

**UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

ANA PAULA FREITAS DE LIMA

**PROBLEMAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES DA IMPLANTAÇÃO E USO DE
TECNOLOGIAS EM REDES DE RECICLAGEM**

**SÃO PAULO
2024**

ANA PAULA FREITAS DE LIMA

**PROBLEMAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES DA IMPLANTAÇÃO E USO DE
TECNOLOGIAS EM REDES DE RECICLAGEM**

Defesa de Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Administração da
Universidade Paulista – UNIP.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto M. Giglio

**SÃO PAULO
2024**

FICHA CATALOGRÁFICA

Lima, Ana Paula Freitas de.

Problemas, desafios e soluções da implantação e uso de tecnologias em redes de reciclagem / Ana Paula Freitas de Lima. - 2024.

134 f.: il. color.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Paulista, São Paulo, 2024.

Área de concentração: Redes Organizacionais.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Michelangelo Giglio.

1. Redes. 2. Economia circular. 3. Reciclagem. 4. Tecnologia. 5. Problemas. 6. Desafios. 7. Soluções. I. Giglio, Ernesto Michelangelo (orientador). II. Título.

ANA PAULA FREITAS DE LIMA

**PROBLEMAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES DA IMPLANTAÇÃO E USO DE
TECNOLOGIAS EM REDES DE RECICLAGEM**

Defesa de Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Administração da
Universidade Paulista – UNIP.

Área de Concentração: Redes Organizacionais.

Linha de Pesquisa: Redes, Organizações e Sociedade.

Orientador: Prof. Dr. Ernesto Michelangelo Giglio

Aprovada em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ernesto Michelangelo Giglio
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dr. Arnaldo Ryngelblum
Universidade Paulista - UNIP

Prof. Dra. Simone Sehnem
Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me sustenta e me fortalece por ter conduzido cada detalhe nessa trajetória e me dando saúde, sabedoria, disciplina e recursos para que o mestrado fosse iniciado e finalizado.

Agradeço às pessoas que foram primordiais durante o percurso: meus filhos e meus pais, pela compreensão à minha ausência. Agradeço ao meu amigo e companheiro, por seu apoio e incentivo em me fazer ver a vida acadêmica com outro olhar. “A vida é um eterno aprendizado e quanto mais aprendemos, mais percebemos o quanto temos a aprender”.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Ernesto Michelangelo Giglio, pela paciência e ensinamentos durante a pesquisa, por andar lado a lado comigo, indicando-me o caminho a seguir, pelas cuidadosas correções e *feedbacks*, sempre com respeito e educação. Professor Giglio é um profissional admirável e disciplinado e não mediu esforços para que a conclusão dessa pesquisa fosse possível. Professor, meus sinceros agradecimentos e reconhecimento por sua dedicação exemplar.

À UNIP, ao Departamento de Pós-Graduação em Administração da instituição. Agradeço ainda à Coordenação do Curso, aos seus funcionários, por todo o suporte que me proporcionaram durante o meu processo de aprendizagem.

Agradeço aos Professores Doutores Víctor Silva Corrêa, Charbel José Chiappetta Jabbour, Renato Telles, Arnaldo Luiz Ryngelblum, Márcio Cardoso Machado e Rafael Moraes Pereira, pelos ensinamentos, compartilhamento e sugestões. Eles foram fonte de inspiração e sabedoria, que contribuíram para o meu amadurecimento acadêmico.

Agradeço à Profa. Dra. Simone Sehnem, da Universidade do Oeste de Santa Catarina – UNOESC, e ao Prof. Dr. Arnaldo Luiz Ryngelblum que gentilmente aceitaram fazer parte de minha banca e muito contribuíram, com sugestões, para o aperfeiçoamento do trabalho.

Agradeço às pessoas entrevistadas que disponibilizaram seu tempo e responderam com entusiasmo e paciência a todas as perguntas.

Agradeço à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio financeiro, sem o qual não teria sido possível este trabalho.

Muito obrigada.

RESUMO

O trabalho investiga os problemas, desafios e soluções da implantação e uso de tecnologias aplicadas a redes de reciclagem de resíduos sólidos domésticos e não orgânicos. A pesquisa se justifica porque as taxas de reciclagem são baixas, ao redor de 46% no mundo e 13% na América Latina, embora existam tecnologias possíveis de serem aplicadas para o aumento positivo da prática. O primeiro passo consistiu em realizar revisão bibliográfica sobre tecnologia e reciclagem. Foi quando se verificou que a academia pouco contribuiu para o aumento referido, até o momento de oferecer alternativas de modelos de adoção de tecnologias na rede de reciclagem. A tecnologia não aparece como *hot topic* nos artigos sobre reciclagem. Como teoria de base utilizam-se os conceitos de abordagem social de redes, economia circular, indústria 4.0 e redes de reciclagem. A pesquisa se caracteriza por ser qualitativa, descritiva e analítica. O plano de pesquisa consistiu nos seguintes passos: (a) Investigar a estrutura e funcionamento de redes de reciclagem; (b) Encontrar evidências dos problemas, desafios e soluções na implantação e no uso de tecnologias de reciclagem; (c) Organizar e interpretar os dados a partir da matriz teórica selecionada. Para a coleta realizaram-se entrevistas e coleta de dados de fontes secundárias, incluindo-se a análise de um caso. Para a realização das entrevistas seguiram-se os critérios éticos da plataforma Brasil, os critérios sobre o anonimato, os critérios sobre o esclarecimento dos riscos e benefícios aos respondentes e apresentação do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Os resultados da revisão bibliográfica, de documentos secundários e de projetos das empresas, das entrevistas, das mídias e do estudo de caso indicaram que a adoção de tecnologias em reciclagem depende do fator humano, devido ao descompromisso dos empresários com a sustentabilidade e com a legislação brasileira, devido ao descompromisso e ao desconhecimento dos consumidores sobre o descarte adequado. O governo edita leis sobre economia circular e reciclagem, mas falta fiscalização e suporte para as empresas sociais que atuam no setor, como as cooperativas. O benefício principal é contribuir para o conhecimento sobre as possíveis barreiras e soluções para o incremento da aplicação de tecnologias à tarefa da reciclagem. O benefício secundário é a oferta de uma matriz de indicadores de variáveis presentes na implantação e no uso de tecnologia em redes de reciclagem, possível de ser utilizada em pesquisas e ações gerenciais.

Palavras-chave: Redes. Economia Circular. Reciclagem. Tecnologia. Problemas. Desafios. Soluções.

ABSTRACT

This study investigates the problems, challenges, and solutions for implementing and using technologies applied to recycling networks for domestic solid and non-organic waste. The research is justified because recycling rates are low, around 46% worldwide and 13% in Latin America, although there are technologies that can be applied to positively increase the practice. The first step was to conduct a literature review on technology and recycling. It was then found that academia had contributed little to the aforementioned increase, until the time came to offer alternative models for adopting technologies in the recycling network. Technology does not appear as a hot topic in articles on recycling. The concepts of social network approach, circular economy, industry 4.0, and recycling networks are used as the underlying theory. The research is characterized by being qualitative, descriptive, and analytical. The research plan consisted of the following steps: (a) Investigating the structure and functioning of recycling networks; (b) Finding evidence of the problems, challenges, and solutions in the implementation and use of recycling technologies; (c) Organizing and interpreting the data based on the selected theoretical framework. Data collection was conducted through interviews and secondary sources, including the analysis of a case study. The interviews followed the ethical criteria of the Brasil platform, the criteria on anonymity, the criteria on explaining the risks and benefits to respondents, and the presentation of the Informed Consent Form (ICF). The results of the literature review, secondary documents and company projects, interviews, media and the case study indicated that the adoption of recycling technologies depends on the human factor, due to the lack of commitment of businesspeople to sustainability and to Brazilian legislation, due to the lack of commitment and lack of knowledge of consumers about proper disposal. The government enacts laws on the circular economy and recycling, but there is a lack of oversight and support for social enterprises that operate in the sector, such as cooperatives. The main benefit is to contribute to knowledge about possible barriers and solutions for increasing the application of technologies to the task of recycling. The secondary benefit is the provision of a matrix of indicators of variables present in the implementation and use of technology in recycling networks, which can be used in research and management actions.

Keywords: Networks. Circular Economy. Recycling. Technology. Problems. Challenges. Solutions.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Análise de co-ocorrência de palavras-chave associadas às expressões reciclagem e tecnologia.	17
Figura 2 - Modelo do 5rs na economia circular.....	21
Figura 3 - Escopo da pesquisa	34

Lista de Quadros

Quadro 1 - Resumo dos problemas, desafios e soluções de tecnologia aplicados à reciclagem	18
Quadro 2 - Resumo dos fundamentos teóricos	28
Quadro 3 - Estratégia de pesquisa	33
Quadro 4 - Indicadores da categoria Cadeia.....	366
Quadro 5 - Indicadores da categoria Ambiente e Atores.....	37
Quadro 6 - Indicadores dos documentos	47
Quadro 7 - Indicadores das entrevistas.....	62
Quadro 8 - Indicadores das mídias	688

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Dados dos resultados sobre os documentos, entrevistas e mídias.....	744
Tabela 2 - Matriz dos resultados.....	75

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO.....	13
1.2 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS.....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.2 FORMATO DE REDES.....	19
2.3 ECONOMIA CIRCULAR	21
2.4 REDES DE RECICLAGEM	23
2.5 ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0	26
3 METODOLOGIA.....	32
3.1 OBJETIVO.....	33
3.2 ESCOPO.....	34
3.3 SUJEITOS.....	34
3.4 INDICADORES.....	35
3.5 COLETA	39
3.6 MÉTODOS DE ANÁLISE	41
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	42
4.1 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DOCUMENTOS E RELATÓRIOS	42
4.1.1. DOCUMENTOS DE PROJETOS	44
4.1.2 ANÁLISE DOS DADOS	46
4.2 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DAS ENTREVISTAS.....	48
4.2.1 ANÁLISE DOS DADOS	61
4.3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE MÍDIAS.....	64
4.3.1 ANÁLISE DOS DADOS	67
4.4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE CASO	71
4.5 RESPOSTA AO PROBLEMA DA PESQUISA	73
5 CONCLUSÃO.....	79
5.1 RESPOSTA DA PROPOSIÇÃO	81
5.2 SOBRE A TEORIA DE BASE	82
5.3 SOBRE A METODOLOGIA	84
5.4 SOBRE OS RESULTADOS	85
5.5 CONTRIBUIÇÕES E LIMITES DO TRABALHO	86
5.6 PROPOSTAS PARA NOVAS PESQUISAS	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
APÊNDICE A - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE TECNOLOGIA E RECICLAGEM	104

APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA.....	111
APÊNDICE C – EXEMPLO DE TRANSCRIÇÃO E ANÁLISE DE MÍDIAS DIGITAIS.....	115
APÊNDICE D – ORGANIZAÇÃO DOS DADOS DE MÍDIAS DIGITAIS	118
ANEXO I – APROVAÇÃO PLATAFORMA BRASIL.....	132

1 INTRODUÇÃO

O tema sustentabilidade é cada vez mais relevante nas últimas décadas, em função dos indicadores de degradação do ambiente, na terra, na água e no ar (Mariano & Ferrarezi Junior, 2022). Em todo planeta, surgem programas globais e locais de preservação e recuperação de áreas, bem como de reuso e reciclagem de materiais (Guillot, 2023).

As tarefas relacionadas à sustentabilidade apresentam as características do formato de rede (Powell, 1990), com evidências de complexidade de tarefa, interdependência e necessidade de governança (Stallkamp *et al.*, 2022). Complexidade são as diversas especialidades nas áreas de conhecimento; interdependência é a necessidade de interação entre esses especialistas e governança é a direção dada a estes especialistas para uma tomada de decisão efetiva, ou seja, os três vocábulos femininos são os mecanismos que orientam as ações coletivas (Lima *et al.*, 2018).

Sobre rede de reciclagem, leituras iniciais indicam que um dos desafios é a adoção dos princípios da economia circular, que possibilita o reaproveitamento de produtos, por meio da otimização nos processos de fabricação, produzindo insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis (Hennemann & Sehnem, 2022). Há sinais de que os empresários, em sua maioria, não estão preparados e nem dispostos a modificar seu padrão de produção linear para o padrão de produção circular (Guillot, 2023).

Outro desafio refere-se ao uso de tecnologia na ponta da reciclagem e sua ligação com a economia circular (Hennemann & Sehnem, 2022). Autores afirmam que tanto universidades quanto empresas dirigem esforços para a ponta de produção e não para a ponta do retorno (Kurniawan *et al.*, 2022; Othman *et al.*, 2020).

Entre os esforços destaca-se o uso de tecnologias emergentes digitais, como a indústria 4.0 (Ind4.0), que descreve a combinação entre a tecnologia da informação e a comunicação com as tecnologias digitais inteligentes (Jabbour *et al.*, 2018). A Ind4.0 proporciona a conexão entre processos de produção e tecnologias, levando a aumento de produtividade por meio de decisões descentralizadas e sistemas autônomos (Lasi *et al.*, 2014).

Algumas dessas tecnologias inteligentes são *Internet of things* (IoT), um sistema computacional que realiza a coleta e a troca de dados de dispositivos eletrônicos. A *Big Data* são dados em grandes volumes que são analisados e interpretados para auxiliar empresas em tomadas de decisões. O *Cyber-physical systems* (CPS) permite integração

de ambientes cibernéticos, processos e objetos, na conexão de máquinas e dispositivos de uma linha de produção, com dados em tempo real, auxiliando nas tomadas de decisão. Todas estas tecnologias podem auxiliar na otimização de processos relacionados à reciclagem e na tomada de decisão dos atores envolvidos (Gokhale *et al.*, 2018; Shan *et al.*, 2022).

A partir de 2010, a tecnologia modificou os sistemas de produção, a logística, as formas de comercialização (Terrarini & Saltorato, 2018) e a tecnologia de comunicação para coleta de resíduos recicláveis, especialmente os eletrônicos, com inúmeros *sites* de compra do produto.

Em função desse contexto de um discurso sobre sustentabilidade, bem como do contexto dos benefícios do uso de tecnologia indicados pela expressão Ind4.0 e pelas evidências de uma situação de desafios para reciclagem, criou-se o problema de pesquisa, que pode ser assim resumido: quais os problemas, os desafios e as soluções da implantação e do uso de tecnologias em redes de reciclagem?

O tema é relevante, porque as taxas mundiais de reciclagem estão ao redor de 46% dos resíduos produzidos e, na América Latina, a média é de 13% de reciclagem (Forti *et al.*, 2020). As baixas taxas evidenciam que algo pode estar errado na execução da tarefa e que existem fatores a serem analisados, para se explicar, por exemplo, a diferença entre continentes e países (Kurniawan *et al.*, 2021).

O material não reciclado causa degradação ambiental, pois em aterros sanitários e lixões são depositados materiais de diversos componentes (Fragomeni *et al.*, 2010), destacando-se a presença de metais, como Níquel (Ni), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Mercúrio (Hg), na forma de resíduos contidos em latas, tintas e outros produtos tóxicos. Com a chuva e o vento, estes elementos poluem o solo e as águas superficiais e subterrâneas (Machado *et al.*, 2012). Por exemplo, a decomposição de alguns desses materiais resulta em poluição por toxinas, que pode correr para águas superficiais e subterrâneas (Cavallet *et al.*, 2013).

Na Malásia, no Sudeste da Ásia, mais de 17 mil toneladas de resíduos sólidos de todo o mundo são descartadas na região de forma escondida, com dominância dos plásticos. Os componentes não recicláveis são incinerados em petroquímicas, ocasionando a poluição do meio ambiente, com resultados de problemas respiratórios e cancerígenos na população da região (Rosa & Collins, 2023).

No Brasil, temos o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), editado em 2010, que contempla objetivos específicos para mitigar problemas atuais que ocasionam o desequilíbrio ambiental, incentivando o desenvolvimento das redes de reciclagem, com apoio para formação de cooperativas (Saueressig *et al.*, 2021). No entanto, itens importantes, como a obrigação da indústria de prover condições de acompanhar o descarte de seus produtos e facilitar o retorno para reuso e reciclagem, praticamente não saíram do papel.

Artigos de revisões bibliográficas sobre tecnologias aplicadas à reciclagem mostram que o assunto é pouco investigado e com raras aplicações, quando se compara com esforços de tecnologias aplicadas em economia circular e na ponta da produção (Almeida & Borsato, 2019; Chauhan *et al.*, 2022).

Considerando o levantamento e a análise iniciais, a proposição orientadora é a de que os problemas, os desafios e as soluções da implantação e do uso de tecnologias em reciclagem estão no lado humano, isto é, nas decisões, nas resistências e nos interesses de atores em adotar a economia circular e implantar tecnologias na rede de reciclagem. Os dados iniciais que levaram à proposição evidenciam falta de conhecimento e investimento na reciclagem. A tecnologia existe, está testada e aprovada em laboratório; porém, falta sua implantação.

Considerando a importância da reciclagem e a raridade de estudos sobre tecnologias, criou-se o objetivo do trabalho.

1.1 Objetivo

O objetivo é construir a resposta ao problema de pesquisa a partir da análise das evidências sobre os problemas, desafios e as soluções da implantação e do uso de tecnologias aplicadas à reciclagem. Obtida a resposta, pode-se discutir a sustentação ou não da proposição. Para atingir este objetivo realizam-se as seguintes tarefas:

(a) Organizar as evidências dos problemas, dos desafios e das soluções na implantação e uso de tecnologias de reciclagem, nas fontes primárias e secundárias, incluindo a análise de um caso;

(b) Organizar e interpretar os dados a partir da matriz teórica da abordagem social de redes, dos princípios da economia circular e das afirmativas sobre a adoção de tecnologias da indústria 4.0;

(c) Indicar, ao final, as possíveis contribuições teóricas, metodológicas e gerenciais da dissertação.

1.2 Contribuições esperadas

A principal contribuição esperada é uma explicação sobre as possíveis barreiras e soluções para a adoção de tecnologias aplicadas à tarefa de reciclagem, o que pode oferecer um caminho de entendimento e gestão da rede de reciclagem, trazendo vantagens à sociedade e aos atores envolvidos.

Uma contribuição secundária é a oferta de uma matriz de indicadores de variáveis relevantes sobre os problemas, desafios e soluções na implantação e no uso de tecnologia em redes de reciclagem, possível de ser utilizada em pesquisas e ações gerenciais.

Como impacto teórico do trabalho espera-se um aprofundamento da compreensão dos fatores envolvidos na implementação e uso de tecnologias em redes de reciclagem de resíduos sólidos.

Como impacto metodológico espera-se que a matriz de indicadores sirva de modelo para aplicação e validação em pesquisas semelhantes. Como impacto gerencial espera-se que o trabalho ofereça algumas soluções de gestão da tarefa de implantação e no uso de tecnologias aplicadas à reciclagem.

Como impacto social e de sustentabilidade espera-se que a dissertação traga incremento de conhecimentos sobre os resultados dos ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; 12 – Consumo e Produção Responsáveis; 15 – Vida sobre a Terra e 17 – Parcerias pelas Metas, incluindo as metas 17.6, 17.7, 17.8 e 17.9, que tratam de parcerias para uso de tecnologias. Além desses ODS, o uso de tecnologias em reciclagem pode melhorar a qualidade de vida dos que trabalham no ramo, atualmente expostos a esforços físicos para coletar e separar o material.

Concluindo este item, apresentaram-se os argumentos e fatos que justificam o estudo da tecnologia na reciclagem. Os dados sobre a concentração de esforços na ponta da produção parecem indicar a dominância de um modelo de produção linear, que não valoriza a ponta de circularidade dos resíduos.

As baixas taxas de reciclagem de resíduos sólidos domésticos no mundo e em especial na América Latina originaram a tarefa de se investigar os problemas, os desafios e as soluções e o uso de tecnologias.

Buscas iniciais sobre o tema em bancos de dados de produção acadêmica indicaram que existe tecnologia para ser utilizada na reciclagem, mas são raros os exemplos de seu uso em escala. O resultado levanta a proposição de que os problemas e os desafios são de ordem humana e não tecnológica, por exemplo no descompromisso dos empresários com as obrigações legais, ou a falta de conhecimento sobre tecnologias existentes.

A dissertação está estruturada da seguinte forma: o item introdutório; nele, se descrevem o trabalho, os objetivos, a justificativa e os dados de uma busca inicial sobre a implementação e o uso de tecnologias na reciclagem. O item 2 desenvolve a base teórica que sustenta a forma de interpretação dos dados coletados na pesquisa. O item 3 apresenta a metodologia. O item 4 apresenta e analisa os dados coletados nas diversas fontes. O item 5 apresenta a conclusão.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O item apresenta os fundamentos teóricos que sustentam a dissertação, na investigação da adoção de tecnologias na ponta da economia circular que é o retorno do material. A fundamentação inicia-se com a descrição e a análise dos resultados da revisão bibliográfica.

2.1. Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica sobre reciclagem e tecnologia indica multidisciplinariedade de temas e campos de investigação, tais como Engenharia, Sociologia, Química Ambiental e Tecnologia. O foco da análise foi a associação entre tecnologia e reciclagem.

