deve estar higienizado e o limite diário de embalagens é de 25 unidades por pessoa. Caso a quantidade seja superior a esse valor, a máquina irá receber o item descartado, mas não contabilizará a pontuação. O mecanismo de pontos recebeu o nome de *tricoins*. Cada 150 *tricoins* equivalem a R\$ 1,00. (Neoenergia, 2023). A Figura 70 apresenta uma imagem da máquina “Retorna *Machine*”.

Figura 70 – Máquina “Retorna Machine” do projeto Vale Luz da Companhia Neoenergia



Fonte: Neoenergia (2023).

O Quadro 32 mostra a pontuação recebida para cada tipo de material descartado.

Quadro 32 – Sistema de pontuação para o programa Vale Luz

Embalagens	Tipo de material	Pontuação (<i>tricoins</i>)
Plástico PET	Bebidas de até 2,5 litros com exceção de lácteos	10
Alumínio	Bebidas de até 2,5 litros com exceção de lácteos	15
Aço	Alimentos e bebidas com até 2,5 litros	10
Longa vida	Bebidas de até 2,5 litros com exceção de lácteos	5
Plástico PP e PE	Polipropileno (PP) e polietileno (PE) com até 2,5 litros	10

Fonte: Neoenergia (2023).

Outro *case* da mesma companhia (Neoenergia) ocorre no estado do Rio Grande do Norte nos seguintes municípios: Natal; Parnamirim; Santa Cruz; Elói de Souza; Nísia Floresta; Passa e Fica; Baía Formosa; Passagem; Ceará Mirim; Pureza; Bento Fernandes; e Lagoa D’Anta.

Nesses locais, entre os meses de janeiro a novembro de 2021, o projeto coletou cerca de 178 toneladas de Resíduos Sólidos recicláveis e concedeu mais de R\$ 41 mil em descontos nas contas de energia elétrica de 941 clientes (Neoenergia, 2023b).

O programa foi lançado no ano de 2013 e recolheu, nesse período (2013 a 2021), 912 toneladas de recicláveis, contabilizando um montante de R\$ 258 mil em descontos nas contas de 6.837 clientes (Neoenergia, 2023b).

Dessa forma, percebe-se que projetos dessa natureza possuem longevidade e boas perspectivas de sucesso, apesar do baixo quantitativo coletado em um período de dez anos. Porém, podem atuar como mecanismos complementares ao sistema administrado pelo poder público, de forma que os investimentos possam “valer a pena”, além do aspecto pedagógico junto à população como incentivo e estímulo para a Coleta Seletiva.

O distanciamento do poder público com as associações de moradores foi a **décima** constatação. Ela foi identificada a partir da entrevista feita com um determinado ator que relatou a falta de aproximação do governo. Segundo ele, seria muito estratégico que as secretarias distritais ampliassem o vínculo com essas instituições representativas para emplacar as políticas públicas locais, inclusive aquelas voltadas para os Resíduos Sólidos.

O Quadro 33 apresenta um resumo das constatações identificadas a partir da análise da percepção dos atores sociais sobre o atual modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal e dos princípios da Economia Circular. Trata-se da percepção convergente dos atores sociais.

Quadro 33 – Percepções convergentes dos atores entrevistados

PERCEPÇÃO CONVERGENTE	Desafios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gestão de RSU alinhada com a perspectiva linear. 2. Baixos níveis de Coleta Seletiva. 3. Desafios complexos e de difícil resolução. 4. Desconhecimento da população sobre EC. 5. Materiais coletados com baixa qualidade. 6. Redução da vida útil do ASB.
	Oportunidades	<ol style="list-style-type: none"> 7. Criação de novos empreendimentos sustentáveis com foco no reuso e em consultorias para pequenas e médias empresas.
	Estratégias	<ol style="list-style-type: none"> 8. Valorização de mídias espontâneas. 9. Incentivo financeiro (<i>cashback</i>) para estímulo à Coleta Seletiva. 10. Necessidade de aproximação entre poder público e associações de moradores.

Fonte: Autor (2023).

A percepção dos atores sociais foi baseada nos pilares “desafios, oportunidades e estratégias”. A partir dos relatos provenientes das entrevistas, foi possível identificar a realidade de cada um, podendo, dessa forma, separar o discurso teórico da efetiva prática. O próximo capítulo apresenta a proposta de um modelo teórico circular para o sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, tendo como base uma discussão da teoria econômica da ação coletiva, o *IAD-Framework* de Elinor Ostrom e a percepção convergente identificada a partir das entrevistas com os atores sociais (identificadas no Quadro 33).

6. MODELO TEÓRICO CIRCULAR: PROPOSIÇÃO

O presente capítulo apresenta inicialmente uma relação entre os Resíduos Sólidos, a teoria econômica da ação coletiva e o *IAD-Framework* (*Institutional Analysis and Development Framework*). Feita uma base teórica destes termos, buscou-se construir uma proposta de modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal, com base na estrutura do *IAD*, desenvolvido pela economista estadunidense Elinor Ostrom (1933-2012). Ao final, foram feitas algumas considerações acerca desse modelo frente à realidade do Distrito Federal.

6.1. Resíduos Sólidos, teoria econômica da ação coletiva e *IAD-Framework*

O crescimento populacional e a ampliação dos hábitos de consumo decorrentes da melhoria do poder de compra, são fatores de peso que corroboram para o aumento da geração de Resíduos Sólidos (tanto a nível global quanto local) e a depleção de recursos naturais (Oh e Hettiarachchi, 2020).

Contudo, sendo um dos maiores problemas da atualidade, os Resíduos Sólidos, paradoxalmente, podem ser uma solução parcial para a escassez desses recursos naturais por meio da aplicação de princípios de circularidade (Hettiarachchi, 2019). Para isso, novas ações devem ser pensadas e planejadas para que se possa evitar a destinação final em aterros ou lixões, além de promover o reuso, a recuperação e a reciclagem.

Para lidar com as consequências trazidas pelos Resíduos Sólidos, os países desenvolvidos ou dotados de maior poderio econômico, utilizam a tecnologia como mecanismo indutor das soluções (Hettiarachchi *et al.*, 2018). Por outro lado, países em desenvolvimento utilizam-se de estratégias direcionadas à participação popular. Como benefícios, tem-se os econômicos (trazidos pela comercialização dos recicláveis e do composto produzido a partir do material orgânico) e os sociais (provenientes do compromisso das pessoas). Ambos agem como fatores positivos no processo de sensibilização em relação à gestão dos Resíduos Sólidos (Oh e Hettiarachchi, 2020).

De acordo com os autores, a participação da sociedade fortalece as atividades de recuperação e reciclagem de materiais, pelo fato de haver engajamento e vontade de fazer acontecer. Contudo, às vezes torna-se necessário o desenvolvimento e implantação de campanhas educativas que permitam o convencimento do público hesitante (Oh e Hettiarachchi, 2020).

Nesse sentido, quais os caminhos a serem trilhados para se obter sucesso? Existem duas possibilidades plausíveis para compreender como as decisões e as escolhas são tomadas num sistema socioecológico: a primeira é a teoria econômica da ação coletiva (Olson, 1965) e a segunda é o chamado *IAD-Framework* (Ostrom *et al.*, 1994).

De acordo com Oh e Hettiarachchi (2020), a ação coletiva é realizada por um conjunto de pessoas que possuem o intuito de melhorar seu estado atual e atingir um objetivo em comum. Já o *IAD-Framework* atua no sentido de auxiliar diferentes disciplinas a observar como as pessoas colaboram e se organizam de forma a gerenciar um recurso comum (Ostrom *et al.*, 1994).

Esses dois conceitos foram criados para fazer referência a recursos. Sendo assim, cabe uma pergunta para instigar a reflexão: os Resíduos Sólidos podem ser considerados recursos e aplicados dentro do contexto da ação coletiva e do *IAD-Framework*? A resposta é sim, pois embora eles originalmente não sejam considerados recursos, a forma como se interpreta isso está mudando. A depleção de matéria-prima virgem extraída da natureza gera a sua escassez (Hettiarachchi *et al.*, 2018) e isso aumenta a necessidade de reutilizar os materiais recicláveis que se encontram na dinâmica das cadeias logísticas. Assim, sob esta perspectiva, os Resíduos Sólidos se tornam recursos valiosos que devem ser reaproveitados em um cenário de redução crescente da oferta de materiais naturais promovida pela escassez. A Economia Circular surge, portanto, como um forte mecanismo de equilíbrio nesse ambiente.

Retomando a teoria da ação coletiva, Olson (1965) afirma que as pessoas participam de algum movimento quando tem seus interesses atendidos e alinhados com a perspectiva econômica. Além disso, tem o reconhecimento de que elas podem formar grupos e fazer escolhas racionais de interesse próprio, o que as leva a tomar decisões. Em função disso, o grupo pode alcançar os melhores resultados se os participantes optam pela cooperação (Bandiera *et al.*, 2005).

Na mesma linha, King (2008) argumenta que a ação coletiva une as partes interessadas individuais, auxilia na formação de uma identidade e interesses comuns e fornece os mecanismos para a ação dessas partes.

Conforme formulada nas Ciências Sociais, a teoria da ação coletiva parte do princípio de que atores sociais racionais analisam as ações dos outros para decidir sobre sua conduta no contexto da cooperação (Demarrais e Earle, 2017).

De acordo com Yau (2010), a eficácia da reciclagem pode ser considerada um fator determinante de sustentabilidade ambiental para as cidades. Segundo ele, o seu sucesso não depende da ação isolada de uma ou duas pessoas, mas sim, do esforço de toda uma comunidade.

Segundo o autor, o dilema da ação coletiva cria uma dificuldade velada no processo de criação de soluções para problemas ligados ao meio ambiente, uma vez que algumas pessoas se aproveitam dos esforços de outras. Este é o chamado efeito carona ou *free-riding*. O praticante deste ato é chamado de *free-rider* que, segundo Dalmacio e Iwagase (2018), acaba usufruindo de certo benefício, porém, sem ter contribuído para tal.

Sendo a escassez de recursos naturais um problema crescente que assola toda a humanidade, em tese, tem-se aí um interesse comum: a resolução deste impasse. Como citado anteriormente, ao mesmo tempo que os Resíduos Sólidos fazem parte desse problema, também podem agir como solução, desde que os princípios da Economia Circular sejam colocados em prática como, por exemplo, o reuso, a manutenção e a reciclagem.

Para isso, é importante que a sociedade como um todo busque desenvolver um melhor nível de consciência para as tratativas sobre os Resíduos Sólidos. Contudo, apenas uma parte da população realiza de fato a Coleta Seletiva e a reciclagem. Isso evidencia o efeito *free-riding*, em que as pessoas que não aplicam a Economia Circular no seu dia a dia, se beneficiam das externalidades positivas geradas pelas que fazem, consolidando assim, o efeito colateral provocado pela teoria da ação coletiva.

Contudo, Yau (2010) propõe como solução a esse parasitismo, o uso de incentivos econômicos. Em seus estudos, ele conclui que o sistema de recompensa possui uma relação positiva com os recicláveis coletados e, assim sendo, funcionam na promoção e propagação da reciclagem. Exemplos de recompensas podem ser abatimento nas contas de água, energia, *internet* ou ainda, em moeda (*cashback*).

Por outro lado, os seres humanos podem cooperar para produzir benefícios compartilhados de longo prazo (Ostrom; Gardner e Walker, 1994; Fehr e Gächter, 2000). Isso mostra que o efeito colateral da teoria econômica da ação coletiva, ou seja, o *free-riding*, pode ser superado a partir do momento em que as pessoas consigam atuar de forma conjunta para atingir seus objetivos comuns. No âmbito desta pesquisa, a ideia de cooperação não se trata das cooperativas e associações de catadores puramente, mas também, do trabalho coletivo que pode ser desenvolvido por toda a sociedade do Distrito Federal, por todos os cidadãos, por todas as empresas, enfim, por todos aqueles que, de alguma forma, geram Resíduos Sólidos em suas atividades.

Assim, o presente estudo visa propor um modelo (*framework*) que seja capaz de auxiliar o atual sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal no sentido de ampliar a cooperação entre os geradores para a Coleta Seletiva e, conseqüentemente, com a

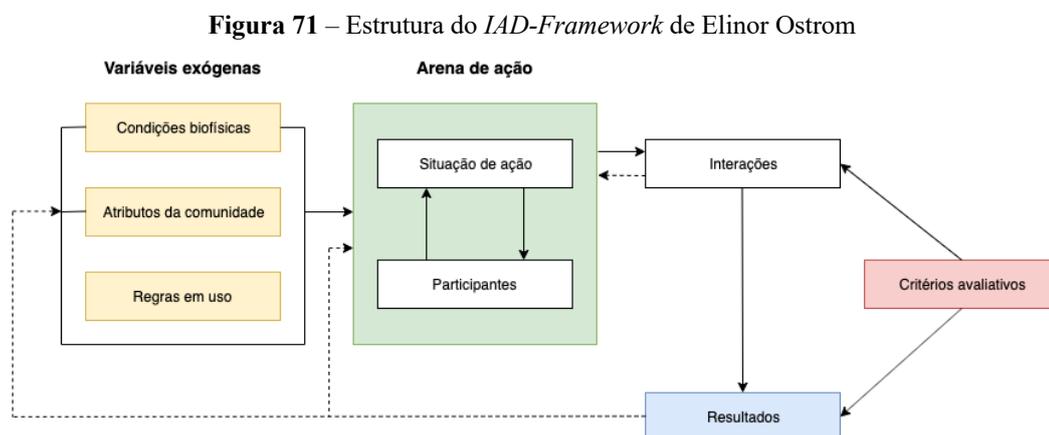
Economia Circular. Isso poderá trazer soluções parciais para as questões trazidas pelos resíduos e pela escassez de recursos causada pelo consumismo exacerbado.

Nesse contexto, Oh e Hettiarachchi (2020) debatem a teoria da ação coletiva com o *IAD-Framework*. Segundo eles, são modelos originalmente utilizados na gestão de recursos comuns, mas que podem ser adaptados para organizar iniciativas de reciclagem e recuperação de materiais.

Para eles, o *IAD-Framework* funciona como uma ferramenta eficiente para agilizar as informações e chegar a um resultado de ação para iniciativas de políticas voltadas para a Economia Circular (3Rs). Além disso, sua estrutura considera o jogo formal de atores no processo de tomada de decisão (Barros *et al.*, 2019) e foi elaborado para analisar a governança de recursos de propriedade comum (*common pool resources*) e investiga modelos de autogoverno robustos, baseados em cooperação e comunicação eficiente entre indivíduos, porque usam as mesmas regras para se adaptar a novas situações ao longo do tempo (Ostrom, 2002).

O modelo é policêntrico, com múltiplas unidades de tomada de decisão, organizadas em diversas jurisdições (local, regional, nacional) e podem incluir elementos especiais transversais que integram essas dimensões (McGinnis e Ostrom, 2011).

O *IAD-Framework* trabalha com variáveis exógenas (condições biofísicas, atributos da comunidade e regras em uso) e com a arena de ação. Eles são utilizados para analisar o jogo formal como características dos atores (participantes) e a situação de ação. A partir de critérios avaliativos e das interações entre os atores, chegam-se a resultados que retroalimentam tanto o contexto exógeno quanto a arena de ação (Ostrom, 2010). O modelo define a arena de ação como uma relevante unidade de análise para compreender um sistema (Hijdra *et al.*, 2015). A Figura 71 apresenta a sua estrutura.



Fonte: Ostrom (2005).

A base do *IAD-Framework* está calcada na abordagem geral de sistemas voltados para políticas, em que os insumos são processados pelos formuladores de políticas, cujos resultados são avaliados e passíveis de *feedback* em uma etapa posterior (McGinnis, 2011).

Segundo McGinnis (2011), as entradas desse sistema (*inputs*), são constituídas pelas variáveis exógenas. Esses fatores contextuais abrangem os aspectos do meio social, cultural, institucional e físico que definem o contexto em que uma situação de ação está situada.

As condições biofísicas constituem a situação atual dos elementos que compõem o sistema e afetam de maneira direta a situação de ação (Capelari *et al.*, 2017).

Já os atributos da comunidade fazem referência aos aspectos culturais e sociais em que uma situação de ação se encontra. Alguns elementos são: confiança, reciprocidade, tamanho do grupo, compartilhamento de objetivos entre os membros, entre outros. A ideia em observar essas características é verificar se os atores possuem atributos em comum, uma vez que isso permite a criação de regras harmoniosas com potencial de produzir resultados mais eficientes (Capelari *et al.*, 2017).

Como último elemento das variáveis exógenas, tem-se as regras em uso que, segundo Ostrom (2005), são as regulamentações a serem seguidas dentro do sistema.

McGinnis (2011) destaca que a arena de ação não se distingue da situação de ação e representa o local onde as escolhas políticas ocorrem. Nesse ambiente, também estão presentes o conjunto de atores ou os participantes do processo que avaliam as ações, os produtos e os resultados que podem afetar qualquer estágio do processo. A situação de ação é o ponto central do *IAD-Framework*, pois os indivíduos observam as informações, selecionam as ações, se envolvem em padrões de interação e, ao final, obtêm os resultados dessa interação.

De acordo com Capelari *et al.* (2017), as interações consistem nas relações entre os atores em que a ação de um ator provoca reações em outros que fazem parte da mesma situação de ação.

Os resultados, por sua vez, são provenientes tanto da situação de ação quanto dos fatores externos e o *feedback*/aprendizagem provenientes desta fase, podem afetar as entradas e os processos na situação de ação (McGinnis, 2011). Para Ostrom (2011), os resultados são o produto final do processo decisório dos atores que interagem em uma determinada situação de ação.

Já os critérios de avaliação são utilizados pelos participantes para determinar os aspectos dos resultados observados que são considerados satisfatórios e quais deles precisam ser aprimorados (McGinnis, 2011). Esses critérios são: eficiência econômica, equidade, *accountability*, conformidade com os valores locais e sustentabilidade (Ostrom, 2011).

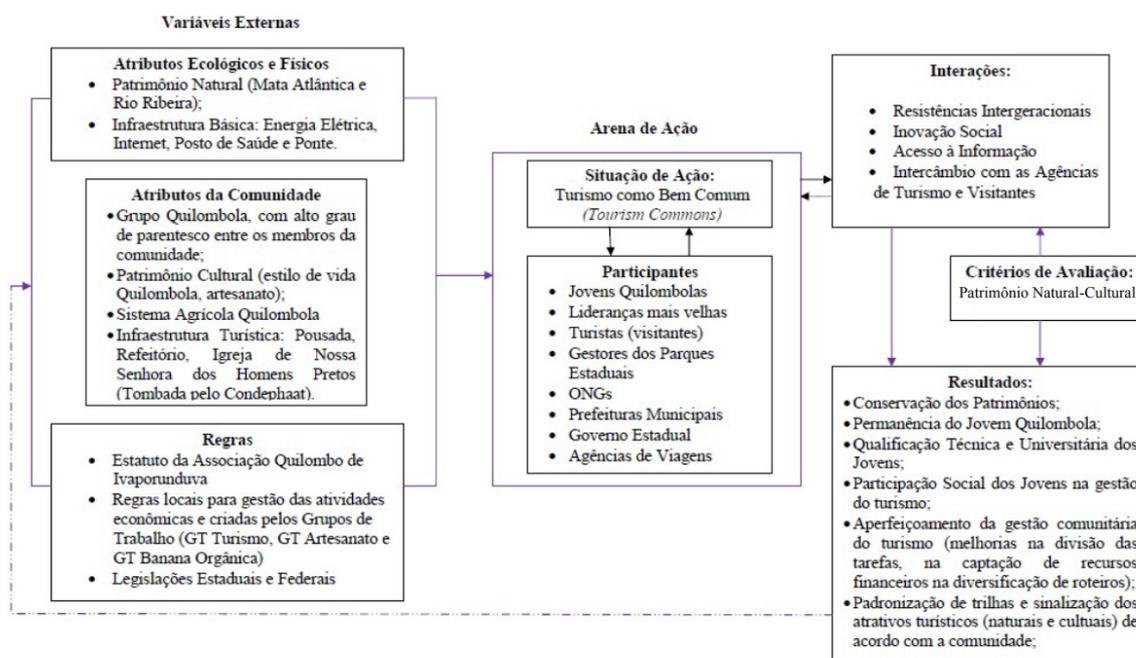
O retorno ou *feedback* (linhas tracejadas da Figura 71), por sua vez, contribui para a aprendizagem dos atores envolvidos na situação de ação e o processo de realimentação está relacionado com a capacidade dos atores em observar e processar as informações que constam nos resultados gerados pelas próprias interações (Capelari *et al.*, 2017).

Para os autores, o *IAD-Framework* busca simplificar o estudo da ação coletiva com direcionamento para a situação de ação que é o ambiente de encontro dos atores e onde ocorre as suas interações e se identificam os resultados produzidos por elas.

Um exemplo de aplicação do *IAD-Framework*, pode ser observado no trabalho de Martins e Fudemma (2022). O estudo analisa o turismo de base comunitária na perspectiva de jovens de uma comunidade quilombola localizada na região do Vale do Ribeira, no Estado de São Paulo. O objetivo do estudo foi analisar como ocorre o processo de auto-organização do turismo como um bem comum, tendo como foco a participação dos jovens (Martins e Fudemma, 2022).

Segundo os autores, o turismo revelou-se um bem comum ao considerar o caráter de gestão comunitária. Sendo assim, coube utilizar a estrutura do *IAD-Framework* para a referida análise. A Figura 72 apresenta o modelo adaptado para a realidade da referida pesquisa.

Figura 72 – Exemplo adaptado do *IAD-Framework* (comunidade quilombola)



Fonte: Martins e Fudemma (2022).

Segundo Martins e Fudemma (2022), a escolha do *IAD-Framework* para o estudo se apoiou no fato de que existe uma auto-organização comunitária voltada para o turismo no

Quilombo da Comunidade de Ivaporunduva, por meio da elaboração de regras e acordos comunitários para uma atividade extra que traga renda financeira e baixo impacto ambiental, cuja continuidade depende do engajamento dos jovens da comunidade.

A unidade de análise considerou dois elementos: o turismo (como sendo o bem comum) e o papel dos jovens para a gestão desse bem. Na pesquisa conduzida pelos autores, o foco nos jovens se deu pela necessidade de manutenção da atividade turística na comunidade e, para isso, existe a dependência do envolvimento e interesse dessa geração (Martins e Futemma, 2022).

Ao observar a estrutura do *framework*, verifica-se que as variáveis externas estão organizadas da seguinte forma: a) condições biofísicas (aqui chamados de atributos ecológicos e físicos, cujos elementos constituintes são o patrimônio natural – parcelas de Mata Atlântica e o Rio Ribeira, e a infraestrutura básica – energia elétrica, *internet*, posto de saúde e ponte); b) atributos da comunidade (grupos quilombolas com alto grau de parentesco entre os moradores que gera confiança e reciprocidade, patrimônio cultural, sistema agrícola e infraestrutura turística); c) regras em uso (formadas pelo estatuto da Associação Quilombola local, pelas regras locais para gestão das atividades econômicas e pelas legislações federais e estaduais). Para os autores, as regras exercem um papel fundamental para estruturar e organizar a atividade turística, o comportamento dos gestores comunitários e dos turistas/visitantes.

Já a arena de ação é formada por vários atores sociais, (alguns identificados na Figura 72. Destacam-se os que estão envolvidos direta e indiretamente com o turismo local, como os jovens quilombolas e as lideranças. Estes últimos por serem os agentes mais importantes do sistema de interação entre as memórias do povo, do território e da continuidade da gestão da área onde habitam) e pela situação de ação, que é o Turismo encarado como um bem comum.

As interações entre os atores, por outro lado, ocorrem por meio de reuniões, momentos em que as decisões efetivamente acontecem e são abordados vários assuntos e temas da comunidade. Nesse processo, as pessoas se comunicam com elevada frequência para que se fomente a cooperação entre eles. O processo de interação está integrado às complexidades trazidas pelo sistema turístico, pois envolve algumas etapas como planejamento, controle de acesso dos visitantes, manutenção dos espaços de memória e resolução de conflitos (Martins e Futemma, 2022).

Segundo os autores, percebeu-se que o maior acesso à informação sobre o mercado e sobre os avanços tecnológicos por parte dos jovens, se destacou como o ponto principal para a melhoria do engajamento do grupo nas tomadas de decisões em relação ao turismo que, nesse caso, é o ponto central do modelo.

Outro aspecto importante destacado pelos autores em relação às interações está relacionado à facilidade que o público jovem local tem para assimilar novas tecnologias, favorecendo dessa forma, um maior dinamismo da atividade turística na região.

Por fim, os resultados da gestão comunitária local com a participação dos jovens, revelaram a presença de um turismo mais sustentável por parte dos viajantes, o que contribuiu para a permanência do jovem na comunidade.

Os autores concluem que o turismo de base comunitária pode contribuir para atração e fixação dos jovens em suas comunidades, tendo como base a atuação em um turismo sustentável.

Os resultados, segundo os autores, apontam que o turismo oferece aos jovens quilombolas a oportunidade de permanência em suas localidades, de investirem em qualificação profissional com o intuito de promover ações sustentáveis e de participar da tomada de decisões na comunidade.

Eles afirmam que a análise institucional realizada em suas pesquisas revela que a gestão comunitária do turismo, com a presença dos jovens, possui um caráter mais sustentável, o que contribui para a proteção do patrimônio cultural e natural local.