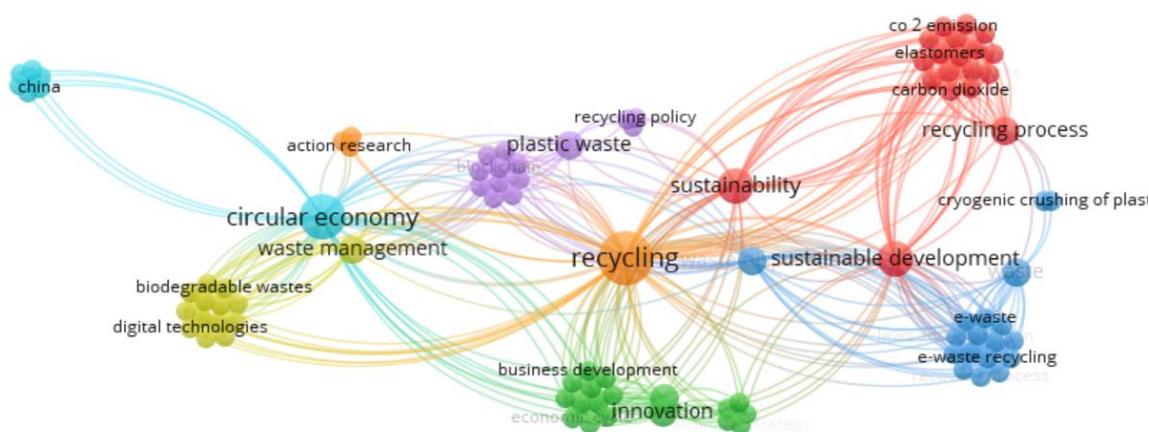
O tema de tecnologia aplicada à gestão de reciclagem é importante, considerando os problemas ambientais causados pelos resíduos, pelo descarte irregular e pelas baixas taxas de reciclagem no mundo, ao redor de 46% (Forti et al., 2020).

A produção acadêmica das expressões reciclagem e tecnologia na base *Scopus* indica números da ordem de 265 mil e 4,5 milhões respectivamente. O cruzamento das duas expressões resultou na ordem de 38 mil indicações, distribuídas em várias áreas, como Engenharia, Ciências Sociais e Biológicas, conforme se infere da distribuição da frequência mostrada pelo portal.

O Apêndice A descreve o caminho de análise desenvolvido na revisão bibliográfica. A Figura 1, construída a partir do software *Vosviewer*, mostra as áreas de investigação associadas às expressões reciclagem e tecnologia. Conforme se verifica na Figura 1, a palavra tecnologia não aparece, embora possa estar presente em expressões tais como *digital technologies* ou *cryogenic crushing of plastic*.

Um ponto interessante na Figura 1 é a indicação de abordagens teóricas utilizadas para o estudo dos temas reciclagem e tecnologia. Expressões como economia circular, políticas públicas de reciclagem, desenvolvimento de negócios, inovação, gestão de resíduos, sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e processos de reciclagem indicam teorias aplicadas.

Figura 1 - Análise de co-ocorrência de palavras-chave associadas às expressões reciclagem e tecnologia.



Fonte: Autora, 2024.

A Figura 1 destaca as expressões *recycling*, *circular economy*, *business development*, *carbon*, *plastic*, *digital technologies* and *ewaste*. As palavras sugerem que o maior desafio da aplicação de tecnologia em reciclagem passa pela economia circular e por estratégias de desenvolvimento de negócios. A passagem para o modelo de economia circular foi repetidamente enfatizada nos artigos (Rahmani *et al.*, 2021; Sasmoko *et al.*, 2022; Wu & Wu, 2019).

Um fato relevante da revisão é que o uso intensivo de tecnologias na cadeia produtiva concentra-se na origem do produto, isto é, nos modos de produção (Stallkamp *et al.*, 2022). Um dos temas mais frequentes é a tecnologia em embalagens, especialmente o plástico, maior produtor de resíduos no planeta (Mukhamadeyeva *et al.*, 2018). Na ponta da reciclagem, existem testes de tecnologias aplicadas à coleta, à triagem e à separação de material, mas são poucos os exemplos de seu uso em escala na indústria.

A análise temática dos artigos selecionados na revisão indicou alguns problemas referentes ao uso de tecnologias para reciclagem. Entre os mais citados, destacam-se a resistência dos empresários no uso de tecnologias, a falta de interesse em investir na área, o descompromisso com as obrigações legais, a falta de conhecimento e a capacitação dos empresários. Sobre o governo apontou-se a dificuldade de fiscalização. Para completar o quadro, os consumidores não fazem a sua parte, que é realizar o descarte correto dos resíduos (Cui *et al.*, 2022).

Esses problemas dificultam a implantação de tecnologias, embora elas existam e tenham sido testadas, por exemplo, no rastreamento de embalagens plásticas (Gasde *et al.*, 2021; Khadke *et al.*, 2021).

Os problemas geram propostas na forma de desafios, isto é, planos ou sugestões de mudanças. Entre os desafios mais citados, descreveram-se a adoção da economia circular por parte dos empresários e a educação ambiental da população.

Sobre as soluções, no sentido de ações de implantação e uso de tecnologias na reciclagem, surgiram propostas sobre a coleta, a triagem e os processos físicos e químicos de separação e de trituração dos materiais, especialmente o plástico.

Chamou a atenção o fato de as tecnologias de reciclagem estarem centralizadas em países desenvolvidos, o que pode estar relacionado à existência de recursos financeiros para essas pesquisas e uma mentalidade ambiental mais desenvolvida, conforme sugere a porcentagem comparada de reciclagem em países europeus e latino-americanos. Foram raros os artigos que discutiram problemas e desafios nos países não desenvolvidos, ou em desenvolvimento, tais como cultura de prática dos consumidores no descarte correto e ausência de fiscalização do destino dos resíduos (Kurniawan *et al.*, 2022).

O Quadro 1 resume os problemas, os desafios e as soluções encontradas na produção acadêmica. Os problemas referem-se às causas da situação, por exemplo, no descompromisso dos empresários. Os desafios referem-se aos planos e sugestões de mudanças, mas sem os detalhes operacionais. As soluções são os caminhos, testados ou não, sobre implantação e resultados de tecnologias.

As linhas do Quadro 1 são independentes entre si, ou seja, não há associação das variáveis nas linhas.

Quadro 1 - Resumo dos problemas, os desafios e as soluções de tecnologia aplicados à reciclagem

Problemas	Desafios	Soluções
Empresários não se interessam pela tarefa	Fazer acordos na cadeia	Ensinar os consumidores sobre como descartar corretamente
Consumidores não tem consciência ambiental	Empresários precisam se preparar para a economia circular	Foco de tecnologias na coleta e tratamento
Governos não conseguem fiscalizar	Tecnologias de automação e triagem de plásticos são viáveis	Foco na tecnologia de reciclagem do plástico

Volume de descarte é maior que o volume de reciclagem	Políticas públicas de reciclagem que sejam operacionais, viáveis	Uso de identificação digital no plástico
Incremento da produção é maior que o incremento de reciclagem	Integrar reciclagem com matrizes energéticas e princípios de sustentabilidade	Conhecimento, gestão, capacitação e incentivo dos empresários sobre economia circular
Reciclagem é de baixa escala e a produção de alta escala	Mudar o sistema de produção para a economia circular	Utilizar técnicas de produção com material biodegradável
Tecnologias são direcionadas à produção e raramente à reciclagem	Modificar o ambiente organizacional (empresas, governo, escolas) para surgirem estratégias com foco em sustentabilidade	Criar inovações na cadeia produtiva, utilizando materiais reciclados
Sistema ineficiente de coleta		Tecnologia digital para consumidores descartarem corretamente

Fonte: Autora, 2024.

Os dados permitem afirmar que existem tecnologias a serem utilizadas na reciclagem de resíduos sólidos domésticos, mas os problemas, desafios e soluções referem-se aos atores empresários, aos agentes do governo e à população. Uma afirmativa recorrente nos artigos é que é preciso modificar o sistema de produção e consumo para o modelo de economia circular.

Considerando o uso de teorias evidenciado na Figura 1 e os dados organizados no Quadro 1, selecionam-se como base teórica a abordagem social de redes, os princípios da economia circular, o formato das redes de reciclagem e as afirmativas da adoção e implantação de tecnologias. Inicia-se com a abordagem social de redes.

2.2 Formato de redes

Uma rede pode ser compreendida como um conjunto de atores que desempenham tarefas, com objetivos comuns (Montenegro & Bulgacov, 2014). O campo de redes legitimou-se na década de 1990, com artigos básicos, tais como os encontrados no livro de Nohria e Eccles, *The Network Organizations in theory and practice* que reuniu o conhecimento da época sobre esse novo formato de organizações (Nohria *et al.*, 1992).

A ideia básica sobre o formato de redes é que existem tarefas com um grau de complexidade e especialidade que torna muito difícil uma única empresa ter todos os

conhecimentos e habilidades (Hærem *et al.*, 2014). É o caso, por exemplo, de campos como o turismo, à assistência médica, ou à indústria de filmes.

A literatura sobre o conceito de rede aponta que existem três bases que a definem: complexidade de tarefas, interdependência, governança.

A complexidade da tarefa se explica pela presença de especialidades. No caso da reciclagem, algumas especialidades teriam conhecimento e domínio de logística, de composição de produtos, de segurança no manejo de produtos e de conhecimento sobre composição de embalagens, sem os quais a tarefa não se realiza (Hærem *et al.*, 2014).

A complexidade cria um campo de interdependência, porque as especialidades estão dispersas entre vários atores, havendo necessidade de compartilhamento (Batory & Svensson, 2019).

Para que exista o compartilhamento e a tarefa se execute de forma coletiva, é necessário existir a governança, um conjunto de mecanismos que direciona as ações coletivas (Hærem *et al.*, 2014).

A partir dessa base comum, surgiram ramificações de conceitos de redes, ora valorizando os custos de transação, ora a estratégia, ora as relações sociais (Gulati *et al.*, 2000; Williamson, 2010). Para os objetivos deste trabalho, todos esses fatores de custos, de estratégias e de relacionamento são importantes, já que a adoção de tecnologias implica considerar todos eles.

Neste trabalho, valoriza-se a abordagem social de redes, uma vez que os problemas e desafios levantados na revisão, tais como necessidade de formar parcerias, apontam itens que se resolvem nas interações e ações conjuntas. A afirmativa básica da abordagem social é que a rede se forma, se desenvolve e direciona às ações a partir das relações sociais nas quais cada ator está imerso. A construção da teia social influencia os processos da rede e as ações e os comportamentos dos atores (Schmitt, 2011).

As relações sociais ocorrem como resultado da complexidade de tarefas e de interdependência entre os atores, pois, quando eles estão em rede, precisam interagir, discutir, decidir, trocar, confiar, se comprometer-se para a efetividade e o sucesso da rede (Giglio, 2015).

O formato de rede, portanto, exige investigação dos modos de relacionamento dos atores envolvidos na tarefa, ao lado de suas decisões comerciais e políticas, especialmente seus modos de decisão sobre os modelos de produção, consumo e descarte, incluindo a

adoção de tecnologias. A Figura 1 indicou o desafio da mudança do sistema linear de produção para o sistema da economia circular.

2.3 Economia circular

A reciclagem é um dos processos da economia circular (Lahane & Kant, 2022). A expressão significa o retorno de parte do material utilizado na produção à cadeia produtiva, seja como matéria prima, pela decomposição de produtos, seja como reaproveitamento, no caso de baterias (Chen & Liao, 2022; Huang *et al.*, 2022).

Economia circular refere-se a um sistema que busca otimizar o reuso de produtos e materiais, gerando o efeito de sustentabilidade do planeta. Durante a pandemia da Covid 19, o modelo de produção circular tornou-se fundamental, já que houve escassez de matéria prima (Hou *et al.*, 2022). A questão não é apenas técnica no sentido de qual matéria prima utilizar e como a recolocar no mercado. Significa uma gestão que substitui o modelo de economia linear, baseado na produção e venda, para um sistema de economia circular, que valoriza a sustentabilidade e o reaproveitamento de material (Franzò *et al.*, 2021).

Ainda sobre gestão de redes, autores afirmam a dificuldade de se obter resultados, diante dos desafios de um trabalho coletivo (Kickert *et al.*, 2012), especialmente no uso de tecnologias. O maior desafio parece ser a resistência de empresários e consumidores em mudar o modelo de produção e consumo.

A circularidade torna-se cada vez mais importante, conforme ocorre a crescente escassez de matéria prima e a necessidade de reaproveitamento dos recursos (Horváth, 2022). Além disso, o programa global da Agenda 2030 pressiona os países para a revisão das formas de produção, descarte e reutilização (Annesi *et al.*, 2021).

Na Figura 2, os avanços tecnológicos estão presentes na gestão de resíduos por meio dos princípios do 5Rs da economia circular (Arukala & Pancharathi, 2020).

Figura 2 - Modelo do 5Rs na Economia Circular



Fonte: Adaptado de Ataíde (2019).

Os princípios dos 5Rs são (1) Refletir sobre os impactos das ações de consumo de consumidores e empresas para o meio ambiente, mudando-lhes o comportamento para realizarem o consumo consciente; (2) Recusar estar-se associado a incentivos ao consumo de produtos de empresas que sejam sustentáveis, recusando os produtos de empresas que não respeitem o meio ambiente; (3) Reduzir o consumo optando por produtos de qualidade e durabilidade, consumir produtos adequados para minimizar os impactos ao meio ambiente; (4) Reutilizar as embalagens dos produtos após o consumo; (5) Ter a certeza de que reciclar é a transformação do resíduo sólido em outro produto (Secretaria de Meio Ambiente, 2020).

Nesse modelo de circularidade com os cinco princípios, torna-se relevante o uso de tecnologias (Stallkamp *et al.*, 2022). A revisão bibliográfica indicou um progresso tecnológico relevante na ponta da produção, com iniciativas para uma produção limpa (Frau *et al.*, 2022) e embalagens sustentáveis (Wu, 2022).

Já na ponta de reciclagem não parece existir o mesmo empenho tecnológico. Dados de artigos e relatórios indicam que a taxa média mundial de reciclagem de material é da ordem de 46% (Boubellouta & Kusch-Brandt, 2023; Mager *et al.*, 2022). Na América Latina o número cai para 13%. Esses índices são idênticos àqueles indicados na introdução (46% e 13%), mostrando validade dos métodos utilizados para se chegar a nesses índices. Um dos motivos da baixa porcentagem é o uso de equipamentos de baixa tecnologia, como esteiras rolantes com separação manual. No caso de resíduos eletrônicos, as taxas são de 30% no mundo e 3% na América Latina (Forti *et al.*, 2020), com o uso de métodos antigos e poluentes de separação de materiais, como o uso do fogo.

A economia circular está vinculada aos princípios da Agenda 2030. A mesma Agenda é um plano de metas, com indicadores sobre os caminhos de solução dos grandes problemas mundiais, tais como combate à fome e preservação dos recursos. Ao todo são 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas da Agenda universal (ONU, 2015).

O ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis, entre outras metas, refere-se à sustentabilidade de cidades e comunidades, no sentido de limpeza e preservação do solo e da água. O ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis apresenta na meta 12.5 o objetivo de reduzir a geração de resíduos por meio da Economia Circular, com ações de prevenção e seguindo os princípios dos 5Rs. O ODS 15 – Vida sobre a Terra, trata de princípios para proteger, restaurar e promover o uso sustentável de ecossistemas (florestas, solos e animais). O ODS 17 – Parcerias e meios de implementação, incluindo as metas que são voltadas à tecnologia, apresenta metas relativas à divulgação e uso de tecnologias, tais como 17.6 – Aumentar o acesso a ciência, à tecnologia e à inovação no mundo, por meio de mecanismos de facilitador de tecnologia global, 17.7 – Disseminar e difundir tecnologias ambientalmente corretas para países em desenvolvimento, 17.8 – Operacionalizar mecanismos de capacitação em ciência, tecnologia e inovação em países menos desenvolvidos e 17.9 – Apoio internacional para a implementação de capacitação em países desenvolvidos, envolvendo a cooperação Norte-Sul, Sul-Sul e Triangular (ONU, 2015).

Os princípios da economia circular e o descritivo dos ODS da Agenda 2030 convergem no ponto em que a reciclagem precisa ocorrer em parcerias, isto é, em redes.

2.4 Redes de reciclagem

A reciclagem é um dos braços da Economia Circular que valoriza a redução do resíduo, o reuso, e a reciclagem. A reciclagem tornou-se uma tarefa importante, considerando-se a poluição crescente causada pelo descarte de produtos e embalagens. Conforme se verificou na revisão bibliográfica, a taxa de reciclagem de resíduos sólidos, especialmente de origem doméstica, é da ordem de 13% na América Latina, o que mostra existir aí um problema de gestão e, talvez, de tecnologias que facilitem a tarefa (Khatami *et al.*, 2023; Rabiú & Jaeger-Erben, 2022).

Reciclar significa desmontar o produto original em suas matérias primas, de tal forma que esse resultado possa retornar na cadeia produtiva. Em alguns casos, como o de reciclagem de eletrônicos, existem materiais nobres, como o ouro, que é buscado em verdadeiras minas urbanas, obtidas por tecnologias as mais diversas (Faro *et al.*, 2013).

Nem sempre a reciclagem se destina à reinserção no mesmo ciclo produtivo: um computador reciclado pode gerar materiais que vão ser utilizados em outras indústrias. O material que não pode ser aproveitado é enviado para locais que se desfazem do equipamento, sem causar danos ao meio ambiente. Esse descarte inteligente auxilia no combate a doenças advindas de poluição da terra e da água (Castro, 2014).

Ainda sobre o resíduo eletrônico, há uma preocupação ambiental crescente devido à liberação de substâncias tóxicas, tais como mercúrio, cádmio, arsênio, cobre, chumbo e alumínio, entre outras, que podem causar sérios impactos à natureza (Faro *et al.*, 2013).

Existem várias categorias de resíduos, conforme definidas no Plano de Resíduos Sólidos, de 2010. Alguns, considerados perigosos, como produtos químicos, nem podem ser manuseados por pessoas sem habilidades. Outros, como aparas de ferro da indústria, ou produtos hospitalares, contam com uma rede fechada de tratamento, controlada por lei (Reis *et al.*, 2017).

Neste trabalho, o foco está nos resíduos sólidos domésticos e originários de comércio e serviços que geram produtos de baixa periculosidade, tais como papelão, plástico, garrafas, ou embalagens de alumínio. O resíduo com maior volume e com maior capacidade de poluição da terra e da água é o plástico, cuja produção aumentou de 2,3 milhões de toneladas em 1950 para 448 milhões de toneladas em 2015. Estudos afirmam que sua produção pode dobrar em 2050 (Assis & Santos, 2020; Parker, 2024). Considerando as baixas taxas de reciclagem, pode-se inferir a grande quantidade desse material que é jogada em aterros sanitários, ou lixões clandestinos, o que constitui perigo para o ambiente e à saúde dos seres vivos.

Trabalhos sobre reciclagem indicam que a rede primária é constituída pelo governo, pelas secretarias locais de meio ambiente, pelas empresas terceiras contratadas para fazer a coleta porta a porta, pelos doadores de material, que são as residências, os condomínios e as empresas de serviços e comércio que têm parceria na entrega do produto, as cooperativas que recebem parte do material, os catadores de rua que levam o material para cooperativas (ou outros intermediários), os distribuidores (que compram o

produto dos intermediários) e os compradores finais, que são as indústrias que reaproveitam o material (Lima *et al.*, 2018).

Existe ainda uma cadeia secundária, informal, que busca os produtos mais nobres, realizando uma tarefa de desmonte de produtos, pegando o que interessa e novamente descartando o restante no circuito de coleta do município. No caso de resíduos eletrônicos a situação é mais grave, porque nessa cadeia informal utilizam-se técnicas não ambientais de separação do material, como o uso do calor, para derreter componentes e separar o que interessa. O processo em si já é poluidor e o resto descartado geralmente em terrenos baldios (Fragomeni *et al.*, 2010).

De maneira simplificada, os fatos e as tarefas na logística da rede teriam esta sequência: (a) ao fim do consumo, seja doméstico, ou comercial, o consumidor limpa e separa o produto, acomodando-o em recipiente adequado para a coleta; (b) uma empresa, ou uma cooperativa coleta os resíduos no sistema porta a porta, acondicionando-os em caminhões adequados (sem triturador); (c) o resíduo coletado é distribuído e entregue em cooperativas e em outras organizações de recepção e separação do material; (d) os materiais serão separados conforme sua categoria (papel, papelão, plástico etc.) e colocados em *bags* para serem prensados; (e) com o uso de equipamentos, os resíduos são prensados, originando fardos, que devem ser etiquetados; (f) o material já prensado é guardado em local adequado, sem umidade, sem presença de animais, para ser negociado; (g) ocorrem as negociações para venda dos produtos, sabendo-se que há variação de preços conforme a época do ano, a oferta e a quantidade a ser adquirida; (h) aqui pode ocorrer que intermediários de médio e grande portes adquiram o material, para o revender a fabricantes, em grandes quantidades; (i) fabricantes que necessitam daquela matéria prima específica compram o produto; (j) na fábrica, os resíduos serão tratados para reutilização (Tenório *et al.*, 2014).

A tecnologia pode estar em qualquer uma das etapas, conforme já se verificou na revisão bibliográfica. Sua ausência é mais sentida em países da América Latina, que não têm financiamento para desenvolvimento e uso de tecnologias nas várias etapas da reciclagem.

A reciclagem, portanto, é uma tarefa de logística e tratamento de produtos, com diferentes atores e especialidades, com necessidade de integração e tecnologias, com necessidade de controle legal e de educação dos consumidores a realizar a correta separação e descarte do material (Neves & Castro, 2013).

Conforme já descrito na Introdução, a complexidade da tarefa é explicada pela existência de especialidades, tais como domínio de logística, de conhecimentos de composição de produtos, de segurança no manejo de produtos e de conhecimento sobre composição de embalagens, sem as quais a tarefa não se realiza (Roth *et al.*, 2012). Em função dessa complexidade, existe um campo de interdependência entre os participantes, que precisam trocar experiências e trabalhar em conjunto. É o caso das parcerias entre prefeituras, shoppings para instalação de pontos de coleta de resíduo eletrônico, empresas de coleta residencial, parcerias com donos de galpões para funcionamento de cooperativas, especialistas em conhecimento e ação consciente sobre origem e destino dos materiais (Cui *et al.*, 2022). Em todos eles, a tecnologia pode oferecer contribuições. Para realizar essa tarefa em conjunto, é preciso existir uma estrutura de governança, com regras, normas, práticas que orientam os modos de ações coletivas (Batory & Svensson, 2019). O desafio é obter a cooperação dos atores, para o trabalho em conjunto.

O trabalho em grupo referido está presente nos descritivos dos ODS da Agenda 2030 que enfatizam a importância da tecnologia para se atingir resultados, tais como produção sustentável no agronegócio, cidades inteligentes, mobilidade e qualidade de vida (Esmaeilian *et al.*, 2018). O aceite e o uso dessas tecnologias, no entanto, dependem da disposição dos atores envolvidos, isto é, do compromisso dos empresários e dos hábitos dos consumidores.

2.5 Adoção de tecnologias da Indústria 4.0

Nas últimas duas décadas (2010 e 2020), com o rápido desenvolvimento de novas tecnologias e outras inovações, surge o desafio de se entender as variáveis sobre o aceite ou resistência dessas novas tecnologias, com a criação de diferentes teorias e métodos de investigação. Segundo Yadegari; Mohammadi e Masoumi (2024), existem mais de dez expressões que buscam explicar o fato da adoção ou da resistência às tecnologias. Segundo os autores, as várias abordagens agrupam-se nas categorias de Psicologia Social (influência de grupo nas decisões), de Gestão de Sistema de Informações (como inovações tecnológicas são informadas, adotadas e treinadas nas organizações) e de Comportamento (como os valores, crenças e atitudes pessoais se relacionam com as inovações tecnológicas).

Entre os modelos conhecidos, destaca-se o modelo UTAUT (Beaman *et al.*, 2018) que é uma tentativa de unificação de várias abordagens sobre o aceite e o uso de tecnologia que são utilizadas para avaliar a probabilidade de aceitação de um novo sistema pelos colaboradores das organizações. Segundo Venkatesh (2003), pesquisas sobre o tema investigam a expectativa de desempenho (a crença que o novo sistema melhorará a produtividade), a expectativa de esforço (a crença de facilidade de uso), a influência social (por meio do qual há incentivo de uso pelos colegas e superiores), e as condições facilitadoras (por meio do qual se têm acesso a treinamento e a suporte técnico).

Para os propósitos da presente dissertação, o modelo desses quatro fatores não é adequado para o presente trabalho, pois o mesmo modelo supõe o aceite, o uso e as resistências dos colaboradores após a adoção pela organização. O presente trabalho aborda ainda a aceitação e as resistências dos empresários para sua adoção, conforme descrito na proposição orientadora.

Buscando mais teorias, encontrou-se o modelo da difusão da inovação (Rogers, 1995). Segundo Rogers (1995), a difusão de inovação descreve o aceite de novas tecnologias na sociedade e como a inovação é adotada e praticada. Para Rogers, existem cinco fatores a saber: (a) a vantagem relativa, que é a percepção do ganho na prática da inovação; (b) a complexidade, que é o grau de dificuldade de uso e compreensão à adoção; (c) a compatibilidade, que é a coerência com as crenças, valores e experiência anteriores à adoção; (d) a experimentação, que é a possibilidade de utilizar a inovação antes de sua adoção definitiva; (e) a percepção de resultados, que é identificar a vantagem da adoção mediante os resultados obtidos (Khan *et al.*, 2022; Kishore & Raghavendra, 2024; Silva *et al.*, 2022; Zoubi *et al.*, 2023).

Conforme se verifica nas afirmativas de Rogers e colaboradores, a adoção de tecnologias é uma questão de comportamento e de decisão humana, coerente com a proposição desta dissertação. Utilizando os princípios da abordagem social de redes, o comportamento de atores na tarefa de reciclagem sofre influência das relações sociais. Dito de outra forma, o comportamento de adoção, ou resistência ao uso de tecnologias na reciclagem é influenciado pela rede de relações dos atores envolvidos na tarefa.

Contemporaneamente, as várias mudanças tecnológicas em curso estão agrupadas na expressão Indústria 4.0, o que significa a implementação de dispositivos inteligentes que podem se comunicar de forma autônoma nos processos produtivos, como *Internet of*

things, Big Data, Blockchain, Cyber-physical systems e Cloud Computing (Sacomano *et al.*, 2018).

Esses dispositivos inteligentes auxiliam em projetos, em organizações e no poder público (Morozov & Bria, 2019). A *Internet of things* (IoT) descreve uma rede de objetos físicos incorporados a sensores, os quais trocam dados com outros dispositivos via internet no mundo (Gokhale *et al.*, 2018). Em relação a *Big Data*, ela organiza dos dados em crescente volume com alta velocidade e variedade (Moorthy *et al.*, 2015). Já o *Blockchain* é um livro de registro digital que permite a gravação e rastreamento de transações de forma transparente, segura e descentralizada de ativos em uma rede de negócios (Chicarino *et al.*, 2017). Os *Cyber-physical systems* (CPS) são sistemas que se auto-organizam, monitorando processos e criando uma cópia virtual do mundo real. O *Cloud Computing* oferece soluções de armazenagem; ele possibilita a troca e a gestão da informação; permite ainda que processos de produção e negócios sejam combinados, criando valor para as organizações (Wei & Blake, 2010).

Considerando a reciclagem, verifica-se que são raros os exemplos de uso de tecnologia investigados na academia, embora elas existam, tais como separação de materiais e rastreamentos úteis na tarefa. O que se verifica, no entanto, é que a adoção de tecnologias nas indústrias que geram resíduos está concentrada na etapa de produção, originando o questionamento sobre o motivo desta situação.

A revisão bibliográfica indicou que uma resposta é o domínio do sistema de produção linear, que pouco valoriza o descarte e o reaproveitamento (Rahmani *et al.*, 2021; Sasmoko *et al.*, 2022; Wu & Wu, 2019). Outra resposta, complementar à anterior, é que existem poucas redes de reciclagem para darem conta do volume de resíduos produzidos; por isso, as baixas taxas de reciclagem (Z. Yu *et al.*, 2023).

Descritos os fundamentos teóricos, o Quadro 2 apresenta o resumo dos conceitos selecionados, proporcionando a base para analisar os dados obtidos na pesquisa. Na última linha, repetiu-se a proposta do trabalho.

Quadro 2 - Resumo dos Fundamentos Teóricos

Fundamento Teórico	Resumo do conceito	Referências
Redes	Conjunto de atores envolvidos em tarefas complexas, com compartilhamento e objetivos comuns.	(Gulati <i>et al.</i> , 2000)
Abordagem social de redes	As relações sociais regulam e orientam as ações coletivas, tais como os modos de produção e os modos de decisões.	(Powell, 1990)

Economia circular	Modelo de produção que inclui o processo de reaproveitamento de material	(Chen & Liao, 2022)
Rede de Reciclagem	Conjunto de organizações diretamente envolvidas na tarefa da logística de reciclagem de resíduos sólidos. Conforme a literatura, a rede pode se caracterizar por sua natureza formal, no sentido de legalidade e compromisso com as regras; ou informal, no sentido de ações ilegais e nem sempre sustentáveis.	(Lima <i>et al.</i> , 2018)
Adoção de tecnologias	Processo de implantação de inovação tecnológica, com modelo de cinco fatores: vantagem relativa, complexidade, compatibilidade, experimentação e percepção de ganho a partir dos resultados.	(Rogers, 1995)
Proposta da Dissertação: Analisar os problemas, desafios e soluções da implantação e uso de tecnologias em redes de reciclagem.		

Fonte: Autora, 2024.

Na conclusão deste item, afirma-se que a base teórica selecionada é lógica e coerente na sua capacidade de explicar os fatos apresentados na revisão e na pergunta de pesquisa, que remete às ações coletivas, aos desafios para implantar tecnologias já existentes e aos desafios na mudança para o sistema de economia circular. Nos próximos parágrafos, apresentam-se os argumentos da seleção da base teórica.

Os fundamentos da abordagem social de redes, da economia circular, das redes de reciclagem e da adoção de tecnologias formam um conjunto capaz de explicar os problemas, os desafios e as soluções de tecnologia aplicada à reciclagem.

A adoção da abordagem social de redes sociais significa aceitar que os problemas, os desafios e as soluções do uso de tecnologias em reciclagem podem ser investigados e explicados nas interações e nas decisões dos atores envolvidos na tarefa. Mesmo alguns itens que podem ser classificados como de natureza pessoal (desinteresse dos empresários) podem ser colocados na perspectiva de redes, isto é, nas relações dos atores na realização da tarefa. Por exemplo, valores e crenças coletivos podem influenciar na modificação das disposições, crenças e comportamentos dos atores (Acemoglu *et al.*, 2011; Beaman *et al.*, 2018).

A adoção da economia circular significa colocar a reciclagem num sistema mais amplo, redesenhar todo um sistema para garantir de forma inteligente a recuperação dos recursos naturais, ou seja, um aperfeiçoamento do sistema econômico atual com tecnologia e inovação, que visa a novas formas de utilização dos recursos pela sociedade.

A adoção do formato de rede para as redes de reciclagem significa que essa tarefa apresenta as características de redes, como a complexidade da tarefa, a interdependência e a governança.

A complexidade significa que a tarefa demanda conhecimentos específicos, de tal maneira uma pessoa ou uma organização isolada não consegue realizá-la. É o caso da reciclagem, que demanda conhecimentos de logística, composição de produtos, segurança no manejo de produtos, composição de embalagens, mercado de reciclável. As organizações envolvidas, incluindo o governo, precisam compartilhar informações e utilizar seus conhecimentos específicos dentro de um plano integrado de ação, o que caracteriza a interdependência.

A interdependência é a necessidade de interação entre esses os especialistas. Na cadeia de reciclagem, a mesma interação é percebida por meio do processo de compra e venda dos produtos. Chegando à etapa da reciclagem, eles são transformados ou direcionados após tratamento para a indústria. Fecha-se assim o ciclo. A governança é a direção dada a estes especialistas para uma tomada de decisão, ou seja, são os mecanismos, as regras, as normas que orientam as ações coletivas. Os mecanismos de governança é que orientam a decisão (ou não) de adoção de tecnologias, em qualquer etapa da cadeia.

A teoria da adoção de tecnologia e de inovação descreve as condições de aceite, ou de resistência à adoção de novas tecnologias na sociedade e como elas são implementadas e utilizadas. Com a compreensão dessas condições, é possível analisar as causas da implantação e o uso de tecnologias em redes de reciclagem.

Um desafio presente nos artigos revisados é o comportamento humano, que decide pela implantação ou não dessas tecnologias e inovações na reciclagem, conforme a identificação de resistências de ordem pessoal, governamental e empresarial.

As análises realizadas indicam que os problemas são de distintas ordens: (1) Pessoal: resistência das pessoas, incluindo empresários, governantes e consumidores, ao uso de tecnologias; falta de interesse em investir na área; descompromisso com o meio ambiente; falta de conscientização e educação do consumidor; (2) Governamental: dificuldade de controle; sistema ineficiente de coleta; políticas públicas com problemas operacionais na cadeia, como, por exemplo, o sistema de distribuição do material para as cooperativas; (3) Empresarial: capacitação dos empresários; falta de conhecimento dos

empresários; dificuldades e resistências dos empresários em criar e agir estrategicamente no sistema de economia circular.

Dos problemas é possível inferir os desafios, no sentido de propostas em linhas gerais sobre como resolvê-los, como treinar e incentivar os empresários para investirem em economia circular, como criar políticas públicas operacionais e como ensinar práticas sustentáveis aos consumidores.

As soluções buscam operacionalizar as linhas definidas pelos desafios, tais como os passos para a adoção de tecnologia digital para descarte correto; implantação de tecnologias de separação de material, conforme já testado e utilizado em algumas cidades; mudança do sistema de produção para a economia circular; mudança de foco nas estratégias governamentais e empresariais, valorizando a sustentabilidade.

Os problemas, os desafios e as soluções citados fornecem o caminho de construção do planejamento e a realização da pesquisa. A afirmativa orientadora é a de que os problemas, os desafios e as soluções são de ordem humana, porque a tecnologia existe.

3 METODOLOGIA

A pesquisa se caracteriza pela natureza qualitativa, com foco na compreensão aprofundada dos fenômenos (Gil, 2017). Ela procura investigar os motivos dos problemas, os desafios e as soluções de implantação e uso de tecnologias em reciclagem. A natureza qualitativa significa que os dados coletados se apresentam na forma de discursos e textos, embora, ocasionalmente, documentos possam apresentar números.

A estratégia de pesquisa é exploratória, já que a revisão indicou que o tema de tecnologia em reciclagem é pouco investigado, especialmente na perspectiva de redes, e os resultados podem servir de base para pesquisas posteriores (Marconi & Lakatos, 2024).

Os dados foram coletados por meio de entrevistas semiestruturadas e busca sistemática de documentação sobre tecnologias aplicadas à reciclagem, em meios acadêmicos, gerenciais e mídias e análise de estudo de caso.

As entrevistas semiestruturadas permitem uma abordagem flexível, partindo de um roteiro, permitindo que os pesquisadores adaptem suas perguntas com base nas respostas dos respondentes (Dick & Gonçalves, 2021). Esta técnica foi escolhida para possibilitar a coleta de dados de sujeitos com experiência na tarefa. Uma das técnicas de análise de entrevistas é a construção de painéis de convergências e de divergências de visões do fenômeno (Myers, 2019).

Um primeiro escopo delimita a pesquisa aos resíduos sólidos, que constituem um problema ambiental e social, conforme detalhado na introdução. O segundo escopo delimita a pesquisa à rede de reciclagem de resíduos sólidos domésticos. Nesse escopo é que parecem residir os grandes problemas, os desafios e as soluções, já que resíduos industriais e hospitalares, bem como cargas perigosas contam com adequado aparato tecnológico e legal para operar.

São quatro as fontes de dados, detalhadas no item 3.5 - Coleta de dados: a) Documentos: dados da literatura e de fontes secundárias, como contratos, acordos, atas de reunião sobre tecnologia aplicada à reciclagem e sobre projetos de reciclagem; b) Entrevistas: respostas a partir de um roteiro semiestruturado; c) Mídias: mídias digitais e publicações na internet; d) Estudo de caso: estudo por meio de uma visita técnica a uma central mecanizada e documentação sobre o caso.

A análise utiliza a triangulação de dados, de modo a permitir a afirmativa das convergências das múltiplas fontes, buscando reduzir o viés das conclusões (Minayo,

2014). No presente trabalho, a principal técnica de triangulação foi a busca de expressões iguais ou semelhantes nas várias fontes.

O Quadro 3 apresenta a estratégia de pesquisa do trabalho, com o propósito de aprofundar a compreensão dos problemas, desafios e soluções da implantação e do uso de tecnologias na rede de reciclagem.

Quadro 3 - Estratégia de Pesquisa

Natureza	Qualitativa	(Gil, 2017)
Método de Pesquisa	Exploratória	(Marconi & Lakatos, 2024)
Coleta de Dados	Entrevistas	(Gil, 2017)
	Documentação, tais como atas e relatórios.	(Myers, 2019)
	Mídias digitais – Vídeos localizados sobre o tema.	
Formas de análise	Entrevistas - análise de conteúdo, especialmente análise temática. Documentos com discursos - segue o padrão de análise das entrevistas. Mídias digitais - Técnica de análise de discurso, a partir dos textos dos vídeos. A combinação de dados gera tabelas, gráficos e quadros que permitem a discussão e a apresentação de resultados.	(Bardin, 2011; Humble & Mozelius, 2022)
Apresentação da análise de Dados	Cada fonte de dados é apresentada separadamente, com a resposta ao problema de pesquisa. Num segundo momento, os dados são triangulados, buscando-se nas convergências.	(Zappellini & Feuerschütte, 2015)

Fonte: Autora, 2024.

3.1 Objetivo

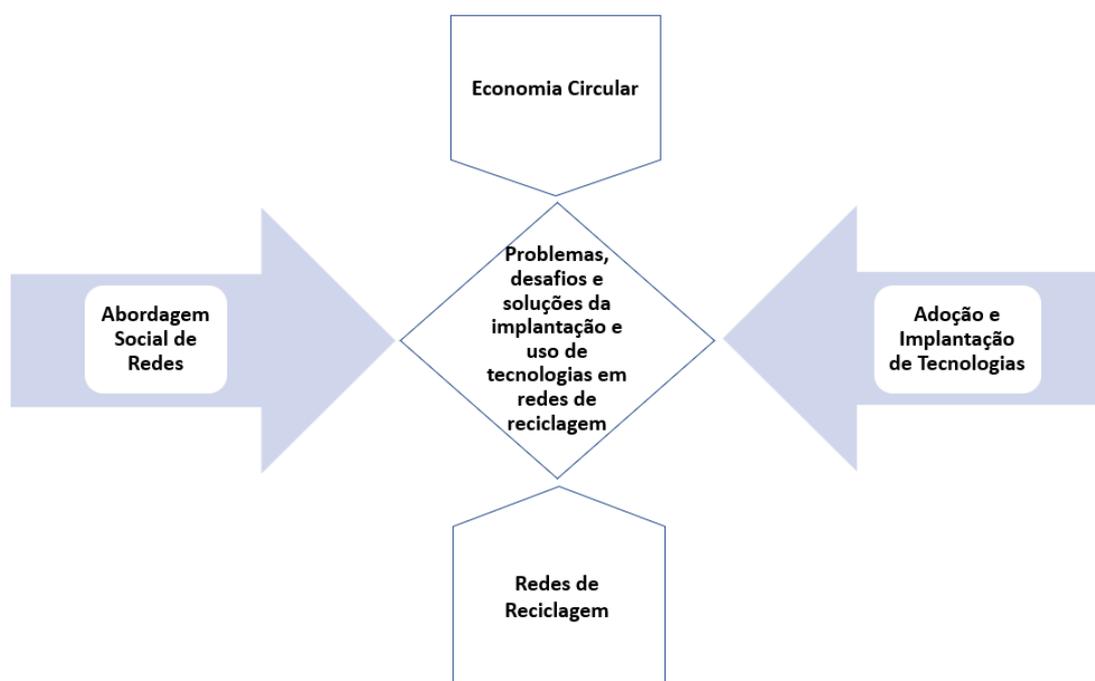
O objetivo da pesquisa consiste em investigar os problemas, os desafios e as soluções sobre o uso de tecnologias nas redes de reciclagem. O caminho da seleção da fundamentação teórica em conjunção com exemplos e documentos não científicos possibilitaram a construção do escopo da pesquisa e vêm apresentados no próximo item.

3.2 Escopo

A Figura 3 mostra os caminhos da seleção dos princípios teóricos e do campo de investigação até chegar ao escopo definido neste trabalho. Sobre a teoria, para ela parte-se do conceito de redes e de abordagem social de redes e, no ramo acima, utilizam-se as afirmativas da economia circular e da reciclagem. Do lado direito coloca-se o campo de tecnologia, especialmente as aplicáveis à reciclagem.

O encontro dos caminhos resulta no objetivo da pesquisa que é a busca das evidências dos problemas, dos desafios e das soluções e do uso de tecnologias em redes de reciclagem.

Figura 3 - Escopo da pesquisa



Fonte: Autora, 2024.

O próximo subitem detalha o planejamento da pesquisa.

3.3 Sujeitos

Elegem-se como sujeitos das entrevistas os gestores de redes de reciclagem; os consultores, os representantes locais do governo, tais como secretários de meio ambiente; fabricantes de tecnologias de coleta e de separação de materiais; os representantes de ONGs que atuam nas redes e que, por suas ações, têm conhecimento e influência nas

decisões de uso de tecnologias, os empresários compradores do produto final da reciclagem.

3.4 Indicadores

Indicadores são as evidências da presença da variável nos fatos investigados. A expressão é usualmente utilizada para metodologias quantitativas, mas quando o fenômeno se expressa em fatos não métricos, tais como sequências de acontecimentos, ou análises discursivas, ou processos de decisão, podem-se utilizar indicadores qualitativos (Minayo, 2009).

O passo metodológico da revisão bibliográfica, descrito no item 2.1 e detalhado no Apêndice A, possibilitou a construção dos Quadros 4 e 5, com os indicadores sobre tecnologia na reciclagem. A busca inicial do pesquisador sobre documentos e mídias do tema de tecnologias em reciclagem permitiu o refinamento do descritivo dos indicadores.

O Quadro 4 apresenta as etapas de reciclagem e o Quadro 5 trata do Ambiente e Atores. Sobre a categoria das etapas da reciclagem, é possível descrever os desafios e as soluções para os problemas apresentados, desde tecnologias de armazenamento no descarte, até a qualidade da matéria prima que segue para reuso.

Os dados da revisão permitem afirmar que alguns problemas, como cobertura da coleta, não são exclusivos de tecnologias, mas se relacionam com estratégias e logística das empresas coletoras. Outro problema indicado na revisão são os hábitos e a educação ambiental dos consumidores.

Um segundo grupo de problemas revelado na revisão envolve o transporte e a distribuição dos resíduos, com caminhões nem sempre adequados e com uma logística de distribuição que nem sempre leva o resíduo para a empresa ou cooperativa que dele está necessitando.

Na segunda categoria, a sobre o Ambiente e Atores, a análise indicou convergência na questão da adoção das tecnologias por parte dos empresários. O grande desafio é a mudança do um modelo de produção linear para a economia circular, seja por falta de conhecimento, ou falta de interesse e comprometimento, ou práticas inadequadas de ações sustentáveis, como destinar seus resíduos para empresas que não seguem as regras de destinação correta. No Quadro 5, também foram selecionados indicadores sobre o consumidor, sobre o governo e sobre a economia circular.

Quadro 4 - Indicadores da categoria Cadeia

Variável (DD)			
Descarte Doméstico	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(DDP01) Recipientes inadequados.	(DDD01) Recipientes sustentáveis.	(DDS01) Material biodegradável.
Descrição	Por exemplo, sacos de plástico não reciclável.	Ainda em baixa produção.	Técnicas de produção.
Indicador	(DDP02) Descarte correto.	(DDD02) Adoção de tecnologias.	(DDS02) Tecnologia digital.
Descrição	Falta de participação dos consumidores.	Uso de tecnologia existente por parte dos consumidores.	O ensino do descarte correto para os consumidores.
Variável (C)			
Coleta	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(CP01) Sistema ineficiente		
Descrição	Cobertura de coleta e equipamentos inadequados.		
Indicador	(CP02) Entrega do resíduo	(CD02) Realização de mapeamento	(CS02) Aplicativo mobile
Descrição	Falta de gestão logística para entrega em cooperativas disponíveis.	Identificação de cooperativas que têm capacidade de atendimento ao serviço.	Software de gestão para distribuição conforme a capacidade da cooperativa.
Variável (D)			
Distribuição	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(DP01) Destinação dos resíduos.	(DD01) Distribuição e destinação correta.	
Descrição	Distribuição e destinação incorreta a aterros sanitários.	Realizar a separação de resíduo reciclável do não reciclável e fazer a destinação correta entre aterro e cooperativa.	
Variável (T)			
Triagem	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(TP01) Separação manual.	(TD01) Adoção de Tecnologia.	(TS01) Tecnologia 2D e 3D.