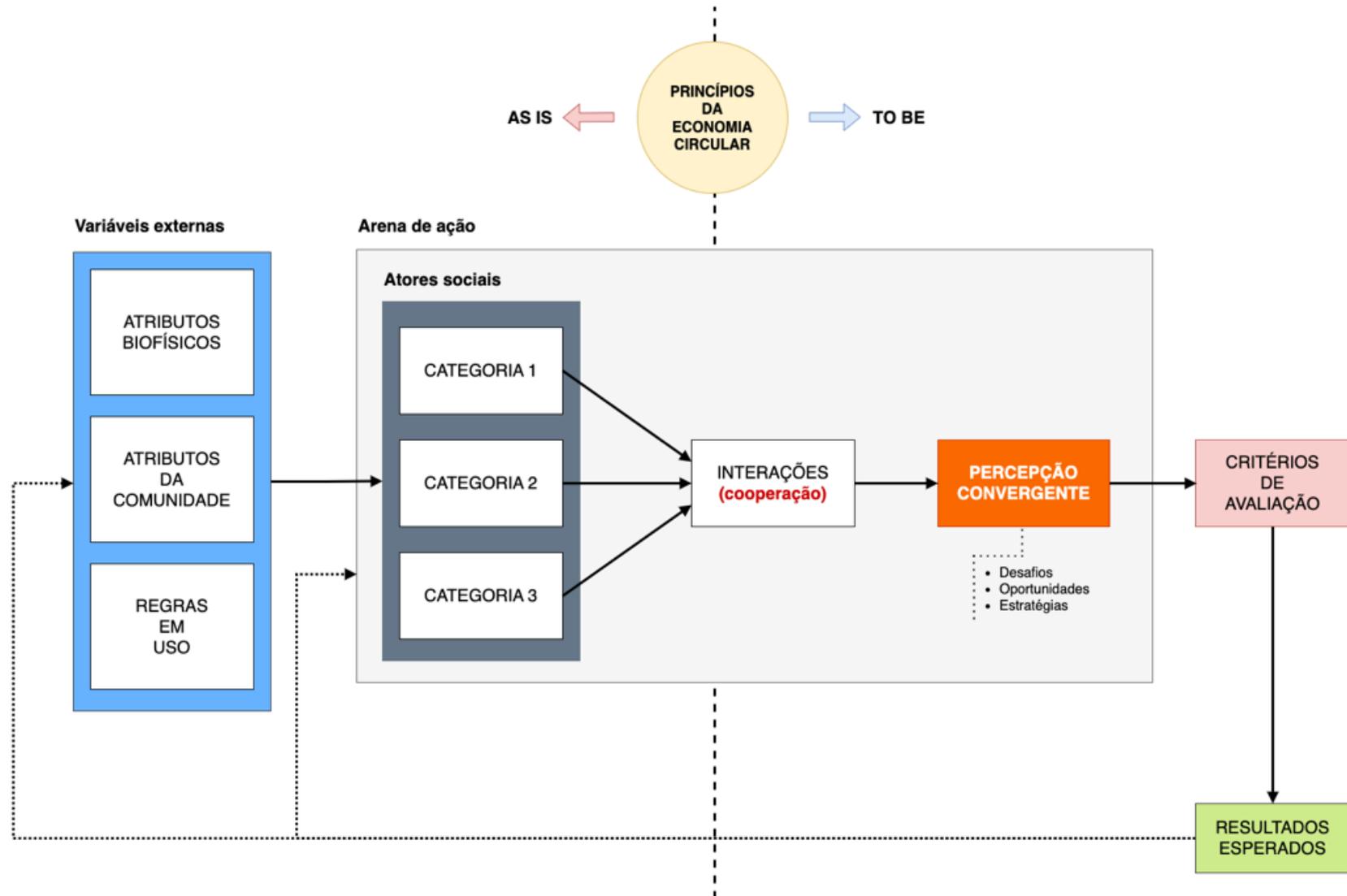
Dessa forma, é possível inferir que o modelo do *IAD-Framework* pode ser adaptado para diversas ocasiões, seja para analisar os elementos relacionados à decisão coletiva quanto para a análise política, sendo os Resíduos Sólidos e a Economia Circular parte desse contexto. Na próxima seção, será proposto um modelo teórico circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para Distrito Federal com base nas análises feitas até o presente momento da pesquisa e os elementos constituintes do modelo criado e desenvolvido por Elinor Ostrom.

6.2. Proposta de um modelo teórico para o Distrito Federal

O contexto dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal passou por mudanças importantes e significativas nos últimos anos, com destaque para o fechamento do antigo aterro do Jóquei (Capelari *et al.*, 2020), conhecido popularmente como “lixão da Estrutural”; para a criação e operação do ASB; bem como para a retirada dos catadores dessas áreas e a ampliação das cooperativas de catadores (SLU, 2023b).

Assim, levando em consideração os aspectos analisados no presente trabalho e no *IAD-Framework* de Ostrom (2005), a Figura 73 apresenta a proposta de um modelo teórico circular adaptado para a realidade do Distrito Federal.

Figura 73 – Proposta do modelo teórico circular de gestão de RSU para o DF



Fonte: Autor (2023), adaptado de Ostrom (2005).

Para sua elaboração, foram consideradas as seguintes partes componentes: a) Variáveis Externas (atributos biofísicos, atributos da comunidade e regras em uso); b) Arena de Ação (atores sociais, interações entre os elementos que fazem parte da arena de ação e percepção convergente dos atores sociais identificados no item 5.3.4 deste trabalho); c) os Critérios de Avaliação; d) os Resultados Esperados. Além disso, na parte superior do modelo, evidencia-se a sua divisão em duas grandes partes: *AS-IS* (lado esquerdo) e *TO-BE* (lado direito), tendo os princípios da Economia Circular como elementos divisores. O intuito da proposta desse *framework*, foi atender ao quarto objetivo específico da presente tese: **propor um *framework* (modelo) teórico de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal tendo como base os princípios da Economia Circular.**

Como ponto de partida, é importante explicar o significado dos termos *AS-IS* e *TO-BE* no contexto do modelo.

AS-IS é uma expressão em inglês que significa “estado atual” (ABPMP Brasil, 2013). Assim, na parte esquerda da proposta, estão as variáveis externas contendo os atributos biofísicos, os atributos da comunidade e as regras em uso, além dos atores sociais divididos em três categorias (Categoria 1: poder público, Categoria 2: setor empresarial e Categoria 3: sociedade civil). A descrição de cada um desses elementos apresenta a situação atual do Distrito Federal no que se refere à gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.

Por outro lado, o termo *TO-BE*, nesse contexto, tem sentido de “situação futura” (ABPMP Brasil, 2013). A ideia aqui é mostrar um processo de transformação do estado atual, que está embasado na Economia Linear, e ter como resultados os benefícios trazidos pela implementação da Economia Circular (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Os princípios circulares funcionam como elementos divisores porque, é a partir deles, que a mudança pode ocorrer em todo o sistema de gestão.

Apesar da complexidade dos temas ligados aos Resíduos Sólidos Urbanos, a ideia é que o modelo possa ter uma aplicação simples e objetiva. O seu funcionamento começa com o levantamento de dados e informações que fazem parte das variáveis externas. De posse disso, já no âmbito da arena de ação, os atores sociais, divididos em três categorias, interagem entre si para gerar a chamada percepção convergente, que são os pontos em comum, discutidos entre os atores, nos aspectos desafios, oportunidades e estratégias referentes ao atual contexto de gestão e manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e à implementação da Economia Circular. Para isso, como evidenciado por Ostrom (2011), a cooperação entre os atores sociais na arena de ação, se faz preponderante para que os resultados apresentados pelo modelo tenham a eficácia desejada. Uma vez identificados os elementos da percepção

convergente, faz-se uma análise sobre os critérios de avaliação que funcionam como balizadores das interações na arena de ação. O intuito desta etapa é determinar se os resultados das discussões foram satisfatórios ou se precisam de aperfeiçoamento.

A etapa dos resultados esperados apresenta as expectativas do modelo quando aplicado. Os *feedbacks* ocorrem após esta última fase e se conectam na arena de ação e no início do sistema (variáveis externas), como forma de manter o fluxo autorregulado. O detalhamento deste *framework* é feito nos parágrafos seguintes, onde os dados e as informações provenientes desta pesquisa, se incorporam à proposta do modelo.

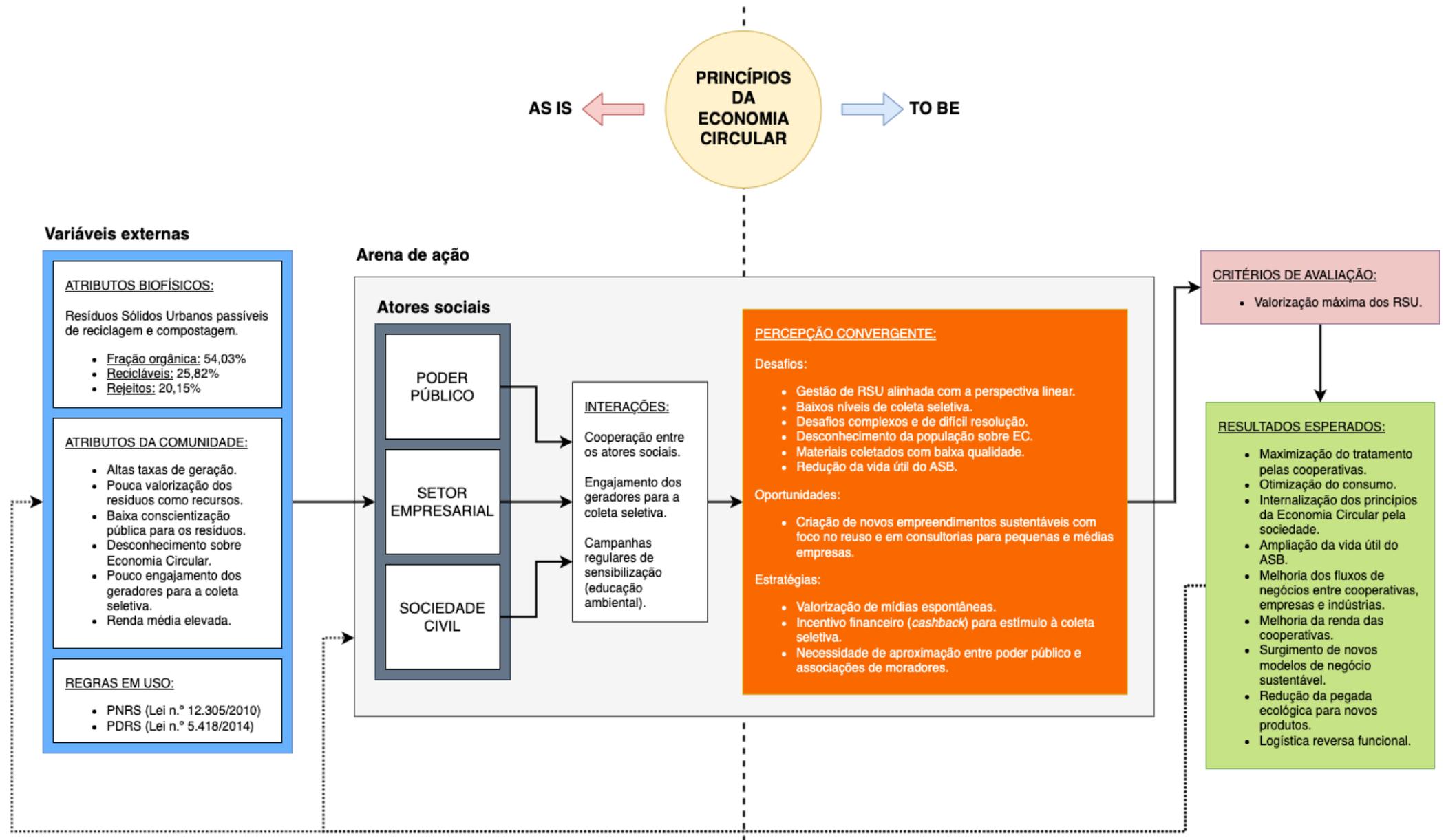
6.3. O modelo a partir da análise

O objetivo desta seção foi ilustrar, com dados/informações coletadas e analisadas nesta pesquisa, o modelo proposto anteriormente. A Figura 74 apresenta a estrutura dentro da perspectiva da presente tese.

O ponto de partida foi a identificação dos **atributos biofísicos**, que estão na parte superior das variáveis externas e que são constituídos pela composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal. A distribuição é a seguinte: 54,03% para os orgânicos, 25,82% para os recicláveis e 20,15% para os rejeitos (SLU, 2021). A presença de um maior percentual de orgânicos mostra a necessidade de melhoria no sistema da Coleta Seletiva. Como alternativa, pode-se investir em campanhas de sensibilização de forma recorrente, fazendo lembrar a população dos passos necessários para que a triagem na fonte aconteça da maneira correta. Também, é importante estimular ações de cooperação junto aos geradores (Maaß *et al.*, 2014).

As características ou **atributos da comunidade**, no que se referem aos Resíduos Sólidos Urbanos, estão na parte central das variáveis externas. As altas taxas de geração mostram uma relação próxima entre o elevado nível de renda da população e o consumo (Tejaswini; Pathak; Gupta, 2022). Aliado a isso, tem-se o baixo engajamento dos geradores para a Coleta Seletiva, o que causa um efeito multiplicador negativo a jusante do processo. O desconhecimento do conceito e dos princípios da Economia Circular, também fazem parte desses atributos. Isso ocasiona em pouca valorização dos recicláveis e compostáveis em relação à sistemática dos Resíduos Sólidos Urbanos (Abubakar *et al.*, 2022).

Figura 74 – Proposta do modelo teórico circular a partir das informações da tese



Fonte: Autor (2023), adaptado de Ostrom (2005).

Por fim, tem-se as regras em uso. Para efeito desta tese, foram consideradas a PNRS (Lei n.º 12.305/2010) e a PDRS (Lei n.º 5.418/2014).

De acordo com pesquisa feita no sítio eletrônico do Senado Federal, descobriu-se que existe o PL n.º 1.874/2022, que institui a Política Nacional de Economia Circular (Senado Federal, 2023). Seu *status* atual, até a escrita desta fase do trabalho, é “em tramitação” e de posse da relatoria. Alguns dos objetivos trazidos por esta lei são: promover novos modelos de negócio circulares; fortalecer a cadeia de valor; incentivar a pesquisa, desenvolvimento e inovação da circularidade; conscientizar a sociedade no melhor uso dos recursos naturais; incentivar as atividades circulares como indutor do desenvolvimento econômico do país; entre outras (Senado Federal, 2023). Dessa forma, percebe-se uma boa perspectiva para o país e as regiões a partir da aprovação e implementação desta lei.

A **arena de ação**, por sua vez, é constituída primeiramente, pelos atores sociais (Märker *et al.*, 2018). Neste caso representados pelo poder público, o setor empresarial e a sociedade civil.

Seguindo a lógica do modelo, tem-se as interações. Elas são constituídas por três aspectos: a cooperação entre os atores sociais, o engajamento dos geradores para a Coleta Seletiva e a constância das campanhas de Educação Ambiental com foco na sensibilização popular.

Tanto o *IAD-Framework* quanto o modelo econômico da ação coletiva, destacam a importância da **cooperação** como elemento indutor do sucesso para ações de interesse coletivo (Silva *et al.*, 2020).

No caso do *framework* apresentado, para que a cooperação tenha o efeito desejado, torna-se necessário o envolvimento e o estímulo ao debate dos atores sociais dentro da arena de ação, de forma que possam encontrar as melhores formas de colocar a percepção convergente (desafios, oportunidades e estratégias) em prática. Nesse ponto, o poder público em especial, pode atuar como agente articulador e indutor do processo.

Ao observar a proposta do modelo e a partir das entrevistas realizadas com representantes de cada categoria, chegou-se ao consenso de suas percepções a partir de três aspectos: desafios, oportunidades e estratégias. A isso deu-se o nome de **percepção convergente**, ou seja, aquelas que são comuns a todos os entrevistados nesses três aspectos.

Dentre os principais desafios, destacaram-se:

- Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos alinhada com a perspectiva linear;
- Baixos níveis de Coleta Seletiva;
- Desafios complexos e de difícil resolução;

- Desconhecimento da população sobre Economia Circular;
- Materiais coletados com baixa qualidade; e
- Redução da vida útil do ASB.

Dentre as oportunidades evidenciadas, destacou-se a criação de novos empreendimentos com viés sustentável com foco no reuso e em serviços de consultoria para pequenas e médias empresas.

Por fim, ainda na arena de ação, tem-se as estratégias, também propostas pelos atores sociais no ato das entrevistas. A primeira é a valorização de mídias espontâneas (propaganda “boca a boca”). A partir do momento que um projeto de sucesso voltado para a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos seja implementado, tanto pelo poder público quanto pela iniciativa privada, pode ocorrer a sua disseminação para outros cidadãos. Assim, a busca de mecanismos de divulgação junto às pessoas, pode ser uma prioridade estratégica, principalmente pelos formuladores e executores das políticas públicas.

Também, destaca-se o incentivo financeiro (Gonçalves *et al.*, 2022) junto à população para que haja, na prática, a Coleta Seletiva eficaz. A ideia é criar um sistema em que os dados referentes aos volumes de recicláveis e compostáveis recolhidos e separados pelas pessoas, possam ser armazenados em um banco de dados e, ao final de um período mensal, por exemplo, se gere um crédito na forma de *cashback*, para que possa ser usado como desconto em compras de supermercado ou abatimento de impostos distritais. Quando se criam estratégias com viés sustentáveis conectadas aos aspectos econômicos (Ullah *et al.*, 2021), existem boas chances de sucesso, uma vez que as pessoas conseguem, de fato, enxergar ganhos concretos. Um exemplo foi citado na subseção 5.3.4, que apresentou um *case* da empresa Neoenergia no Distrito Federal.

A necessidade de aproximação entre o poder público e as associações de moradores também foi identificada como uma estratégia interessante e que pode ser potencializada. Isso porque essas instituições, muitas das vezes, representam os interesses coletivos de uma certa localidade, o que pode facilitar sobremaneira o trabalho das organizações públicas a desenvolver planos de ação consistentes e com bom potencial de aderência. Sendo assim, estar atento às necessidades das pessoas, é observar as demandas das entidades que acolhem os seus anseios.

A próxima etapa é constituída pelos **critérios de avaliação**. Nela está presente a valorização máxima dos Resíduos Sólidos Urbanos.

A valorização dos materiais (recicláveis e compostáveis) na proposta do sistema circular de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos segue um fluxo constante, de agregação de valor, que

está presente nos princípios da Economia Circular. Isso pode ampliar a durabilidade do ciclo de vida dos produtos e diminuir a necessidade de novos elementos extraídos do ambiente natural. Além disso, do ponto de vista comercial, pode ocorrer um aumento no valor repassado às cooperativas, principalmente se houver uma correta separação dos materiais na fonte geradora. Assim, a proposta é ter um sistema de avaliação que se autorregula, de forma que esses parâmetros possam orientar as discussões e tomadas de decisão ocorridas na arena de ação.

O intuito da minimização do desperdício é mostrar que o consumo pode ser equilibrado, de forma a não gerar excedentes ou Resíduos Sólidos desnecessários, pois, caso contrário, pode levar a uma sobrecarga da área de disposição final do Distrito Federal, no caso o ASB.

Os resultados esperados vão ao encontro de um cenário possível para um sistema de gestão circular de Resíduos Sólidos Urbanos. A maximização do processamento dos materiais pelas cooperativas de catadores, por exemplo, poderia ser atingida por meio de elevadas taxas de Coleta Seletiva, uma vez que a população, nesse estágio, estaria engajada e sensível em relação ao debate.

A otimização do consumo seria alcançada por meio do desenvolvimento e aprimoramento de uma consciência sustentável por parte da população a partir do entendimento de que lidar com os Resíduos Sólidos é uma prioridade e deve ser tratado com muita seriedade e responsabilidade.

Uma vez implementado, o modelo seria favorável à internalização dos princípios circulares por parte da sociedade e as pessoas já teriam um entendimento de que o reuso, a manutenção e a reciclagem fazem parte de suas atividades cotidianas.

Como consequência, a vida útil do ASB seria expandida, uma vez que a maior parte dos materiais (recicláveis e orgânicos) seriam desviados para as cooperativas ou para centros de compostagem e não mais depositados no aterro.

Outro resultado esperado está relacionado à melhoria dos fluxos de negócios entre as cooperativas, empresas e indústrias. Isso porque a Economia Circular permitiria uma elevação da escala de produção das cooperativas e, em função disso, aumentaria o volume de negócios entre elas, como fornecedoras e o setor empresarial, que poderiam comprar as matérias-primas necessárias para o seu ciclo produtivo.

Em decorrência de um maior volume de negócios circulares no mercado, as cooperativas teriam seus níveis de faturamento potencializados, de forma a melhorar a distribuição dos lucros entre os associados.

No nível conceitual, novos modelos de negócio sustentáveis descrevem a lógica de como uma organização cria, fornece e captura valor em contextos econômicos, sociais, culturais ou outros de maneira sustentável (Nosratabadi *et al.*, 2019).

A partir dos resultados esperados na proposta do *framework*, esses modelos poderiam surgir e se desenvolver para as micro e pequenas empresas do Distrito Federal, com o foco em:

- valorização de materiais recicláveis (González-Romo *et al.*, 2022), podendo atuar tanto no setor industrial quanto no comércio de usados;
- consultorias em Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, economia de água e energia;
- compras sustentáveis pela escolha de fornecedores que respeitam o meio ambiente em suas práticas de governança;
- diminuição de poluentes gerados pelas atividades da organização;
- produção de energia limpa com foco na otimização de custos; e
- moda sustentável por meio do uso de materiais que diminuem a poluição.

A probabilidade de redução da pegada ecológica poderia aumentar significativamente, pelo fato de que boa parte dos insumos necessários para abastecer as empresas estaria circulando na cadeia de suprimentos. Sendo assim, a necessidade de extrair matérias-primas virgens oriunda do meio natural ficaria reduzida.

Por fim, seria possível destacar uma logística reversa funcional, com altas taxas de recuperação, proporcionado pela adoção de políticas públicas efetivas que disciplinariam a forma como as pessoas e empresas deveriam lidar com seus Resíduos Sólidos.

O modelo se fecha quando a etapa dos resultados esperados é atingida. A partir daí, ocorre o *feedback* do sistema, em que se identifica os pontos a serem melhorados e os que obtiveram sucesso. Esse retorno é direcionado tanto para a arena de ação, quanto para as variáveis externas, e segue um *looping* infinito, em que a tendência de autorregulação permita o seu aperfeiçoamento constante diante das mais variadas situações.

Assim, pode-se inferir que a proposta do modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal apresenta inúmeros desafios.

A próxima subseção realiza proposições acerca de como o modelo poderia ser colocado em prática.

6.4. Proposições sobre a implementação do modelo

Inicialmente, a ideia de utilizar o *IAD-Framework* para compor a proposta do modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos se mostrou um grande desafio. Isso porque ele foi pensado originalmente para o uso em recursos comuns (McGinnis, 2011). Contudo, diante do cenário crescente de escassez de recursos naturais, entendeu-se que os próprios Resíduos Sólidos, atualmente, podem ser considerados como recursos, especialmente na ótica da Economia Circular.

A proposta do *IAD-Framework* vai ao encontro da governança e mostra como as decisões são tomadas do ponto de vista individual e coletivo e, sendo assim, ele pode ser utilizado tanto para analisar uma política quanto para entender os elementos da governança, ou seja, como eles estão concatenados e presentes no sistema como um todo para favorecer uma transição da perspectiva linear para a circular.

O modelo apresentado neste trabalho se consolida como um *framework* genérico que deve ser desdobrado em vários planos e colocados em prática no contexto da arena de ação, ou seja, onde ocorre as interações dos atores sociais. Para tanto, torna-se necessária a definição dos agentes responsáveis pelo planejamento e coordenação dessas ações para que a governança do novo sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos, de fato, seja colocada em prática.

Nesse sentido, a partir da percepção dos resultados da pesquisa da presente tese (especialmente em relação às entrevistas junto aos atores sociais), estabeleceu-se algumas proposições de implementação do modelo. São elas 1) a identificação de *stakeholders*; 2) contratos e acordos; 3) participação da comunidade; 4) incentivos econômicos; 5) Educação Ambiental; 6) desenvolvimento de tecnologias; 7) resolução de conflitos e 8) monitoramento e avaliação.

A identificação dos *stakeholders* consiste no mapeamento das partes interessadas (atores sociais) envolvidas na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos e seria a primeira etapa e uma das mais importantes. Várias outras categorias poderiam ser criadas além daquelas apresentadas neste trabalho, de forma que se criem *clusters* formando uma grande rede de interações. Como exemplo, poderia citar grupos de entidades educacionais (escolas, universidades, centros de formação profissional), organizações não governamentais com foco em reciclagem e reuso de materiais, instituições financeiras e bancárias. Ainda nesta etapa, ocorreria a análise detalhada dos interesses de cada um, o seu nível de poder e tomada de decisão e as capacidades frente aos desafios impostos pela transição da perspectiva linear para a circular, de forma a se criar contratos e acordos institucionais.

Uma vez definidos os atores sociais, a segunda etapa seria o desenvolvimento de contratos e acordos entre eles, de forma a estabelecer responsabilidades e incentivos para a gestão eficiente dos Resíduos Sólidos Urbanos por meio dos princípios circulares (reuso, manutenção e reciclagem). Além disso, é importante levar em consideração mecanismos de recompensa e penalidades para possíveis violações. O importante, nesta fase, é deixar as “regras do jogo” claras e bem definidas.

Um dos aspectos identificados nesta tese, foi a necessidade de um estreitamento entre o poder público e as associações de moradores. No âmbito do modelo apresentado, isso se mostra como um aspecto de grande importância, pois os líderes comunitários podem influenciar e induzir positivamente as pessoas a tomarem decisões corretas em relação aos resíduos que geram. Dessa forma, promover a participação ativa da comunidade na gestão de Resíduos Sólidos, dentro da proposta circular, torna-se imprescindível para que a Coleta Seletiva, por exemplo, ganhe tração. Essas ações podem ser intermediadas pelo SLU, por meio de programas já desenvolvidos, com destaque para a Educação Ambiental. Além disso, a criação de fóruns de tomada de decisão, que incluam os representantes comunitários, podem gerar maior engajamento das pessoas e promover melhores níveis de conscientização e responsabilidade compartilhada na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos.