Descrição	Dominância de manuseio dos resíduos, suscetíveis a erros.	Maquinário de triagem mecânica, por cor, tamanho e tipo.	Existência de tecnologia para triagem e separação em 2D e 3D.
Indicador	(TP02) Limpeza dos resíduos	(TD02) Realizar a limpeza em centros de triagem.	(TS02) Utilização de água cinza.
Descrição	Baixa a quantidade de cooperativas que realiza a limpeza dos resíduos.	Falta de recurso e de estrutura para aquisição de maquinários e sua aplicação nas cooperativas.	Água de reuso, não potável, porém adequada para essa atividade.
Indicador	(TP03) Etiquetagem Manual.	(TD03) Adoção de tecnologia.	
Descrição	Dificuldade de identificação dos fardos de resíduos e procedimento inadequado.	Aquisição de tecnologias para identificação digital dos fardos de resíduos, porém com alto custo.	

Fonte: Autora, 2024.

Quadro 5 - Indicadores da categoria Ambiente e Atores

Variável (ET) Empresários e Tecnologia	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(ETP01) Descoberta de tecnologias		(ETS01) Capacitação
Descrição	Empresários da produção desconhecem tecnologias de facilitação de reciclagem.		Treinamentos para os empresários sobre novas tecnologias
Indicador	(ETP02) Práticas inadequadas de sustentabilidade	(ETD02) Obter o compromisso dos empresários nas ações sustentáveis.	
Descrição	A falta de compromisso dos empresários sobre práticas de venda e destinação dos resíduos sólidos.	Ações de controles e incentivos para a adoção de tecnologias adequadas para à sustentabilidade.	
Variável (EA) Educação Ambiental	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(EAP01) Cultura de prática	(EAD01) Mudança de cultura	

Descrição	Consumidores com práticas de consumo e descarte inadequados, especialmente na separação do material.	Mudança nas práticas de descarte inadequado da população	
Variável (AT) Adoção de Tecnologia	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(ATP01) Implantação de tecnologias na produção	(ATD01) Implantação equilibrada	(ATS01) Mudança na adoção
Descrição	Empresários preferem adotar tecnologias que são direcionadas para produção e raramente para reciclagem.	Que os empresários consigam equilibrar a adoção de tecnologias que facilitem a ponta da reciclagem.	Mudança da adoção da economia circular em preterimento à linear.
Indicador	(ATP02) Decisão de incremento da produção de plásticos.	(ATD02) Redução e modificação na produção.	(ATS02) Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima.
Descrição	O plástico é o maior problema de reciclagem em termos de quantidade.	P&D em inovação na fabricação de plástico biodegradável.	Utilização de tecnologias para a redução e transformação de matérias primas de difícil reciclagem.
Indicador	(ATP03) Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos	(ATD03) Parcerias	
Descrição	Percepção de custo elevado para a implantação e o treinamento nas organizações.	Parcerias para obtenção de recursos para aquisição de tecnologias.	
Indicador	(ATP04) P&D em tecnologia	(ATD04) Financiamento de projetos.	(ATS04) Projetos de Tecnologia
Descrição	- Falta de incentivo a P&D de tecnologia e inovação em reciclagem, associada à decisão conforme crenças valores e atitudes. - Experimentação da tecnologia antes da sua adoção.	Acordos público e privado com projetos que financiem tecnologias em reciclagem.	Existência de projetos de baixa escala, disponíveis para adoção, que provaram ser possível um incremento de tecnologias de reciclagem.
Variável (PG) Participação do Governo	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(PGP01) Legislação para reciclagem	(PGD01) Cumprimento da PNRS	(PGS01) Iniciativa privada

Descrição	Falta de ajustes da Legislação para reciclagem, por exemplo para os resíduos eletrônicos.	Operacionalização e cumprimento da legislação pelos participantes da reciclagem.	Existência de iniciativas privadas de curto prazo para recolhimento de resíduos, por exemplo, baterias, celulares, pilhas, sacolas plásticas.
Indicador	(PGP02) Fiscalização	(PGD02) Agentes de fiscalização	
Descrição	O governo não consegue fiscalizar o cumprimento da lei.	Agentes suficientes e qualificados para administração da tarefa.	
Variável (EC) Economia Circular	Problemas	Desafios	Soluções
Indicador	(ECP01) Ações de redução do volume de descarte.	(ECD01) Capacidade de reciclagem	
Descrição	O volume de descarte é maior que o volume de reciclagem, conforme dados levantados.	Aumento da capacidade de reciclagem.	
Indicador	(ECP02) Adoção da Economia Circular	(ECD02) Adoção pelos empresários	(ECS02) Programas do governo
Descrição	Falta da adoção da economia circular pelos atores da cadeia devido ao alto custo agregado.	Empresários em condições de adotar a economia circular.	Existência de programas do governo de incentivo à industrialização de pequenas empresas.

Fonte: Autora, 2024.

Os Quadros 4 e 5 formam a matriz de orientação para a coleta de dados.

3.5 Coleta

Os instrumentos de coleta consistem em entrevista com roteiro estruturado, detalhado no Apêndice B e coleta de dados de fontes secundárias. As entrevistas foram realizadas com atores importantes das redes de reciclagem, individualmente, em local acessível ao entrevistado, preferencialmente na própria instituição vinculada ao ator. As mesmas entrevistas foram realizadas até o ponto da saturação, ou seja, quando os dados tiveram convergência, de maneira que novas entrevistas não trariam dados relevantes (Fontanella *et al.*, 2008).

Os sujeitos entrevistados foram: Sujeito 1 - representante da diretoria de ONG que presta consultoria a cooperativas de reciclagem em São Paulo; Sujeito 2 - professor,

pesquisador e consultor de cooperativas de reciclagem no Estado de São Paulo; Sujeito 3 - gestora ambiental com trabalho em uma empresa de créditos de logística reversa de reciclagem nos estados de São Paulo e do Espírito Santo; Sujeito 4 - secretário de serviços públicos de um município do estado de São Paulo, formado em Administração, mestre em urbanismo e professor universitário; Sujeito 5 - empresário e diretor de operações de uma empresa de soluções ambientais integradas para corpos hídricos; Sujeito 6 - consultora de sustentabilidade de um fabricante de embalagens plásticas.

Para a coleta de dados em fontes secundárias, foram selecionados os seguintes documentos de caráter público: (1) PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010); (2) Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral (BRASIL, 2015); (3) Modelos de Negócios para Aprimoramento da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Brasil (ABDI & Abiplast, 2021); (4) *Plastic Waste Technology Management Options* (SPREP, 2020); (5) Relatório de Resíduos Sólidos de Plástico no Brasil (Abiplast, 2022); (6) Inventário Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (CETESB, 2022); (7) Índice de Gestão de Resíduos: Nota Técnica (Brasil, 2022).

Vale ressaltar a busca de material relevante em mídias sobre o tema. O pesquisador se deparou com extenso material de vídeos sobre tecnologias aplicáveis à reciclagem, especialmente de fabricantes e empreendedores individuais que testaram tecnologias e buscaram atrair investidores e compradores.

A forma de organização desse material segue o mesmo ritual de artigos e documentos: qual o conteúdo sobre problemas, desafios e soluções que o material apresenta, considerando a matriz de indicadores. Utilizou-se o programa *YTScribe* para obter a transcrição do texto do vídeo. O Apêndice C descreve um exemplo desse tipo de análise, do vídeo intitulado Tecnologia a serviço da reciclagem (<https://www.youtube.com/watch?v=MERq5NAhplM&pp=ygUZdGVjbm9sb2dpYXMGZGUgcmVjaWNsYWdlbQ%3D%3D>). Trata-se de uma *startup* que desenvolveu uma tecnologia de logística reversa inteligente, com um software de rastreamento que garante a recuperação de embalagens pós-consumo.

3.6 Métodos de análise

Os dados das entrevistas foram analisados conforme as regras de análise de conteúdo, especialmente a técnica de análise temática, que consiste na inferência da ideia central dos discursos às respostas de cada variável da matriz de indicadores (Bardin, 2011; Humble & Mozelius, 2022).

Os dados de fontes secundárias que contenham discursos foram analisados com as mesmas regras da análise das entrevistas. Os dados de fontes secundárias que contenham tabelas e gráficos foram analisados conforme sua relação com o objetivo geral da pesquisa.

Os dados de mídia foram analisados seguindo-se a mesma técnica de análise de discurso, ou seja, quais as afirmativas presentes no discurso dos vídeos.

Para a resposta da pesquisa, os dados são triangulados, buscando-se as convergências e as divergências. Os dados não estão disponíveis ao público, apenas aos avaliadores deste projeto e aos respondentes, incluindo os autores de documentos e relatórios, quando identificados.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste item, são apresentados e analisados os dados coletados. Ele inicia-se com a apresentação dos dados de fontes secundárias, não acadêmicas, continuando com as entrevistas, com a análise de mídias, com a análise de projetos e dos casos específicos, concluindo-se com a resposta da pesquisa.

4.1 Apresentação e análise dos Documentos e Relatórios

Para a coleta de dados em fontes secundárias, foram selecionados os seguintes documentos, de caráter público: (1) PNRS – Política Nacional Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010); (2) Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral (BRASIL, 2015); (3) Modelos de Negócios para Aprimoramento da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Brasil (ABDI & Abiplast, 2021); (4) *Plastic Waste Technology Management Options* (SPREP, 2020); (5) Relatório de Resíduos Sólidos de Plástico no Brasil (Abiplast, 2022); (6) Inventário Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo (CETESB, 2022); (7) Índice de Gestão de Resíduos: Nota Técnica (Brasil, 2022).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto nº 10.936/2022, estabelece os princípios, as responsabilidades e os objetivos para as várias partes interessadas envolvidas na gestão de resíduos sólidos. Sua leitura indica tratar-se de um desafio significativo para a gestão ambiental urbana nos municípios brasileiros atualmente. Um dos problemas abordados é a coleta seletiva que ainda é incipiente em grande parte dos municípios brasileiros. Na coleta de lixo reciclável (tanto seco quanto orgânico), uma quantidade substancial de resíduos mistos persiste. Ressalta-se a necessidade de campanhas de conscientização ambiental na comunidade. A falha em separar os resíduos resulta na diminuição da utilização do material, transformando-os em resíduos que eventualmente chegam aos locais de descarte. Outro problema é a embalagem de plástico, já que a logística reversa dessas embalagens não apresenta escala suficiente, comparada com a sua produção e o seu consumo crescentes (BRASIL, 2010).

Esses problemas referem-se aos indicadores CP01 - Sistema ineficiente, EAP01 - Cultura de prática. Um desafio é a adoção da logística reversa em larga escala. Esse indicador não estava presente na matriz original dos Quadros 4 e 5.

Os documentos que surgiram após a edição do PNRS em 2010 indicam planos de ações para levar adiante as diretrizes indicadas. Por exemplo, o acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral, assinado em 2015, propunha um conjunto de ações de fortalecimento das cooperativas, participação efetiva de empresas fabricantes de embalagens na coleta, separação e destinação final dos resíduos por elas gerados (Brasil, 2015). Esses desafios referem-se aos indicadores DD01- Destinação correta, ATD03 – Parcerias e ECD01- Capacidade de reciclagem.

O documento de Modelos de Negócios para Aprimoramento da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos do Brasil da ABDI e ABIPALST (2020) discute a inovação aberta em gerenciamento de resíduos sólidos. É um conceito que envolve a colaboração e a co-criação entre diferentes partes interessadas, incluindo empresas, governos, universidades, startups e a sociedade civil, para desenvolver soluções inovadoras e sustentáveis para o manejo de resíduos. O documento afirma que a inovação aberta é uma solução para acelerar o desenvolvimento e a implantação de soluções eficazes. A solução de inovação aberta é um indicador que não estava presente na matriz original dos Quadros 4 e 5.

O relatório *Plastic Waste Technology Management Options* (2020) apresenta algumas soluções tecnológicas para resíduos sólidos de plásticos, na coleta e no transporte, como, por exemplo, caminhões com compartimento dividido, permitindo a coleta e o transporte de resíduos para reciclagem e para aterros ao mesmo tempo. Na separação, citam-se as tecnologias de máquinas automatizadas e as estações com separação robótica. Um problema apresentado é a dificuldade de reciclar o plástico devido aos diferentes tipos de componentes existentes em sua composição. Esse problema é um indicador que não estava presente na matriz original dos Quadros 4 e 5. As soluções referem-se aos indicadores ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima, TS01 -Tecnologia 2D e 3D.

O relatório da ABIPLAST (2022) é um compilado de informações da instituição sobre a transformação e a reciclagem de plástico no Brasil. São apresentados projetos e iniciativas para garantir a reciclagem desses resíduos; a tecnologia utilizada no processo de reciclagem dos resíduos plásticos é a extrusão. Essa solução refere-se aos indicadores

TS01 - Tecnologia 2D e 3D, ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima e ATS04 - Projetos de Tecnologia.

O Inventário Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de São Paulo da CETESB (2022) apresenta indicadores de controle da poluição e da degradação ambiental, associados às políticas públicas. Uma das soluções já implantadas são parcerias entre os setores público e privado, parcerias que trouxeram bons resultados nos índices de controle. É o caso da adequação de vida útil dos aterros sanitários, adequação que melhorou em 2022 na comparação com 2021. Um problema apresentado é a dificuldade de localizar espaços para aterros adequados, por parte do governo, em decorrência das restrições técnicas e legais incidentes. Outro problema refere-se à dificuldade de implantar políticas públicas para redução e reutilização de resíduos, devido à baixa arrecadação dos municípios, advindas da crise econômica. Os indicadores citados como problemas não estavam presentes na matriz original dos Quadros 4 e 5. As soluções referem-se aos indicadores PGS01 - Iniciativa privada e ECS02 - Programas do governo.

O Índice de Gestão de Resíduos Sólidos (IGR) (2022) foi elaborado para obter informações qualificadas para a avaliação e o embasamento de estratégias e ações governamentais voltadas à melhoria da gestão de resíduos sólidos. Por exemplo, são desafios para a gestão dos resíduos a destinação adequada pelos municípios e a conscientização da população sobre os princípios dos 5Rs, principalmente o Recusar, que é ter uma atenção ao consumismo e atenção à compra apenas de produtos que não gerem resíduos, como, por exemplo, alimentos a granel e não em recipientes, contribuindo com a redução da geração de resíduos. Esses desafios referem-se aos indicadores CD02 - Realização de mapeamento e (DD01) Distribuição e destinação correta.

4.1.1. Documentos de Projetos

Na coleta de fontes secundárias, encontrou-se um conjunto de documentos e relatórios relativos a um projeto denominado Projeto Embalagem Circular. O objetivo do “Projeto de Embalagem Circular” é melhorar a circularidade dos sistemas de embalagem por meio da implementação de práticas sustentáveis e estratégias de *design*. Conforme depoimentos dos empresários participantes, as evidências sugerem que a adoção dos princípios da economia circular no *design* de embalagens pode resultar em uma diminuição significativa nos impactos ambientais.

Fazem parte do grupo empresas como a Tetra Pak, a Danone, a Já Fui Mandioca, a Embalalixo e a Bumerang. Aqui, comenta-se resumidamente a participação de cada uma no tema da dissertação.

A Tetra Pak adota uma abordagem circular para o *design* de suas embalagens de alimentos. Suas embalagens cartonadas à base de papel já são recicladas; porém, uma modificação pode aumentar e facilitar um pouco mais a reciclagem destas embalagens. A empresa desenvolveu, com o uso de tecnologia, uma barreira à base de fibras oriundas de fontes renováveis que substitui a camada de folha de alumínio. Essa iniciativa aumentará o valor da embalagem pós-consumo para os recicladores, tornando economicamente mais vantajoso coletar e processar nossas embalagens cartonadas (Tetra Pak, 2024).

A Danone criou o projeto “Danone Circula” que tem o objetivo de transformar o sistema de embalagens e reduzir a emissão de carbono (CO₂). Algumas metas foram desenvolvidas para a eficiência do projeto, como disponibilizar embalagens 100% reutilizáveis, recicláveis e compostáveis até 2030, reduzir em 50% o uso de embalagens virgens até 2040 e desenvolver sistemas de coleta eficazes para recuperar ao máximo plásticos utilizados até 2040 (Filippe, 2024).

A startup brasileira Já fui mandioca desenvolveu e testou durante 10 anos uma inovação tecnológica que consiste em embalagens biodegradáveis e compostáveis de fécula de mandioca, matéria-prima nativa do Brasil e de fonte renovável. A idealização do projeto surgiu pela inspiração de uma casca de fruta, com o método da biomimética. As embalagens são biodegradáveis e compostáveis em até, no máximo, 90 dias, e proporciona 100% de reciclagem do produto (Mazza, 2024).

A empresa Embalalixo se dedica a promover soluções inovadoras e sustentáveis para a gestão de resíduos e embalagens. A empresa busca integrar práticas ecológicas com desenvolvimento de produtos e serviços que minimizem o impacto ambiental e promovam a economia circular. A empresa desenvolveu o Zero Plástico que é o único sem a presença de polietileno ou polipropileno em sua fórmula. Sua fabricação é realizada a partir de materiais renováveis e biodegradáveis, como os orgânicos que se decompõem naturalmente, como bioplásticos feitos de amido, celulose ou algas (Embalalixo, 2023).

A empresa Bumerang, localizada na Espanha, desenvolveu um projeto inovador que são embalagens reutilizáveis no ramo de comida para viagem. Em parceria com restaurantes, ela fornece suas embalagens com *QR Code*, que é escaneado pelo estabelecimento e realiza a identificação do cliente. Após o consumo do alimento, as

embalagens podem ser devolvidas para qualquer um dos estabelecimentos de alimentos parceiros da empresa. A Bumerang recolhe, higieniza e envia de volta aos restaurantes as embalagens para serem reutilizadas várias vezes (Tord, 2024).

Os exemplos indicam o uso de tecnologias aplicadas às embalagens, reduzindo a geração de resíduos e o descarte de resíduos em aterros. As soluções referem-se aos indicadores ATS04 - Projetos de Tecnologia, ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima, DDS01 - Material biodegradável, DDS02 - Tecnologia digital e CS02 - Aplicativo mobile, respectivamente.

4.1.2 Análise dos dados

Os indicadores encontrados nas fontes secundárias são apresentados no Quadro 6. Os indicadores da Cadeia estão sinalizados pela letra C; os indicadores do Ambiente e Atores pela letra A, colocados entre parênteses após o código dos indicadores. A resposta de pesquisa é a dominância de soluções implantadas e propostas, tanto nos indicadores da Cadeia, como nos do Ambiente e Atores, em comparação com problemas e desafios. Foram identificados 5 problemas; 3 são da Cadeia e 2 do Ambiente e Atores; 6 desafios; 4 são da Cadeia e 2 do Ambiente e Atores; 15 soluções; 6 são da Cadeia e 9 do Ambiente e Atores.

Nas soluções, destaca-se a decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima. Significa que a solução de decisão em implantar as tecnologias pode contribuir para a melhoria das taxas de reciclagem. Considerando a teoria de Rogers, na categoria Ambiente e Atores, destacam-se os fatores de experimentação e percepção de resultados. Na categoria Cadeia, em soluções, destaca-se a implantação de tecnologias 2D e 3D.

As soluções predominam nos dados, em parte por serem originadas de documentos e relatórios de empresas, apresentando produtos e serviços testados e disponíveis no mercado.

No Quadro 6, os novos indicadores encontrados estão designados pela palavra *Novo*. Eles são cinco; três são relativos a problemas; um relativo a desafio e um relativo à solução. A existência de novos indicadores, além daqueles identificados na revisão bibliográfica, é uma evidência da amplitude de variáveis que surgem, em velocidade superior à produção acadêmica.

Quadro 6 - Indicadores dos Documentos

	Problemas	Desafios	Soluções
(1). PNRS, 2010	CP01 - Sistema ineficiente (C) EAP01 - Cultura de prática (A)	Novo1 - Adoção da logística reversa em larga escala (C)	
(2). Acordo Setorial, 2015		DD01 – Distribuição e destinação correta (C) ATD03 - Parcerias (A) ECD01 - Capacidade de reciclagem (A)	
(3). ABDI; ABIPLAST, 2020			Novo2- Inovação aberta (A)
(4). SPREP,2020	Novo3 - Dificuldades na reciclagem de plásticos (diversidade de tipos de plásticos na composição) (C)		ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A) TS01 -Tecnologia 2D e 3D (C)
(5). ABIPLAST, 2022			TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C) ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A) ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
(6). CETESB, 2022	Novo4 - Espaço para aterro adequado (C) Novo5 - Falta de recurso público (A)		ATS04 - Projetos de Tecnologia (A) ECS02 - Programas do governo (A) PGS01 - Iniciativa privada (A)
(7). IGR, 2022		CD02 - Realização de mapeamento (C) DD01 - Distribuição e destinação correta (C)	
Tetra Pak			ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)

Danone			ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A)
Já Fui Mandioca			DDS01 - Material biodegradável (C)
Embalalixo			DDS01 - Material biodegradável (C)
Bumerang			DDS02 - Tecnologia digital (C) CS02 - Aplicativo mobile (C)
Total de Indicadores presentes	3(C)+2(A)=5	4(C)+2(A)=6	6(C)+9(A)=15

Fonte: Autora, 2024.