A introdução de incentivos econômicos pode estimular as pessoas a incorporar alguns princípios circulares como o da redução, reuso e manutenção. A ideia, num primeiro momento, é promover descontos e abatimentos nas contas de água ou energia elétrica. Porém, o aspecto mais importante desta estratégia está no efeito pedagógico, ou seja, mostrar que ações simples podem, a longo prazo, surtir efeitos positivos no descarte correto de recicláveis a partir da criação de pequenos hábitos. Para a viabilização desta ação, o órgão gestor do novo sistema (sugerido o SLU) pode explorar parcerias público-privadas para fomentar investimentos em infraestrutura de máquinas, equipamentos e tecnologias inovadoras, tendo em vista que não seria adequado que o GDF absorva integralmente os custos inerentes ao novo modelo.

Ao longo das entrevistas, muitos atores sociais, de diferentes categorias, reportaram a necessidade de se trabalhar a Educação Ambiental como indutor do processo de sensibilização e conscientização do novo modelo. Contudo, os resultados almejados dificilmente serão alcançados com a implementação puramente da Educação Ambiental, pois é fundamental, também, o desenvolvimento de um mecanismo de fiscalização e *feedback* das ações direcionadas à sensibilização e conscientização das pessoas para uma correta e adequada coleta seletiva e tratamento com dos Resíduos Sólidos. Dessa forma, para um trabalho bem

construído, é importante que haja o envolvimento das escolas, organizações comunitárias e meios de comunicação para amplificar e otimizar os resultados desejados.

No campo operacional, o modelo precisará implementar tecnologias inovadoras para otimizar o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos, ou seja, a parte operacional do sistema que compreende as etapas de coleta, triagem e processamento dos Resíduos Sólidos. Dentre as soluções tecnológicas, destacam-se o rastreamento eficiente dos fluxos de materiais por meio de mapas interativos e algoritmos de inteligência artificial. Por meio deles, seria possível mapear os pontos de maior e menor geração de materiais por tipo, composição gravimétrica, volume e qualidade. O objetivo desse rastreamento é melhorar os mecanismos de Educação Ambiental e a infraestrutura de gestão e manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, além de apresentar, para a sociedade, informações mais precisas sobre o atual estado dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal.

A próxima proposição está relacionada à resolução de conflitos entre os atores sociais envolvidos no processo. Apesar do arcabouço legal (PNRS e a Lei nº 11.445/2007) prever uma maior participação social no sistema de gestão dos Resíduos Sólidos como canais oficiais (a título de exemplo, citam-se o Conselho de Limpeza Urbana – Conlurb e os fóruns de discussão), é possível que se crie canais não oficiais de interlocução eficientes para que os *stakeholders* possam debater soluções para as divergências. Uma boa prática é a adoção da transparência e a comunicação aberta com o intuito de evitar mal-entendidos e facilitar a colaboração. Assim, essa abordagem poderá contribuir para a construção de relações colaborativas e para a superação de desafios de forma eficaz e sustentável.

As proposições descritas anteriormente ocorrem no contexto da arena de ação, ou seja, no contexto dos atores sociais. Os resultados das discussões passam pelos critérios de avaliação que, de acordo com a proposta do modelo é a valorização máxima dos Resíduos Sólidos Urbanos.

A etapa seguinte refere-se os resultados esperados, ou seja, a saída do sistema após o processamento das discussões preconizadas na arena de ação pelos *stakeholders*.

Contudo, entre essas duas fases, ou seja, critérios de avaliação e resultados esperados, surge uma nova proposição do modelo: o monitoramento e avaliação do *framework* de forma que, ao final, ele gere o *feedback* para as etapas das variáveis externas e para a arena de ação. Para isso, é relevante que se crie e se estabeleça sistemas de monitoramento para avaliar o desempenho da gestão circular de Resíduos Sólidos em termos de eficiência, sustentabilidade e equidade. A adoção de indicadores simples e claros, nesse momento, é imprescindível para medir o progresso e ajustar as estratégias conforme necessário. A ideia é que se tenha um

mínimo de garantias de adaptabilidade do novo modelo às mudanças que ocorrem no ambiente que está em constante evolução.

Assim, a implementação bem-sucedida do modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos proposta nesta tese requer uma abordagem holística (do todo), envolvendo múltiplos atores sociais como o poder público, o setor privado, Organizações Não Governamentais (ONGs) e a sociedade civil.

No âmbito do Distrito Federal, o modelo seria “absorvido” e desenvolvido pelo SLU por este ser o órgão do governo local (GDF) responsável pelo funcionamento do atual sistema. Dessa forma, uma possível transição seria facilitada por todo o *know how* e *expertise* dos profissionais envolvidos e pelo conhecimento e experiência dos processos que envolvem a gestão e o gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

Uma vez que a adoção dessa nova política pública poderia incorrer em desembolsos financeiros, o SLU teria a possibilidade de buscar parceiros estratégicos no meio empresarial como bancos privados e empresas que normalmente se enquadram no contexto dos grandes geradores (como iniciativas inovadoras) ou, ainda, incorporar a tarifação junto à população para financiar o sistema. Uma contrapartida econômica na forma de incentivo fiscal, por exemplo, poderia ser concedida a essas organizações. Contudo, para que o SLU absorva as novas atribuições, possivelmente seria necessário a qualificação da equipe técnica para o desenvolvimento de novas habilidades, para que a transição ocorra de maneira coerente com a realidade atual do Distrito Federal. Dessa forma, o poder público, representado pelo SLU, seria o órgão articulador dos planos de ação entre os atores sociais e que estão presentes no âmbito da arena de ação.

Apesar do *framework* sugerido trazer para o debate os elementos identificados durante as entrevistas com os atores sociais, em termos práticos de aplicação, existem alguns desafios a serem superados. Dentre eles destacam-se: a) cultura do descarte; b) falta de legislação e regulamentação específica; c) coordenação entre as partes interessadas; d) resistência à mudança; e) desafios de logística.

O descarte e o desperdício fazem parte da cultura de muitas sociedades, incluindo o Distrito Federal. Isso se justifica pelo alto volume de material orgânico presente no volume de Resíduos Sólidos oriundos da coleta convencional. Neste caso, a cultura do descarte se sobrepõe aos princípios circulares da redução, manutenção, reciclagem e compostagem, tendo em vista que apenas 5,27% dos Resíduos Sólidos inorgânicos são revertidos pela Coleta Seletiva. No entanto, mudar essa realidade exigirá campanhas educacionais de sensibilização e conscientização pública constantes.

A falta de regulamentação específica da Economia Circular que promova práticas sustentáveis de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos pode dificultar a implementação do novo modelo, pois é justamente o arcabouço legal que irá dar o direcionamento e as garantias necessárias para o desenvolvimento das ações e estratégias. Assim, torna-se essencial a criação de políticas públicas claras que impulsionem os princípios circulares.

A falta de coordenação e cooperação entre os atores sociais pode dificultar a implementação do modelo e reduzir a eficácia das iniciativas. Sendo assim, entende-se que o SLU é o órgão ideal para a realização dessas articulações.

A introdução de um novo modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos pode encontrar resistência de diversos grupos, incluindo empresas dependentes de negócios lineares, consumidores acostumados com a tradicional prática do descarte e setores da indústria que se beneficiam da produção e comercialização de produtos descartáveis. Também de empresas que atuam no gerenciamento convencional de Resíduos Sólidos Urbanos e faturam alto em contratos de terceirização e concessão. A título de exemplo, citam-se as atividades de operação de aterros.

Por fim, tem-se os desafios logísticos, em que a Coleta Seletiva e a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos requerem sistemas eficientes e bem coordenados. Também, a falta de infraestrutura de transporte adequada, rotas de coleta não otimizadas e pouca capacidade de processamento de materiais podem dificultar a implementação de práticas circulares de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos.

Assim, enfrentar desafios exige esforços coordenadores e abordagens adaptativas que levem em consideração as complexidades sociais, econômicas e ambientais envolvidas na gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, em especial no Distrito Federal. A colaboração entre o governo local (GDF), o setor privado e a sociedade civil é essencial para superar esses obstáculos e avançar para um modelo mais sustentável de gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, além do desenvolvimento dos princípios circulares nesse processo.

O GDF desempenha um papel central na implementação do novo modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos e funciona como agente articulador e catalizador do processo. Isso acontece por meio do fornecimento de liderança, regulamentação, investimento por meio de PPPs e apoio à educação, através de campanhas recorrentes visando a conscientização pública. Assim, a colaboração entre o governo e os demais atores é essencial para o sucesso desse desafio.

Em resumo, no contexto do Distrito Federal, a Economia Circular pode desempenhar um papel fundamental no que se refere aos Resíduos Sólidos Urbanos. A presente tese buscou

apresentar a proposta de um modelo teórico circular, baseado no *IAD-Framework*, e que pode vir a ser uma alternativa de complemento ao atual no curto prazo, mas podendo substituí-lo no longo prazo. Para isso, a articulação entre o SLU, empresas privadas e sociedade civil se faz imprescindível no contexto da arena de ação.

6.5. Ponderações finais

Após a apresentação da proposta do modelo teórico circular voltado para a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, cabe ressaltar algumas ponderações importantes.

A primeira delas é que a estrutura está dividida em duas partes. A ideia é que o *framework* tenha dois momentos: um antes e um depois da implementação dos princípios da Economia Circular.

A fase *AS-IS*, ou “como está”, retrata a situação atual do Distrito Federal, como se fosse o diagnóstico e tem como base a Economia Linear. Já a etapa *TO-BE*, mostra os resultados esperados caso o *framework* teórico fosse implementado.

Nesse contexto, é possível prever dois diferentes cenários: o primeiro sem a adoção do modelo e o segundo com a adoção do modelo.

A primeira possibilidade seria a permanência no sistema linear e nenhuma melhoria seria identificada ao longo dos anos. Poucas mudanças na gestão e no gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos ocorreriam e o ASB poderia ter a sua vida útil reduzida. O poder público continuaria a ter um sistema cada vez mais oneroso, decorrente do aumento do consumo e da geração de mais Resíduos Sólidos pela população.

Por outro lado, se a proposta do modelo fosse implementada, alguns ganhos poderiam ser vislumbrados. A Coleta Seletiva, a compostagem, o tratamento dos materiais inorgânicos pelas cooperativas e empresas, a ampliação da vida útil do ASB e a logística reversa poderiam ganhar expressividade. Além disso, o Distrito Federal poderia ter a oportunidade de se tornar uma referência nacional no âmbito da Economia Circular, compartilhando *expertise* para outros municípios e estados que possuam uma realidade semelhante.

O setor empresarial, por exemplo, poderia ter a oportunidade de contratar mão de obra mais qualificada e atuar em negócios nunca antes explorados, com novas cadeias logísticas de reuso, manutenção e reciclagem, com boas possibilidades de ganhos financeiros. A título de exemplo, cita-se o mercado da moda sustentável, empresas especializadas em restaurações, consultorias em Gestão de Resíduos Sólidos para pequenas e médias empresas e gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para municípios, entre outros.

Já a sociedade civil, por meio de seus representantes, teria condições de maior participação nas decisões governamentais, de forma a levar mais recursos para as populações as quais representam, principalmente no que se refere os Resíduos Sólidos.

Outra importante ponderação feita é em relação à Educação Ambiental. Mesmo que esta pesquisa não tenha coletado dados e informações específicas a esse respeito, por meio das entrevistas foi possível perceber que ela não consiste em uma panaceia, ou seja, a única solução para um problema tão complexo como é o caso dos Resíduos Sólidos Urbanos. Ela faz parte de um conjunto de ações que, uma vez implementadas corretamente, podem agir de acordo com o esperado para se atingir determinados objetivos como, por exemplo, melhorar a Coleta Seletiva, desenvolver o reuso e a reciclagem e agir de forma ativa em relação ao que se produz de Resíduos Sólidos.

Assim, a implementação dos princípios da Economia Circular no contexto da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, passa pela participação dos atores sociais de forma a compor uma nova realidade calcada no combate ao desperdício e na valorização dos Resíduos Sólidos. As consequências são positivas para a sociedade, para a economia e para o meio ambiente.

No caso específico do Distrito Federal, a implementação do modelo seria feita pelo SLU, atuando como articulador e coordenador das interações entre os atores sociais que ocorrem na arena de ação. Ele possui as competências técnicas necessárias para gerir as demandas do novo sistema e estabelecer novas parcerias com o setor privado, de forma a criar um ambiente de relacionamento do tipo ganha-ganha. Este último, poderia realizar o financiamento de projetos e ações e ter benefícios econômicos como contrapartida.

Na próxima seção são abordadas as considerações finais da pesquisa contendo as conclusões obtidas a partir das análises realizadas ao longo do trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta seção apresenta os aspectos conclusivos desta pesquisa. Foram evidenciados os elementos para a sua realização, o objeto de estudo analisado e os resultados alcançados. Além disso, foi destacada a sua principal limitação e sugestões para trabalhos futuros.

Observando algumas questões de cunho social e ambiental, percebeu-se que os Resíduos Sólidos se sobressaem, tanto no contexto mundial, nacional e local. Isso porque ele é de fácil geração, porém, de difícil eliminação. É um problema que está presente em distintos lugares, independente de classe social, localização geográfica ou poder econômico.

Sendo assim, esta tese analisou a contribuição da Economia Circular para o aprimoramento do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal a partir da percepção de atores sociais. Dividida em 6 capítulos, atingiu quatro objetivos específicos propostos, sendo eles:

1. Detectar o estado da arte sobre Economia Linear, Economia Circular e Resíduos Sólidos Urbanos por meio de uma revisão da literatura;
2. Identificar as conexões conceituais entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos por meio de duas perspectivas: uma análise bibliométrica com recorte temporal (período entre 2012 e 2022) e outra legal (leis n.º 12.305/2010 e 5.418/2014);
3. Analisar, a partir da percepção de atores sociais, os desafios, oportunidades e estratégias para a implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal; e
4. Propor um *framework* (modelo) teórico de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal tendo como base os princípios da Economia Circular.

O primeiro objetivo específico resultou nos capítulos 1, 2 e 3 desta pesquisa. Cada um tratando, respectivamente, os temas Economia Linear, Economia Circular e os Resíduos Sólidos Urbanos, o que contribuiu para a construção do alicerce teórico da tese.

O segundo objetivo específico foi atendido por meio do capítulo 4. Em sua primeira parte, foi feita a análise entre Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos. Dentre os resultados apresentados, destacam-se a evolução do número de publicações; os periódicos mais relevantes; os países com maior produção científica entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos; autores com maior relevância de acordo com o número de publicações; a rede colaborativa entre países; e correlação entre palavras-chave. Importante destacar que este

capítulo gerou a publicação de um artigo científico na revista *Sustainability* 2023, 15, 15715 (Anexo B).

A partir disso, percebeu-se que Economia Circular e a Gestão de Resíduos Sólidos são temas crescentes, com pesquisadores atuando em todo o mundo, com ênfase na Europa, América do Sul e Ásia. Reciclagem, gestão de resíduos e Economia Circular são os termos que mais aparecem em um *ranking* de dez revistas internacionais. Os quatro periódicos que mais publicaram foram: *Sustainability*; *Waste Management*; *Waste Management and Research* e *Journal of Cleaner Production*.

As principais conclusões desta etapa do trabalho estão baseadas na relação positiva entre Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos, porém, com lacunas de conhecimento sobre a forma como os sistemas lineares podem ser transformados em circulares, necessitando assim, de mais estudos nesse sentido.

A segunda parte do capítulo 4, que ainda está conectada ao objetivo específico 2, tratou da relação entre os princípios da Economia Circular e o arcabouço legal, considerando as políticas nacional e distrital de Resíduos Sólidos.

Ao levar em consideração as palavras mais frequentes relacionadas aos princípios da Economia Circular e nas políticas consideradas (PNRS e PDRS), percebeu-se que existe uma baixa aderência entre eles (o que se reflete depois nas percepções dos atores), ou seja, poucas aparições dos princípios circulares nas referidas leis, evidenciando correlações “fracas” ou “muito fracas” de acordo com os coeficientes de Pearson. Porém, ao analisar as duas leis, percebeu-se uma correlação “muito forte”, o que explica o robusto alinhamento existente entre elas.

Já a análise qualitativa, levou em consideração os pontos em comum e as lacunas existentes entre os princípios da Economia Circular e as políticas públicas nacional e distrital para os Resíduos Sólidos. Para isso, foi utilizada a matriz de comparação e os resultados mostraram pontos de convergência em algumas áreas como, por exemplo, visão holística e sistêmica; inovação, pesquisa e desenvolvimento; colaboração e cooperação; ciclos técnicos e logística reversa; fluxos circulares.

Porém, foram identificados dois pontos de divergência, ou seja, a não predominância desses elementos nas duas leis: “a utilização de práticas circulares e de sustentabilidade de forma transparente, precisa, oportuna, honesta e completa” e “passagem de um modelo linear de produção-consumo para um modelo circular”.

A partir das análises feitas, infere-se que a transição de um modelo linear para um circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos é possível quando facilitada por políticas

públicas, disponibilidade tecnológica, conscientização e cooperação das pessoas e demais atores sociais envolvidos.

O terceiro objetivo específico foi atendido por meio do capítulo 5 pela percepção dos atores sociais sobre a atual Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal e a implementação da Economia Circular. A partir disso, foi identificada a “percepção convergente”, ou seja, os pontos comuns entre todos os entrevistados dentro de três categorias consideradas: desafios, oportunidades e estratégias.

Em relação aos desafios, seis pontos foram identificados comuns a todos os atores: 1) Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos alinhada com a perspectiva linear; 2) baixos níveis de Coleta Seletiva; 3) desafios complexos e de difícil resolução; 4) desconhecimento da população sobre Economia Circular; 5) materiais coletados com baixa qualidade; 6) redução da vida útil do ASB.

De maneira geral, os desafios apresentados, quando somados, fazem com que o “ecossistema” Resíduos Sólidos seja complexo, pois possui várias camadas desde a sua geração até a disposição final. Assim, o abandono ao modelo linear seria o primeiro passo a ser adotado. A partir disso, outros entraves acabariam distensionados quase que automaticamente, como os pontos de melhoria ligados à Coleta Seletiva pela incorporação de uma nova mentalidade por meio dos princípios da Economia Circular, que proporcionariam uma maior longevidade ao ASB.

Uma vez “fora do jogo”, a Economia Linear poderia ceder lugar à proposta circular, mas, para isso, seria necessário um forte trabalho de sensibilização junto aos geradores, de forma que as premissas circulares pudessem ser incorporadas por toda a sociedade.

A oportunidade que se destacou entre os atores sociais foi a criação de novos empreendimentos sustentáveis, que buscam o reuso como aspecto principal, mas também, empresas de restauração de bens, consultorias sobre gestão e gerenciamento de Resíduos Sólidos e Economia Circular, lojas que vendem produtos usados, como os brechós e moda sustentável.

Por fim, foram identificadas três estratégias em comum a partir da percepção dos atores sociais: 1) valorização de mídias espontâneas; 2) incentivo financeiro para estímulo à Coleta Seletiva; 3) necessidade de aproximação entre o poder público e as associações de moradores.

Para que as estratégias possam ser implementadas, recomenda-se uma participação ativa dos atores sociais. Para isso, o estímulo ao diálogo é fundamental de forma que se possa desenvolver a cooperação mútua entre eles. Também, a criação de políticas públicas (nacional

e local) voltadas para a Economia Circular para orientar os procedimentos a serem adotados pela sociedade.

O quarto e último objetivo específico foi atingido pela proposição de um modelo teórico circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos para o Distrito Federal. A sua estrutura foi construída sobre um *framework* já consolidado há alguns anos, o *IAD-Framework* de Elinor Ostrom.

Por meio dele, o sistema de gestão Resíduos Sólidos Urbanos passa a ter uma perspectiva circular e não mais linear. É dividido em quatro partes a saber: parte 1) variáveis externas; parte 2) arena de ação; parte 3) critérios de avaliação e parte 4) resultados esperados.

O elemento de entrada do modelo (*inputs*) ou variáveis externas, é constituído dos atributos físicos (características físicas dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, como a análise gravimétrica, por exemplo), atributos da comunidade (características da sociedade brasileira em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos) e das regras em uso (legislação nacional e local sobre os Resíduos Sólidos Urbanos). As variáveis externas funcionam como a “matéria-prima” para a próxima fase do modelo que é a arena de ação.

A segunda etapa, chamada arena de ação, é formada pelas interações e correspondências entre os atores sociais. No caso deste trabalho, divididos em três *clusters* (poder público, setor empresarial e sociedade civil). Por meio dos elementos de entrada e das interações entre os *stakeholders*, chega-se à chamada percepção convergente que consiste no entendimento comum dos atores sociais no que se refere à situação do atual modelo de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, bem como à implementação da Economia Circular, dentro de três aspectos: os desafios encontrados, as oportunidades identificadas e as estratégias a serem adotadas.

Como critério de avaliação, levou-se em conta duas características essenciais da EC Economia Circular a valorização máxima dos Resíduos Sólidos e a minimização do desperdício.

A partir desse ponto, chega-se à etapa final do modelo: os resultados esperados. Dentre eles, destacam-se a internalização dos princípios da Economia Circular pela população; aumento da vida útil do ASB; melhoria dos fluxos de negócio pelas cooperativas de catadores; logística reversa funcional, entre outros.

Ao final, existe um retorno ou *feedback* dos resultados esperados até as duas primeiras fases, ou seja, as variáveis externas e a arena de ação. Isso porque o sistema precisa ser autorregulatório, de forma que ele se ajuste de acordo com a realidade momentânea de uma determinada localidade.

Especificamente em relação ao modelo apresentado, concluiu-se que o SLU possui os requisitos necessários para sua implementação, tendo em vista o seu histórico técnico e de suas principais atribuições. Ele agiria como órgão articulador entre os demais atores sociais de forma a proporcionar um debate amplo para os problemas. Isso aconteceria no âmbito da arena de ação na parte das interações.

Um caminho para financiar essa transição, seria a busca de parceiras público-privadas entre o SLU e o setor privado, de forma a conceder benefícios econômicos e fiscais como contrapartida. Por ser complexo e de difícil resolução, a gestão linear dos Resíduos Sólidos seria aos poucos substituída pela proposta circular. Cabe ressaltar que desafios como resistência a mudanças e desconhecimento sobre Economia Circular, por exemplo, precisam ser superados.

A Economia Circular, portanto, se mostra como uma alternativa interessante para que o Distrito Federal possa romper com suas limitações e dificuldades, principalmente aquelas relacionadas aos Resíduos Sólidos. Isso porque a valorização dos subprodutos do pós-consumo, a criação de novos modelos de negócio e o despertar de uma consciência por meio da Educação Ambiental, fazem com que a sociedade possa ser mais justa e igualitária.

A principal limitação do presente estudo é a dificuldade prática de colocá-lo em funcionamento, tendo em vista as questões técnicas, operacionais e legais. Para isso, torna-se necessário o rompimento de hábitos já consolidados por parte de servidores, colaboradores e da população em relação às tratativas dadas aos Resíduos Sólidos Urbanos.

Para investigações futuras, destacam-se algumas sugestões de temas, como: a) mercado de material reciclado, comportamento do consumidor, *design* de produto e fluxos de resíduos emergentes; b) rastreabilidade dos resíduos por meio de novas tecnologias como a Inteligência Artificial e *Blockchain*; c) estudos sobre modelos socioeconômicos que envolvam condições justas de trabalho na reciclagem; d) criação e aperfeiçoamento de indicadores para monitoramento dos Resíduos Sólidos Urbanos; e) criação de espaços de interação para o desenvolvimento da cooperação entre os *stakeholders* (canais de comunicação não formais); f) pesquisas que façam uma relação entre processos termoquímicos e valorização de rejeitos como mecanismos para se atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e g) motivos que levam a baixas taxas de Coleta Seletiva no Distrito Federal (considerando que, atualmente, existe uma cobertura da Coleta Seletiva acima de 90% em todo o território e disponibilidade de recursos financeiros, materiais e de pessoal). Marwood *et al.* (2023) chamam isso de “lacuna entre valor e ação”.

A presente tese, portanto, contribui tanto para a academia quanto para os profissionais que trabalham com a Gestão de Resíduos Sólidos e Economia Circular. Ela discute o estado da

arte a partir de publicações internacionais e aponta para estudos futuros nessa área. Aos gestores, é apresentada a proposta de um novo modelo circular de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos, concebido a partir de trabalhos já consolidados na literatura.

REFERÊNCIAS

ABPMP Brasil. **BPM CBOK V3.0: Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio** Corpo Comum de Conhecimento. ABPMP, 2013.

ABRELPE. **Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.** Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2021. Disponível em: <http://Abrelpe.org.br/panorama>. Acesso em: 14 mar. 2022.

ABREU, M. C. S. de; CEGLIA, D. **On the implementation of a circular economy: The role of institutional capacity-building through industrial symbiosis.** Resources, Conservation & Recycling. p. 99-109. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.07.001>.

ABUBAKAR, I.R.; MANIRUZZAMAN, K.M.; DANO, U.L.; ALSHIHRI, F.S.; ALSHAMMARI, M.S.; AHMED, S.M.S.; AL-GEHLANI, W.A.G.; ALRAWAF, T.I. **Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South.** Int. J. Environ. Res. Public Health 2022, 19, 12717. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912717>.

ACELEANU, M. I.; ȘERBAN, A. C.; SUCIU, M. C.; BIȚOIU, T. I. (2019). **The Management of Municipal Waste through Circular Economy in the Context of Smart Cities Development.** doi: 10.1109/ACCESS.2019.2928999.

ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PDGIRS).** Disponível em: <https://www.adasa.df.gov.br/17-pagina/1215-plano-distrital-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-pdgirs>. Acesso em 14 jun. 2023.

AGARWAL, S.; TYAGI, M.; GARG, R. K. (2023) **Conception of circular economy obstacles in context of supply chain: a case of rubber industry.** International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 72 No. 4, pp. 1111-1153. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2020-0686>.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Aplicativos ampliam acesso aos serviços do GDF.** Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2022/05/08/aplicativos-ampliam-acesso-aos-servicos-do-gdf/>. Acesso em: 9 jul. 2023.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Nova Luos favorece o ambiente de negócios e a regularização.** Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2022/04/28/nova-luos-favorece-o-ambiente-de-negocios-e-a-regularizacao/>. Acesso em: 11 mai. 2022.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **População avalia como “positivo” o trabalho prestado pelo SLU.** Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2021/06/07/populacao-avalia-como-positivo-o-trabalho-prestado-pelo-slu/>. Acesso em: 11 jul. 2023b.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **SLU atua para encerrar Unidade de Recebimento de Entulho e recuperar área.** Disponível em: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2023/04/05/slu-atua-para-encerrar-unidade-de-recebimento-de-entulho-e-recuperar-area/>. Acesso em: 11 jul. 2023c.

AKHTAR, M.; HANNAN, M. A.; BASRI, H.; SCAVINO, E. (2015). **Solid waste generation and collection efficiencies: issues and challenges.** *Jurnal Teknologi*, 75(11). doi:10.11113/jtv75.5331.

ALAVI MOGHADAM, M. R.; MOKHTARANI, N.; MOKHTARANI, B. (2009). **Municipal solid waste management in Rasht City, Iran.** *Waste management (New York, N.Y.)*, 29(1), 485–489. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.029>.

ALFAIA, R. G. de S. M.; COSTA, A. M.; CAMPOS, J. C. **Municipal solid waste in Brazil: A review.** *Waste Management & Research* 2017;35:1195–1209. <https://doi.org/10.1177/0734242X17735375>.

ALLEN, D. **A arte de fazer acontecer: O método GTD - Getting Things Done.** Rio de Janeiro: 2015.

ALLENBY, B. **The ontologies of industrial ecology?** *Progress in Industrial Ecology – An international journal*, 3 (1/2), p. 28-40. 2006.

ALMEIDA, G. G. F. de; SILVEIRA, R. C. E. da; ENGEL, V. (2020). **Collection and Recycling of Solid Urban Waste: Contribution to Debate Ambiental Sustainability.** *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 12(2), 289–310. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2020.v12i2.445>.

AMARAL, C.; PEDRO, M. I.; FERREIRA, D. C.; MARQUES, R. C. **Performance and its determinants in the Portuguese municipal solid waste utilities,** *Waste Management*, Volume 139, 2022, Pages 70-84, ISSN 0956-053X, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.12.020>.

AMORIM, G. **Municípios do sertão correm contra o tempo para substituir lixões por aterros sanitários.** Disponível em: <https://marcozero.org/municipios-do-sertao-correm-contra-o-tempo-para-substituir-lixoes-por-aterros-sanitarios/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Programa de Eficiência Energética.** Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/eficiencia-energetica/pee>. Acesso em: 25 mai. 2022.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. (2017). **Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis.** *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>, 2017.

ASGARI, A.; ASGARI, R. (2021). **How circular economy transforms business models in a transition towards circular ecosystem: the barriers and incentives.** *Sustainable Production and Consumption*, 28, 566-579. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.020>.

AWAN, M. J.; SHAFRY, M.; NOBANEE, A.; MUNAWAR, A. Y. *et al.* **Social Media and Stock Market Prediction: A Big Data Approach.** *Computers, Materials & Continua*, vol. 67, no.2, pp. 2569–2583, 2021. doi:10.32604/cmc.2021.014253. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=3827106>. Acesso em: 25 fev. 2022.

BALI, S.; GUNASEKARAN, A.; AGGARWAL, S.; TYAGI, B.; BALI, V. **A strategic decision-making framework for sustainable reverse operations.** *Journal of Cleaner Production*. V. 381, c.

BANDIERA, O.; BARANKAY, I.; RASUL, I. **Cooperation in Collective Action.** *Econ. Transit.* 2005, 13, 473–498. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0351.2005.00228.x>.

BANSAL, S.; JAIN, M.; GARG, I.; SRIVASTAVA, M. **Attaining circular economy through business sustainability approach: An integrative review and research agenda.** *J Public Affairs*. 2022; 22:e2319. <https://doi.org/10.1002/pa.2319>.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BARONE, E.; RANAMAGAR, N.; SOLOMON, J. F. (2013). **A Habermasian Model of Stakeholder (Non)Engagement and Corporate (Ir)Responsibility Reporting.** *Accounting Forum*, 37(3), 163-181. <http://dx.doi.org/10.106/j.accfor.2012.12.001>

BARRETO, H. (Jornal Metr opoles). **No DF, coleta de lixo passa a ser em dias alternados.** Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/no-df-coleta-de-lixo-passa-a-ser-em-dias-alternados>. Acesso em: 11 jul. 2023.

BARROS, B. R. C.; CARVALHO, E. B.; BRASIL JÚNIOR, A. C. P. **Muitas possibilidades, pouca sustentabilidade: análise de governança do transporte hidroviário interior na Amazônia.** In 33  CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTE DA ANPET, 2019, Balneário Camburiú-SC. Anais.

BATISTA, E. C.; MATOS, L. A. L. de; NASCIMENTO, A. B. (2017). **A entrevista como técnica de investiga o na pesquisa qualitativa.** *Revista Interdisciplinar Científica Aplicada*, 11(3), 23–38. Recuperado de <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/rica/article/view/17910>.

BEECIRCULAR. **Diagrama da borboleta: no caminho da circularidade.** Disponível em: <https://www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta>. Acesso em: 23 fev. 2022.

BERNARDO, M.; FOREHEAD, H.; DE CARVALHO VALLIN, I.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. **Management of Household Plastic Waste in Wollongong, Australia: The Role of Selective Waste Collection Systems.** *Sustainability*2023,15,1726. <https://doi.org/10.3390/su15021726>.

BHUBALAN, K.; TAMOTHRAN, A. M.; KEE, S. H.; FOONG, S. Y.; LAM, S. S.; GANESON, K.; VIGNESWARI, S.; AMIRUL, A. A.; RAMAKRISHNA, S. **Leveraging blockchain concepts as watermarkers of plastics for sustainable waste management in progressing circular economy.** *Environmental Research* 2022. V. 213. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113631>.

BIANCHI, M.; CORDELLA, M. (2022). **Does circular economy mitigate the extraction of natural resources? Empirical evidence based on analysis of 28 European economies over the past decade.** *Ecological Economics*. 203. 107607. [10.1016/j.ecolecon.2022.107607](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107607).

BIOMIMICRY INSTITUTE. **What is biomimicry?** Disponível em: <https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

BLOMQUIST, W.; OSTROM, E. **Institutional capacity and the resolution of a commons dilemma**. Review of Policy Research. p. 383-394. Doi://10.1111/j.1541-1338.1985.tb00364.x, 1985.

BOCKEL, A.; NUZUM, A. K.; WEISSBROD, I. **Blockchain for the circular economy: analysis of the research-practice gap**. p. 525-539. Sustainable Production and Consumption. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.006>, 2021.

BORMS, Lize; VAN OPSTAL, Wim; BRUSSELAERS, Jan; VAN PASSEL, Steven. **The working future: An analysis of skills needed by circular startups**. Journal of Cleaner Production. [s. l.], v. 409. P. 137261, 10 jul. 2023. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/j.jclepro.2023.137261.

BOULDING, K. 1966. **The economics of the coming spaceship Earth**. In Jarrett, H. (ed) Environmental quality in a growing economy. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1966.

BRASIL. **Lei n.º 9.795/1999, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.html. Acesso em: 25 mar. 2022.

BRASIL. **Lei n.º 12.305/2010, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 28 nov. 2020.

BRASIL. **Lei n.º 14.026/2020, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do Saneamento Básico e altera as leis 9.984/2000, 10.768/2003, 11.107/2005, 11.445/2007, 12.305/2010, 13.089/2015 e 13.529/2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm. Acesso em 28 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Imunizações – Vacinação**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/programa-nacional-de-imunizacoes-vacinacao>. Acesso em: 13 ago. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos. **Logística reversa**. Disponível em: <https://www.sinir.gov.br/logistica-reversa>. Acesso em 25 mar. 2022.

BRAUN, V.; CLARKE, V. (2012). **Thematic analysis**. In H. Cooper, P. M. Camic, D. L. Long, A. T. Panter, D. Rindskopf, & K. J. Sher (Eds.), APA handbook of research methods in psychology, Vol. 2. Research designs: Quantitative, qualitative, neuropsychological, and biological (pp. 57–71). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/13620-004>.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to Cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. São Paulo: Gustavo Gili Brasil, 2014.

BRESSANELLI, G.; PERONA, M.; SACCANI, N. (2019). **Challenges in supply chain redesign for the Circular Economy: a literature review and a multiple case study**. *International Journal of Production Research*, 57(23), 7395–7422. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1542176>.

BRINGHENTI, J. R.; ZANDONADE, E.; GÜNTHER, W. M. R. (2011) **Selection and validation of indicators for programs selective collection evaluation with social inclusion**. *Resour Conserv Recycl* 55:876–884. doi:10.1016/j.resconrec.2011.04.010.

CAMPOS, H. K. **Como fechamos o segundo maior lixão do mundo**. *Revista Brasileira de Planejamento e Orçamento*, 8 (2), 204-253, 2018. Disponível em: assecor.org.br/files/3015/4470/2872/como_fechamos_o_segundo_maior_lix_o_do_mundo_.pdf.

CAPELARI, M. G. M.; DE ARAÚJO, S. M. V. G.; CALMON-CAPELARI, P. C. D. P. **Institutional Analysis and Development Framework: a Proposta da Governança de Commons para a Análise de Políticas Públicas**. EnANPAD 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Mauro-Capelari/publication/320441722_Institutional_Analysis_and_Development_Framework_a_Proposta_da_Governanca_de_Commons_para_a_Analise_de_Politicass_Publicas/links/5b9ece1392851ca9ed10d497/Institutional-Analysis-and-Development-Framework-a-Proposta-da-Governanca-de-Commons-para-a-Analise-de-Politicass-Publicas.pdf. Acesso em: 12 set. 2012.

CAPELARI, M. G. M.; DOMICIANO, M. R. A.; QUEIROZ, L. F. N.; BANDEIRA, L. F.; TONI, F. **A trajetória de encerramento do maior lixão da América Latina: entre centralização, descentralização e exclusão**. *Desenvolvimento e meio ambiente – DEMA*. v. 54, p. 146-166. Doi://10.5380/dma.v54i0.69134, 2020.

CASTELLET-VICIANO, L.; HERNÁNDEZ-CHOVER, V.; BELLVERDOMINGO, Á.; HERNÁNDEZ-SANCHO, F. **Industrial Symbiosis: A Mechanism to Guarantee the Implementation of Circular Economy Practices**. *Sustainability* 2022, 14, 15872. <https://doi.org/10.3390/su142315872>.

CASTRO, K. B. de; LIMA, L. A. de S. (org). **Atlas do Distrito Federal**. Brasília: CODEPLAN, 2020.

CEMPRE. Compromisso empresarial para a reciclagem (2020). **Compostagem**. Disponível em: <https://cempre.org.br/composto-urbano/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

CEMPRE. Compromisso empresarial para a reciclagem (2018). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4º ed. Disponível em: https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/11/6-Lixo_Municipal_2018.pdf. Acesso em: 21 mar. 2022.

CESARO; A.; BELGIORNO, V.; GUIDA, M. (2015). **Compost from organic solid waste: Quality assessment and European regulations for its sustainable use**. *Resources, Conservation and Recycling*. 94. 10.1016/j.resconrec.2014.11.003.

CÉZAR-MATOS, A. A **[i]maturidade da política nacional de Educação Ambiental no Brasil e seus reflexos na implementação da política nacional de Resíduos Sólidos**. In: BESEN, G. R.; JACOBI, P. R.; SILVA, C. L. (Orgs). 10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável. Doi://10.11606/9786588109076. São Paulo: IEE-USP: OPNRS, 2021.

CHAVES, G. L. D.; SANTOS, J. L. Jr.; ROCHA, S. M. S. (2014) **The challenges for solid waste management in accordance with agenda 21: a Brazilian case review**. Waste Manag & Res 32(9):19–31. doi:10.1177/0734242X14541987.

CHERQUES, H. R. T. **Saturação em pesquisa qualitativa: estimativa empírica de dimensionamento**. Rev PMKT [Internet]. 2009 [cited 2017 Apr 18]; 3: 20-7.

CHERTOW, M. R. **“Uncovering” Industrial Symbiosis**. Journal of Industrial Ecology. Doi:https://doi.org/10.1162/jiec.2007.1110. 2008.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. **O que é bibliometria?** Uma introdução ao Fórum. Intertext 10(2), 1-5. https://doi.org/10.18568/1980-4865.1021-5. 2015.

CIRCLE ECONOMY. **Making sense of the circular economy the 7 key elements**. Disponível em: https://www.circle-economy.com/circular-economy/key-elements. Acesso em: 6 mar. 2022.

CNI, Confederação Nacional da Indústria (2019). **Economia Circular: Caminho Estratégico para a indústria brasileira**. https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular-1/caracteristicas-1.

CODEPLAN. Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Pesquisa distrital por amostra de domicílios (**PDAD 2018**). Disponível em: https://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2020/06/relatorio_DF_grupos_de_renda.pdf, 2019. Acesso em: 22 set. 2021.

COMISSÃO EUROPEIA. **Eurostat – Estatísticas europeias**. Disponível em: https://ec.europa.eu/info/departments/eurostat-european-statistics_pt. Acesso em: 22 fev. 2022.

CRESPO, S. **Política nacional de Resíduos Sólidos: notas para um balanço nada otimista 10 anos depois**. In: BESEN, G. R.; JACOBI, P. R.; SILVA, C. L. (Orgs). 10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável. Doi://10.11606/9786588109076. São Paulo: IEE-USP: OPNRS, 2021.

CUDJOE, D.; ACQUAH, P. M. (2020). **Environmental impact analysis of municipal solid waste incineration in Africa countries**. Chemosphere, 129186. Doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.

CUI, Y.; CAO, Y.; JI, Y.; CHANG, I. S.; WU, J. (2022). **Determinant factors and business strategy in a sustainable business model: An explorative analysis for the promotion of solid waste recycling technologies**. Business Strategy and the Environment, 31(5), 2533– 2545. https://doi.org/10.1002/bse.3042.

CUMMING, J. F. (2001). **Engaging Stakeholders in Corporate Accountability Programmes: A Cross- Sectional Analysis of UK and Transnational Experience.** Business Ethics: A European Review, 10 (1), 45-52. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8608.00211>.

D'ADAMO, I.; MAZZANTI, M.; MORONE, P.; ROSA, P. **Assessing the relation between waste management policies and circular economy goals.** Waste Management. V. 154, pp. 27-35. Doi: 10.1016/j.wasman.2022.09.031.

DALMACIO, F. Z.; IWAGASE, L. O. **An analysis of the free-riding effect, in an environment of shopping centre, in sales promotional season.** Revista Catarinense da Ciência Contábil, v. 17, n. 52, p. 84-100, 2018. doi: 10.16930/2237-7662/rccc.v17n52.2670.

DANG, T. K. P.; VISSEREN-HAMAKERS, I. J.; ARTS; B. **A framework for assessing governance capacity: An Illustration from Vietnam's forestry reforms.** Environment and Planning C. p. 1154-1174. Doi://10.1177/0263774x15598325, 2016.

DEBONI, T. L. *et al.* **Percepção e consciência ambiental: um estudo exploratório em Lages-SC.** Geoambiente on-line, n. 24, 2015.

DEMARRAIS, E.; EARLE, T. **Collective action theory and the dynamics of complex societies.** Annual review of anthropology, v. 46, p. 183-201, 2017. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102116-041409>.

DE SANT'ANNA, M. L.; OLIFIERS, N.; NAMEN, A. A. **Percepção da população do bairro Tijuca (RJ) quanto aos Resíduos Sólidos e à logística reversa.** Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 12, n. 11, p. 174-186, 2021.

DE SOUSA, F. D. B. **Management of plastic waste: A bibliometric mapping and analysis.** Waste Management & Research. 2021;39(5):664-678. doi:10.1177/0734242X21992422.

DFLEGAL. **Sobre a Secretaria DF Legal.** Disponível em: <https://www.dflegal.df.gov.br/sobre-o-dflegal/>. Acesso em: 24 jun. 2023.

DIAS, L. E. R. **Perspectivas e desafios do Projeto Biguá: usos e reusos do óleo de cozinha em Sobradinho-DF.** 2013. [103] f., il. Monografia (Bacharelado em Gestão Ambiental). Universidade de Brasília, Planaltina, 2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/handle/10483/5118>. Acesso em: 30 jun. 2023.

DI FOGGIA, G.; BECCARELLO, M. (2021). **Designing waste management systems to meet circular economy goals: The Italian case.** Sustainable Production and Consumption. doi:10.1016/j.spc.2021.01.002.

DISTRITO FEDERAL. Companhia Imobiliária de Brasília (TERRACAP). **Quem somos.** Disponível em: <https://www.terracap.df.gov.br/index.php/conheca-a-terracap/quem-somos>. Acesso em: 4 fev. 2022a.

DISTRITO FEDERAL. **Decreto Distrital no 37.568 de 24 de agosto de 2016**. Regulamenta a Lei no 5.610, de 16 de fevereiro de 2016, que dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de Resíduos Sólidos, altera o Decreto no 35.816, de 16 de setembro de 2014, e dá outras providências. Distrito Federal, 2016b. Disponível em: http://www.tc.df.gov.br/SINJ/BaixarArquivoNorma.aspx?id_norma=dc15fbfe4e904a32ba15003e7ec7ad078. Acesso em: 19 jun. 2023c.

DISTRITO FEDERAL. Governo do Distrito Federal. **Geografia**. Brasília, 2020a. Disponível em: <http://www.df.gov.br/333/>. Acesso em 30 nov. 2020.

DISTRITO FEDERAL. **Lei complementar n.º 1.007, de 28 de abril de 2022. LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo**. Disponível em: <http://www.seduh.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/01/Texto-na-integra.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2022b.

DISTRITO FEDERAL. **Lei n.º 5.418 de 24 de novembro de 2014**. Dispõe sobre a Política Distrital de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: <http://legislacao.cl.df.gov.br/Legislacao/consultaTextoLeiParaNormaJuridicaNJUR-377789!buscarTextoLeiParaNormaJuridicaNJUR.action>. Acesso em: 29 nov. 2022.

DISTRITO FEDERAL. **Lei n. 7.095 de 2 de abril de 2022**. Dispõe sobre o Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal e dá outras providências. Disponível em: https://www.sinj.df.gov.br/sinj/Norma/8d071f7bf0f04d83a3d3438afff1983d/Lei_7095_02_04_2022.html. Acesso em: 10 jun. 2023d.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Distrital de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PDGIRS)**. Disponível em: www.so.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/PDGIRS.pdf. 2018. Acesso em: 10 dez. 2020.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Governo do Distrito Federal (SEGOV). **Administrações regionais**. Brasília, 2020b. Disponível em: <https://segov.df.gov.br/category/administracoes-regionais/>. Acesso em: 30 nov. 2020.

DISTRITO FEDERAL. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU). **Relatório anual de 2020**. Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/03/RELATORIO-ANUAL-2020.pdf>. Acesso em: 22 out. 2021.

DISTRITO FEDERAL. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU). **Relatório anual 2022**. Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2023/07/RELATORIO-ANUAL-SLU-2022.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2023a.

DISTRITO FEDERAL. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal (SLU). **500 toneladas dos resíduos que chegam ao aterro sanitário são recicláveis**. Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/500-toneladas-dos-residuos-que-chegam-ao-aterro-sanitario-sao-reciclaveis/>. Acesso em: 7 abr. 2023b.

DOS SANTOS, C. S. A. *et al.* **Consciência ambiental e percepção sobre os Resíduos Sólidos pelos residentes da Cidade de Coremas, Paraíba**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n. 1, p. 117-121, 2017.

DURLEVIĆ, U.; NOVKOVIĆ, I.; CAREVIĆ, I. *et al.* **Sanitary landfill site selection using GIS-based on a fuzzy multi-criteria evaluation technique: a case study of the City of Kraljevo, Serbia.** *Environ Sci Pollut Res* 30, 37961–37980 (2023).
<https://doi.org/10.1007/s11356-022-24884-8>.

DUTRA, F. **Sem Coleta Seletiva, Aterro Sanitário do DF perde 2 anos de vida útil.** *Jornal Metrôpoles*. Disponível em: <https://www.metropoles.com/distrito-federal/sem-coleta-seletiva-aterro-sanitario-do-df-perde-2-anos-de-vida-util>. Acesso em 20 jul. 2023.

DUTTA, P.; TALAULIKAR, S.; XAVIER, V.; KAPOOR, S. (2021). **Fostering reverse logistics in India by prominent barrier identification and strategy implementation to promote circular economy.** *Journal of Cleaner Production*. 294, 126241. Doi: 10.1016/j.clepro.2021.126241.

EHRENFELD, J. R. **Industrial ecology: a framework for product and process design.** *Journal of Cleaner Production*, 5, p. 87-95. 1997.

EISELEIN, P.; KEYGNAERT, W.; BRABANT, K. (2023). **Developing Sustainable Partnerships for Circular Economies: A Literature Review.** In: Kujala, J., Heikkinen, A., Blomberg, A. (eds) *Stakeholder Engagement in a Sustainable Circular Economy*. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-31937-2_4.

EKKOGREEN. **O que é permacultura.** Disponível em: <https://ekkogreen.com.br/permacultura/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

ELIADES, F. *et al.* **Carving out a niche in the sustainability confluence for environmental education centers in Cyprus and Greece.** *Sustainability*, v. 14, n. 14, p. 8368, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: economic and business rationale for an accelerated transition.** *Cowes: Founding Partners of the Ellen MacArthur Foundation*, v. 1, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **What is circular economy?** A framework for an economy that is restorative and regenerative by design. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>. Acesso em: 6 mar. 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION; MCKINSEY CENTER FOR BUSINESS AND ENVIRONMENT. **Growth within: A circular economy vision for a competitive Europe.** *Isle of Wight*. 2015. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/growth-within-a-circular-economy-vision-for-a-competitive-europe>. Acesso em: 23 fev. 2022.

EZEUDU, O. B.; EZEUDU, T. S. **Implementation of circular economy principles in industrial solid waste management: case studies from a developing economy (Nigeria).** *Recycling*. <https://doi.org/10.3390/recycling4040042>, 2019.

EZEUDU, O. B.; ORAELOSI, T. C.; AGUNWAMBA, J. C.; UGOCHUKWU, U. C. **Co-production in solid waste management: analyses of emerging cases and implications for circular economy in Nigeria.** *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14471-8>, 2021.

FAN, Y. V.; KLEMEŠ, J. J.; WALMSLEY, T. G.; BERTÓK, B. **Implementing circular economy in municipal solid waste treatment system using P-graph.** *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134652>, 2020.

FATIMAH, Y. A.; GOVINDAN, K.; MURNININGSIH, R.; SETIAWAN, A. **Industry 4.0 based sustainable circular economy approach for smart waste management system to achieve sustainable development goals: A case study of Indonesia.** *Journal of Cleaner Production* 2020:269:122263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122263>, 2020.

FEDOTKINA, O.; GORBASHKO, E.; VATOLKINA, N. **Circular Economy in Russia: Drivers and Barriers for Waste Management Development.** *Sustainability* 2019:11(20):11205837. <https://doi.org/10.3390/su11205837>, 2019.

FEHR, E.; GÄCHTER, S. **Cooperation and punishment in public goods experiments.** *American Economic Review*, v. 90, n. 4, p. 980-994, 2000.

FERRI, G. L.; CHAVES, G. L. D.; RIBEIRO, G. M. (2015) **Reverse logistics network for municipal solid waste management: the inclusion of waste pickers as a Brazilian legal requirement.** *Waste Manag* 40:173–191. doi:10.1016/j.wasman.2015.02.036.

FERRONATO, N.; PASINETTI, R.; VALENCIA VARGAS, D.; CALLE MENDOZA, I. J.; GUISEBERT LIZARAZU, E. G.; GORRITTY PORTILLO, M. A.; CONTI, F.; TORRETTA, V. **Circular Economy, International Cooperation, and Solid Waste Management: A Development Project in La Paz (Bolivia).** *Sustainability* 2022, 14, 1412. <https://doi.org/10.3390/su14031412>.

FERRONATO, N.; PREZIOSI, G.; PORTILLO, M. A. G.; LIZARAZU, E. G. G.; TORRETTA, V. **Assessment of municipal solid waste selective collection scenarios with geographic information systems in Bolivia.** *Waste Management* 102 (2020) 919–931. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.12.010>, 2020.

FERRONATO, N.; RADA, E. C.; PORTILLO, M. A. G.; CIOCA, L. I.; RAGAZZI, M.; TORRETTA, V. **Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization.** *Journal of Environmental Management*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.095>, 2019.

FERRONATO, N.; TORRETTA, V.; RAGAZZI, M.; RADA, E. C. **Waste mismanagement in developing countries: A case study of environmental contamination.** *UPB Science Bulletin* 2017, Series D: Mechanical Engineering 79: 185–196.

FIKSEL, J.; SANJAY, P.; RAMAN, K. **Steps toward a resilient circular economy in India.** *Clean Technologies and Environmental Policy*. <https://doi.org/10.1007/s10098-020-01982-0>, 2020.

FLORA. **Relatório de Composição Gravimétrica - Valor Ambiental - Lote I.** Flora Tecnologia e Consultoria Ambiental. Brasília, DF. 2021.

FREEMAN, E. R. (1994). **The Politics of Stakeholder Theory: Some Future Directions.** *Business Ethics Quarterly*, 4(4), 409-421. <http://dx.doi.org/10.2307/3857340>.

FREITAS, M. F.; PIRES, M. de M.; BENINCÁ, D. (2023). **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos: uma revisão sistemática aplicada à realidade brasileira**. OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA, 21(5), 2337–2359. <https://doi.org/10.55905/oelv21n5-001>.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, N. E. **Strategies for manufacturing**. Scientific American, n.º 261, p. 144- 153. 1989.