Em conclusão, os dados apresentados neste item sobre análise dos documentos, projetos e relatórios sustentam a proposição orientadora, pois existe tecnologia disponível, e algumas já aplicadas no mercado, mas sem escala. Uma possível explicação é a percepção do custo da adoção, em função das vantagens e da dominância do sistema de produção linear pelos empresários.

4.2 Apresentação e análise das entrevistas

Foram realizadas entrevistas com o sujeito 1 - representante da diretoria de ONG que presta consultoria para cooperativas de reciclagem em São Paulo; sujeito 2 - professor, pesquisador e consultor de cooperativas de reciclagem no Estado de São Paulo; sujeito 3 - gestora ambiental que trabalha em uma empresa de créditos de logística reversa de reciclagem nos estados de São Paulo e do Espírito Santo; sujeito 4 - secretário de serviços públicos de um município do estado de São Paulo, formado em Administração, mestre em urbanismo e professor universitário; sujeito 5 - empresário e diretor de operações de uma empresa de soluções ambientais integrada para corpos hídricos; sujeito 6 - consultora de sustentabilidade de um fabricante de embalagens plásticas.

Sujeito 1. Representante da diretoria de ONG que presta consultoria para cooperativas de reciclagem em São Paulo.

O entrevistado atua há vários anos na diretoria de uma ONG que apoia as cooperativas de reciclagem no Estado de São Paulo, oferecendo consultoria em administração, segurança alimentar e produção. Sua formação é em Assistência Social e seu trabalho é pautado pela não-intervenção na estratégia de autogestão.

O foco do discurso do sujeito foi as cooperativas, e o discurso dominante é que falta educação formal dos e aos cooperados. É um desafio o desconhecimento e a não identificação da necessidade e das oportunidades de adoção de tecnologias, com os benefícios decorrentes. Assim, *“faltam expertise e eficiência desses cooperados para identificar tal necessidade”*. A tecnologia existe, mas falta esta consciência e falta estrutura das cooperativas para receber tecnologias.

No relativo ao problema de pesquisa, uma primeira conclusão é que o maior desafio se refere a capacitação dos cooperados, e um dos caminhos de solução são as ONGS que prestam consultorias de capacitação, que é o que o sujeito faz.

Sobre os problemas, os desafios e as soluções presentes na entrevista o sujeito comenta que um dos problemas é de ordem política, de interesses individuais e econômicos que criam resistências para os investimentos nas cooperativas. Uma solução são acordos setoriais que firmam vários negócios para melhorar os apoios e promover a sustentabilidade.

Sobre a cadeia de reciclagem, as cooperativas não têm estrutura de produção em escala. Já as centrais mecanizadas possuem alta escala, devido ao uso de tecnologia na separação dos resíduos, mas não têm demanda de resíduos para triagem. Um problema é que a falta de demanda se deve à falta de educação ambiental e à falta da prática do descarte correto, porque os brasileiros não têm cultura de prática de sustentabilidade.

Conforme se verifica adiante, esse discurso repetiu-se nas próximas entrevistas e sustenta uma das variáveis da matriz de indicadores. Conforme o sujeito, uma solução é a educação nas escolas para as crianças e as visitas monitoradas nas cooperativas e centrais de triagem, sabendo, todavia, que são soluções de longo prazo. *“A educação é a ferramenta que pode transformar, vinda de vários setores”*.

O sujeito comenta que os empresários não têm interesse na reciclagem e um desafio é levá-los até as cooperativas para conhecerem o processo de separação dos resíduos. Conforme o sujeito, nas visitas que ele tem realizado, com grandes empresas a

cooperativas, o conhecimento dessa realidade tem como consequência os esforços dessas empresas em melhorar suas embalagens: *“a equipe de marketing destas empresas está reestruturando suas embalagens”*, utilizando tecnologias e ajudando as cooperativas nos seus modos de produção e negociação. Também *“as visitas monitoras das empresas ajudam na cultura e no clima organizacional, quando se conhece o processo num todo”*.

Ainda sobre os empresários, o sujeito comenta que suas empresas funcionam na estratégia de economia linear, mas que essa visão está mudando, até por exigência da política nacional de resíduos sólidos. Por exemplo, a empresa precisa retornar para a indústria, por meio da logística reversa, 30% do que é produzido. Um desafio é a necessidade da adoção de tecnologias para produtos pós consumo, ou seja, inteligência para reutilização de embalagens após o consumo e o alto custo deste processo. *“Tecnologia é inteligência a ponto de reutilizar embalagens em um mercado circular”*.

Como se verifica, os desafios estão associados a questões de financiamento para adoção de tecnologias, de refinamento das políticas públicas de resíduos sólidos e de capacitação de cooperados e de empresários.

A resposta da pesquisa nesta entrevista é que, para a adoção de tecnologias na rede de reciclagem, existem várias barreiras: a separação e a destinação correta dos resíduos, devido à falta de educação ambiental das pessoas; a falta de educação formal dos cooperados, que não possuem expertise para identificar a necessidade de tecnologia nos processos, devido à simplicidade e ao costume de trabalhos manuais; o comprometimento dos empresários para a mudança e a adoção da economia circular.

Sobre os problemas encontraram-se evidências dos indicadores ETP01 - Descoberta de tecnologias, Falta de investimento nas cooperativas, Falta de estrutura das cooperativas, TP01 - Separação manual, TP02 - Limpeza dos resíduos, TP03 - Etiquetagem Manual, DDP02 - Descarte correto e EAP01 - Cultura de prática. Os desafios referem-se aos indicadores ETD02 - Obter o compromisso dos empresários nas ações sustentáveis, ATD01 - Implantação equilibrada e ATD04 - Financiamento de projetos. As soluções referem-se ao indicador ETS01 – Capacitação e Acordos setoriais.

Sujeito 2. Professor, pesquisador e consultor de cooperativas de reciclagem no estado de São Paulo.

O entrevistado atua há muitos anos como consultor de cooperativas de reciclagem no estado de São Paulo. Oferece consultoria de gestão e comercialização. Atua na política

do município, com projetos relacionados ao cooperativismo e ao associativismo. É formado em Economia e trabalha como pesquisador e professor universitário.

O discurso principal do sujeito é que a cooperativa é um negócio de impacto que visa a resolver um problema social e o acolhimento de pessoas vulneráveis: *“é um projeto de inclusão produtiva e social”*.

Quanto à tecnologia, o sujeito afirma que ela não é relevante devido às condições financeiras das cooperativas: *“a tecnologia fica em segundo plano, tendo uma pequena participação no processo devido ao alto custo”*. Outro discurso recorrente é que a sociedade carece de educação ambiental. É um problema e um desafio a ser vencido.

No que se refere à questão de pesquisa uma primeira conclusão é que um problema é a educação ambiental na variável do descarte doméstico, que deve começar em casa, com as famílias, indo do consumo consciente à separação e ao descarte corretos: *“em casa procuro comprar produtos que não gere resíduos sólidos”*. O sujeito afirma que a população transfere a responsabilidade do lixo ao setor público, devido à falta de consciência sobre o compartilhamento destas responsabilidades: *“o lixo a partir do portão da rua pertence ao poder público, que precisa realizar a coleta, o tratamento e destino deste lixo”*.

Outro discurso do sujeito é que a tecnologia existe, mas custa caro e a sua adoção na reciclagem é um grande desafio. A tecnologia existe em algumas empresas, tais como sistema óptico de separação, normalmente encontrado em centrais de triagem, mas as cooperativas não têm recursos para obter essas tecnologias. O discurso é convergente com uma parte da literatura que afirma que o custo é um problema e um desafio da tecnologia na reciclagem.

Na variável de distribuição, ele afirma que os resíduos sólidos urbanos são descartados de forma incorreta. Os resíduos recicláveis não são direcionados às cooperativas, o que agrava a situação dos aterros sanitários: *“em Campinas, a taxa de reciclagem é baixa; ela não chega às cooperativas e os resíduos são direcionados para os aterros sanitários. Isso é um problema de logística e de descarte inadequado”*.

Já na variável da economia Circular, o sujeito afirma que os empresários não têm interesse na adoção de tecnologia. Existem resistências devido ao alto custo. O fato é um dos desafios da implantação. São os recursos financeiros e interesses políticos já referidos: *“qualquer tecnologia que a gente implante, ela tem custo; isso pode ser uns dos entraves à adoção da tecnologia, e esse custo vai para o cidadão, para o bolso da*

sociedade”. Por isso, não há interesse político em investimentos no setor: “*aqui, na cidade saiu um edital; uma empresa iria aportar 4 milhões nas cooperativas por ano; haveria investimentos, estruturação; porém, na prefeitura, hoje, existe um custo de R\$180,00 por cidadão para a coleta de lixo; esse custo iria aumentar para R\$240,00 com esse projeto, que inclui tecnologia na reciclagem. O projeto foi recusado pelo prefeito e pelo secretário; isso não vai passar, disse o prefeito; como que eu vou ganhar a campanha eleitoral se oferecer um serviço de coleta mais cara para o cidadão?*”. A adoção da economia circular também tem um alto custo, pois exige adequação a um processo logístico, novo *design* no qual os empresários não querem investir.

Outro desafio comentado pelo sujeito é o de transformar os catadores e as pessoas de cooperativas em empreendedores, porque há uma lacuna de conhecimento e capacidade dessas pessoas.

No conjunto de indicadores da Cadeia de reciclagem, o sujeito afirma que existem problemas e desafios a serem analisados, tais como o descarte incorreto, a cultura da prática, a transferência de responsabilidade do tratamento adequado do lixo.

No conjunto de indicadores do Ambiente e Atores, o sujeito afirma que a tecnologia existe; porém, há falta de interesse dos empresários por ela; há falta de interesse do governo em projetos de reciclagem devido ao custo por cidadão.

A resposta da pesquisa é que a reciclagem é um projeto social por meio das cooperativas. Sendo assim, a adoção da tecnologia na rede de reciclagem ainda está distante da realidade atual, devido ao alto custo, aos interesses políticos e à falta de educação ambiental.

Deste modo, concluindo sobre os problemas, os desafios e as soluções, o discurso do sujeito é coerente com as afirmativas de alguns artigos sobre o desafio da mudança da estratégia empresarial da economia linear para a economia circular.

Sobre os problemas encontraram-se evidências dos indicadores EAP01 - Cultura de prática, DDP02 - Descarte correto, ATP03 - Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos, DP01 - Destinação dos resíduos, ECP02 - Adoção da Economia Circular e ETP01 - Descoberta de tecnologias. Os desafios referem-se aos indicadores EAD01 - Mudança de cultura, ATD02 - Redução e modificação na produção e ECD02 - Adoção pelos empresários.

Sujeito 3. Gestora Ambiental, trabalha em uma empresa de créditos de logística reversa de reciclagem nos estados de São Paulo e do Espírito Santo. Atua há alguns anos como gestora de projetos de compensação de crédito na logística reversa, voltado a logística reversa nos estados de São Paulo e do Espírito Santo.

O discurso principal do sujeito é que a tecnologia existe, mas é aplicada em baixa escala nas cooperativas. Os empresários não têm interesse na reciclagem, nem em tecnologias voltadas à reciclagem. O principal interesse está no cumprimento da Lei Federal 12.305 (PNRS), por meio do sistema de compensação, para comprovação legal e mitigação dos impactos de suas embalagens e cumprimento do sistema de logística reversa.

O sistema de compensação é parecido com o sistema de crédito de carbono. Os créditos de logística reversa são certificados que validam a prestação de um serviço de logística reversa e o descarte adequado de uma quantidade específica de resíduos sólidos. Esses créditos são distribuídos e comercializados por cooperativas de catadores e adquiridos por empresas que têm responsabilidade legal pela execução de operações de logística reversa. Por meio da aquisição de créditos, as empresas estão utilizando e compensando os serviços de logística reversa oferecidos pelas cooperativas de catadores.

Esse processo serve para reembolsar os catadores por seu papel na coleta de materiais com valor mínimo de revenda, como um serviço ambiental, além de fornecer às empresas um meio econômico e eficaz de cumprir as obrigações legais: *“o certificado referente à transação de compensação de crédito serve para comprovar o cumprimento da lei e a participação da empresa na logística reversa”*.

Ainda sobre a compensação de crédito na logística reversa, o sujeito afirma que normalmente se realiza uma análise das necessidades de associações e de cooperativas cadastradas na empresa de concessão do crédito. Os investimentos podem ser direcionados a estruturação, a maquinários, a treinamentos, a salários, entre outras possibilidades.

Sobre a questão de pesquisa uma primeira conclusão é a falta de estrutura e de recursos nas cooperativas, o que dificulta a adoção de tecnologias: *“as tecnologias ainda não chegaram à ponta...não existem tecnologias acessíveis para cooperativas, o que existe de tecnologia é a mecanização nas Centrais de Triagem”*.

Sobre as variáveis da cadeia o sujeito afirma que as centrais de triagem têm estrutura e volume de produção, ao contrário da realidade das cooperativas que enfrentam

diversas dificuldades e necessidades. Outra afirmação do sujeito se faz sobre a falta de educação ambiental dos consumidores. Um comentário voltou-se à propaganda televisiva; porém, o cenário atual exige muito além de que uma simples propaganda.

Sobre os indicadores do Ambiente e Atores o discurso do sujeito é que um dos desafios é a falta de conhecimento em gestão por parte dos empresários de associações e cooperativas. Quanto mais precária a cooperativa, mais presente a falta de expertise e de visão de negócio; os cooperados são basicamente operacionais: *“quanto mais próximo do Norte, mais precárias as condições de trabalho, faltam habilidades administrativas e de gestão de negócio nas cooperativas”*. Ainda sobre o conhecimento, no caso de indústria faltam conhecimento e valorização do trabalho das cooperativas, para haver investimentos no setor.

Um fato que ocorre nas cooperativas é que, mesmo com precárias condições de trabalho e baixo investimento, existe cobrança de impostos das cooperativas, mas, mesmo com a cobrança de imposto no produto acabado, afirma o sujeito, essa cobrança enfraquece mais o poder de gestão dos cooperados.

Concluindo sobre os problemas, os desafios e as soluções da adoção de tecnologias, o discurso do sujeito é coerente com as afirmativas de alguns artigos sobre a falta de educação ambiental dos consumidores, a falta de conhecimento de gestão de negócios dos cooperados e dos associados.

Um discurso repetido e valorizado na entrevista refere-se às indústrias. Os empresários estão interessados no cumprimento da Lei PNRS. Realizam a compensação da fabricação dos resíduos por meio do sistema de crédito; assim, obtêm a comprovação da participação da logística reversa exigida na e pela lei. Para o empresário, esse processo de crédito é uma solução; porém, não resolve o problema de adoção de tecnologia.

Em relação à adoção de tecnologias na rede de reciclagem o sujeito afirma que a tecnologia existe; contudo, em baixa escala nas cooperativas, por ser um cenário fora da realidade delas. Os empresários não têm interesse na reciclagem e em tecnologias voltadas à reciclagem, pois encontraram um recurso prático e barato que é o certificado de crédito.

Sobre os problemas encontraram-se evidências dos indicadores ATP01 - Implantação de tecnologias na produção, TP01 - Separação manual, EAP01 - Cultura de prática, ETP01 - Descoberta de tecnologias, falta da valorização da cooperativa e Falta de investimentos nas cooperativas. Os desafios referem-se aos indicadores ATD01 -

Implantação equilibrada, ETD02 - Obter o compromisso dos empresários nas ações sustentáveis e PGD01 - Cumprimento da PNRS. A solução refere-se à Compensação de crédito na logística reversa.

Sujeito 4. Secretário de serviços públicos de um município do estado de São Paulo, formado em Administração, mestre em Urbanismo; é professor universitário.

O entrevistado atua há alguns anos na gestão pública como secretário de serviços públicos. Neste campo, tem expertise e experiência na gestão ambiental nacional e internacional. Ele nos apresenta seu conhecimento e ponto de vista do setor.

O discurso principal do sujeito é que as tecnologias existem e muitas voltadas para o setor; porém, poucas estão disponibilizadas no Brasil. Uma afirmação é que as tecnologias são aplicadas no exterior, tais como a transformação do lixo em energia, por meio da incineração. Essa energia alimenta residências, hotéis, aquecimento de água. Outra tecnologia citada é a trituração. Máquinas trituradoras de orgânicos nas residências, mas os resíduos, os que são descartados na rede de esgoto, não têm mistura de resíduos recicláveis com orgânico no exterior, e esse sistema é uma cultura local.

A tecnologia também é aplicada no Brasil; no entanto, em baixa escala. O sujeito comenta sobre a central mecanizada do bairro de Vergueiro, em São Paulo, como uma das mais antigas, com forte investimento da prefeitura.

O sujeito ainda afirma que no Brasil a reciclagem é uma questão socioeconômica, pois existem as cooperativas de catadores e associações, e o lixo é visto como um negócio gerador de renda para as famílias dos cooperados; é uma das frentes na cadeia de reciclagem. Comenta o sujeito que em alguns países europeus, o lixo é um problema individual, porque cada pessoa paga pelo lixo produzido, e, como se adota um sistema de incineração para geração de energia, os empresários não se preocupam e nem se comprometem com o destino dos seus produtos.

Com a Lei 12.315, de 2010 (PNRS), com a implantação da logística reversa, as indústrias estão realizando acordos setoriais para minimizar os impactos do lixo no meio ambiente, citando o exemplo do alumínio e dos eletroeletrônicos: *“um dos setores, que têm vários acordos setoriais e é mais desenvolvido, mas ainda, representa só 8% na reciclagem, são os eletroeletrônicos...a tecnologia utilizada no processo é automação na desmontagem e na separação”*. O alumínio tem valor econômico e traz retorno ao fabricante, porque o produto não é contaminado; são reciclados 100% da matéria prima a

baixo custo: *“a economia na produção do mesmo produto traz ao sistema econômico muita competitividade, porque ele está obtendo a matéria-prima com um custo 1020 vezes menor que o do produto primário”*.

Na cadeia de reciclagem, no referente às tecnologias adotadas no processo, um exemplo citado pelo sujeito foi a empresa Tetra Pak que realiza a logística reversa e a separação das matérias-primas das embalagens na própria indústria, utilizando tecnologia e introduzindo o material na cadeia produtiva novamente: *“a empresa desenvolveu uma máquina que separa o alumínio, o papelão e o plástico filme; ela é totalmente automatizada e está localizada na região de Piracicaba – SP; ela remanufatura a própria embalagem; isso é tecnologia!”*. Além da tecnologia, o exemplo mostra também o compromisso da empresa em cuidar do resíduo que ela produz.

Outro discurso do sujeito são os desafios identificados sobre a adoção de tecnologias no Brasil. Algumas tecnologias são aplicadas por grandes empresas, porque o custo do investimento é alto e as empresas analisam o retorno financeiro que podem obter com o investimento. Empresas de médio e pequeno porte não têm escala econômica para esse tipo de investimento. Nos municípios, esse tipo de investimento está fora da realidade da administração pública: *“a tecnologia não é popularizada, porque o custo é alto e porque não há o horizonte do retorno ao investimento.”*

Ainda sobre as variáveis da cadeia o sujeito afirma que um dos problemas enfrentados pelas cooperativas é a falta de mão de obra. Uma consequência é a rejeição dos materiais levados para triagem e separação: *“a gente vem observando que, de um ano para cá, as cooperativas têm rejeitado grande parte do material que chega na cooperativa, é porque não têm mão de obra para processar esses materiais.”* O sujeito afirma que a falta de mão de obra se dá pela falta de benefícios ao trabalhador por ser um cooperado: *“o salário varia de R\$2.500,00 a R3.000,00, mas ser cooperado não é atrativo, porque a cultura do trabalhador brasileiro é a carteira assinada, o fundo de garantia, os direitos trabalhistas que a cooperativa não tem”*.

Sobre os indicadores do Ambiente e Atores em seu discurso o sujeito descreve a PNRS; comenta alguns artigos da lei; diz que a legislação brasileira é completa, com ótimos planos de políticas públicas sem eficácia na aplicação. O sujeito afirma que uma solução é a questão pecuniária, ou seja, a cobrança de multas pelo não cumprimento da legislação, seja o empresário, seja quanto o consumidor: *“Se você tiver que pagar pelos*

seus comportamentos, você vai se educar...o dinheiro é que educa o comportamento das pessoas”.

Dessa maneira, concluindo sobre os problemas, os desafios e as soluções da adoção de tecnologias na rede de reciclagem, o discurso do sujeito é que a tecnologia existe em intensidade no exterior, por meio da transformação em energia e do sistema de descarte de orgânicos na rede de esgoto, mas sem que gere impacto ao meio ambiente. No Brasil, a tecnologia é pouco aplicada, pois a reciclagem é uma questão socioeconômica. Ela gera renda a famílias de catadores, de cooperados e de associados. Para adoção de tecnologias, é preciso investimento, o que grandes empresas concretizam; todavia, é um cenário fora da realidade para empresas de pequeno e médio porte que não têm escala econômica e não têm o horizonte do retorno do investimento. Em relação à educação ambiental o sujeito defende a ideia de que a solução é de ordem pecuniária, ou seja, é preciso haver multas e custos para o consumidor e todos os envolvidos na rede.

Sobre os problemas encontraram-se evidências dos indicadores ATP01 - Implantação de tecnologias na produção, ATP03 - Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos, EAP01 - Cultura de prática, Investimentos nas cooperativas e Reciclagem é socioeconômica. Os desafios referem-se aos indicadores ATD01 - Implantação equilibrada e PGD01 - Cumprimento da PNRS. As soluções referem-se aos indicadores ATS04 - Projetos de Tecnologia, Acordos setoriais e Ação pecuniária.

Sujeito 5. Empresário e diretor de operações de uma empresa de soluções ambientais integradas para corpos hídricos.

O entrevistado atua há alguns anos como empresário e diretor de operações de uma empresa que desenvolveu um projeto que consiste em um barco ecológico que coleta resíduo sólido flutuante no corpo hídrico. O processo começa com a identificação e mapeamento dos focos de resíduos. Em seguida, realizam-se a coleta e o embarque desses resíduos; por fim, realiza-se a destinação final a aterros sanitários e cooperativas. A atuação de coleta abrange baías, lagoas, complexos lagunares, canais, represas e rios.