FUNDAÇÃO ROBERTO MARINHO. **Uma lei sobre oportunidades**. Disponível em: <https://aprendizlegal.frm.org.br/a-lei>. Acesso em 16 jun. 2023.

GABLE, C.; SHIREMAN, B. (2005). **Stakeholder Engagement: A Three Phase Methodology**. Environmental Quality Management, 14, 9-24. <http://dx.doi.org/10.1002/tqem.20044>.

GAJANAYAKE, A.; HO, O. T.-K.; IYER-RANIGA, U. (2023). **Motivations and drivers for adopting sustainability and circular business strategies in businesses in Victoria**. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 1–11. <https://doi.org/10.1002/csr.2559>.

GAMBIRAZI, L. **Você conhece as cores da Coleta Seletiva?** Disponível em: <https://tnaplast.com.br/voce-conhece-as-cores-da-coleta-seletiva/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

GASKELL, G. **Entrevistas individuais e de grupos**. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. (Orgs.). Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático. p. 64-89. Petrópolis: Vozes, 2014.

GDF (Governo do Distrito Federal). **Sobre Brasília: história**. Disponível em: <https://www.df.gov.br/historia/>. Acesso em: 3 mai. 2022.

GEISENDORF, S.; PIETRULLA, F. **The circular economy and circular economic concepts: a literature analysis and redefinition**. Thunderbird International Business Review. p. 1-12. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>, 2017.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N.; HULTINK, E. (2017). **The Circular Economy – A new sustainability paradigm?**. Journal of Cleaner Production. 143. 757–768. [10.1016/j.jclepro.2016.12.048](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048).

GENG, Y; DOBERSTEIN, B. **Developing the circular economy in China: challenges and opportunities for achieving “leapfrog development”**. Int. J. Sustain. Dev. World Ecol. 37e41 (February 2014). Available at: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.3843/SusDev.15.3:6,2008>.

GENG, Y.; SARKIS, J.; ULGIATI, S.; ZHANG, P. **Measuring China’s circular economy**. Science, Vol. 339 No. 6127, pp. 1526-1527, 2013.

GHAFFAR, A.; ISLAM, T.; KHAN, H.; KINCL, T.; SHARMA, A. (2023). **A sustainable Retailer's journey to sustainable practices: Prioritizing the customer and the planet**. Doi: [10.1016/j.jretconser.2023.103388](https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103388).

GHERHE, V.; FARCASIU, M. A.; PARA, I. (2022) **Environmental Problems: An Analysis of Students' Perceptions Towards Selective Waste Collection.** *Front. Psychol.* 12:803211. doi:10.3389/fpsyg.2021.803211.

GOKSU; I. **Bibliometric mapping of mobile learning:** *Telematics and Informatics.* 56: 101491, 2020.

GOLDSTEIN, J. **Just how “wicked” is Beijing’s waste problem?** A response to “the rise and fall of a ‘waste city’ in the construction of an ‘urban circular economic system’: the changing landscape of waste in Beijing’s by Xin Tong and Dongyan Tao. P. 177-182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.018>, 2017.

GONÇALVES, P. **A reciclagem integradora dos aspectos ambientais, sociais e econômicos.** Rio de Janeiro: DP&A ed., 2003.

GONÇALVES, B.D.S.M.; CARVALHO, F.L.D.; FIORINI, P.D.C. **Circular Economy and Financial Aspects: A Systematic Review of the Literature.** *Sustainability* 2022, 14, 3023. <https://doi.org/10.3390/su14053023>.

GONZÁLEZ-ROMO, O. S., REYNOSO-RÁBAGO, A.; MARTÍNEZ-CÁRDENAS, R. (2022). **The use of garbage as an entrepreneurial proposal for a business model.** *Carta Tapa Mayo* 4, 1(7), 61–86. <https://doi.org/10.32870/ctm4.v1i7.41>.

GOVINDAN, K. **How digitalization transforms the traditional circular economy to a smart circular economy for achieving SDGs and net zero.** In: *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review.* 2023, Vol. 177. doi: 10.1016/j.tre.2023.103147.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. **Ecological footprint.** Disponível em: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>. Acesso em: 21 fev. 2022.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial ecology.** Englewood Cliffs: Prentice Hall. 1995.

GREENWOOD, M. (2007). **Stakeholder Engagement: Beyond the Myth of Corporate Responsibility.** *Journal of Business Ethics*, 74, 315-327. <http://dx.doi.org/10.1007/s10551-007-9509-y>.

GUARNIERI, P.; CERQUEIRA-STREIT, J.; BATISTA, L. (2020). **Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Brazil towards a transition to circular economy.** *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104541. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104541>.

GUERRERO, L. A.; MAAS, Ger; HOGLAND, William (2013). **Solid waste management challenges for cities in developing countries.** 33(1). doi:10.1016/j.wasman.2012.09.008.

GUILLARD, V. **Towards a society of sobriety: conditions for a change in consumer behavior.** *Field Actions Science Reports.* The journal of field actions, n. Special Issue 23, p. 36-39, 2021.

GUTBERLET, J.; BESEN, G. R.; MORAIS, L. P. (2020). **Participatory solid waste governance and the role of social and solidarity economy: Experiences from São Paulo, Brazil.** *Detritus*, v. 13, p. 167-180. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/206107>>.

HAAS, W.; KRAUSMANN, F.; WIEDENHOFER, D.; HEINZ, M. **How circular is the global economy? An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005.** *Journal of Industrial Ecology*. v. 19, n. 5, p. 765-777, 2015.

HAGHI, E.; TEHRANI, F. B. **Techno-economic assessment of municipal solid waste incineration plant-case study of Tehran, Iran.** *First Sustain Dev Conf Eng Syst Energy Water Environ*, 2015.

HAHLADAKIS, J. N.; IACOVIDOU, E. (2018). **Science of the Total Environment Closing the loop on plastic packaging materials: What is quality and how does it affect their circularity?** *Science of the Total Environment*, 630, 1394–1400. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.330>.

HAMIDAH, I.; SRIYONO, S.; HUDHA, M. N. **A bibliometric analysis of COVID-19 research using vosviewer.** *Indonesian Journal of Science and Technology*. 5: 209–216, 2020.

HARTLEY, K.; VAN SANTEN, R.; KIRCHHERR, J. **Policies for transitioning towards a circular economy: Expectations from the European Union (EU).** *Resources, Conservation and Recycling*, 155, 104634. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104634>. 2020.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial.** São Paulo: Cultrix, 2000.

HAZRA, T.; GOEL, S. (2009) **Solid Waste Management in Kolkata, India: Practices and Challenges.** *Waste Management*, 29, 470-478. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2008.01.023>.

HEALEY, P. **Building institutional capacity through collaborative approaches to urban planning.** *Environment and Planning*. v. 30. p. 1531-1546. <https://doi.org/10.1068/a301531>, 1998.

HEGAB, H.; SHABAN, I.; JAMIL, M.; KHANNA, N. (2023). **Toward sustainable future: Strategies, indicators, and challenges for implementing sustainable production systems.** *Sustainable Materials and Technologies*. 36. e00617. [10.1016/j.susmat.2023.e00617](https://doi.org/10.1016/j.susmat.2023.e00617).

HETTIARACHCHI, H. **The Peak of Sustainable Waste Management Assures the Sustainability of Natural Resources, But Only in a Circular Economy.** In *Proceedings of the International Conference on Sustainability of Natural Resources*, Qassim, Saudi Arabia, 5–6 November 2019.

HETTIARACHCHI, H.; MEEGODA, J. N.; RYU, S. **Organic Waste Buyback as a Viable Method to Enhance Sustainable Municipal Solid Waste Management in Developing Countries.** *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2018, 15, 2483. <https://doi.org/10.3390/ijerph15112483>.

HIJDRA, A.; WOLTJER, J.; ARTS, J. **Troubled waters: an institucional analysis of ageing Dutch and American waterway infrastructure.** *Transport policy*. 42 (2015), p. 64-74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.transpol.2015.05.004>, 2015.

HINKLE, D. E.; WIERSMA, W.; JURIS, S. G. (2003). **Applied Statistics for the Behavioral Sciences.** Boston, MA: Houghton Mifflin Company.

HOMRICH, A. S.; GALVÃO, G.; ABADIA, L. G.; CARVALHO, M. M. **The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways.** *Journal of Cleaner Production*. p. 525-543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.064>, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>. Acesso em: 12 mai. 2023.

IDEC. Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor. **Um guia para o consumidor não se deixar enganar pelas práticas de greenwashing das empresas.** Disponível em: <https://idec.org.br/greenwashing>. Acesso em: 8 jun. 2022.

IGESDF. Instituto de Gestão Estratégica de Saúde do Distrito Federal. **Vigilância Sanitária aprova plano de gerenciamento de resíduos do HB.** Disponível em: <https://igesdf.org.br/noticia/vigilancia-sanitaria-aprova-plano-de-gerenciamento-de-residuos-do-hb/>. Acesso em: 11 jul. 2023.

ISLAM, K. M.; MUNIM, S. J.; OISHWEE, A. K. M. N.; ISLAM, M. N. **A Critical Review of Concepts, Benefits, and Pitfalls of Blockchain Technology Using Concept Map in IEEE.** *Access*. vol. 8, pp. 68333-68341, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2020.2985647.

ISLAM, M. A.; MURSHED, S.; HASAN, M. (2020). **Selecting suitable landfill site with multi-criteria evaluation and GIS: a case of Savar upazila in Bangladesh.** *Arabian Journal of Geosciences*, 13(18), 952-. Doi: 10.1007/s12517-020-05925-3.

ISLAM, M. T.; IYER-RANIGA, U.; TREWICK, S. **Recycling Perspectives of Circular Business Models: A Review.** *Recycling* 2022, 7, 79. <https://doi.org/10.3390/recycling7050079>.

IVANOVA, S.; LISINA, N. **Municipal and Industrial Urban Waste: Legal Aspects of Safe Management.** *Laws* 2023, 12, 48. <https://doi.org/10.3390/laws12030048>.

JAKHAR, S. K.; MANGLA, S. K.; LUTHRA, S.; KUSI-SARPONG, S. (2019). **When stakeholder pressure drives the circular economy: Measuring the mediating role of innovation capabilities.** *Management Decision*, Vol. 57 No. 4, pp. 904-920. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-0990>.

JANUÁRIO, M. *et al.* **Estudo do comportamento ambiental da população de Wenceslau Braz/PR em relação aos Resíduos Sólidos Urbanos.** *Revista de gestão ambiental e sustentabilidade*, v. 6, n. 1, p. 55-71, 2017.

JORNAL DE BRASÍLIA. **Resíduos de construção civil viram material para obras no DF.** Disponível em: <https://jornaldebrasil.com.br/brasil/residuos-de-construcao-civil-viram-material-para-obras-no-df/>. Acesso em: 11 jul. 2023.

JOVEM CANGANDO. **Programa Jovem Cangango 2021**. Disponível em: <https://jovemcangango.org.br/>. Acesso em 16 jun. 2023.

KALUNDBORG SYMBIOSIS. **Kalundborg Sysmbiosis infographic**. Disponível em: <http://www.symbiosis.dk/en/presse/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

KAZA, S.; YAO, L. C.; BHADA-TATA, P.; VAN WOERDEN, F. (2018). **What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050**. Urban Development. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d3f9d45e-115f-559b-b14f-28552410e90a> License: CC BY 3.0 IGO.

KHATIWADA, D.; GOLZAR, F.; MAINALI, B.; DEVENDRAN, A. A. **Circularity in the Management of Municipal Solid Waste: A Systematic Review**. Environmental and Climate Technologies, vol.25, no.1, 2021, pp.491-507. <https://doi.org/10.2478/rtuct-2021-0036>.

KING, B. **A Social Movement Perspective of Stakeholder Collective Action and Influence**. Bus. Soc. 2008, 47, 21–49. <https://doi.org/10.1177/0007650307306636>.

KIRCHHERR, J.; PISCICELLI, L.; BOUR, R.; KOSTENSE-SMIT, E.; MULLER, J.; HUIBRECHTSE-TRUIJENS, A.; HEKKERT, M. **Barriers to the circular economy: Evidence from the European Union (EU)**. Ecological Economics, 150, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>. 2018.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPALA, J. **Circular economy: the concept and its limitations**. Ecological economics. v. 143, p. 37-46, 2018.

KORHONEN, J.; NUUR, C.; FELDMANN, A.; BIRKIE, S. E. **Circular economy as an essentially contested concept**. Journal of Cleaner Production. v. 175, p. 544-552, 2018.

KOSHITA, N.; PATRA, S.; SINGH, S. P. (2022). **Sharing economic responsibility: Assessing end user's willingness to support E-waste reverse logistics for circular economy**. Journal of Cleaner Production. v. 332. Doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130057.

KUBANZA, N. S.; SIMATELE, M. D. (2019). **Sustainable solid waste management in developing countries: a study of institutional strengthening for solid waste management in Johannesburg, South Africa**. Journal of Environmental Planning and Management. p. 1-14. Doi: 10.1080/09640568.2019.1576510.

KUMAR S.; RENA, Y. S.; PATEL S.; KILLEDAR D. J.; KUMAR R. **Eco-innovations and sustainability in solid waste management: An indian upfront in technological, organizational, start-ups and financial framework**. J Environ Manage. 2022 Jan 15;302(Pt A):113953. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113953. Epub 2021 Oct 26. PMID: 34715610.

KURNIAWAN, T. A.; AVTAR, R.; SINGH, D.; XUE, W.; OTHMAN, M. H. D.; HWANG, G. H.; ISWANTO, I.; ALBADARIN, A. B.; KERN, A. O. **Reforming MSWM in Sukunan (Yogyakarta, Indonesia): A case-study of applying a zero-waste approach based on circular economy paradigm**. Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.clepro.2020.124775>.

LAI, N. Y. G.; KUAH, A. T. H.; KIM, C. H.; WONG, K. H. (2022). **Toward sustainable express deliveries for online shopping: Reusing packaging materials through reverse logistics.** Thunderbird International Business Review. Doi: 10.1002/tie.22259.

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

LIAO, C-H.; CHIU, A. S. F. **Evaluate municipal solid waste management problems using hierarchical framework.** Procedia – Social and Behavioral Sciences 2011:25:353–362. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.554>.

LIEDER, M.; RASHID, A. **Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry.** Journal of Cleaner Production. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>, 2015.

LINO, F.; BIZZO, W.; SILVA, E.; ISMAIL, K. (2010). **Energy impact of waste recyclable in a Brazilian metropolitan.** Resources Conservation and Recycling - RESOUR CONSERV RECYCL. 54. 916-922. 10.1016/j.resconrec.2010.01.010.

LINO, F. A. M.; ISMAIL, K. A.R.; Castañeda-Ayarza, J. A. **Municipal solid waste treatment in Brazil: A comprehensive review.** Energy Nexus, p. 100232, 2023.

LIU, H.; ALHARTHI, M.; ATIL, A.; ZAFAR, M. W.; KHAN, I. (2022). **A non-linear analysis of the impacts of natural resources and education on environmental quality: Green energy and its role in the future.** Resources Policy, Elsevier, vol. 79(C). doi:10.1016/j.resourpol.2022.102940.

LIU, Y.; AVELLO, M. **Status of the research in fitness apps: A bibliometric analysis.** Telematics and Informatics. 57: 101506, 2020.

LUGO, M.; AIL, S. S.; CASTALDI, M. J. **Approaching a zero-waste strategy by reuse in New York City: Challenges and potential.** Waste Management and Research. V. 38, Issue 7, pp. 734-755. Doi: 10.1177/0734242X20919496.

LUTTENBERGER, L. R. **Waste management challenges in transition to circular economy: Case of Croatia.** Journal of Cleaner Production, 256, 120495. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120495>.

LV, H.; MA, H. **Performance assessment and major trends in open government data research based on Web of Science data.** Data Technologies and Applications. 53: 286–303, 2019.

MAAß, O.; GRUNDMANN, P. **Governing transactions and interdependences between linked value chains in a circular economy: the case of wastewater reuse in Braunschweig (Germany).** Sustainability. Doi: 10.3390/su10041125, 2018.

MAAß, O.; GRUNDMANN, P.; VON BOCK UND POLACH, C. 2014. **Added-value from innovative value chains by establishing nutrient cycles via struvite.** Resources, Conservation and Recycling 87: 126-136.

MADERO-GÓMEZ, S. M.; RUBIO LEAL, Y. L.; OLIVAS-LUJÁN, M.; YUSLIZA, M. Y. **Companies Could Benefit When They Focus on Employee Wellbeing and the Environment: A Systematic Review of Sustainable Human Resource Management.** Sustainability 2023, 15, 5435. <https://doi.org/10.3390/su15065435>.

MAFRA, N. B. M.; ZANETI, I. C. B. B. **O acordo setorial de embalagens em geral, a logística reversa e a responsabilidade compartilhada em uma análise crítica.** 10º Fórum internacional de Resíduos Sólidos. (2019). Disponível em: <https://www.institutoventuri.org.br/ojs/index.php/firs/article/view/1597/861>. Acesso em: 25 mar. 2022.

MAJA, M. M.; AYANO, S. F.; (2021). **The Impact of Population Growth on Natural Resources and Farmers' Capacity to Adapt to Climate Change in Low-Income Countries.** Earth Systems and Environment. doi:10.1007/s41748-021-00209-6.

MARCOS, C. B.; KNISS, C. T.; RAMOS, H. R.; OLIVEIRA, E. A. de A. Q. **The contribution of public-private partnerships to the work of solid waste collectors in the municipality of ribeirão pires (SP).** Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. V. 18, p. 406-419. Doi: 10.54399/rbgdr.v18i1.6545.

MÄRKER, C.; VENGHAUS, Sandra; JÜRGEN-FRIEDRICH, Hake. **Integrated governance for the food–energy–water nexus – The scope of action for institutional change,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 97, 2018. Pages 290-300, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.020>.

MARTINS, M.; FUTEMMA, C. (2022). **O turismo como um bem comum e o papel da juventude em sua gestão no quilombo de Ivaporunduva no Vale do Ribeira, São Paulo, Brasil.** Desenvolvimento e Meio Ambiente. 59. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v59i0.76646>.

MARWOOD, S.; BYRNE, N.; MCCARTHY, O.; HEAVIN, C.; BARLOW, P. **Examining the Relationship between Consumers' Food-Related Actions, Wider Pro-Environmental Behaviours, and Food Waste Frequency: A Case Study of the More Conscious Consumer.** Sustainability 2023, 15, 2650. <https://doi.org/10.3390/su15032650>.

MASI, D.; DAY, S.; GODSELL, J. (2017). **Supply chain configurations in the circular economy: A systematic literature review.** Sustainability (Switzerland), 9(9). <https://doi.org/10.3390/su9091602>.

MAYRING, P. **Qualitative content analysis: theoretical foundation, basic procedures and software solution.** Klagenfurt, 2014. URN: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173>.

McDONOUGH, W. **Cradle to cradle.** Disponível em: <https://mcdonough.com/cradle-to-cradle/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things.** North Point Press: 2002.

McGINNIS, M. D. **An introduction to IAD and the language of the Ostrom workshop: a simple guide to a complex framework.** Policy Studies Journal, v. 39, n. 1, p. 169-183, 2011.

McGINNIS, M. D.; OSTROM, E. **Reflections on Vincent Ostrom, public administration and polycentricity.** Public administration review. 72 (1), p. 15-25, 2011.

McNEILL, J. R.; ENGELKE, P. **The Great Acceleration: An Environmental History of the Anthropocene Since 1945.** Massachusetts: The Belknap Press, 2016.

MENDOZA, J. M. F.; GALLEGOS-SCHMID, A.; VELENTURF, A. P. M.; JENSEN, P. D.; IBARRA, D. (2022). **Circular economy business models and technology management strategies in the wind industry: sustainability potential, industrial challenges and opportunities.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 163. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112523>.

MHATRE, P.; PANCHAL, R.; SINGH, A.; BIBYAN, S. (2020). **A Systematic Literature Review on the Circular Economy Initiatives in the European Union.** Sustainable Production and Consumption. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.008>.

MICHELINI, G.; MORAES, R. N.; CUNHA, R. N.; COSTA, J. M.; OMETTO, A. R. **From linear to circular economy: PSS conducting the transition.** Procedia CIRP, vol. 64, pp. 2-6, Jan. 2017. Doi: [10.1016/j.procir.2017.03.012](https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.012).

MINAYO, M. C. S. **Técnicas de pesquisa: entrevista como técnica privilegiada de comunicação.** In: _____. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 12 ed. p. 261-297. São Paulo: Hucitec, 2010.

MINAYO, M. C. S. T. **Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta.** In: MINAYO, M. S.; DESLANDES, S. F.; GOMES, R. Pesquisa social: teoria, método e criatividade. p. 61-77. 30ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MITCHELL, R. K.; AGLE, B. R.; WOOD, D. J. (1997). **Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining The Principle of Who and What Really Counts.** Academy Management Review, 22(4), 853-886. <http://dx.doi.org/10.2307/259247>.

MOKRANE, S.; BUONOCORE, E.; CAPONE, R.; FRANZESE, P. P. **Exploring the Global Scientific Literature on Food Waste and Loss.** Sustainability 2023, 15, 4757. <https://doi.org/10.3390/su15064757>.

MOLLISON, B.; HOLMGREN, D. **Permacultura um: uma agricultura permanente nas comunidades em geral.** Ground: 1983.

MONTALVÁN-BURBANO, N.; PÉREZ-VALLS, M.; PLAZA-ÚBEDA, J. (2020) **Analysis of scientific production on organizational innovation.** Cogent Business & Management 7: 1745043.

MONTEIRO, J. H. P. *et al.* **Manual de gerenciamento integrado de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAIS, J.; GLEN, C.; ARTEM, G.; LYNDIA, L.; SALEEM, A. **Global review of human waste-picking and its contribution to poverty alleviation and a circular economy.** *Environmental Research Letters* 2022. V. 17. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac6b49>.

MOUSTAIRAS, I. *et al.* **Exploring factors that affect public acceptance of establishing an urban environmental education and recycling center.** *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, v. 25, p. 100605, 2022.

MRAYYAN, B.; HAMDI, M. R. (2006). **Management approaches to integrated solid waste in industrialized zones in Jordan: a case of Zarqa City.** *Waste management (New York, N.Y.)*, 26(2), 195–205. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.06.008>.

MUNTEN, P.; VANHAMME, J. (2023). **To reduce waste, have it repaired! The quality signaling effect of product repairability.** *Journal of Business Research*. 156. 113457. [10.1016/j.jbusres.2022.113457](https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113457).

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. **The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context.** *J Bus Ethics* 140, p. 369-380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>, 2015.

NAG, Ahindra. **Environmental education and solid waste management.** New Age International, 2005.

NEOENERGIA. **Contas de luz podem ser pagas com material reciclável no Distrito Federal.** Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/brasil/w/contas-de-luz-podem-ser-pagas-com-material-reciclavel-no-distrito-federal>. Acesso em: 20 dez. 2023.

NEOENERGIA. **Projeto "Vale Luz" troca materiais recicláveis por desconto na fatura de energia em doze municípios.** Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/rn/w/projeto-vale-luz-troca-materiais-reciclaveis-por-desconto-fatura-energia-doze-municipios#:~:text=De%20janeiro%20a%20novembro%20de,de%20941%20clientes%20da%20distribuidora>. Acesso em: 20 dez. 2023b.

NKETIAH, E.; SONG, H.; XIANG, C.; ADJEI, M.; OBUOBI, B.; ADU-GYAMFI, G.; CUDJOE, D. (2022). **Predicting citizens' recycling intention: Incorporating natural bonding and place identity into the extended norm activation model.** *Journal of Cleaner Production*. 134425. [10.1016/j.jclepro.2022.134425](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134425).

NOSRATABADI, S.; MOSAVI, A.; SHAMSHIRBAND, S.; KAZIMIERAS ZAVADSKAS, E.; RAKOTONIRAINY, A.; CHAU, K. W. **Sustainable Business Models: A Review.** *Sustainability* 2019, 11, 1663. <https://doi.org/10.3390/su11061663>.

NOYONS, E. C. M.; MOED, H. F.; VAN RAAN, A. F. J. (1999) **Integrating research performance analysis and science mapping.** *Scientometrics* 46: 591–604.

OH, J.; HETTIARACHCHI, H. **Collective Action in Waste Management: A Comparative Study of Recycling and Recovery Initiatives from Brazil, Indonesia, and Nigeria Using the Institutional Analysis and Development Framework.** *Recycling*. 2020; 5(1):4. <https://doi.org/10.3390/recycling5010004>.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial**. 17ª ed. São Paulo: Atlas, 2007.

OLIVEIRA, K. **Fim dos lixões é adiado por falta de comprometimento dos municípios**. *Jornal da USP*. Disponível em: <https://jornal.usp.br/atualidades/fim-dos-lixoes-e-adiado-por-falta-de-compromisso-dos-municipios/>. Acesso em: 21 mar. 2022.

OLIVEIRA SILVA, W. D.; MORAIS, D. C. (2021). **Transitioning to a circular economy in developing countries: A collaborative approach for sharing responsibilities in solid waste management of a Brazilian craft brewery**. *Journal of Cleaner Production*. 319, 128703. Doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128703.

OLIVO, V. E.; PRIETTO, P. D.; KORF, E. P. (2022). **Review of guidelines for sustainable municipal waste management: best practices in Brazil**. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Waste and Resource Management*. 175:2, 33-40. doi:10.1680/jwarm.21.00017.

OLSON, M. **The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups**, Second Printing with a New Preface and Appendix; Harvard University Press: Cambridge, MA, USA, 1965.

OSTROM, E. **Background on the Institutional Analysis and Development Framework**. *Policy Studies Journal*. Oxford, v. 39, n. 1, 2011.

OSTROM, E. **Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems**. *American economy review*. v. 100, jun. 2000, p. 641-672, 2010.

OSTROM, E. **Governing the commons: the evolution of institutions for collective action**. New York: Cambridge University Press, 1990.

OSTROM, E. **Reformulating the commons**. *Ambiente & Sociedade*. n.º 10, p. 5-25, 2002.

OSTROM, E. **Understanding Institutional Diversity**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2005.

OSTROM, E.; AGRAWAL, A.; GARDNER, R.; WALKER, J.; WALKER, J. M.; WALKER, J. **Rules, Games, and Common-Pool Resources**. University of Michigan Press: Ann Arbor, MI, USA, 1994.

OSTROM, E.; GARDNER, R.; WALKER, J. **Rules, games, and common-pool resources**. University of Michigan press, 1994.

OSUCH, E.; OSUCH, A.; PODSIADŁOWSKI, S.; RYBACKI, P.; ADAMSKI, M.; MIODUSZEWSKA, N. (2016). **Analysis of the factors influencing the municipal waste segregation with using the ahp method**. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, (47), 157-162. <https://doi.org/10.12912/23920629/62860>.

OURO-SALIM, O.; GUARNIERI, P. (2022). **Circular economy of food waste: A literature review**. *Environ Qual Manage*, 32(2), 225– 242. <https://doi.org/10.1002/tqem.21836>.

ÖZKAN, P.; EZGI K. Y. **Linear Economy to Circular Economy: Planned Obsolescence to Cradle-to-Cradle Product Perspective.** Handbook of Research on Entrepreneurship Development and Opportunities in Circular Economy, edited by Neeta Baporikar, IGI Global, 2020, pp. 61-86. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-5116-5.ch004>.

PACHECO; L. A.; TAMAYO-PEÑA, J.; MORAES, B. d. S.; FRANCO, T. T. **Bioenergy, Electricity, Biogas Production, and Emission Reduction Using the Anaerobic Digestion of Organic Municipal Solid Waste in Campinas, One of the Largest Brazilian Cities.** Processes 2022, 10, 2662. <https://doi.org/10.3390/pr10122662>.

PAES, M. X.; DE MEDEIROS, G. A.; MANCINI, S. D.; RIBEIRO, F. M.; PUPPIM DE OLIVEIRA, J. A. **Transition to circular economy in Brazil: A look at the municipal solid waste management in the state of São Paulo.** Management Decision. <https://doi.org/10.1108/MD-09-2018-1053>, 2019.

PALANIANDY, P.; AZIZ, H. A.; WANG, L. K.; MICHAEL TERLECKY, P.; HUNG, Y. T. (2022). **Sanitary Landfill Types and Design.** In: Wang, L.K., Wang, M.H.S., Hung, Y.T. (eds) Solid Waste Engineering and Management. Handbook of Environmental Engineering, vol 24. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-89336-1_8.

PALMER, J.; HERAT, S. (2021). **Ecotoxicity of microplastic pollutants to marine organisms: a systematic review.** Water, air, & soil pollution, 232(5). Doi: 10.1007/s11270-021-05155-7.

PAPAMICHAEL, I. *et al.* **Building a new mind set in tomorrow fashion development through circular strategy models in the framework of waste management.** Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, v. 36, p. 100638, 2022.

PARANHOS, R.; FIGUEIREDO FILHO, D. B.; ROCHA, E. C. da; SILVA JÚNIOR, J. A. da; NEVES, J. A. B.; SANTOS, M. L. W. D. (2014). **Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson: o Retorno.** Leviathan (São Paulo), (8), 66-95. <https://doi.org/10.11606/issn.2237-4485.lev.2014.132346>.

PATWA, N.; SIVARAJAH, U.; SEETHARAMAN, A.; SARKAR, S. **Towards a circular economy: an emerging economies context.** J Bus Res 122:725–735. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.05.015>, 2021.

PAULI, G. **The blue economy: a report to the Club of Rome.** 2009. Disponível em: www.worldacademy.org/files/Blue%20Economy%202009.pdf. Acesso em: 2 mar. 2022.

PESCE, M.; TAMAI, I.; GUO, D.; CRITTO, A.; BROMBAL, D.; WANG, X.; CHENG, H.; MARCOMINI, A. **Circular economy in China: translating principles into practice.** Sustainability. 12 (3), 832. Doi: 10.3390/su12030832. 2020.

PIERONI, M.; BLOMSMA, F.; MCALOONE, T.; PIGOSSO, D. (2018). **Enabling circular strategies with different types of product/service-systems.** 10th CIRP - Conference on Industrial Product-Service System, 73, 179–184. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.327>.

PLANARES. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res%C3%AAduos-S%C3%B3lidos-Consulta-P%C3%BAblica.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2022.

PLANSAB. **Plano Nacional de Saneamento Básico**. Versão para consulta pública. Brasília: Ministério das Cidades, 2019. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSDRU/ArquivosPDF/Versao_Conselhos_Re solu%C3%A7%C3%A3o_Alta_-_Capa_Atualizada.pdf. Acesso em: 14 mar. 2022.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. **Circular economy for the built environment: a research framework**. *Journal of Cleaner Production*. v. 143, p. 710-718, 2017.

PRINCIPATO, L.; MARCHETTI, S.; BARBANERA, M.; RUINI, L.; CAPOCCIA, L.; COMIS, C.; SECONDI, L. (2023). **Introducing digital tools for sustainable food supply management: Tackling food loss and waste in industrial canteens**. *Journal of Industrial Ecology*, 27, 1060–1075. <https://doi.org/10.1111/jiec.13391>.

PRODUCT-LIFE INSTITUTE. **The performance economy**. Disponível em: <http://product-life.org/en/major-publications/performance-economy>. Acesso em: 25 fev. 2022.

PUERTAS, R.; MARTINEZ, J. M.; MARTÍ, L. (2023). **Analysis of the impact of university policies on society's environmental perception**. *Socio-Economic Planning Sciences*. 88. 101672. [10.1016/j.seps.2023.101672](https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101672).

RABELO PEREIRA, J.; DE SOUZA CABRAL, E. H.; PEREIRA, J. R. (2015). **Gestão Social e Governing the Commons: a Cooperação como Elo de Convergência**. *Revista de Ciências da Administração*, 1(1), 112–122. <https://doi.org/10.5007/2175-8077.2015v17n43p112>.

RADA, E.; TOLKOU, A.; KATSOYIANNIS, I.; MAGARIL, E.; KISELEV, A.; CONTI, F.; SCHIAVON, M.; TORRETTA, V. (2021). **Evaluating global municipal solid waste management efficiency from a circular economy point of view**. 207-218. Doi:10.2495/sc210181.

RANTA, V.; AARIKKA-STENROOS, L.; RITALA, P.; MÄKINEN, S. J. (2018). **Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: a cross-regional comparison of China, the US, and Europe**. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 135, pp. 70-82.

RATHORE, P.; SARMAH, S. P. **Economic, environmental and social optimization of solid waste management in the context of circular economy**. *Computers & Industrial Engineering*. <https://doi.org/10.106/j.cie.2020.106510>, 2020.

RAZA, S. A. (2020). **A systematic literature review of closed-loop supply chains**. *Benchmarking*, 27(6), 1765–1798. <https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2019-0464>.

REHMAN, F. U.; AL-GHAZALI, B. M.; FAROOK, M. R. M. **Interplay in Circular Economy Innovation, Business Model Innovation, SDGs, and Government Incentives: A Comparative Analysis of Pakistani, Malaysian, and Chinese SMEs**. *Sustainability* 2022, 14, 15586. <https://doi.org/10.3390/su142315586>.

RIBIĆ, B.; VOĆA, N.; ILAKOVAC, B. **Concept of sustainable waste management in the city of Zagreb:** Towards the implementation of circular economy approach. *J Air Waste Manage Assoc* 2017;67(2):241–259. <https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1229700>, 2017.

RODIĆ, L.; WILSON, D. C. **Resolving Governance Issues to Achieve Priority Sustainable Development Goals Related to Solid Waste Management in Developing Countries.** *Sustainability*. 2017; 9(3):404. <https://doi.org/10.3390/su9030404>.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards:** reverse logistics trends and practices. Reno: Nevada University, 1999.

ROMERO-HERNÁNDEZ, O.; ROMERO, S. **Maximizing the value of waste:** from waste management to the circular economy. *Thunderbird international business review*. p. 1-8. <https://doi.org/10.1002/tie.21968>, 2018.

ROWLEY, J.; SLACK, F. (2004). **Conducting a literature review.** *Management Research News*, 27(6), 31–39. <https://doi.org/10.1108/01409170410784185>.

SAAVEDRA, Y. M. B.; IRITANI, D. R.; PAVAN, A. L. R.; OMETTO, A. R. **Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy.** *Journal of Cleaner Production*. p. 1514-1522. Doi://10.1016/j.jclepro.2017.09.260, 2018.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI.** In: BURSZTYN, M. Para pensar o Desenvolvimento Sustentável. São Paulo: Brasiliense, 1993.

SALVIONI, D.; ALMICI, A. **Circular Economy and Stakeholder Engagement Strategy** (October 15, 2020). *Symphonya. Emerging Issues in Management* (symphonya.unicusano.it), Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3716266>.

SANTOS, W. L. P.; MOL, G. S. **Química e sociedade:** a ciência, os materiais e o lixo. São Paulo: Nova Geração, 2003.

SARIATLI, F. (2017). **Linear economy versus circular economy:** a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*. vol. 6. p. 31-34. 2017. DOI: 10.1515/vjbsd-2017-0005.

SARKIS, J.; HELMS, M. M.; HERVANI, A. A. (2010). **Reverse logistics and social sustainability.** *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*. 17, 337-354. Doi: 10.1002/csr.220.

SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. **Environmental sciences, sustainable development and circular economy:** alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental sciences*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>, 2016.

SCHMIDT, L. K. **Hermenêutica.** Petrópolis: Vozes, 2012.

SEDIRI, S.; TROMMETTER, M.; FRASCARIA-LACOSTE, N.; FERNANDEZ-MANJARRÉS, J. **Transformability as a wicked problem:** a cautionary tale? *Sustainability*. Doi: 10.3390/su12155895, 2020.

SEHNEM, S.; PANDOLFI, A.; GOMES, C. (2019). **Is sustainability a driver of the circular economy?** *Social Responsibility Journal*, 16(3), 329–347. <https://doi.org/10.1108/SRJ-06-2018-0146>.

SEMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Coleta Seletiva**. (2019) Disponível em: <https://www.sema.df.gov.br/coleta-seletiva-2/>. Acesso em: 1 jul. 2023.

SENADO FEDERAL. **CAE pode votar Política Nacional de Economia Circular**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/radio/1/noticia/2023/04/10/cae-pode-votar-politica-nacional-de-economia-circular>. Acesso em: 10 out. 2023.

SEPE. Secretaria de Projetos Especiais. **Estudos de modelagem / Consulta e audiência pública**. Disponível em: <https://www.sepe.df.gov.br/concessao-do-aterro-sanitario-de-brasilia/>. Acesso em 11 jul. 2023.

SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; VAISHYA, R. C.; GUPTA, R. D. (2007). **Municipal solid waste characteristics and management in Allahabad, India**. *Waste management* (New York, N.Y.), 27(4), 490–496. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.001>.

SHARMA, N. K.; GOVINDAN, K.; LAI, K. K.; CHEN, W. K.; KUMAR, V. (2020). **The transition from linear economy to circular economy for sustainability among SMEs: A study on prospects, impediments, and prerequisites**. DOI: 10.1002/bse.2717.

SHEN, X.; PAN, H.; GE, Z.; CHEN, W.; SONG, L.; WANG, S. **Energy-Efficient Multi-Trip Routing for Municipal Solid Waste Collection by Contribution-Based Adaptive Particle Swarm Optimization**. *Complex System Modeling and Simulation*, vol. 3, no. 3, pp. 202-219, September 2023, doi: 10.23919/CSMS.2023.0008.

SILVA, A.; ROSANO, M.; STOCKER, L.; GORISSEN, L. **From waste to sustainable materials management: three case studies of the transition journey**. *Waste Management*, Vol. 61, pp. 547-557, 2017.

SILVA, João Felipe Marques Da; ANDRADE, Silvia Karla Azevedo Vieira; CARVALHO, Brígida Gimenez; e DOMINGOS, Carolina Milena. **A ação coletiva e a cooperação no Sistema Único de Saúde**. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, [s. l.], v. 30, n. 3, p. e300329, 2020. ISSN 1809-4481, 0103-7331. DOI 10.1590/s0103-73312020300329.

SIYAL, S.; AHMAD, R.; RIAZ, S.; XIN, C.; FANGCHENG, T. **The Impact of Corporate Culture on Corporate Social Responsibility: Role of Reputation and Corporate Sustainability**. *Sustainability* 2022, 14, 10105. <https://doi.org/10.3390/su141610105>.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JONHSTON, R. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Campanha Cartão Verde**. (2023d). Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/campanha-cartao-verde/>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Perguntas frequentes – SLU**. (2023c). Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/faq/>. Acesso em: 26 jun. 2023.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Relatório Anual de 2020: Ampliação da Coleta Seletiva e impactos da pandemia nos serviços de limpeza urbana.** Governo do Distrito Federal. Brasília, DF. 2021.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Relatório da análise gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal: período chuvoso 2021.** Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/RelatorioGravimetria-PeriodoChuvoso2021.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2023.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Relatório de Atividades 2022.** (2022b). Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2023/07/RELATORIO-ANUAL-SLU-2022.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2023.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **Relatório de Atividades 2023.** (2023b). Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/wp-content/uploads/2023/05/RELATORIO-SLU-JAN-MAR-2023.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SLU. Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. **SLU.** Disponível em: <https://www.slu.df.gov.br/slu/>. Acesso em: 14 jul. 2022.

SMOL, M.; DUDA, J.; CZAPLICKA-KOTAS, A.; SZOŁDROWSKA, D. **Transformation towards Circular Economy (CE) in Municipal Waste Management System: Model Solutions for Poland.** Sustainability 2020;12(11):12114561. <https://doi.org/10.3390/su12114561>, 2020.

SOARES, P. B.; CARNEIRO, T. S. J.; CALMON, J. L.; CASTRO, L. O. C. O. **Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 175-185, jan./mar. 2016. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067>.

ŠOMPLÁK, R.; KŮDELA, J.; SMEJKALOVÁ, V.; NEVRLÝ, V.; PAVLAS, M.; HRABEC, D. **Pricing and advertising strategies in conceptual waste management planning.** Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.clepro.2019.118068>, 2019.

SOUZA PIAO, R.; VINCENZI, T. B.; VAZQUEZ-BRUST, D. A.; YAKOVLEVA, N.; BONSU, S.; CARVALHO, M. M. (2023). **Barriers toward circular economy transition: Exploring different stakeholders' perspectives.** Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 1– 16. <https://doi.org/10.1002/csr.2558>.

SNIS-RS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.** (2021). Ministério do Desenvolvimento Regional. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnosticos/residuos-solidos>. Acesso em: 14 mar. 2022.

SONEGO, M.; ECHEVESTE, M. E. S.; DEBARBA, H. G. **Repair of electronic products: Consumer practices and institutional initiatives.** Sustainable Production and Consumption, v. 30, p. 556-565, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.12.031>.

SONI, A.; DAS, P. K.; HASHMI, A. W.; YUSUF, M.; KEMYAB, H.; CHELLIAPAN, S. **Challenges and opportunities of utilizing municipal solid waste as alternative building materials for sustainable development goals: A review.** Sustainable Chemistry and Pharmacy, 2022. V. 27. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100706>.

STAHEL, W. **Product-life factor.** 1982. Disponível em: <http://www.product-life.org/en/major-publications/the-product-life-factor>. Acesso em: 22 fev. 2022.

SU, H.; LEE, P. **Mapping Knowledge Structure by Keyword Co-Occurrence: a first look at journal papers in technology foresight.** Scientometrics, v. 85, n. 1, p.65-79, jun. 2010.

SUÁREZ-EIROA, B.; FERNÁNDEZ, E.; MÉNDEZ-MARTÍNEZ, G.; SOTO-OÑATE, D. **Operational principles of circular economy for sustainable development: linking theory and practices.** Journal of Cleaner Production. v. 214. P. 952-961. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.271>, 2019.

SWAN, M. **Blockchain: Blueprint for a New Economy,** Newton, MA, USA: O'Reilly Media, 2015.

TEJASWINI, M. S. S. R.; PATHAK, P.; RAMKRISHNA, S. **Sustainable approach for valorization of solid wastes as a secondary resource through urban mining.** Journal of Environmental Management 2022. V. 319. <https://doi:10.1016/j.jenvman.2022.115727>.

THE BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations: guide;** BSI Standards limited: London, UK, 2017; ISBN: 978 0 580 92644 0.

THE NATURAL STEP. **About us.** Disponível em: <https://thenaturalstep.org/about-us/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

THONGPLEW, N.; ONWONG, J.; KOTLAKOME, R.; SUTTIPANTA, N. **Approaching circular economy in an emerging economy: a solid-waste reutilization initiative in a small fresh market in Thailand.** Sustainability: Science, Practice, and Policy 2022. V. 18. pp. 665-678. <https://doi.org/10.1080/15487733.2022.2110677>.

TIAN, L.; XU, G.; FAN, C.; ZHANG, Y.; GU, C.; ZHANG, Y. (2019). **Analyzing mega city-regions through integrating urbanization and eco-environment systems: a case study of the Beijing-Tianjin-Hebei region.** International Journal of Environmental Research and Public Health. 16(1), 114-. Doi: 10.3390/ijerph16010114.

TIEP LE, T.; NGUYEN, V. K. (2022) **The impact of corporate governance on firms' value in an emerging country: The mediating role of corporate social responsibility and organisational identification,** Cogent Business & Management, 9:1, DOI: 10.1080/23311975.2021.2018907.

TISSERANT, A.; PAULIUK, S.; MERCIAI, S.; SCHMIDT, J.; FRY, J.; WOOD, R.; TUKKER, A. **Solid Waste and the Circular Economy: A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints.** J. Ind. Ecol. 2017, 21, 628–640. doi:10.1111/jiec.12562.

TOBIN, S.; ZAMAN, A. **Regional Cooperation in Waste Management: Examining Australia's Experience with Inter-municipal Cooperative Partnerships.** Sustainability 2022, 14, 1578. <https://doi.org/10.3390/su14031578>.

TOLEDO, M.; GUTIÉRREZ, M. C.; SILES, J. A.; MARTÍN, M. A. (2019). **Odor mapping of an urban waste management plant: Chemometric approach and correlation between physico-chemical, respirometric and olfactometric variables.** Journal of Cleaner Production, 210(), 1098-1108. Doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.109.

TONELLI, M.; CRISTONI, N. **Strategic management and the circular economy.** Routledge: New York, 2019. ISBN 978-1-138-10363-4.

TSUI, T-H.; WONG, J. W. C. **A critical review: emerging bioeconomy and waste-to-energy technologies for sustainable municipal solid waste management.** Waste Disposal & Sustainable Energy 2019:1:151–167. <https://doi.org/10.1007/s42768-019-00013-z>.

ULLAH, S., KHAN, F.U.; AHMAD, N. **Promoting sustainability through green innovation adoption: a case of manufacturing industry.** Environ Sci Pollut Res 29, 21119–21139 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17322-8>.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World Population Prospects 2019: Highlights (ST/ESA/SER.A/423), 2019.**

UNITED NATIONS. **Population.** Disponível em: <https://www.un.org/en/global-issues/population>. Acesso em: 21 fev. 2022.

UNITED NATIONS. **Sustainable development goals.** (2021). Available in: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>.

UNITED NATIONS, 2015. **World Population Prospects: The 2015 Revision.** Disponível em: <https://esa.un.org/unpd/wpp/DataQuery>. KHARAS, H. The emerging middle class in developing countries. OECD Development Center, Working Paper n.º 285, jan. 2010.

VAN OPSTAL, W.; SMEETS, A. (2023). **Circular economy strategies as enablers for solar PV adoption in organizational market segments.** Sustainable Production and Consumption. 35. 40-54. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.019>.

VEIGA, R. M. da. **Do lixo à Economia Circular: um salto possível?** Tese de doutorado. Universidade Federal de Uberlândia – UFU. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14303/ufu.te>. Acesso em: 21 fev. 2022.

VELIS, C. A.; HARDESTY, B. D.; COTTOM, J. W.; WILCOX, C. **Enabling the informal recycling sector to prevent plastic pollution and deliver an inclusive circular economy.** (2022) Environmental Science and Policy, 138 , pp. 20-25.

VELVIZHI, G.; SHANTHAKUMAR, S.; DAS, B.; PUGAZHENDHI, A.; PRIYA, T. S.; ASHOK, B.; NANTHAGOPAL, K.; VIGNESH, R.; KARTHICK, C. **Biodegradable and non-biodegradable fraction of municipal solid waste for multifaceted applications through a closed loop integrated refinery platform: paving a path towards circular economy.** *Science of the Total Environment*. v. 731. 138049. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138049>, 2020.

VENTURA, M. M. **O estudo de caso como modalidade de pesquisa.** *Revista SoCERJ*. 20(5): 383-386. Setembro-outubro, 2007.

VIANA, E.; SILVEIRA, A. I.; MARTINHO, G. **Caracterização de Resíduos Sólidos: uma abordagem metodológica e propositiva.** São Paulo: De Livros, 2015.

VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado.** 4ª ed. São Paulo: CEMPRE, 2018.

VILHENA, A.; LUSTOSA, D. R. **Guia da cooperativa de catadores.** São Paulo: CEMPRE, 2010.

VILLALBA FERREIRA, M.; DIJKSTRA, G.; SCHOLTEN, P.; SUCOZHAÑAY, D. **The effectiveness of inter-municipal cooperation for integrated sustainable waste management: A case study in Ecuador.** *Waste Management*., v. 150, pp. 208-217. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.07.008>.

WANG, J.; LIM, M. K.; WANG, C.; TSENG, M. L. **The evolution of the Internet of Things (IoT) over the past 20 years.** *Computers & Industrial Engineering*, 155, 107174. doi:10.1016/j.cie.2021.107174. 2021.

WASSERBAUR, R.; SAKAO, T.; MILIOS, L. (2022). **Interactions of governmental policies and business models for a circular economy: A systematic literature review,** *Journal of Cleaner Production*, 337, 130329. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.130329>.

WATSON, R.; WILSON, H. N.; SMART, P.; MACDONALD, E. K. (2018). **Harnessing difference: a capability-based framework for stakeholder engagement in environmental innovation.** *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 35 No. 2, pp. 254-279.

WEETMAN, C. **Economia Circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa.** São Paulo: Autêntica Business, 2019.

WHITE, R. **The greening of industrial ecosystems.** Washington, DC: Nation Academy Press, 1994.

WIESMETH, H.; SHAVGULIDZE, N.; TEVZADZE, N. (2018). **Environmental policies for drinks packaging in Georgia: A mini-review of EPR policies with a focus on incentive compatibility.** *Waste Management & Research*, 36(11), 1004–1015.

WORLD BANK. **What a waste 2.0.** A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. 2018.

WORLD ECONOMIC FORUM. **24 charts every leader should see**. 2016. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2015/01/24-charts-every-leader-should-see>. Acesso em: 21 fev. 2022.

WU, Z.; JIA, F. (2018). **Toward a theory of supply chain fields – understanding the institutional process of supply chain localization**. *Journal of Operations Management*, 58–59(April), 27–41. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.03.002>.

XU, L. (2013). **On the Evaluation of Performance System Incorporating “Green Credit” Policies in China’s Financial Industry**. *Journal of Financial Risk Management*, 2, 33-37. doi: 10.4236/jfrm.2013.22005.

YAU, Y. (2010). **Domestic waste recycling, collective action and economic incentive: the case in Hong Kong**. *Waste management (New York, N.Y.)*, 30(12), 2440–2447. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2010.06.009>.

YILMAZ, R. M.; TOPU, F. B.; TAKKAÇ, T. A. **An examination of the studies on foreign language teaching in pre-school education: A bibliometric mapping analysis**. *Computer Assisted Language Learning*. Epub ahead of print 5 November 2019. doi: 10.1080/09588221.2019.1681465. 2019.

YUAN, Z.; BI, J.; MORIGUICHI, Y. **The circular economy: a new development strategy in China**. *J. Ind. Ecol.* 10 (1e2), 4e8. Available at: <http://www.thecirculareconomy.org>, 2006.

ZAKIANIS, S.; DJAJA, I. M. **The importance of waste management knowledge to encourage household waste-sorting behaviour in Indonesia**. *International Journal of Waste Resources*, v. 7, n. 04, 2017.

ZANETI, I. C. B. B.; FUZZI, F. R.; AMARO, A. B. **Encerramento de lixões e aterros controlados com inclusão de catadores de recicláveis: estudo de caso do Distrito Federal – Brasil**. In: BESEN, G. R.; JACOBI, P. R.; SILVA, C. L. (Orgs). *10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável*. Doi://10.11606/9786588109076. São Paulo: IEE-USP: OPNRS, 2021.

ZARGAR, T. I.; ALAM, P.; KHAN, A. H.; ALAM, S. S.; ABUTALEB, A.; ABUL HASAN, M.; KHAN, N. A. (2023). **Characterization of municipal solid waste: Measures towards management strategies using statistical analysis**. *Journal of environmental management*, 342, 118331. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118331>.

ZHANG, C.; LU, Y. **Study on artificial intelligence: The state of the art and future prospects**. *Journal of Industrial Information Integration*, 23, 100224. 2021. doi: 10.1016/j.jii.2021.100224.

ZHANG, J.; QIN, Q.; LI, G.; TSENG, C. H.; FANG, G. (2023) **Assessing the impact of waste separation on system transition and environmental performance through a city-scale life cycle assessment**. *Ecological Economics*, Elsevier, vol. 211(C). doi: 10.1016/j.ecolecon.2023.107886.

ZHU, J.; FAN, C.; SHI, H.; SHI, L. (2018). **Efforts for a Circular Economy in China: A Comprehensive Review of Policies**. *Journal of Industrial Ecology*. doi:10.1111/jiec.12754.