O discurso principal do sujeito é que a tecnologia existe e que, no caso do resíduo hídrico que é flutuante, existe a dificuldade de parcerias pública e privada para a continuidade e a abrangência das coletas. Atualmente, o entrevistado possui um contrato com a prefeitura local por meio de licitação. Nela, o serviço é contratado pelo menor preço, o que, segundo o sujeito, pode não oferecer a melhor qualidade: *“nós temos um*

contrato com a prefeitura, mas foi por licitação...tenho expectativas de fechar com a iniciativa privada”.

Ainda em relação ao problema de pesquisa, o barco ecológico é uma solução tecnológica para a coleta de resíduos hídricos; porém, não existem apoio público, nem procura do setor privado para a execução da limpeza dos rios. O sujeito comenta que além da limpeza, também oferece serviços de educação ambiental.

Sobre os problemas, os desafios e as soluções comentados na entrevista o sujeito afirma que um dos problemas é que o lixo aparece por várias vias para entrar no corpo hídrico, por exemplo, pelos rios que desaguam na Baía da Guanabara. Os resíduos são diversos; vão desde resíduos domésticos a industriais. A sociedade transfere a responsabilidade da poluição das águas para o poder público e, como os recursos hídricos envolvem vários municípios, surge o desafio da cooperação e do acordo entre eles para minimizar os impactos. O sujeito comenta sobre a Baía da Guanabara: *“existem sete municípios em torno na Baía da Guanabara e fica um jogo de empurra...pois eles não querem assumir responsabilidades”.*

O sujeito comenta que o volume do lixo na Baía da Guanabara e na Guarapiranga vem aumentando, resultado da falta de educação ambiental, da densidade populacional e do descarte incorreto dos resíduos, principalmente madeira e plásticos.

Sobre as parcerias comenta o sujeito que, em 2015, ele trabalhava na Baía da Guanabara em conjunto com uma cooperativa, mas, por causa das olimpíadas, o contrato foi suspenso para que as prefeituras pudessem fazer uma limpeza mais rápida, sem necessidade de separação de material, destinando 100% para os aterros sanitários. Passada a olimpíada, o contrato antigo não foi retomado.

Sobre a cadeia de reciclagem, o sujeito comenta que existe uma tecnologia disponibilizada em formato app mobile, desenvolvida por uma empresa francesa. Com esta empresa ele tem parceria; ela realiza o mapeamento da quantidade e da localização dos resíduos nas águas, através do monitoramento das correntes de mares e dos quadrantes dos ventos. Com essa tecnologia é possível ter uma prévia da localização do lixo, o que facilita a coleta realizada pelo barco ecológico.

Respondendo sobre a adoção de economia circular, o sujeito comenta que os empresários têm conhecimento, mas a sua efetiva adoção depende da capacidade e da disponibilidade de cada um, pois envolve custo, e muitas empresas não estão dispostas a

direcionar recursos para este fim. O sujeito acredita que políticas públicas efetivas podem modificar a participação dos empresários para realizar a circularidade de forma assertiva.

A resposta da pesquisa nesta entrevista é que a tecnologia existe; o barco ecológico é um exemplo; porém, não há a devida valorização e parceria entre poder público e privado. Sobre sua adoção, o custo é alto e poucos empresários estão dispostos a investir nela. Em relação à educação ambiental, a população transfere a responsabilidade de coleta e de destinação para o poder público; a população não se compromete com tarefa.

Uma primeira conclusão sobre esta entrevista é que o sujeito afirma que a tecnologia existe; porém ela é utilizada em baixa escala no Brasil. A reciclagem na sua vez é uma questão social, um gerador de renda para famílias de baixa renda que são de cooperados e de catadores.

No exterior, o cenário é diferente. Existe uma cultura de que a reciclagem é realizada por todos e que se paga pelo que se produz. Lá, as pessoas são responsáveis pelo descarte correto dos produtos pós consumo; os orgânicos são triturados e descartados na rede de esgoto e os reciclados são, quando não reutilizados, descartados em locais destinados para incineração e geração de energia e combustível.

A adoção de tecnologia na reciclagem tem alto custo de investimento, o que justifica em parte a baixa escala no Brasil e alta escala no exterior. Sobre o fator humano os empresários não veem retorno a curto prazo. Devido ao imediatismo e ao custo, justifica-se a baixa adoção de tecnologias. Uma alternativa prática, barata e utilizada pela indústria é o certificado de crédito de logística reversa; é uma solução para a indústria cumprir a lei PNRS e ficar habilitada a atuar no mercado.

Sobre os problemas encontraram-se evidências dos indicadores DDP02 - Descarte correto, ATP03 - Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos e EAP01 - Cultura de prática. Os desafios referem-se aos indicadores ATD03 – Parcerias, ECD01 - Capacidade de reciclagem e ECD02 - Adoção pelos empresários. As soluções referem-se aos indicadores ATS04 - Projetos de Tecnologia e CS02 - Aplicativo mobile.

Sujeito 6. Consultora de sustentabilidade de uma fabricante de embalagens plásticas.

O sujeito atua há vários anos como consultor técnico na área de reciclagem e, atualmente, é a como responsável pelo departamento de sustentabilidade de uma empresa fabricante de embalagens para alimentos.

O discurso predominante foram os desafios da reciclagem de plásticos e a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos. O sujeito destacou o papel das cooperativas, como crucial na reciclagem, nos entraves logísticos, para que o resíduo chegue às cooperativas; destacou ainda a falta de incentivos para que as empresas adotem práticas mais sustentáveis.

O sujeito comenta sobre a evolução da reciclagem no Brasil, mencionando que muitas empresas estão começando a investir por necessidade, especialmente devido à Política Nacional de Resíduos Sólidos. Menciona o exemplo da empresa em que trabalha, que desenvolveu um projeto completo e operacional de logística reversa para reciclar embalagens de isopor (EPS), um material não valorizado na reciclagem, devido ao seu volume e baixo valor de mercado. Aqui, já se coloca o desafio de preparar as cooperativas para aceitar e comercializar o isopor.

Outro desafio comentado é que as empresas ainda não assumem a responsabilidade pelos resíduos que geram e que apenas cumprem o mínimo exigido pela lei. Essa situação é acompanhada de um desconhecimento, ou resistência para adotar práticas de sustentabilidade.

O sujeito também afirma que a responsabilidade compartilhada entre empresas e poder público muitas vezes resulta em um “empurra-empurra”, no qual ninguém assume o cumprimento do compromisso.

Outro ponto discutido é a falta de conscientização e de educação ambiental entre os consumidores. O sujeito relata os projetos da empresa sobre a educação ambiental em escolas, *“o projeto educa, já existe há muitos anos e visa a trazer a educação ambiental a crianças do ensino fundamental nas escolas de Arujá”*. Afirma, porém, que de forma geral, os consumidores ainda não estão engajados no processo de separação e descarte correto dos resíduos. Um incentivo oferecido pela empresa para aumentar a coleta são os pontos de coleta (PEV), espalhados pela cidade. Ocasionalmente, no entanto, os pontos são alvos de vandalismo, ou descarte de lixo orgânico.

Sobre exemplos de boas práticas, o sujeito comenta sobre os modelos de reciclagem em outros países, como Portugal e Japão. O sujeito compara a eficiência das práticas de logística reversa nesses lugares. Destaca que o Brasil ainda está em estágio embrionário, com muitos conflitos de interesse e falta de infraestrutura adequada para o manejo dos resíduos. Embora haja avanços, especialmente por parte de grandes empresas que buscam se alinhar a práticas mais sustentáveis, ainda há um longo caminho a

percorrer. Afirma que a necessidade de mais investimentos em tecnologia, maior conscientização do público e um compromisso mais forte por parte das empresas e do poder público são essenciais para que o Brasil possa melhorar seus índices de reciclagem e implementar modelos de economia circular mais robustos.

A resposta da pesquisa nesta entrevista é que existe um cenário adverso para o uso de tecnologias na reciclagem. Os avanços tecnológicos existem, mas estão imersos em um ambiente com desafios sociais, econômicos e ambientais. A falta de infraestrutura nas cooperativas, a baixa adesão das empresas e a carência de educação ambiental entre os consumidores são problemas que precisam ser resolvidos. Iniciativas, como a da empresa em que o sujeito trabalha, que investe em tecnologia e em parcerias com cooperativas, representam um modelo de sucesso, mas ainda são abordagens em um cenário predominantemente adverso.

Sobre os problemas encontraram-se evidências dos indicadores TP01 - Separação manual e EAP01 - Cultura de prática. Os desafios referem-se aos indicadores ATD03 – Parcerias e ECD02 – Adoção (da economia circular) pelos empresários. A solução refere-se ao indicador ATS04 - Projetos de Tecnologia.

4.2.1 Análise dos dados

O Quadro 7 apresenta a análise das entrevistas, com os indicadores identificados. A resposta de pesquisa é a dominância de problemas e desafios do Ambiente e Atores. Foram identificados 29 problemas. 14 são da Cadeia e 15 do Ambiente e Atores; 18 desafios todos do Ambiente e Atores e 8 soluções; 2 são da Cadeia e 6 do Ambiente e Atores.

Os problemas identificados na Cadeia são em sua maioria a falta de estrutura e a falta de investimentos nas cooperativas. Os discursos convergem para o fato de que a tecnologia existe e sua adoção não ocorrem em larga escala e um dos fatores é a dificuldade de acesso a essas tecnologias pelas associações e cooperativas que funcionam com recursos precários. Um indicador novo na cadeia é a falta de investimento em cooperativas.

Os problemas identificados do Ambiente e Atores são relativos à gestão. Os sujeitos 1 e 2 convergem no que tange a que as cooperativas e as associações de reciclagem são uma ação social. As pessoas que nelas trabalham são de famílias simples

e veem na reciclagem um emprego formal. Segundo os sujeitos, são pessoas com falta de educação formal e falta de expertise para identificar gaps de melhoria na reciclagem, como, por exemplo, a adoção de tecnologias. Outro dado de convergência entre os sujeitos é a falta de educação ambiental dos consumidores. Outra convergência é a percepção do alto custo de implantação, em função dos ganhos.

Em relação aos desafios é relevante a quantidade de indicadores sobre o Ambiente e Atores, com destaque para a adoção de tecnologias pelos empresários. A falta de expertise leva a desafios como a difusão de conhecimento, os financiamentos de projetos, o cumprimento da lei PNRS.

No que se refere às soluções, os indicadores do Ambiente e Atores foram mais frequentes, com destaque a projetos de tecnologia e acordos setoriais. Este é um novo indicador sugerido. As discussões sobre as soluções são raras; destaca-se uma descrição mais detalhada do sujeito 3 sobre a compensação de crédito de reciclagem, um escape utilizado por muitos empresários com o objetivo de cumprir a lei PNRS.

No Quadro 7, os novos indicadores encontrados estão designados pela palavra Novo. São sete: três são relativos a problemas; um é relativo a desafio e três, relativos às soluções. A existência de novos indicadores, além daqueles identificados na revisão bibliográfica, é uma evidência da amplitude de variáveis que surgem, em velocidade superior à produção acadêmica.

Quadro 7 - Indicadores das Entrevistas

	Problemas	Desafios	Soluções
Sujeito 1	ETP01 - Descoberta de tecnologias (A) TP01- Separação manual (C) TP02 -Limpeza dos resíduos (C) TP03 - Etiquetagem Manual (C) DDP02 - Descarte correto (C) EAP01 - Cultura de prática (A) Novo7 – Investimentos nas cooperativas (C)	ETD02 - Obter o compromisso dos empresários nas ações sustentáveis (A) ATD01 - Implantação equilibrada (A) ATD04 – Financiamento de projetos (A)	ETS01 – Capacitação (A) Novo6 – Acordos Setoriais (A)

	Problemas	Desafios	Soluções
Sujeito 2	<p>EAP01 – Cultura de prática (A)</p> <p>DDP02 - Descarte correto (C)</p> <p>ATP03 - Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos (A)</p> <p>DP01 - Destinação dos resíduos (C)</p> <p>ECP02 - Adoção da Economia Circular (A)</p> <p>ECP02 - Adoção da Economia Circular (A)</p> <p>ETP01 - Descoberta de tecnologias (A)</p>	<p>EAD01 - Mudança de cultura (A)</p> <p>ATD02 - Redução e modificação na produção (A)</p> <p>ECD02 - Adoção pelos empresários (A)</p>	
Sujeito 3	<p>ATP01 - Implantação de tecnologias na produção (A)</p> <p>TP01 - Separação manual (C)</p> <p>EAP01 - Cultura de prática (A)</p> <p>Novo10 – Falta de valorização da cooperativa (C)</p> <p>Novo7 – Investimento nas cooperativas (C)</p>	<p>ATD01 - Implantação equilibrada (A)</p> <p>ETD02 - Obter o compromisso dos empresários nas ações sustentáveis (A)</p> <p>PGD01 - Cumprimento da PNRS (A)</p>	<p>Novo9 - Compensação de crédito na logística reversa (C)</p>
Sujeito 4	<p>ATP01 - Implantação de tecnologias na produção (A)</p> <p>ATP03 - Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos (A)</p> <p>EAP01 - Cultura de prática (A)</p>	<p>ATD01 - Implantação equilibrada (A)</p> <p>ATD03 – Parcerias (A)</p> <p>PGD01 - Cumprimento da PNRS (A)</p> <p>Novo12 – Uso de Tecnologia no Brasil x Exterior (A)</p>	<p>ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)</p> <p>Novo6 – Acordos setoriais (A)</p> <p>Novo13 - Ação pecuniária (A)</p>

	Problemas	Desafios	Soluções
	Novo7 – Investimentos nas cooperativas (C) Novo11 – Reciclagem socioeconômica (C)		
Sujeito 5	DDP02 - Descarte correto (C) ATP03 - Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos (A) EAP01 - Cultura de prática (A)	ATD03 – Parcerias (A) ECD01 - Capacidade de reciclagem (A) ECD02 - Adoção pelos empresários (A)	ATS04 - Projetos de Tecnologia (A) CS02 - Aplicativo mobile (C)
Sujeito 6	TP01 - Separação manual (C) EAP01 - Cultura de prática (A)	ATD03 – Parcerias (A) ECD02 - Adoção pelos empresários (A)	ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Total de Indicadores presentes	14(C)+15(A)=29	18(A)	2(C)+7(A)=9

Fonte: Autora, 2024.

Em conclusão, os dados apresentados neste item sobre entrevistas sustentam a proposição. Os problemas, os desafios e as soluções são, predominantemente, de ordem humana, porque a tecnologia existe, mas o desconhecimento ou o descompromisso dos empresários dificultam sua adoção. Outro fator, a falta de educação ambiental dos consumidores, sustenta a proposição orientadora. A cultura de prática dos consumidores, isto é, seu comportamento sobre descarte dos resíduos, por exemplo, juntando-se a resíduos orgânicos, é um problema ainda sem solução, apesar de todos os programas de comunicação.

4.3 Apresentação e análise de mídias

A análise da mídia eletrônica foi realizada nas plataformas Google, YouTube e sites de empresas e Ongs que desenvolvem projetos e ações de reciclagem. As expressões de busca foram tecnologia na reciclagem, adoção de tecnologia em processos de

reciclagem, tecnologias em cooperativas de reciclagem, problemas e desafios na adoção de tecnologia na reciclagem, soluções em tecnologia para reciclagem.

No Google e no YouTube, ao gerar uma indicação, o sistema de inteligência sugere outras indicações por semelhança. Utilizamos esse recurso para selecionar os vídeos aderentes ao tema. Ao chegar ao ponto de saturação e repetição de indicações, iniciava-se uma busca com uma nova expressão.

Uma técnica utilizada foi a transcrição dos vídeos por meio do software MAXQDA24 e transcrição do YouTube. Obtida a transcrição, realizou-se a análise de conteúdo nos mesmos padrões utilizados na revisão bibliográfica, isto é, buscaram-se trechos que continham as palavras-chave das variáveis.

A seleção resultou em 5 mídias sobre problemas, 13 sobre desafios e 35 sobre soluções do uso de tecnologias na reciclagem, fato detalhado no Apêndice D.

Nas mídias foram identificadas soluções tecnológicas não presentes na academia. Um fator que justifica esse fato é que a velocidade de lançamento de mídias digitais proporciona o acesso à informação de forma mais rápida e sem burocracia, com veracidade dos fatos, pois a informação é divulgada por empresas e profissionais que atuam e ou desenvolvem as tecnologias. Já na academia, existe um rito a ser seguido para verificação e validação da relevância e qualidade do conteúdo apresentado, o que demanda tempo. Além disso, as informações acadêmicas não são de fácil acesso, se comparadas à rapidez de acesso das mídias digitais.

Acerca das cinco indicações de problemas, as mídias convergem sobre a falta de consciência e de compromisso com a reciclagem por parte dos consumidores, principalmente com descarte. Há um mito de que o lixo é responsabilidade do setor público, isentando o consumidor de suas responsabilidades. Une-se a esse fator a falta de infraestrutura dos municípios em disponibilizar a coleta seletiva aos munícipes, o que é obrigatório conforme a Lei PNRS. A degradação do ambiente pelo plástico é um exemplo de consequência desses fatores. O consumo de plástico está em curva ascendente e a falta de educação ambiental determina seu descarte incorreto.

No que se refere às treze indicações de desafios a primeira convergência é sobre a cobertura de atendimento municipal do serviço de coleta seletiva e a destinação correta dos resíduos, que está relacionada à infraestrutura de atendimento logístico pelas prefeituras para a distribuição dos resíduos entre as cooperativas cadastradas e da

capacidade de produção das mesmas cooperativas. O desafio é o mapeamento dessa situação.

Outro desafio é a integração entre os sistemas de logística reversa do estado e o sistema nacional (SINIR). Dados lançados em um sistema não aparece no outro. Sobre tecnologia, o desafio é identificar aquelas que sejam eficientes e compartilhar o *know how* com outras empresas, o que é difícil, porque há predomínio do formato de mercado, de concorrência. Sobre a educação ambiental, um dos desafios é a mudança de cultura em realizar a separação e o descarte corretos, modificar os hábitos sobre práticas da reciclagem com a utilização dos 5Rs da sustentabilidade, repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar.

Em referência às trinta e quatro indicações de soluções, há convergência sobre o uso de aplicativos de gestão de resíduos para controlar o processo de descarte, de coleta e de triagem. Os aplicativos estão disponíveis aos consumidores, reforçam a educação ambiental e visam ao aumento da taxa de reciclagem. As tecnologias cobrem toda a cadeia, indo desde o mapeamento de locais de descarte de resíduos até a entrega para a indústria interessada.

Outras soluções referem-se a tecnologias para conversão do resíduo em energia; nanotecnologia para tratamento de resíduos, impressão 3D a partir de resíduos e termomagnetização de plásticos, embalagens biodegradáveis.

Além das tecnologias apresentadas, as mídias trazem soluções de resultados de parcerias, como a realizada entre o Aeroporto de Guarulhos e a Cooperativa Flacipel, em que todo o resíduo produzido no aeroporto é coletado pela cooperativa que realiza o tratamento e a logística reversa. As parcerias otimizam os resultados, como, por exemplo, ações realizadas em Curitiba sobre o controle do descarte correto de toda a cidade. Como acontece em Curitiba, na Suécia também existem ações de parcerias e de educação ambiental. É um país modelo. Recicla 99% de todo o resíduo produzido por meio de gestão e controle do governo.

Algumas soluções apresentadas e convergentes com as entrevistas são o crédito de reciclagem e a educação ambiental. Os créditos são utilizados por empresas para compensar o resíduo produzido. O sistema é parecido com o crédito de carbono e tem como principal objetivo o cumprimento da lei PNRS.

4.3.1 Análise dos dados

A análise das mídias é apresentada no Quadro 8 que descreve os indicadores identificados. A resposta de pesquisa é a dominância de soluções do Ambiente e Atores. Foram identificados 14 problemas; 2 são da Cadeia e 12 do Ambiente e Atores; 21 desafios; 6 são da Cadeia e 15 do Ambiente e Atores; 53 soluções; 23 são da Cadeia e 30 do Ambiente e Atores.

Os problemas identificados no Ambiente e Atores convergem com as análises das entrevistas, sobre a cultura de prática, a falta de conhecimento e o desinteresse por práticas de reciclagem pelos consumidores. Isso indica que, mesmo havendo disponibilidade de mídias e cursos educacionais sobre sustentabilidade, não se verificam efeitos positivos.

Os desafios identificados estão em sua maioria no Ambiente e Atores, em função dos problemas apresentados. Um desafio frequente é a mudança de cultura de prática dos consumidores. Outro desafio é alavancar as parcerias para engrenar o sistema da adoção de tecnologias na reciclagem, porque a tecnologia existe; porém, é aplicada em baixa escala no Brasil. Outro indicador presente nos desafios é a mudança da adoção da economia linear para a economia circular. O assunto é contemporâneo, mas poucos são os empresários que querem realizar a mudança, e os motivos podem ser os custos de mudança na empresa e a capacitação dos empresários.

Nas soluções foram apresentadas várias tecnologias, com dominância de Apps, softwares de manejo do consumidor, como os dos empresários e os das cooperativas. Esse dado mostra que existem opções de softwares de gestão dos resíduos, mas a baixa adesão, conforme os dados, relaciona-se ao custo e à falta de interesse e ao descompromisso dos empresários.

Na Cadeia, as soluções foram concentradas na triagem dos resíduos com a adoção de tecnologias 2D e 3D, o que se encontrou na Central de Triagem Ecourbis. O alto custo, no entanto, pode explicar a baixa escala de adoção de tecnologias em reciclagens no país.

No Quadro 8, os novos indicadores encontrados estão designados pela palavra Novo. São nove. Um é relativo a problema, cinco relativos a desafios, três relativos às soluções e o indicador novo⁹ que foi citado novamente. A existência de novos indicadores, além daqueles identificados na revisão bibliográfica, é uma evidência da amplitude de variáveis que surgem em velocidade superior à produção acadêmica.

Quadro 8 - Indicadores das Mídias

	Problemas
A crise da reciclagem 2023: entenda os motivos	CP01- Sistema ineficiente (C) EAP01 - Cultura de prática (A) ETP03 - Cumprimento da PNRS (A)
O mito da reciclagem	ETP03 - Cumprimento da PNRS (A) ETP02 – Práticas inadequadas de sustentabilidade(A) Novo14 - Adoção incorreta de tecnologia (A)
Os desafios da reciclagem de lixo no Brasil	ETP03 - Cumprimento da PNRS (A) CP01 - Sistema ineficiente (C) EAP01 - Cultura de prática (A)
Desafios da economia circular e reciclagem	ECP02 - Adoção da Economia Circular (A) EAP01 - Cultura de prática (A) ATP02 - Decisão de incremento da produção de plásticos (A)
A Política Nacional de Resíduos Sólidos: como o Brasil lida com o lixo?	ETP03 - Cumprimento da PNRS (A) EAP01 - Cultura de prática (A)
Total de Indicadores presentes	2(C)+12(A)=14
	Desafios
Desafios da reciclagem de plástico e a nova legislação	ATD03 – Parcerias (A) Novo15 – Negociação (C)
Regras de implantação de logística reversa em Minas Gerais	CD02 - Realização de mapeamento (C) PGD01 - Cumprimento da PNRS (A) ATD03 – Parcerias (A)
Desafios da reciclagem no Brasil	EAD01 - Mudança de cultura (A)
A Economia circular e os novos paradigmas da sustentabilidade	ECD02 - Adoção pelos empresários (A) Novo16 – prazo de retorno do investimento (A)
Energia limpa e reciclagem: o olhar estratégico para o lixo	PGD01 - Cumprimento da PNRS (A) Novo17 – Fim dos aterros sanitários (C)
Desafios da Logística Reversa e futuro da política de resíduo	ATD03 – Parcerias (A)
Desafios do lixo eletrônico no Brasil	Novo18 – Custo de triagem (C)
Destino do lixo: descarte é um enorme desafio para o Brasil	PGD01 - Cumprimento da PNRS (A)
Quatro inovações em reciclagem de plástico para acompanhar	ATD02 - Redução e modificação na produção (A)

Reciclagem dos plásticos no Brasil e seus desafios	ATD01 - Implantação equilibrada (A) ATD02 - Redução e modificação na produção (A)
Frente Ambientalista discute desafios da reciclagem	CD02 - Realização de mapeamento (C) EAD01 - Mudança de cultura (A) Novo19 – Incentivo fiscal (C)
Documentário “O Lixo Nosso de Cada Dia”	EAD01 - Mudança de cultura (A)
Processo de reciclagem do plástico - O vilão do meio ambiente	EAD01 - Mudança de cultura (A)
Total de Indicadores presentes	6(C)+15(A)=21
	Soluções
O futuro não é descartável	DDS01 - Material biodegradável (C)
Gestão de Resíduos: Case GRU Aiport	Novo20 – Coleta e destinação correta, devido a parceria (C)
Soluções para reciclagem de plásticos	ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A)
Inovações tecnológicas no tratamento e reciclagem de resíduos sólidos	ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Gestão de resíduos sólidos urbanos - A cidade mais limpa do Brasil	Novo21 – Controle e fiscalização (A) Novo8 – Mudança de comportamento (A)
Como a Suécia transforma seu lixo em ouro	Novo21 – Controle e fiscalização (A) Novo8 – Mudança de comportamento (A)
Créditos de reciclagem estimula a reciclagem	PGS01 - Iniciativa privada (A) Novo9 – Compensação de crédito na logística reversa (C)
Essa empresa revoluciona a gestão inteligente de resíduos - Made in Brasil	CS02 - Aplicativo mobile (C)
Três Tecnologias para tratamento de resíduos	CS02 - Aplicativo mobile (C)
Tecnologia a serviço da reciclagem	ATS04 – Projetos de Tecnologias (A)
Como a tecnologia pode ajudar a resolver o problema do lixo no planeta?	DDS02 - Tecnologia digital (C) ATS04 - Projetos de Tecnologia (A) ETS01 – Capacitação (A)
Tecnologia moderniza reciclagem, mas catador é fundamental	CS02 - Aplicativo mobile (C) ATS01 - Mudança na adoção (A)
Economia Circular: tecnologias valorizam reciclados	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C)
Descubra a importância da reciclagem de plástico	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C)

	ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A)
Aqui recicla: tecnologia no processo de reciclagem	CS02 - Aplicativo mobile (C)
Como o investimento em programas estruturantes funciona com os créditos de reciclagem?	Novo9 – Compensação de crédito na logística reversa (C) PGS01 - Iniciativa privada (A)
O futuro da logística reversa de embalagens	ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A)
A maior usina de reciclagem de plástico do mundo será construída na França	ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A)
<i>Green Recycling Automated Waste Recycling</i>	ATS01 - Mudança na adoção (A) ETS01 – Capacitação (A)
Inteligência artificial para reciclagem	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C) ATS01 - Mudança na adoção (A)
Tecnologia de reciclagem na Alemanha	DDS02 - Tecnologia digital (C)
Robôs recicladores de lixo: esse é o futuro da reciclagem?	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C) ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Flacipel	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C) Novo20 – Coleta e destinação correta, devido a parceria (C)
Como definir a melhor tecnologia para o tratamento de resíduos sólidos?	ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos	CS02 - Aplicativo mobile (C) TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C) ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A) ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Tecnologia otimiza tarefas em cooperativa de reciclagem	CS02 - Aplicativo mobile (C)
Reciclagem de hábitos - Repense seu consumo	Novo8 – Mudança de comportamento (A)
Startup de tecnologia para reciclagem	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C) ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Máquinas de reciclar	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C)
Reciclagem inteligente de resíduos - Indústria 4.0 e economia circular a combinação perfeita	ATS04 - Projetos de Tecnologia (A)
Plataforma digital para gerenciamento de resíduos	CS02 - Aplicativo mobile (C) ATS01 - Mudança na adoção (A)
Processo de reciclagem do lixo no Japão	ATS01 - Mudança na adoção (A)

Novas tecnologias na reciclagem	TS01 - Tecnologia 2D e 3D (C)
Cidade de Borås na Suécia reaproveita 99% do lixo produzido	ATS01 - Mudança na adoção (A) Novo8 – Mudança de comportamento (A)
“Futuro é agora” mostra tecnologias de reciclagem	ATS02 - Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (A)
Total de Indicadores presentes	23 (C) + 30 (A)=53

Fonte: Autora, 2024.

A conclusão sobre os problemas, os desafios e as soluções é que as mídias apresentaram predominantemente soluções, tanto para a Cadeia quanto para o Ambiente e Atores, com vários exemplos de App de gestão de resíduos para os consumidores e tecnologias para a indústria e o comércio. O material analisado não investiga a fundo as causas de não adoção em larga escala; apenas cita os problemas de cultura de prática dos consumidores, o descompromisso dos empresários com as leis e a consequência do sistema de produção linear. Algumas mídias apresentaram desafios, como parcerias e acordos setoriais para resolverem os problemas.

Com esses dados, é possível afirmar que a proposição orientadora é sustentada, isto é, a tecnologia existe; a sua adoção, porém, depende de fatores humanos. Existem tecnologias testadas e aprovadas em laboratório, mas sem implantação em escala, seja por percepção de risco nos custos envolvidos, ou práticas inadequadas de descarte. Pode-se concluir que os argumentos sobre os problemas e as soluções apresentadas indicam o fator humano envolvido, especialmente os empresários e os consumidores.

4.4 Apresentação e análise de caso

Foi realizada uma visita à Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus, que é um exemplo de tecnologia aplicada às etapas de triagem e enfiamento do material. Seguem algumas informações relevantes sobre esta visita.

Em visita técnica, então, à Central Mecanizada de Triagem Carolina Maria de Jesus, na zona sul de São Paulo, em setembro de 2023, foi possível identificar algumas tecnologias de separação do material coletado. O equipamento, de origem europeia, realiza várias funções de separação dos resíduos, até etapas finais de preparo para enfiamento.

A Ecourbis Ambiental obteve concessão da Prefeitura de São Paulo para realizar a coleta seletiva, o transporte e a destinação adequada dos resíduos residenciais, atendendo, atualmente, as zonas sul e leste do município.

O primeiro passo da triagem, após a descarga dos caminhões, consiste em colocar o material num equipamento que rasga os sacos, soltando os resíduos. A próxima tecnologia consiste em separação por tamanho, num tronco giratório com orifícios de distintos tamanhos - 9cm que são enviados para a esteira cinza; até 25cm que são enviados para esteira a verde; e acima de 25cm, que são enviados para a esteira azul. A próxima etapa separa os materiais por peso, utilizando tecnologias de movimento excêntrico de lâminas peneiradoras e vibratórias, com transporte vertical e horizontal do material. Os resíduos rolantes e volumosos, como pedras, garrafas e outros objetos ocos, movem-se para a parte inferior da máquina (chamada de Fração 3D). Os materiais leves e planos - folhas, tecidos e papel - movem-se para o topo das lâminas e para a extremidade superior da máquina (Fração 2D) e são enviados para a esteira. Fragmentos finos, como terra, são removidos através da malha peneiradora das lâminas, escolhida de acordo com o material a ser tratado (Fração Fina). Conforme relato da guia da visita, a eficiência de separação chega a 90. A próxima etapa utiliza scanner de materiais, separando embalagens e papel por tipo e cor. A próxima etapa é o refinamento da triagem, com trabalho humano, retirando o que não foi corretamente separado. Na última etapa os resíduos são prensados para serem comercializados pelas cooperativas cadastradas.

Conforme dados recolhidos no local, o investimento da planta foi da ordem de R\$ 30.000.000,00 reais (trinta milhões de reais), pagos pela Prefeitura da Capital de São Paulo. O equipamento faz a triagem de aproximadamente 700 toneladas dia de resíduos.

Além dessa atividade, a concessionária também implantou e opera o Aterro Sanitário Central de Tratamento de Resíduos Leste; gerencia a Unidade de Tratamento dos Resíduos de Serviços da Saúde, a Central Mecanizada de Triagem, duas estações de transbordo e monitora três aterros desativados, enviando relatórios às suas respectivas prefeituras.

Como parte do contrato, a empresa oferece eventos de educação dos consumidores, especialmente sobre o descarte correto dos resíduos. São ensinamentos sobre a economia circular.

Em resposta à nossa proposição, o caso mostra que a tecnologia existe e pode ser implementada, mas alguns fatores humanos, tais como a falta de educação dos

consumidores, a falta de compromisso das prefeituras em disponibilizar um terreno para o aterro sanitário, são desafios que não dependem apenas da ação da empresa, mas sim do Ambiente e Atores. O caso apresenta, soluções como a capacidade de atendimento da Central; porém, a falta de demanda não permite a utilização de 100% dos recursos disponibilizados pela empresa. Ela é ocasionada por um fator humano que é a falta de educação ambiental.

4.5 Resposta ao problema da pesquisa

O conjunto de dados e as análises indicam que a resposta à questão de pesquisa sobre os problemas, os desafios e as soluções da implantação e o uso de tecnologias em rede repousa mais no fator humano do que na existência e na disponibilidade de tecnologia. Nesse lado do fator humano, considerando os empresários, os problemas são de descompromisso com a sustentabilidade e com a legislação brasileira em vigor. Do lado dos consumidores, há o descompromisso e o desconhecimento sobre o descarte adequado. No lado do governo, editam-se leis e normas, com apoio em casos de sucesso em outros países, mas coloca-se aos municípios a tarefa de ajustar e atualizar as normas, considerando as características locais, mas sem muita flexibilidade sobre os princípios gerais, o que torna difícil a implantação.

Na Tabela 1, apresentam-se os dados consolidados das várias fontes, com as frequências dos problemas, dos desafios e das soluções. Conforme se verifica, foram listados 48 problemas, 45 desafios e 76 soluções. A dominância das soluções aparece principalmente nas mídias (53). Nossa explicação é que as mídias selecionadas são, predominantemente, peças de comunicação para a venda de produtos e serviços, classificados, portanto, como soluções. Vale ressaltar que no bloco das entrevistas surgiram oito soluções e vinte e nove problemas. Conforme já comentado no item de análise das entrevistas, é possível que a qualificação dos sujeitos (pesquisadores, consultores e agentes do governo) tenha influenciado a seleção de comentários sobre os problemas.

Tabela 1 - Dados dos resultados sobre os documentos, as entrevistas e as mídias

	Cadeia			Ambiente e Atores		
Documento	Problemas	Desafios	Soluções	Problemas	Desafios	Soluções
	3	4	6	2	2	9
Entrevista	Cadeia			Ambiente e Atores		
	Problemas	Desafios	Soluções	Problemas	Desafios	Soluções
	14	0	2	15	18	6
Mídia	Cadeia			Ambiente e Atores		
	Problemas	Desafios	Soluções	Problemas	Desafios	Soluções
	2	6	23	12	15	30
Totais	19	10	31	29	35	45

Fonte: Autora, 2024.

Analisando os resultados das linhas e colunas, verifica-se significativa variância de frequência. Por exemplo, a coluna de Soluções da categoria Cadeia apresenta as frequências 6, 2 e 23. Essa variação pode ser explicada em função da natureza e do objetivo das fontes. Os documentos, por exemplo da Abiplast, nas páginas 12 a 15, relatam ações realizadas ou em andamento (Abiplast, 2022). Já os discursos das entrevistas raramente se referiram a soluções; ao contrário das mídias, cuja natureza ou objetivo é predominantemente mostrar soluções.

Analisando os resultados da categoria Ambiente e Atores, verifica-se significativa diferença da frequência de problemas e desafios dos documentos, se compararmos os resultados com as frequências das entrevistas e das mídias. A interpretação segue o mesmo raciocínio do parágrafo anterior que é sobre a natureza das fontes.

Na análise dos documentos, na Tabela 1, observa-se uma maior concentração de soluções, tanto nas variáveis da Cadeia (6), quanto nas variáveis do Ambiente e Atores (9). Isso indica que, apesar dos problemas e dos desafios identificados, há um esforço em apresentar tecnologias e resolver as questões relacionadas à adoção de tecnologias.

Na análise das entrevistas, conforme a Tabela 1, os problemas são predominantes na Cadeia (14), enquanto entre o Ambiente e Atores há uma distribuição mais equilibrada, entre problemas (15) e desafios (18). Uma possível interpretação para os resultados é que o perfil dos entrevistados é de consultores, professores, pesquisadores e agentes do governo que se preocupam em comentar os problemas e não as soluções.

Nas Mídias, os indicadores do Ambiente e Atores apresentam uma maior proporção de soluções (30), enquanto os indicadores da Cadeia apresentaram (23). O dado indica esforço em resolver os problemas, ou seja, existem tecnologias para adoção na

reciclagem, mas elas esbarram em descompromisso dos empresários e não na aderência ao sistema da economia circular. Quanto aos consumidores, a pesquisa indica que o descompromisso e o desconhecimento sobre o descarte adequado dos resíduos também são fatores determinantes.

Sobre o governo, embora existam leis e normas voltadas para a reciclagem, há uma prática de uso de modelos de outros países, que nem sempre se adequam ao contexto brasileiro. Além disso, a responsabilidade de atualizar e implementar essas normas é delegada aos municípios, o que resulta em dificuldades de implantação, pelas diferenças de recursos locais. Muitos municípios não possuem recursos, infraestrutura ou mesmo interesse político para desenvolver e aplicar essas normas, o que compromete a eficácia das políticas de reciclagem em nível nacional.

Com esses dados, é possível afirmar que a proposição orientadora é sustentada, de vez que a tecnologia existe; a sua adoção, porém, depende de fatores humanos. Entre os fatores, destacam-se a falta de interesse dos empresários e dos consumidores, bem como a falta de agentes locais do governo, que privilegiam outras pautas.

A Tabela 2 apresenta a matriz de resultados dos indicadores presentes nas várias fontes. Afirma que a matriz pode ser utilizada por pesquisadores e gestores na investigação e na solução do tema.

Os indicadores da Tabela 2 estão codificados por variável e os novos indicadores estão enumerados na sequência em que aparecem na tabela. Disponibiliza-se a frequência de cada indicador citado nas pesquisas.

A existência de novos indicadores e a frequência zero de alguns - previamente selecionados a partir da revisão bibliográfica - pode ser explicada pelo fato de os artigos utilizados na revisão bibliográfica retratarem realidades que não são do Brasil.

Tabela 2 - Matriz dos Resultados

Variáveis da Cadeia	Problemas	Desafios	Soluções
Descarte Doméstico	(DDP01) Recipientes inadequados (0)	(DDD01) Recipientes sustentáveis (0)	(DDS01) Material biodegradável (3)
	(DDP02) Descarte correto (3)	(DDD02) Adoção de tecnologias (0)	(DDS02) Tecnologia digital (3)

	Problemas	Desafios	Soluções
Coleta	(CP01) Sistema ineficiente (3)		(Novo20) Coleta e destinação correta, devido a parceria (2)
	(CP02) Entrega do resíduo (0)	(CD02) Realização de mapeamento (3)	(CS02) Aplicativo mobile (9)
	(Novo11) Reciclagem socioeconômica (1)		
	Problemas	Desafios	Soluções
Distribuição	(DP01) Destinação dos resíduos (1)	(DD01) Distribuição e destinação correta (2)	
		(Novo1) Adoção da logística reversa em larga escala (1)	(Novo9) Compensação de crédito na logística reversa (3)
	(Novo4) Espaço para aterro adequado (1)	(Novo17) Fim dos aterros sanitários (1)	
	(Novo7) Investimentos nas cooperativas (3)	(Novo19) Incentivo fiscal (1)	
	(Novo10) Falta de valorização da cooperativa (1)		
	Problemas	Desafios	Soluções
Triagem	(TP01) Separação manual (3)	(TD01) Adoção de Tecnologia (0)	(TS01) Tecnologia 2D e 3D (11)
	(TP02) Limpeza dos resíduos (1)	(TD02) Realizar a limpeza em centros de triagem (0)	(TS02) Utilização de água cinza (0)
	(TP03) Etiquetagem Manual (1)	(TD03) Adoção de tecnologia (0)	
	(Novo3) Dificuldades na reciclagem de plásticos (1)	(Novo18) Custo de triagem (1)	
Negociação		(Novo15) Negociação (1)	
Subtotais	Problemas (19)	Desafios (10)	Soluções (31)
Variáveis do Ambiente e Atores	Problemas	Desafios	Soluções
Empresários e Tecnologia	(ETP01) Descoberta de tecnologias (2)		(ETS01) Capacitação (3)

	(ETP02) Práticas inadequadas de sustentabilidade (1)	(ETD02) Obter o compromisso dos empresários nas ações sustentáveis (2)	
	(ETP03) Cumprimento da PNRS (4)		
			(Novo13) Ação pecuniária (1)
	Problemas	Desafios	Soluções
Educação Ambiental	(EAP01) Cultura de prática (11)	(EAD01) Mudança de cultura (5)	(Novo8) Mudança de comportamento (4)
	Problemas	Desafios	Soluções
Adoção de Tecnologia	(ATP01) Implantação de tecnologias na produção (2)	(ATD01) Implantação equilibrada (4)	(ATS01) Mudança na adoção (6)
	(ATP02) Decisão de incremento da produção de plásticos (1)	(ATD02) Redução e modificação na produção (3)	(ATS02) Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (9)
	(ATP03) Percepção de alto custo de implantação x percepção de ganhos (3)	(ATD03) Parcerias (7)	(Novo2) Inovação aberta (1)
	(ATP04) P&D em tecnologia (0)	(ATD04) Financiamento de projetos (1)	(ATS04) Projetos de Tecnologia (13)
	(Novo14) Adoção incorreta de tecnologia (1)		
	Problemas	Desafios	Soluções
Participação do Governo	(PGP01) Legislação para reciclagem (0)	(PGD01) Cumprimento da PNRS (5)	(PGS01) Iniciativa privada (3)
	(PGP02) Fiscalização (0)	(PGD02) Agentes de fiscalização (0)	(Novo21) Controle e fiscalização (2)
	(Novo5) Falta de recurso público (1)		
	Problemas	Desafios	Soluções
Economia Circular	(ECP01) Ações de redução do volume de descarte (0)	(ECD01) Capacidade de reciclagem (2)	(Novo6) Acordos Setoriais (2)
	(ECP02) Adoção da Economia Circular (3)	(ECD02) Adoção pelos empresários (4)	(ECS02) Programas do governo (1)

		(Novo12) Uso de Tecnologia no Brasil x Exterior (1)	
		(Novo16) Prazo de retorno do investimento (1)	
Subtotais	Problemas (29)	Desafios (35)	Soluções (45)
C/A	19(C)+29(A)=48	10(C)+35(A)=45	31(C)+45(A)=76
Total	Problemas (48)	Desafios (45)	Soluções (76)

Fonte: Autora, 2024.

A frequência desses indicadores mostra sua relevância na adoção de tecnologias, ou seja, as análises trouxeram a existência de projetos de tecnologia em baixa escala, que provaram ser possível um incremento de seu uso na reciclagem e eles estão disponíveis para adoção. No entanto, tal ação não ocorre devido à falta de parcerias e à falta de adoção pelos empresários. Na variável do Ambiente e Atores a presença do indicador ATS02- Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria-prima mostrou que existem tecnologias para resolver o problema do resíduo plástico, mas até o momento são raros os exemplos de adoção por parte dos empresários.

Entre os indicadores das variáveis da Cadeia, encontrou-se concentração nos itens de Coleta e Triagem, na coluna de Solução. Isto indica que existem movimentos empresariais para incrementar os processos de reciclagem, mesmo que ainda em baixa escala. Um exemplo foi o caso da Ecourbis, que utiliza tecnologias 2D e 3D na triagem do resíduo. Outro exemplo são *Starts* com projetos embrionários de uso de App, as quais identificam uma oportunidade de negócio com a reciclagem. Neste último caso os problemas se encontram nas burocracias de legalização desse mercado e nos hábitos de descarte irregular dos consumidores.