ZILIA, F.; BACENETTI, J.; SUGNI, M.; MATARAZZO, A.; ORSI, L. **From Waste to Product:** Circular Economy Applications from Sea Urchin. *Sustainability* 2021, 13, 5427. <https://doi.org/10.3390/su13105427>.

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Convidamos o(a) Senhor(a) a participar do projeto de pesquisa “**Atores sociais, Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal**”, sob a responsabilidade do pesquisador **Wender Freitas Reis**. O projeto investiga as oportunidades e desafios encontrados na implementação de estratégias de Economia Circular no sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no âmbito do Distrito Federal.

O objetivo desta pesquisa é analisar a operacionalização da Economia Circular no sistema de Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Distrito Federal, com base na percepção de atores sociais.

A justificativa do projeto está presente no fato dos Resíduos Sólidos serem hoje um grande problema da sociedade moderna, tendo como origem o atual modelo econômico: o linear. Por meio dele, as matérias-primas provenientes da natureza são utilizadas de maneira a atender às necessidades de uma sociedade cada vez mais consumista, o que gera uma elevada produção de Resíduos Sólidos, principalmente nas cidades. Assim, a proposta deste estudo é conhecer como ocorre essa dinâmica no Distrito Federal e, a partir disso, propor um modelo baseado na Economia Circular como uma alternativa que possa frear ou ajudar a conter as altas taxas de geração de resíduos por meio da geração de valor desses materiais com potencial de reciclagem. Isso será possível a partir de sua percepção a respeito do funcionamento do atual sistema de gestão de resíduos no Distrito Federal e sua relação com a Economia Circular.

A metodologia a ser empregada na pesquisa será feita, num primeiro momento, pela construção de uma base teórica com base na literatura científica que aborda a temática dos Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular. Em seguida será feita uma busca nas leis existentes sobre Resíduos Sólidos que apontam ou possuem elementos da Economia Circular em sua estrutura. Depois será feita a coleta de dados por meio das entrevistas junto aos atores sociais divididos em três categorias (1 – Poder público; 2 – Setor empresarial; 3 – Sociedade civil). A ideia aqui é entender como esses diferentes participantes, a partir de suas experiências, ajudam a construir uma análise a partir de diferentes percepções. Por fim, será feita a proposta de um modelo circular baseado nos princípios da Economia Circular como alternativa ao sistema atual.

Para isso, o(a) senhor(a) receberá todos os esclarecimentos necessários antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que seu nome não aparecerá sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo(a).

A sua participação é voluntária e caso aceite colaborar com a produção desse estudo, você participará de uma entrevista individual (presencial ou online) que durará aproximadamente 1 hora, para a coleta de dados, por meio de gravação em vídeo e/ou áudio. Em relação à confidencialidade, os arquivos gerados serão ouvidos por mim e seu nome não será utilizado. Vale reforçar que nenhuma publicação produzida a partir dessas entrevistas revelará os nomes de quaisquer participantes da pesquisa. Caso você perceba que determinadas perguntas o façam sentir-se incomodado, você poderá escolher não as responder. Mesmo depois de consentir em sua participação o Sr.(a) poderá desistir de continuar participando. Desta forma, tem o direito e a liberdade de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, seja antes ou depois da coleta dos dados, independente do motivo e sem nenhum prejuízo a sua pessoa.

Caso a entrevista aconteça de forma remota (videochamada, por exemplo), todo o conteúdo será armazenado em ambiente virtual local do pesquisador, por meio de *download* do arquivo, protegido com usuário e senha. O acesso é restrito ao pesquisador.

A entrevista semiestrutura é uma técnica de coleta de dados bastante eficiente, porém, alguns riscos são inerentes, dentre eles, o vazamento de dados e a possibilidade de constrangimento.

Na presente pesquisa, o risco de constrangimento, caso aconteça, está relacionado com as respostas dadas pelos entrevistados não coincidirem com a percepção de outras pessoas a respeito do tema, podendo gerar divergências de interpretação. Contudo, esse risco é minimizado pelo fato da proposta da tese não ser constituída de elementos polêmicos, mas sim, de pontos que estão presentes no debate nacional e local que são pertinentes à população como um todo: os Resíduos Sólidos e a Economia Circular.

As estratégias utilizadas para reduzir o risco de constrangimento são:

- Ausência de elementos sensíveis nas perguntas que possam comprometer a integridade moral dos respondentes; e
- Preservação do anonimato, ou seja, em nenhuma parte da pesquisa, os dados pessoais dos entrevistados serão disponibilizados ou explicitados.

Por outro lado, o risco de vazamento de dados está presente em três momentos na pesquisa: na coleta, no tratamento e no armazenamento.

Para reduzir o risco na coleta, será solicitado ao entrevistador, um ambiente privado e sem a presença de outras pessoas. Isso trará mais privacidade, segurança e liberdade para ambas

as partes conduzir o processo. Caso alguma entrevista aconteça de forma remota (videochamada, por exemplo), será solicitado ao entrevistado que, se possível, esteja em uma sala privativa de forma que outras pessoas não tenham acesso às suas respostas. Será informado a ele que todo o conteúdo da entrevista será armazenado em ambiente virtual local do pesquisador, por meio do download do arquivo, protegido com usuário e senha que são mecanismos para minimizar as limitações de segurança e potencial risco de violação.

O tratamento será feito unicamente pelo pesquisador em locais privativos e os resultados apresentados para a professora orientadora. Isso diminui consideravelmente a probabilidade de acesso de outras pessoas tanto aos dados fornecidos pelos entrevistados, quanto à pesquisa propriamente dita.

A estratégia para minimizar o risco de vazamento de dados será a guarda em ambiente virtual seguro (armazenamento local) com acesso restrito do pesquisador.

Embora o(a) Sr.(a) não tenha nenhuma despesa e não tenha nenhuma remuneração, fazendo parte deste estudo você contribuirá com o desenvolvimento da área de Políticas Públicas e Sustentabilidade no país, além disso, a tese produzida a partir dessa pesquisa poderá ser utilizada por você e/ou outros profissionais. Também não há compensação financeira relacionada a sua participação, que será voluntária.

Em caso de dúvidas e reclamações os pesquisadores estão disponíveis por meio do e-mail do doutorando reiswender@gmail.com ou de sua orientadora crisgbarreto@gmail.com, além do telefone: (61) 99993-8125. Informarmos também que você terá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para guardar com você.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação nessa pesquisa, você receberá assistência integral e gratuita, pelo tempo que for necessário, obedecendo os dispositivos legais vigentes no Brasil. Caso o Senhor(a) sinta algum desconforto relacionado aos procedimentos adotados durante a pesquisa, o senhor(a) pode procurar o pesquisador responsável para que possamos ajudá-lo.

Os resultados da pesquisa serão divulgados no sítio eletrônico da Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ceilândia (CEP/FCE) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas

com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-8434 ou do e-mail cep.fce@gmail.com, horário de atendimento das 14h:00 às 18h:00, de segunda a sexta-feira. O CEP/FCE se localiza na Faculdade de Ceilândia, Sala AT07/66 – Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED) – Universidade de Brasília - Centro Metropolitano, conjunto A, lote 01, Brasília - DF. CEP: 72220-900.

Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o Senhor(a).

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável
Wender Freitas Reis
Aluno doutorado – PPGCDS (Mat. 190001658)

Brasília, _____ de _____ de _____.

APÊNDICE B – Roteiro de entrevista semiestruturada – Poder Público

TÍTULO DA PESQUISA: Atores sociais, Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

Dados sobre o órgão:

1. Conte um pouco sobre o órgão.
2. Quais as suas responsabilidades sobre o sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal?

Desafios:

3. Quais os problemas enfrentados no processo de gestão? O que tem sido feito para resolvê-los?
4. Os recursos financeiros são suficientes para manter toda a logística necessária em funcionamento dentro das condições normais de operação?
5. Quais as dificuldades para a implantação da Coleta Seletiva? Ela funciona em todo o Distrito Federal?
6. Quando o ASB (Aterro Sanitário de Brasília) atingir sua capacidade máxima de recebimento de rejeitos, quais estratégias o Distrito Federal irá adotar?
7. Qual o tratamento dos resíduos orgânicos provenientes da coleta? E o vidro?
8. Quais as barreiras e os entraves para a implementação da Economia Circular por parte das empresas e da sociedade como um todo?
9. No contexto do Distrito Federal, existem políticas de incentivo para que as empresas e a sociedade adotem ações de Economia Circular?
10. Existem casos de empresas ou outras instituições no Distrito Federal que tenham implementado a Economia Circular em seus processos?
11. Qual seria o papel do governo para incentivar e ampliar a adoção da Economia Circular pela sociedade do Distrito Federal?

Oportunidades:

12. Quais os atores sociais participam da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal?
13. A Economia Circular surge como uma possibilidade? Existe um debate interno sobre ela? Em caso positivo, quais os pontos debatidos?
14. Quais as possíveis oportunidades e desafios para a implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal?
15. Na sua visão, quais as vantagens e os benefícios que a sociedade teria caso adotasse os princípios da Economia Circular?

Estratégias:

16. Quais instrumentos legais o Distrito Federal segue para efetivar a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos?
17. Existem programas de Educação Ambiental que visem sensibilizar e conscientizar a população sobre a importância da redução, do reuso e da Coleta Seletiva?
18. Qual a relação do Distrito Federal com outros atores sociais, especialmente as cooperativas/associações de catadores?
19. A política dos grandes geradores permitiu uma redução dos resíduos gerados pelas empresas?
20. Para melhorar o atual sistema, o que você acha que ele deveria ter? O que não pode faltar?
21. O que está sendo discutido nos dias de hoje para melhorar a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal?
22. O Distrito Federal adota estratégias com o objetivo de poupar recursos e poluir menos? Em caso positivo, quais seriam as ações adotadas?

APÊNDICE C – Roteiro de entrevista semiestruturada – Setor Empresarial

TÍTULO DA PESQUISA: Atores sociais, Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

Dados sobre o empreendimento:

1. Conte a história da empresa. Quais foram os aspectos motivadores para sua criação?
2. Qual o setor de atividade que vocês atuam?
3. Como é o trabalho de vocês?
4. Quais os tipos de produtos/serviços comercializados por vocês?

Desafios:

5. O Distrito Federal incentiva de alguma forma as empresas a praticarem a Economia Circular? Em caso negativo, o que poderia ser feito?
6. Quais os maiores desafios para o seu negócio?
7. Existem barreiras, dificuldades ou algum aspecto facilitador para o bom andamento do empreendimento?
8. De que forma as pessoas poderiam melhorar seus níveis de consciência sobre a Economia Circular? O que falta para isso?
9. De que forma a educação e a mudança de comportamento podem contribuir para o desenvolvimento de um consumo consciente?

Oportunidades:

10. De que forma o meio ambiente pode se beneficiar com o tipo de negócio praticado pela empresa?
11. Como a Economia Circular pode contribuir para uma gestão mais eficiente dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal?
12. Qual a visão da população sobre o negócio? Existe grande procura? Quais seriam os principais motivos para isso? Seria o preço ou uma preocupação com o meio ambiente?
13. Quais novas oportunidades vocês enxergam para o futuro?

Estratégias:

14. Existe parceria com outras empresas?
15. Em um futuro próximo, como você percebe o relacionamento entre empresas de outros segmentos com a Economia Circular? Será uma questão de sobrevivência, marketing ou consciência?
16. Como você enxerga o desperdício? De que forma ele poderia ser revertido?
17. Produtos com grande durabilidade trazem vantagens para vocês? Quais seriam?

APÊNDICE D – Roteiro de entrevista semiestruturada – Sociedade Civil

TÍTULO DA PESQUISA: Atores sociais, Economia Circular e Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal.

Dados sobre a instituição:

1. Conte um pouco sobre a história da instituição.
2. Quais são seus objetivos principais?
3. Como funciona a instituição?

Desafios:

4. Qual a avaliação que você faz do sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos do Distrito Federal?
5. Vocês possuem projetos voltados para as cooperativas/associações de catadores?
6. Existe Coleta Seletiva na região onde vocês estão instalados?
7. As pessoas, de maneira geral, fazem a Coleta Seletiva em suas residências? Por quais motivos?
8. Em relação ao sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal, as pessoas sabem como funciona?
9. Quais os possíveis desafios para a implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal?
10. Quais as barreiras e os entraves para a implementação da Economia Circular por parte das empresas e da sociedade como um todo?

Oportunidades:

11. A redução do consumo, o consumo de produtos com embalagens sustentáveis, o reuso, a reforma ou a reciclagem fazem parte da rotina da população local?
12. Quais as possíveis oportunidades para a implementação da Economia Circular no sistema de gestão e manejo de Resíduos Sólidos no Distrito Federal?
13. Na sua visão, quais as vantagens e os benefícios que a sociedade teria caso adotasse a Economia Circular?
14. Quais novas oportunidades podem ser vislumbradas para o futuro?

Estratégias:

15. De que forma vocês têm debatido a temática dos Resíduos Sólidos com a população e os órgãos gestores?
16. Quais ações o governo e os cidadãos poderiam adotar para melhorar a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos?
17. Você tem conhecimento sobre o termo Economia Circular? Ela poderia auxiliar, de alguma forma, a gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos no Distrito Federal? Em caso positivo, de que forma?
18. Vocês adotam ações para poupar recursos e poluir menos? Em caso positivo, quais são?
19. De que forma a educação e a mudança de comportamento podem contribuir para o desenvolvimento de um consumo consciente e, consequentemente, uma sociedade mais justa?

ANEXO A – Parecer consubstanciado do CEP

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Atores sociais, economia circular e gestão de resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso no Distrito Federal

Pesquisador: WENDER FREITAS REIS

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 67919423.5.0000.8093

Instituição Proponente: Centro de Desenvolvimento Sustentável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.094.095

Apresentação do Projeto:

Desenho:

"O presente estudo aborda os temas economia circular (EC), gestão de resíduos sólidos (GRS) e sustentabilidade. O intuito é analisar o papel, a participação e as responsabilidades de atores sociais na criação de estratégias de gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) aliadas aos princípios da EC que possam contribuir para a redução da oferta de resíduos por meio do consumo consciente, a otimização da coleta seletiva na fonte e o estímulo ao reuso. O campo da pesquisa será no âmbito do Distrito Federal (DF). Pelo exposto, a pergunta norteadora deste trabalho é: como operacionalizar a economia circular no sistema de gestão de RSU do Distrito Federal a partir da perspectiva de atores sociais? Nesse sentido, a hipótese é que quanto mais os atores sociais internalizarem os princípios da EC, melhores as possibilidades em se criar estratégias sustentáveis e um modelo circular de gestão de resíduos sólidos que seja mais eficaz que o atual, cujas bases se sustentam em uma perspectiva da economia

linear. A partir de uma análise qualitativa sobre o arcabouço legal, organizacional e teórico, o estudo tem como objetivo principal analisar a operacionalização da economia circular no sistema de gestão de RSU do DF, com base na percepção de atores sociais. A ideia é entender se os princípios da EC podem contribuir para a construção de um modelo circular de gestão de resíduos sólidos por meio da participação desses atores e que possa ser assimilado pela sociedade como um todo, de forma a trazer melhorias importantes aos problemas trazidos pelos resíduos. A

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILANDIA SUL (CEILANDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



Continuação do Parecer: 6.094.095

pesquisa tem como característica uma abordagem qualitativa embasada por um estudo de caso que visa analisar a articulação entre o atual sistema de gestão de RSU no DF e os princípios da EC. O aspecto qualitativo é justificado pela natureza da pergunta orientadora e pelo objeto de estudo da tese: articulação entre economia circular, atores sociais e RSU. Por se tratar de uma abordagem teórico-prática, a análise do sistema de gestão de RSU do DF se configura como um estudo de caso. Ele se torna adequado porque permite a "investigação de um caso específico, bem delimitado, contextualizado em tempo e lugar para que se possa realizar uma busca circunstanciada de informações" (VENTURA, 2007, p. 2). As técnicas empregadas para coleta de dados serão: a) entrevistas semiestruturadas; b) pesquisa documental; c) registro fotográfico; d) anotações. Para organizar a oitiva das entrevistas, os atores sociais serão agrupados em três categorias: I) Poder público; II) Setor empresarial; III) Sociedade civil. A pesquisa não tem como objeto uma instituição específica, mas sim, atores sociais de diferentes setores. Não serão coletados dados secundários que não sejam públicos. As pessoas a serem entrevistadas serão selecionadas com base em seu conhecimento acerca do tema proposto (Resíduos Sólidos Urbanos e Economia Circular) no âmbito do Distrito Federal. A identidade e a instituição que estas pessoas estão vinculadas serão mantidas em sigilo, ou seja, não serão divulgadas na pesquisa. O que cada entrevistado(a) informar nas entrevistas será considerado apenas sua opinião pessoal (a partir de sua experiência e conhecimento na área) e não como opinião da instituição a qual ele(a) está vinculado(a)."

Resumo:

"Economia circular surge como uma alternativa para aperfeiçoar os atuais sistemas de gestão de resíduos sólidos urbanos. Isso porque ela parte do princípio de que se deve otimizar o consumo, estimular o reuso de materiais, promover o reparo de produtos ao se atingir o seu fim de vida, melhorar as taxas de reciclagem e compostagem, além de ampliar a logística reversa, principalmente no setor empresarial. Apesar das pesquisas já realizadas para a operacionalização do conceito de EC na gestão de RSU, de maneira geral, a literatura aponta para lacunas de conhecimento sobre a maneira como os sistemas de gestão atual podem ser transformados em modelos circulares, incorporando estratégias da EC em diferentes setores. Estudos revisionistas mostram que são necessários mais esforços de pesquisa nesse sentido; Homrich et al. (2018) destaca a necessidade de se encontrar a ligação que faltava entre as carências dos setores industriais e a colaboração dos outros setores a fim de viabilizar a EC; e Bockel; Nuzum; Weissbrod (2021) mencionam a falta de pesquisa sobre o papel dos governos na

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILANDIA SUL (CEILANDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



Continuação do Parecer: 6.094.095

implementação da EC. Dessa forma, o presente estudo aborda a temática "Economia Circular, Resíduos Sólidos Urbanos e Sustentabilidade" e busca investigar o atual sistema de gestão de RSU no Distrito Federal (DF). O objetivo geral é analisar a operacionalização da economia circular no sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do

Distrito Federal, com base na percepção de atores sociais. Para a coleta de dados primários, serão criadas três categorias de atores sociais e as entrevistas feitas serão do tipo semiestruturadas. Para o levantamento teórico, será feita uma pesquisa nas bases de dados Scopus, Web of Science e Google Scholar e os resultados devidamente tratados no software R com o pacote bibliometrix. O arcabouço legal será analisado por meio de uma

matriz de correspondência entre os princípios da economia circular e as leis relacionadas aos resíduos sólidos urbanos nacional e local. Uma análise parcial destes dados será feita por meio do software NVIVO. Ao final, será proposto um modelo teórico de gestão circular de resíduos sólidos com base no IAD Framework de Elinor Ostrom. Espera-se, ao final da pesquisa, que a proposta (modelo) sirva de base para a criação de novas políticas e instrumentos de gestão de RSU voltadas aos municípios com o intuito de otimizar o uso dos recursos naturais e reduzir a produção e descarte de materiais a partir de fontes naturais."

Hipótese:

"Quanto mais os atores sociais conhecerem a economia circular, maior a probabilidade de colaboração para implementar estratégias de gestão de resíduos sólidos urbanos."

Critério de Inclusão:

"Os critérios de inclusão de novos entrevistados ocorrerão da seguinte forma: a) Quando um entrevistado previamente escolhido não assinar o TCLE; b) Quando não se conseguir atingir a quantidade de entrevistados por categoria previamente estabelecida no projeto; c) No caso de indisponibilidade do entrevistado previamente escolhido; d) Na hipótese de exclusão de um entrevistado."

Critério de Exclusão:

"Os critérios de exclusão dos entrevistados ocorrerão da seguinte forma: a) Houver a negativa de um participante previamente escolhido; b) Na hipótese do voluntário não assinar o TCLE; c) Quando um entrevistado se negar a responder as questões; d) Quando as respostas dadas pelo entrevistado estiverem muito distantes do esperado tendo como base as perguntas realizadas."

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILÂNDIA SUL (CEILÂNDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



Continuação do Parecer: 6.094.095

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

"Analisar a operacionalização da economia circular no sistema de gestão de resíduos sólidos urbanos do Distrito Federal, com base na percepção de atores sociais."

Objetivo Secundário:

"1. Identificar o estado da arte sobre economia linear, economia circular e resíduos sólidos urbanos por meio de uma revisão da literatura;
2. Analisar a correlação entre economia circular e seus princípios com os resíduos sólidos urbanos em duas perspectivas: uma temporal (período entre 2012 e 2022) e outra legal (leis 12.305/2010 e 5.418/2014);
3. A partir da percepção de atores sociais, analisar as oportunidades, desafios e estratégias para a implementação da economia circular no sistema de gestão de RSU no DF; 4. Propor um framework (modelo) teórico de gestão de RSU para o DF tendo como base os princípios da EC."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

"O processo de coleta e análise de dados será feito exclusivamente pelo pesquisador e os resultados apresentados para a professora orientadora. Durante a pesquisa de campo do projeto, o pesquisador não compartilhará nenhum dado ou informação coletado nas entrevistas, preservando assim, a integridade e o sigilo. A maior parte da pesquisa será realizada em ambientes seguros e salubres. As informações referentes aos atores sociais, como nome, cargo e empresa, estarão resguardadas e não serão publicadas. Isso mostrará segurança e confiabilidade junto aos entrevistados. Eles terão a garantia de que somente serão publicados a sua percepção pessoal a respeito do tema, tendo como "background" a sua experiência na organização onde atuam. A entrevista semiestruturada é uma técnica de coleta de dados bastante eficiente, porém, alguns riscos são inerentes, dentre eles, o vazamento de dados e a possibilidade de constrangimento. Na presente pesquisa, o risco de constrangimento, caso aconteça, está relacionado com as respostas dadas pelos entrevistados não coincidirem com a percepção de outras pessoas a respeito do tema, podendo gerar divergências de interpretação. Contudo, esse risco é minimizado pelo fato da proposta da tese não ser constituída de elementos polêmicos, mas sim, de pontos que estão presentes no debate nacional e local que são pertinentes à população como um todo: os Resíduos Sólidos e a Economia Circular. As estratégias utilizadas para reduzir o risco de constrangimento são: a) Ausência de elementos sensíveis nas perguntas

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILANDIA SUL (CEILANDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



Continuação do Parecer: 6.094.095

que possam comprometer a integridade moral dos respondentes; e b) Preservação do anonimato, ou seja, em nenhuma parte da pesquisa, os dados pessoais dos entrevistados serão disponibilizados ou explicitados. Por outro lado, o risco de vazamento de dados está presente em três momentos na pesquisa: na coleta, no tratamento e no armazenamento. Para reduzir o risco na coleta, será solicitado ao entrevistador, um ambiente privado e sem a presença de outras pessoas. Isso trará mais privacidade, segurança e liberdade para ambas as partes conduzir o processo. Caso alguma entrevista aconteça de forma remota (videochamada, por exemplo), será solicitado ao entrevistado que, se possível, esteja em uma sala privativa de forma que outras pessoas não tenham acesso às suas respostas. Será informado a ele que todo o conteúdo da entrevista será armazenado em ambiente virtual local do pesquisador, por meio do download do arquivo, protegido com usuário e senha que são mecanismos para minimizar as limitações de segurança e potencial risco de violação. O tratamento será feito unicamente pelo pesquisador em locais privativos e os resultados apresentados para a professora orientadora. Isso diminui consideravelmente a probabilidade de acesso de outras pessoas tanto aos dados fornecidos pelos entrevistados, quanto à pesquisa propriamente dita. A estratégia para minimizar o risco de vazamento de dados será a guarda em ambiente virtual seguro (armazenamento local) com acesso restrito do pesquisador."

Benefícios:

"O presente estudo pode contribuir para uma nova perspectiva de como lidar com os problemas trazidos pelos RSU. Isso porque a análise do atual modelo de gestão dos resíduos sólidos do DF pode permitir a construção de um "framework" embasado nos princípios da EC e com possibilidades de ampliação para outros municípios. O objetivo será a ampliação das taxas de coleta seletiva, aumento da recuperação de recicláveis, otimização da recuperação de materiais usados, incentivo às práticas de logística reversa (principalmente por parte do setor empresarial) e preferência para produtos e serviços que priorizem o anti-desperdício e o reuso de materiais. Além disso, o terceiro objetivo específico do projeto é "analisar, a partir da percepção de atores sociais, as oportunidades, desafios e estratégias para a implementação da EC no sistema de gestão de RSU do DF". Dessa forma, o único caminho para atingi-lo é realizando as entrevistas como forma de coleta de dados primários. Os benefícios diretos para a pesquisa estão embasados na percepção de como esses profissionais "enxergam" o atual sistema de gestão de RSU no DF e a sua relação com a EC. Essa perspectiva se faz muito importante pelo fato dessas pessoas atuarem "na ponta" do processo de forma prática durante as suas atividades corriqueiras. Pelo fato delas

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILANDIA SUL (CEILANDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



Continuação do Parecer: 6.094.095

acumularem um bom tempo de experiência prática, um ponto de vista pragmático da situação poderá ser analisado pelo

pesquisador e, a partir disso, identificar os elementos que precisam de mudanças, aqueles que podem corroborar para a melhoria do sistema e aqueles que atrapalham. Já os benefícios indiretos estão ligados aos resultados que os participantes terão acesso, no futuro, quando a pesquisa estiver concluída. A tese trará uma análise das informações coletadas nessa etapa do estudo sendo uma fonte de consulta por estes profissionais de forma que poderão utilizá-la para seus planos e tomada de decisões."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto de doutorado do pesquisador Wender Freitas Reis, vinculado ao Curso de Doutorado em Desenvolvimento Sustentável do Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB). A professora orientadora é a Profa. Dra. Cristiane Gomes Barreto.

O projeto prevê 13 participantes, distribuídos nas seguintes categorias: Categoria 1 - Poder público - 5 participantes; Categoria 2 - Setor empresarial - 3 participantes e Categoria 3 - Sociedade civil - 5 participantes. A previsão é de aplicação de entrevistas semiestruturadas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram atendidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS n.º 510, de 2016, na Resolução CNS n.º 466, de 2012, e na Norma Operacional n.º 001, de 2013, do CNS, manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2083808.pdf	28/05/2023 09:26:56		Aceito
Outros	carta_resposta_v2.pdf	28/05/2023 09:24:12	WENDER FREITAS REIS	Aceito

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILANDIA SUL (CEILANDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

FACULDADE DE CEILÂNDIA
DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - UNB



Continuação do Parecer: 6.094.095

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_detalhado_v3.docx	28/05/2023 09:22:36	WENDER FREITAS REIS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_v3.doc	28/05/2023 09:21:59	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Cronograma	cronograma_do_projeto_v2.doc	01/05/2023 20:38:33	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Declaração de concordância	termo_concordancia_proponente_assinado.pdf	13/03/2023 22:12:52	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto.pdf	13/03/2023 22:11:57	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Outros	curriculo_lattes_Cristiane_Gomes_Barreto.pdf	03/03/2023 12:49:22	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Outros	curriculo_lattes_Wender_Freitas_Reis.pdf	03/03/2023 12:48:57	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Outros	pendencias_documentais_atendidas.pdf	03/03/2023 12:41:25	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Outros	justificativa_de_nao_apresentacao_Termo_Aceite_Institucional.jpeg	03/03/2023 12:05:30	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Outros	termo_responsabilidade_pesquisador.jpeg	03/03/2023 12:03:17	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Orçamento	planilha_orcamentaria.pdf	03/03/2023 12:02:00	WENDER FREITAS REIS	Aceito
Outros	carta_encaminhamento_projeto.jpeg	03/03/2023 11:51:14	WENDER FREITAS REIS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASÍLIA, 31 de Maio de 2023

Assinado por:
MARIANA SODARIO CRUZ
(Coordenador(a))

Endereço: UNB - Prédio da Unidade de Ensino e Docência (UED), Centro Metropolitano, conj. A, lote 01, Sala AT07/66
Bairro: CEILÂNDIA SUL (CEILÂNDIA) **CEP:** 72.220-900
UF: DF **Município:** BRASÍLIA
Telefone: (61)3107-8434 **E-mail:** cep.fce@gmail.com

ANEXO B – Capa do artigo publicado na revista *Sustainability*

Article

Circular Economy and Solid Waste Management: Connections from a Bibliometric Analysis

Wender Freitas Reis *¹, Cristiane Gomes Barreto ² and Mauro Guilherme Maidana Capelari

Sustainable Development Center, University of Brasilia, Brasilia 70910-900, Brazil; crisbarreto@unb.br (C.G.B.); mauro.cappellaro@unb.br (M.G.M.C.)

* Correspondence: reiswender@gmail.com

Abstract: The aim of this study is to conduct a meta-analysis of the research published between 2012 and 2022 on solid waste management (SWM) and the circular economy (CE) using bibliometrics. To this end, the Scopus and Web of Science (WoS) databases were used as sources of publications. Processing was conducted using the R language version 4.2.2 and the Bibliometrix software package version 4.1.2. A theoretical basis was built on the terms in order to present their interactions in the context of scientific debate. The results show that there is a need to create indicators to facilitate the evaluation of SWM. They can be identified from the data collected during the management process. Examples include the volume of material collected, operating costs, and recycling rates. Indicators are important in the waste management process because they help quantify the effectiveness of the management practices adopted, help to identify areas that need improvement, and make it possible to monitor the progress of work over time and the achievement of previously set targets. Two other important results are the maximization of the use of resources by increasing the useful life of the product and the emergence of new sustainable business models with recycling as a driving force. Finally, and perhaps the most disruptive discovery, is the integration of SWM and CE with blockchain technology to reduce the levels of waste production. This shows how new technologies can be used as partners in solving complex problems, such as solid waste (SW).

Keywords: circular economy; solid waste management; R language; bibliometrics



check for updates

Citation: Reis, W.F.; Barreto, C.G.; Capelari, M.G.M. Circular Economy and Solid Waste Management: Connections from a Bibliometric Analysis. *Sustainability* **2023**, *15*, 15715. <https://doi.org/10.3390/su152215715>

Academic Editor: Fausto Cavallaro

Received: 4 September 2023

Revised: 26 October 2023

Accepted: 3 November 2023

Published: 8 November 2023



Copyright: © 2023 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Introduction

In 2016, the world generated approximately 2.01 billion tons of municipal solid waste (MSW) and is expected to produce 3.40 billion by the year 2050 [1]. This problem is related to the waste promoted by modern society as a result of the linear economic model [2], which is considered to be the main cause of the depletion of natural resources [3].

Population [4], urban growth, and consumption growth [5] are factors that burden the economy with disproportionately high levels of waste flows, generating waste management costs and limiting the ability to properly dispose of these materials. This leads to the pollution of water bodies, the spread of disease, an increase in greenhouse gases, the contamination of groundwater [6], and the exhaustion of landfills due to the high per capita production of waste [7]. As a result, due to new consumer societies and the constant pace of industrial activity, emissions into the environment and the generation of solid waste are becoming increasingly serious problems [8].

The need to ensure sustainable production and consumption patterns has been recognized in the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), specifically in Goal 12.5, which aims to “significantly reduce waste generation through conservation, reduction, recycling and reuse by 2030” [9].

This intention is in line with the proposal of the CE, a concept that has great potential for more sustainable development practices by seeking solutions to the problems of production, consumption, and waste [10].

ANEXO C – Material publicitário com fins de Educação Ambiental

NÃO MISTURE!



RECICLÁVEIS

(preferencialmente saco verde ou azul)

Papel | Papelão | Plástico | Isopor | Metal
Embalagem longa vida

ORGÂNICOS E REJEITOS

(preferencialmente saco cinza ou preto)

Restos de alimentos | Borra de café
Fralda descartável | Lixo de banheiro
Embalagens, papéis e plásticos engordurados



NÃO SE ESQUEÇA

O SLU realiza coleta convencional dos resíduos domésticos em dias alternados. Você precisa guardar o saco de lixo em sua casa e só entregar para a coleta no dia certo. Confira as rotas no site do SLU: www.slu.df.gov.br

Os recicláveis são secos e não causam mau cheiro e nem atraem insetos. Junte o material reciclável em um saco e entregue para a coleta no dia certo. Verifique no site o dia e horário da coleta seletiva em sua região e participe.

ATENÇÃO

Devemos devolver os seguintes resíduos para os fabricantes para que destinem de forma correta ou levar aos locais de entrega voluntária existentes:



VIDRO



PNEUS



LÂMPADAS



AGROTÓXICO



ELETRÔNICOS



MEDICAMENTOS



ÓLEO DE COZINHA USADO



PILHAS E BATERIAS

BENEFÍCIOS DA COLETA SELETIVA



MEIO AMBIENTE



MENOS LIXO
=
**MENOS POLUIÇÃO
E RISCO DE CONTAMINAÇÃO
DO SOLO E DA ÁGUA.**

Além disso, quando a gente recicla, a gente economiza energia, água e evita que novos recursos sejam retirados da natureza, ajudando a preservar o meio ambiente.



INCLUSÃO SOCIAL



No DF existem mais de 1.000 catadores de material reciclável que trabalham em cooperativas e tiram o sustento de suas famílias com o resíduo que você separa!



ECONOMIA
DO ATERRO
SANITÁRIO



Nosso Aterro Sanitário, onde vai parar todo lixo que não é reciclável, tem uma capacidade limitada. Daqui a alguns anos, um novo espaço será necessário para descarte desses materiais. Se a gente reciclar, vamos mandar menos lixo para o aterro e ele vai durar mais tempo.

LEMBRE-SE QUE ESSE FOLHETO É RECLAVEL. NÃO JOGUE EM VIA PÚBLICA.

Saiba mais em
www.slu.df.gov.br



ANEXO D – Reportagem sobre a vida útil do ASB

Q **CORREIO BRAZILIENSE**

MEIO AMBIENTE

Sem coleta seletiva, Aterro Sanitário de Brasília tem vida curta

Análise realizada pelo SLU aponta para diminuição acelerada do espaço onde o lixo do Distrito Federal é descartado. Um dos problemas é a baixa adesão da população às campanhas de separação adequada dos resíduos

[INÍCIO](#) > [CIDADES DF](#)

Ad Arthur de Souza

postado em 05/08/2023 03:55



João Santana, fundador e presidente da Ecolimpo - (crédito: fotos: Kayo Magalhães/CB/D.A Press)

Uma análise técnica do Serviço de Limpeza Urbana (SLU) aponta que o tempo de vida útil do Aterro Sanitário de Brasília (ASB) reduziu em cerca de dois anos. Segundo o órgão, os estudos foram realizados nos projetos das etapas 3 e 4 do aterro, em comparação com o Projeto Executivo Inicial, que previa um tempo de vida útil até 2030. A previsão era que essas primeiras etapas durariam cerca de 13 anos, de acordo com o SLU. No entanto, devido ao descarte inadequado dos resíduos, especialmente pela baixa adesão da população à separação adequada do lixo, a operação na área atual está prevista para até 2027, ainda segundo a pasta.

"O tempo de vida do aterro está ligado às atitudes da população. Quanto mais os cidadãos se engajarem na separação adequada e na destinação correta do lixo para a coleta seletiva, mais bem utilizado será o aterro, ao receber uma quantidade menor de resíduos que podem ser reciclados, gerando renda para milhares de famílias de catadores no DF", destacou o SLU, por meio de nota.

Professor de ciências biológicas do Ceub, Fabrício Escarlante destacou que a coleta seletiva é o melhor caminho a ser seguido, quando o assunto é gestão de lixo. "Caso tenhamos 100% de adesão ao modelo, os ganhos são enormes. A partir do momento em que reciclamos os materiais, a gente passa a retirar menos matéria-prima 'virgem' da natureza", ressaltou. "Isso é um aspecto extremamente importante, porque à medida que eu consigo diminuir essa extração, destruo uma área menor", complementou.

Preocupação

Quem entende bem a importância do engajamento social na coleta seletiva é Ana Caroline Lima, 31 anos, coordenadora da Comissão de Meio Ambiente do Movimento Comunitário do Jardim Botânico, com 62 condomínios associados. Ela contou que essa preocupação começou há sete anos, quando a presidente da comissão da época fez um empréstimo, por conta própria, e comprou um caminhão para que uma cooperativa pudesse fazer a coleta no condomínio onde ela morava.

"Esse foi o início de tudo. A partir daí, começamos a estruturar duas empresas de coleta seletiva. Cuidávamos da parte administrativa e da gestão de contratos. Também articulamos com os condomínios parceiros, para que eles contratassem as cooperativas para a coleta seletiva", detalhou. "No início, teve um pouco de receio. Mas, com o tempo, os moradores viram que os catadores eram tão profissionais quanto qualquer empresa", complementou a coordenadora.

Ela explicou que o progresso das cooperativas foi surpreendente. "A primeira empresa foi a que se estruturou mais rápido. Hoje, ela tem por volta de oito caminhões próprios e atende 15 condomínios, só aqui na região. Isso fez com que, há cerca de quatro anos, a cooperativa criasse autonomia", disse. "A segunda cooperativa, atualmente, tem dois caminhões próprios e três contratos com condomínios parceiros nossos. Desde o início de 2022, ela também está atuando de forma autônoma", ressaltou. Ana Caroline contou que essa era a ideia do projeto desde o começo. "Queríamos ensinar as cooperativas como se faz todo o processo, para que pudessem criar uma independência", disse.

Para quem ainda tem qualquer tipo de receio, ela comentou sobre a importância de aderir à coleta seletiva. "Às vezes as pessoas podem até se perguntar o que ganham fazendo a separação correta. Se elas soubessem que o seu lixo pode colocar comida na mesa das pessoas, fariam isso", afirmou. "É algo que não tem valor nenhum para você, mas que, para quem trabalha com esse tipo de material, significa dignidade, emprego, renda, moradia e educação. Tem todos esses valores agregados", completou.

Parceria de sucesso

Uma das cooperativas beneficiadas é a do João Santana, 60, fundador e presidente da Ecolimpo. "Encontramos o Movimento Comunitário do Jardim Botânico em 2017, que tinha esse propósito de buscar melhorias para a região. A partir daí, a gente teve um suporte de assessoria de gestão da cooperativa, pois éramos muito leigos nesse sentido. Eles nos deram assessoria até a gente conseguir caminhar com as próprias pernas", comentou.

De acordo com Santana, antes da assessoria, os rateios mensais entre os catadores, eram cerca de R\$ 70 por mês. "Isso era muito entristecedor. A gente não tinha sequer uma sede administrativa. Ficávamos debaixo de um galpão, que tinha um buraco na telha. As pessoas não posuíam qualquer formação", detalhou.

Novo aterro

Apesar da preocupação com a área atual do aterro, o SLU destacou que, após 2027, as operações devem ser transferidas para um terreno de 67 hectares, adjacente ao ASB, cedido pela Companhia Imobiliária de Brasília (Terracap). "Com essa nova área, a previsão de vida útil do aterro sanitário chegará a 30 anos", calculou a pasta. Em relação à coleta seletiva, o órgão disse que busca conscientizar a população com campanhas educativas, mobilização social de casa em casa e pelo aplicativo de celular "SLU Coleta DF".

Quanto às áreas atendidas pelo modelo, o SLU ressaltou que 33 das 35 regiões administrativas do Distrito Federal contam com o serviço de coleta seletiva porta a porta, ficando de fora somente as regiões do Pôr do Sol/Sol Nascente e Água Quente. "A ampliação do serviço para essas regiões está em fase de estudos pelo SLU. A previsão é de que até o próximo ano, todas as áreas urbanas do Distrito Federal tenham o serviço de coleta seletiva", previu.

O SLU destacou que, além da coleta porta a porta, disponibiliza 242 unidades dos papa-recicláveis, que são pontos da coleta seletiva instalados em locais estratégicos e de grande circulação, distribuídos por todo o DF, onde a população pode descartar qualquer tipo de resíduo seco, além de 23 unidades do papa-entulho, que também recebem materiais recicláveis.

Você sabia?

A coleta seletiva é o recolhimento de materiais recicláveis (papel, papelão, plástico, isopor, metal) que não devem ser misturados ao lixo comum das residências ou local de trabalho. Trata-se de um cuidado dado ao resíduo que começa com a separação dos resíduos em duas lixeiras, uma para os orgânicos e rejeitos, e outra para os recicláveis. Para concluir, os sacos de recicláveis devem ser entregues para a coleta seletiva do SLU nos dias e horários corretos (<https://www.slu.df.gov.br/mapa-coleta-seletiva/>). A implantação da Coleta Seletiva tem inúmeros benefícios.

Ambientais:

- Aumento da vida útil dos aterros sanitário, a partir da diminuição de resíduos que deixarão de ir para estes locais;
 - Aumento do ciclo de vida das matérias-primas de cada resíduo coletado e reaproveitado.
-

Sociais:

- Geração de trabalho e renda aos catadores de materiais recicláveis;
- Resgate da cidadania dos catadores por meio de sua organização em cooperativas e associações.

Educacionais:

- Estímulo à mudança de hábitos e valores no que diz respeito à proteção ambiental, conservação da vida e desenvolvimento sustentável.

Culturais:

- Criação de novas práticas de separação dos resíduos, considerando que os materiais recicláveis permeiam por todas as atividades sociais.

Econômicos:

- Redução de gastos com aterramento dos resíduos;
- Diminuição de gastos com a limpeza pública.

Fonte: SLU

ANEXO E – Reportagem sobre a expansão do ASB

Transparência Ouvidoria Acesso à informação Diário Oficial Portal do Governo do Distrito Federal

AGÊNCIA BRASÍLIA Home Notícias Fotos Vídeos Tudo Explicadinho Serviços Imprensa

COMO REALIZAR O RECADASTRASUS-DF:

- Autocadastro online: portalcidadao.df.gov.br/recadastrasusdf
- Por telefone: **Díscque 160 - opção 5**
- Presencial: **unidades de saúde (preferencialmente a UBS mais próxima de casa)**

FALE COM O GOVERNO AÇÕES EM DESTAQUES

22/7/23 às 09:22, Atualizado em 22/7/23 às 09:33

Expansão garante mais 30 anos de vida útil ao Aterro Sanitário de Brasília

Área de 67 hectares cedida pela Terracap receberá sistemas de drenagem e tratamento do chorume, queima de gases e monitoramento ambiental

Catarina Loiola, da Agência Brasília | Edição: Saulo Moreno

MEIO AMBIENTE

SLU

TERRACAP



Facebook



Encaminhar

O Aterro Sanitário de Brasília será expandido. A Companhia Imobiliária de Brasília (Terracap) cedeu uma área de 67 hectares ao Serviço de Limpeza Urbana (SLU) para a continuação do depósito de rejeitos. Instalado em Samambaia, a área em execução atualmente tem vida útil estimada até 2027 e, com a cessão, ganha mais 30 anos de funcionamento.



O Aterro Sanitário de Brasília, inaugurado em 2017 para suprir a demanda do antigo Lixão da Estrutural, foi projetado para ter vida útil de 13 anos. Mas estimativas do SLU afirmam que as atividades no local chegarão ao fim em maio de 2027, ou seja, três anos antes do previsto | Fotos: Tony Oliveira/Agência Brasília

O presidente do SLU, Silvio Vieira, afirma que o objetivo é garantir o aterramento adequado dos rejeitos, respeitando as normas ambientais. “Não podemos esperar que uma área termine para buscarmos outra”, crava. Antes de iniciar o uso, serão projetados e executados mecanismos como sistema de drenagem e tratamento do chorume, sistema de captação e queima dos gases e sistema de drenagem pluvial, além de dispositivos para o monitoramento operacional e ambiental.

Inaugurado em 2017 para suprir a demanda do antigo Lixão da Estrutural, que foi fechado no ano seguinte, o aterro de Brasília foi projetado para ter vida útil de 13 anos. No entanto, as últimas estimativas do SLU afirmam que as atividades no local chegarão ao fim em maio de 2027, ou seja, três anos antes do previsto.



De acordo com o presidente do SLU, Silvio Vieira, o objetivo da expansão é garantir o aterramento adequado dos rejeitos, respeitando as normas ambientais

Segundo o presidente do SLU, o tempo de funcionamento foi prejudicado pela falta de coleta seletiva. Isso porque, do total de 2.200 toneladas de resíduos recebidas diariamente, pelo menos 500 toneladas são de materiais recicláveis. Além disso, do total de lixo que chega ao aterro diariamente, cerca de 1.200 toneladas são de orgânicos que poderiam ir para a compostagem. O número equivale a 55% do total.



Gerente do Aterro Sanitário de Brasília, Juliana Frutuoso ressalta a diferença entre aterro e lixão: “É uma obra de engenharia. Tem todos os sistemas e controle necessários para diminuir ao máximo os impactos negativos da deposição dos resíduos no meio ambiente”

No destino correto, estes itens geram renda para centenas de famílias que trabalham com reciclagem. “Só os rejeitos deveriam estar vindo para o aterro, como aquele lixo de banheiro”, observa Vieira. “A gente precisa que a população descarte corretamente os resíduos, pelo menos em duas partes: secos e úmidos”.

Segundo a gerente do Aterro Sanitário de Brasília, Juliana Frutuoso, um aterro é diferente de um lixão. “É uma obra de engenharia. Tem todos os sistemas e controle necessários para diminuir ao máximo os impactos negativos da deposição dos resíduos no meio ambiente”, explica.

CONHEÇA SEU LIXO

Lixo reciclável

Papéis, plásticos, embalagens, metais, vidros, tubos de pasta de dente, isopor



Lixo orgânico

Restos de alimentos, cascas de legumes e frutas, casca de ovos, borra de café



Rejeitos

Papel higiênico, absorventes íntimos, papéis engordurados ou sujos, adesivos, celofane, carbono, papéis metalizados ou plastificados, dejetos de animais, poda de plantas, filtros de café, sachês de chá



Artes: Agência Brasília

“O aterro sanitário tem uma vida útil desde a concepção do projeto. É projetado para que caiba uma quantidade de resíduos específico e não conseguimos ir muito além do que é previsto no projeto, então nós temos que nos programar desde o início para saber para onde levaremos o lixo quando essa área acaba”, completa Frutuoso. “Atualmente, o aterro comporta aproximadamente 8 milhões de toneladas de resíduos. Quando acabar esse espaço, precisamos de outro para levar o resíduo que continuará sendo produzido.”

Processo

Os resíduos são oriundos das Usinas de Tratamento Mecânico Biológico, dos galpões de triagem das cooperativas, da coleta convencional e de grandes geradores, como restaurantes e hotéis. Antes de ser aterrado, o lixo é pesado e contabilizado, com a identificação da origem e dos principais produtos descartados.

Depois, são espalhados pelos caminhões em áreas previamente indicadas para serem compactados. O trabalho visa garantir a estabilidade do maciço e a ocupação do mesmo espaço possível, a fim de otimizar a área disponível.

O chorume produzido durante o processo de decomposição é captado pelo sistema de

drenagem e passa por uma série de tratamentos. Todo o líquido contaminante é medido e direcionado à lagoa principal, sem nenhum contato com o solo devido à estrutura de impermeabilização. O contato do líquido com o solo pode contaminar os lençóis freáticos e causar sérios danos à natureza.



O coordenador de Usinas e Aterros, Leonardo Yamada, diz que, quando concentrado na lagoa, o líquido passa por processos químicos e físicos, como homogeneização, decantação e oxidação para a diminuição do potencial contaminador



Segundo o coordenador de Usinas e Aterros do SLU, Leonardo Yamada, quando concentrado na lagoa, o líquido passa por processos químicos e físicos, como homogeneização, decantação e oxidação do líquido para a diminuição do potencial contaminador. Por fim, ocorre o polimento em filtros. “São cinco etapas de filtragem que removem as impurezas que sobraram dos outros processos e reduzem a coloração do efluente tratado. Nesse ponto, inclusive, o líquido perde a característica de poluente e passa ser um efluente tratado, já que segue os parâmetros da nossa autorização ambiental”.

FAÇA A SUA PARTE



Separação

Coloque o lixo seco (reciclável) e o úmido (orgânico e rejeitos) em lixeiras separadas. Se tiver espaço em casa, use sacos de plástico diferentes para cada um dos materiais recicláveis: vidro, plástico, metal e papel

Limpeza

Esvazie as embalagens e remova o excesso de sujeira para evitar mau cheiro e a proliferação de insetos nos pontos de reciclagem. A limpeza pode ser feita com um papel já usado ou com água

Compostagem

Caso tenha um jardim em casa, aposte na separação do lixo úmido também. Você pode criar uma composteira para transformar os resíduos orgânicos em adubo. O SLU te dá todos os passos necessários para a montagem do minhocário

Coleta

Informe-se sobre a coleta seletiva na sua região - você pode fazer essa consulta no site do SLU. Caso ela não seja realizada, é possível procurar postos de entrega voluntária ou cooperativas

Resíduos especiais

Materiais como óleo de cozinha, latas de aerossol, eletrônicos, baterias, pilhas, chapas de Raio-X, fios, lâmpadas e medicamentos não podem ser descartados nas lixeiras domésticas. Confira onde estão os pontos de coleta no site do SLU

As outorgas em vigência permitem o depósito de até 2 mil m³ de chorume, por dia, no corpo hídrico receptor que, no caso do aterro de Brasília, é o Rio Melchior. No entanto, Yamada aponta que a quantidade disposta é muito inferior, sobretudo no período de seca. São cerca de 700 m³ por dia. “Atualmente não precisamos utilizar a totalidade, já que tratamos um quantitativo menor e numa qualidade superior à exigida pelo órgão ambiental”, pontua.

Esforço coletivo

Para que o aterro tenha a vida útil prevista, a população precisa se comprometer com a coleta seletiva. O descarte incorreto faz com que materiais recicláveis e orgânicos ocupem o espaço de rejeitos, prejudicando a capacidade final do depósito. O ato de cidadania não exige muito esforço: o primeiro passo é separar os itens úmidos dos secos em sacolas diferentes e entregar para a coleta adequada. O material reciclável vai para a coleta seletiva e os outros para a convencional.

Leia também



Mais de 37 mil toneladas de lixo processadas no DF desde 2020



De quem é a responsabilidade por grandes quantidades de resíduos sólidos?



Certificado reconhece condomínios que fazem coleta seletiva correta

A lista de recicláveis é composta por garrafas PET, embalagens de produtos de limpeza, potes de shampoo, tubos de pasta de dente, sacolas e embalagens plásticas em geral, isopor, latas e objetos de metal, jornais, papéis, papelões limpos, caixas de leite e de sucos. Já os orgânicos e rejeitos são restos de comida, cascas de frutas, legumes e ovos, filtro de café e saquinhos de chá, papéis sujos e engordurados, lixo de banheiro, papel higiênico e fraldas.

Segundo Silvio Vieira, o SLU está empenhado em conscientizar a população sobre a importância da coleta seletiva. “Acreditamos muito na educação das crianças, temos o teatro do SLU, que todos os dias está em

escola mostrando como que faz a coleta seletiva para que as crianças possam puxar a orelha dos pais e mostrar a forma correta de descartar”, explica.

Os dias e horários da coleta seletiva para cada região [estão disponíveis no site do SLU](#) e também no aplicativo *SLU Coleta DF*, disponível nas plataformas Android e IOS.

ATERRAMENTO ADEQUADO DOS REJEITOS	ATERRO SANITÁRIO DE BRASÍLIA	
COLETA SELETIVA	COMPANHIA IMOBILIÁRIA DE BRASÍLIA	
CONTINUAÇÃO DO DEPÓSITO DE REJEITOS	LIXÃO DA ESTRUTURAL	
NORMAS AMBIENTAIS	SAMAMBAIA	VIDA ÚTIL ESTIMADA

 Facebook  Encaminhar