Nas análises foram inseridos novos indicadores conforme o avanço da pesquisa. Esses novos indicadores somam vinte e um (21) e os mais relevantes são (Novo9) Compensação de crédito na logística reversa (3) e (Novo8) Mudança de comportamento (4). São duas soluções e um desafio (Mudança de comportamento) o que indica que a adoção de tecnologia existente depende do comportamento dos empresários e dos consumidores.

5 CONCLUSÃO

O trabalho investigou os problemas, os desafios e as soluções da implantação e o uso de tecnologias em redes de reciclagem e buscou as evidências para a sustentação ou não da proposição orientadora, assim resumida: os problemas, os desafios e as soluções da implantação e uso de tecnologias em reciclagem estão no lado humano, isto é, nas decisões, resistências e interesses de atores em adotar a economia circular e implantar tecnologias na rede de reciclagem.

O tema é relevante, porque o volume de resíduos sólidos aumenta numa velocidade maior que a capacidade de reciclagem. Os relatórios sobre porcentagem de reciclagem dos resíduos apontam o número de 11% no resíduo produzido. Os dados são mais visíveis e quantificáveis no solo, mas os recursos hídricos (rios, oceanos, lagos, represas) recebem uma quantidade de resíduos, de origem doméstica e industrial, ainda pouco mensurada e com raros trabalhos que integram os sistemas no solo e na água.

A coleta inicial de dados sobre o tema levou à construção da proposição orientadora: o tema da implantação e o uso da reciclagem repousa mais no fator humano do que na existência e na disponibilidade de tecnologia.

Após análise dos dados, pode-se concluir que a proposição se sustenta, apresentando a resposta do objetivo principal do trabalho. No lado dos empresários, trata-se de um descompromisso com a sustentabilidade e com a legislação brasileira em vigor. Do lado dos consumidores trata-se de um descompromisso e um desconhecimento sobre o descarte adequado. Do lado do governo editam-se leis e normas, algumas das quais apoiadas em legislação que obteve sucesso em outros países, mas atrela-se a atualização das normas como tarefa de cada município, o que não ocorre na maioria deles.

O principal resultado é um aprofundamento do conhecimento sobre as barreiras e soluções para a adoção de tecnologias aplicadas à tarefa de reciclagem, oferecendo um caminho de entendimento sobre o tema e possível uso em pesquisas e gestão da reciclagem.

O resultado secundário obtido é a oferta de uma matriz de indicadores de variáveis relevantes sobre os problemas, os desafios e as soluções na implantação e o uso de tecnologia em redes de reciclagem. A matriz de indicadores pode servir de modelo para aplicação e para validação em pesquisas semelhantes. Gerencialmente, o trabalho oferece

algumas soluções de gestão da tarefa de implantação e de uso de tecnologias aplicadas à reciclagem.

Para o impacto social e de sustentabilidade, o trabalho pouco pode contribuir. Os dados das várias fontes raramente analisaram com alguma profundidade os ODS vinculados ao tema - ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; 12 – Consumo e Produção Responsáveis; 15 – Vida sobre a Terra e 17 – Parcerias pelas Metas.

No caminho da pesquisa, verificou-se na revisão bibliográfica que a academia não tem respostas de gestão a oferecer, embora afirme os problemas e os desafios a serem vencidos. As entrevistas com sujeitos em cargos variados também enveredaram pelo caminho das dificuldades de se obter compromisso dos atores, nos vários pontos da cadeia. Na análise de mídia digital sobre o tema ficou evidenciado que a tecnologia existe e inclusive com produtos de baixo custo, mas ela não está implantada nos elos da cadeia.

Os dados convergem para um ponto central, que é o domínio de um sistema de produção linear, que atende os reclames do varejo e dos consumidores, oferecendo facilidades no uso de produto. É verdade que os fabricantes se esforçam para uma produção limpa, mas não assumem responsabilidades pelo descarte lá na ponta. Assim, o plástico é o vilão da história, o maior poluidor da terra e da água. Sua produção contínua e crescente. Aumentou de 2,3 milhões de toneladas em 1950 para 448 milhões de toneladas em 2015. A quantidade é maior do que a capacidade de reciclagem das empresas e capacidade de absorção da terra e da água. Desse total aproximadamente 8 milhões de toneladas são ilegalmente lançados nos oceanos.

A economia circular é colocada como a solução nas três fontes de dados, isto é, na produção acadêmica, nas entrevistas e nas análises de mídias. Existem leis que favorecem sua adoção, mas a resistência à inovação e o risco são maiores do que o empreendedorismo, fato analisado na abordagem da teoria de adoção de tecnologia. Conforme esta abordagem, todos os esforços, de educação, de produção limpa, de marketing, de programas do governo, de planos de gestão de resíduos em cada empresa, deveriam partir desse sistema. A adoção da economia circular tem como pressuposto o uso de tecnologias de reciclagem com baixa resistência e menos risco percebido, porque faz parte do sistema da circularidade.

No caminho do planejamento e da realização da pesquisa, foi possível construir uma matriz de variáveis das etapas da cadeia de reciclagem e das ações e dos comportamentos dos atores envolvidos, colocados numa distribuição dos problemas, dos

desafios e das soluções. Essa matriz está apresentada dos Quadros 4 e 5. A mesma matriz mostrou-se operacional e confiável para indicar as variáveis mais e menos importantes, resultado este indicado na Tabela 1. As construções dos quadros e da tabela constituem a resposta da tarefa (a), que era encontrar as evidências da presença ou ausência das variáveis selecionadas.

A matriz de variáveis constitui um benefício metodológico importante que pode ser utilizado como auxílio no planejamento de pesquisas sobre o tema.

Como resultado relevante na pesquisa, os números da Tabela 1 indicam dominância dos fatores humanos nos problemas e nos desafios. Entre os fatores destacam-se a percepção de alto custo por parte dos empresários e o comportamento de descarte dos consumidores. Vale ressaltar que as médias indicaram possibilidades de financiamentos e serviços de baixo custo, por exemplo, na reciclagem de recursos hídricos.

Como soluções surgiram, com maior frequência e relevância destacada nos dados, os aplicativos para facilidade de coleta e de transporte e de tecnologias para o tratamento do plástico.

Os próximos itens detalham a discussão dos pontos colocados na introdução desta conclusão.

5.1 Resposta da proposição

A proposição orientadora de que a questão da tecnologia em reciclagem repousa mais no fator humano do que na existência e na disponibilidade de tecnologia é sustentada pelos dados da pesquisa. Do lado dos empresários, observa-se um descompromisso tanto com a sustentabilidade quanto com a legislação brasileira vigente. Muitos empresários não aderem aos princípios da economia circular; negligenciam o impacto de suas atividades e a necessidade de implementar práticas adequadas de reciclagem. O fato revela uma falta de alinhamento com as políticas ambientais, falta muitas vezes impulsionada por busca de lucro imediato, sem considerar as implicações a longo prazo.

No que se refere aos consumidores, a pesquisa indica que o descompromisso e o desconhecimento sobre o descarte adequado dos resíduos também são fatores determinantes. Grande parte da população ainda não desenvolveu a consciência

necessária sobre a importância da reciclagem e as consequências de um descarte incorreto, o que contribui para a baixa taxa de reciclagem.

Quanto ao papel do governo, embora existam leis e normas voltadas para a reciclagem, há uma prática de uso de modelos de outros países, que nem sempre se adequam ao contexto brasileiro. Além disso, a responsabilidade de atualizar e implementar essas normas é delegada aos municípios, o que resulta em dificuldades de implantação, pelas diferenças de recursos locais. Muitos municípios não possuem recursos, infraestrutura ou mesmo interesse político para desenvolver e aplicar essas normas. Isto compromete a eficácia das políticas de reciclagem em nível nacional.

Em resumo, a questão da tecnologia aplicada à reciclagem no Brasil enfrenta desafios que estão mais relacionados ao comportamento humano e à gestão institucional, porque a tecnologia existe. Sem um compromisso dos empresários, sem uma maior conscientização dos consumidores e sem uma implementação eficaz das políticas por parte do governo, a tecnologia disponível para a reciclagem continuará subutilizada.

5.2 Sobre a teoria de base

A seleção da base teórica incluiu abordagem social de redes, economia circular, formato de redes de reciclagem e adoção de tecnologias da indústria 4.0. A seleção foi o resultado das abordagens teóricas encontradas na revisão bibliográfica e nos dados iniciais de fontes secundárias, tais como documentos e mídias.

Os resultados indicaram que a base teórica foi competente para explicar o fenômeno da tecnologia aplicada à reciclagem. A abordagem social de redes foi capaz de analisar influências de grupo na questão da adoção de tecnologias. Por exemplo, o sujeito 3 relatou o comportamento de imitação dos atores envolvidos na compra e na venda de créditos de reciclagem. Os sujeitos 1 e 4 apresentaram discursos convergentes sobre um certo comodismo dos empresários em não seguir a legislação e em não se esforçarem para modificar a situação de tecnologias em reciclagem.

O princípio da economia circular é a otimização dos recursos, incluindo o retorno da matéria ao ciclo produtivo, o que constitui o braço da reciclagem. Os resultados indicaram que a ausência do conhecimento e da aplicação dos princípios da economia circular, por parte dos empresários, explica em parte a não utilização das tecnologias em reciclagem. Os empresários utilizam, predominantemente, os princípios da economia

linear. Nesta linha, a preocupação com a ponta do descarte e do reuso é restrita. A teoria da economia circular, portanto, indica o caminho de solução do problema.

A abordagem de redes afirma existirem três características do formato de rede: a complexidade de tarefas, que significa a existência de especialidades para a realização da tarefa; a interdependência, que significa a necessidade de compartilhamento dos conhecimentos dos especialistas e o trabalho em conjunto; a governança, que significa o conjunto de mecanismos que permite o trabalho coletivo.

Aplicado ao fenômeno das redes de reciclagem, verifica-se que das três características a complexidade de tarefas foi a mais evidente. Esse princípio explica a presença de especialidades na cadeia de reciclagem. Por exemplo, são necessários especialistas de logística, de composição de materiais, de formas de estocagem, de preços de mercado e de estratégias de negociação com os compradores e com o governo. A interdependência evidenciou-se nos relatos dos sujeitos sobre a necessidade de um trabalho mais integrado. Os relatos indicaram que o campo de interdependência está presente, mas não resolvido, isto é, foram raras as ações integradas. Como consequência a governança não está tão desenvolvida quanto poderia, se a interdependência fosse conhecida e resolvida. Os sujeitos 1 e 3, que são consultores, relataram essa situação de governança pouco desenvolvida.

As afirmativas sobre a rede de reciclagem foram capazes de explicar a organização e a estrutura dos atores envolvidos na tarefa. Secundariamente, a abordagem auxiliou na compreensão da existência e do funcionamento de uma rede formal, por exemplo, na logística que inclui as cooperativas; e de uma rede informal de coletores e organizações de desmonte que realizam suas atividades de forma não regularizada.

O modelo de adoção de tecnologia de Rogers foi capaz de explicar a resistência à adoção, ponto importante neste trabalho. O modelo auxiliou na sustentação da proposição de que a resistência está no fator humano, especialmente no descompromisso e no desinteresse dos empresários, referentes aos fatores de compatibilidade e experimentação.

Do lado dos consumidores, segundo o modelo de Rogers, a compatibilidade está ligada às crenças, aos valores e às experiências antes da adoção. A cultura dos consumidores brasileiros é a de realizar o descarte de todo resíduo orgânico e reciclável em um único saco de lixo e deixá-lo fora de casa, tendo resolvido o assunto. Essas crenças, valores e experiências criam resistência à mudança, promovendo a baixa consciência e as ações não dirigidas à sustentabilidade.

Outro fator no modelo de Rogers que é aderente ao trabalho é a experimentação, que é a possibilidade de utilização da tecnologia, antes de sua adoção. Conforme os dados, os empresários resistem à experimentação de tecnologias, mesmo com a disponibilidade indicada pelos dados de mídia.

Um possível limite da teoria de Rogers é que ela assume que a adoção de tecnologias segue um padrão comportamental previsível, mas, em muitos casos, há resistências de outra ordem que não são consideradas, como, por exemplo, fatores econômicos e sociodemográficos. A desigualdade socioeconômica, o acesso à educação, a infraestrutura e os recursos financeiros podem impactar a capacidade de as pessoas adotar tecnologias. A teoria não aborda essas questões de maneira suficiente.

Uma alternativa de teoria que poderia ser utilizada em estudos futuros é a Teoria da Ação Racional (TAR), a qual afirma que a decisão de ação de um indivíduo é baseada nas consequências dos resultados (Hagger *et al.*, 2002). Aplicando essa teoria à falta de educação ambiental dos consumidores, a explicação seria que eles (consumidores) não veem os benefícios para si ao realizarem ações ambientais. Então, racional e egoisticamente, não há por que se comportar nessa linha ambiental. O mesmo argumento de racionalidade sobre ganhos percebidos aplica-se aos empresários, porque estes realizam contas sobre ganhos e custos em resultados imediatos.

Abordagens racionais sobre o comportamento, sejam de racionalidade absoluta, ou limitada segundo Simon (1955) poderiam utilizar argumentos não presentes na abordagem de Rogers. Como já ressaltamos, seria uma abordagem complementar, já que raciocínios de ganhos estão presentes no modelo de Rogers.

5.3 Sobre a metodologia

O caminho metodológico mostrou-se adequado e competente para a coleta e a análise dos dados. As variáveis selecionadas são, basicamente, qualitativas, demandando técnicas de entrevista e observação. Foram realizadas sete entrevistas, sem se atingir o ponto da exaustão, já que os sujeitos são de distintas formações e trabalho, não convergindo nas respostas. Nesse caso, a coleta foi encerrada por pressão de tempo. Uma decisão importante, não planejada ao início, foi a coleta e a análise de mídias, que apareceram espontaneamente nas páginas dos links presentes nos documentos. A partir

daí, o pesquisador realizou uma busca inicial que mostrou que essa fonte de dados poderia ser promissora, o que de fato ocorreu.

Ao final, a análise de mídias mostrou uma posição diferente, até mesmo contrária, sobre as possibilidades de uso de tecnologias. Nas mídias, as tecnologias existem, são acessíveis (uma lixeira inteligente custa \$ 20,00 dólares), e os empresários se esforçam para a venda e a adoção dessas tecnologias. Essa posição contrastou com a posição das fontes acadêmicas, que afirmam não existir tecnologias de custo acessível e de qualidade comprovada.

A observação de um caso mostrou que a tecnologia é possível de ser implantada, embora os custos sejam altos. A parceria da empresa com a Prefeitura de São Paulo, possibilitou o incremento da escala de toneladas diárias recicladas. Por seu turno, a prefeitura exigiu em contrato que a empresa monitorasse o aterro sanitário próximo do galpão de coleta.

No que se refere aos documentos, verificou-se que não há tendência, ou convergência sobre os problemas, os desafios e as soluções. Alguns são relatórios; outros são diagnósticos e outros, proposições.

Sobre a matriz de indicadores, considera-se que é um benefício metodológico importante, porque possibilita que outros pesquisadores apliquem o roteiro de entrevista. Durante a coleta e a análise, alguns indicadores mostraram relevância na explicação do problema de pesquisa, tais como os que compõem a categoria Descarte Doméstico. Outros apareceram com relativa relevância, quando comparados à categoria Descarte Doméstico, tais como a categoria Triagem. Algumas variáveis mostraram-se irrelevantes na explicação do problema de pesquisa, tais como (TP02) Limpeza dos resíduos, ou (TP03) Etiquetagem Manual.

Uma interpretação possível para tais variações é que os indicadores que vieram da revisão bibliográfica podem não estar refletindo a realidade conforme as fontes consultadas. Dito de outra forma, os sujeitos e as mídias determinaram a relevância dos indicadores para o contexto brasileiro. Para futuras pesquisas sugere-se que algumas variáveis, tais como as citadas no parágrafo anterior, não sejam utilizadas.

5.4 Sobre os resultados

Este subitem apresenta os comentários e conclusões sobre a tarefa (b), que era organizar e interpretar os dados coletados.

O conjunto de resultados mostrou-se capaz de oferecer a resposta ao problema de pesquisa. Os dados convergiram para a indicação dos fatores do Ambiente e Atores como principais problemas na não adoção de tecnologias aplicadas à reciclagem. Os desafios referem-se aos caminhos de superação da resistência dos empresários e da educação dos consumidores. Sobre as soluções os dados não apontaram caminhos operacionais e de gestão. O que se encontrou foram soluções genéricas, tais como incrementar a educação ambiental.

Conforme se verifica na Tabela 2, alguns indicadores selecionados na revisão bibliográfica não foram citados nas demais fontes. São 08 do grupo da Cadeia e 06 do grupo de Ambiente e Atores. Uma possível interpretação desse fato é que os dados da revisão bibliográfica não convergem para os dados da realidade que surgiu nas outras fontes.

Durante a pesquisa incluíram-se novos indicadores, sendo 12 da categoria Cadeia e 09 da categoria Ambiente e Atores, com uma concentração na variável Distribuição, da categoria Cadeia. A existência de novos indicadores na pesquisa evidencia o limite da revisão bibliográfica. Um exemplo é a solução de compensação de crédito na logística reversa, algo novo na legislação brasileira, ausente nos artigos científicos.

Resumindo este item, afirma-se que os resultados são competentes para oferecer a resposta ao problema de pesquisa.

5.5 Contribuições e limites do trabalho

Este subitem apresenta os resultados da realização da tarefa (c), sobre as contribuições do trabalho. A principal contribuição de natureza teórica é a oferta de uma resposta sobre os problemas e desafios na adoção de tecnologias aplicadas à tarefa de reciclagem. Conforme repetido algumas vezes no texto, a solução passa pela mudança de comportamento de empresários e consumidores.

A contribuição metodológica é a oferta de uma matriz de indicadores que se mostrou operacional e confiável; indicou ainda convergências e diferenças dos dados das diversas fontes. Uma contribuição metodológica secundária é a descrição de como organizar e analisar fontes de mídias, orientações que não se encontraram na revisão bibliográfica. O uso desta fonte de dados foi relevante na indicação de soluções sobre o tema.

Com os conhecimentos adquiridos e a oferta da matriz de indicadores, espera-se que pesquisas de ação sobre o tema e ações de gestores no uso de tecnologias de reciclagem possam obter resultados de impactos sociais e de sustentabilidade, especialmente no alcance dos ODS 11 – Cidades e Comunidades Sustentáveis; 12 – Consumo e Produção Responsáveis; 15 – Vida sobre a Terra e 17 – Parcerias pelas Metas.

Um exemplo de aplicação dos conhecimentos e dos métodos aqui abordados é o apadrinhamento das cooperativas pelas empresas, como no exemplo citado pelo sujeito 6. A empresa oferece a infraestrutura com tecnologias, com coleta dos resíduos e com boas condições de trabalho para os cooperados.

Como limite do trabalho afirma-se que a pesquisa é uma amostra reduzida de documentos, de entrevistados e de mídias digitais, num tema que se caracteriza por uma ampla rede de atores. O tema é relevante, conforme se verificou na tendência crescente de artigos sobre economia circular, reciclagem, sustentabilidade, vida na terra, vida na água. A presente pesquisa abriu um campo de discussão e investigação ainda pouco desenvolvido nas áreas de Administração e de Gestão.

Outro limite do trabalho refere-se à importância dos hábitos de triagem e descarte dos consumidores. Essa variável tornou-se relevante no decorrer da coleta e da análise, mas não havia planejamento para investigar os consumidores. No item 5.6 essa questão é retomada e sugere-se uma pesquisa com foco nesse ator.

5.6 Propostas para novas pesquisas

Em função dos resultados obtidos e das análises realizadas, sugerem-se as seguintes pesquisas relacionadas ao tema:

- A. Considerando que a variável falta de educação ambiental surgiu consistentemente como importante para a não adoção de tecnologias nas etapas de descarte e coleta, sugere-se uma pesquisa sobre cultura de prática dos consumidores sobre o descarte de resíduos sólidos. A pesquisa implicaria investigar os hábitos de descarte de resíduos sólidos dos consumidores, bem como o seu conhecimento e a sua disposição para a adoção de tecnologias de auxílio ao descarte, tais como lixeiras inteligentes. Nossa hipótese é que o avanço na educação ambiental dos consumidores implicaria maior pressão de solução do incremento dos resíduos

disponíveis para a reciclagem, o que exigiria soluções das empresas e do governo, e a inclusão da adoção de tecnologias.

- B. Considerando o problema do plástico, cuja produção aumenta mais do que a capacidade de reciclagem das empresas; considerando o resultado das resistências dos empresários fabricantes em adotar ações de economia circular, sugere-se uma pesquisa exclusiva com sujeitos fabricantes de embalagens e/ou fabricantes que utilizam essas embalagens em seus produtos. Essa amostra dirigida possibilitaria entender mais a fundo os motivos da resistência ao uso de tecnologias na ponta da reciclagem. No presente trabalho, houve a oportunidade de se entrevistar dois empresários e verificou-se a relevância de uma pesquisa focada diretamente neste público.
- C. Alguns relatos de sujeitos entrevistados indicaram um problema emergente, pouco investigado, que é o uso de tecnologia para os resíduos eletrônicos. Trabalhos anteriores, (Giglio, 2023) indicaram uma taxa de reciclagem de eletrônicos abaixo de 3% como média brasileira e a evidência do uso de tecnologias ilegais para a separação dos materiais nobres dos produtos. Sugere-se, então, uma pesquisa com foco nos resíduos eletrônicos e nas tecnologias legais e ilegais em uso no Brasil. Espera-se que os resultados possam auxiliar na compreensão da necessidade de se adotar tecnologias nas outras classes de resíduos.
- D. O presente trabalho não se ocupou do local onde o resíduo se encontra, se na terra, ou na água. Dados presentes nos documentos de Pemalm (2021) indicam a evolução da degradação de recursos hídricos (lagos, lagoas, represas, trechos de rio e praias) com poluentes, tais como óleo, algas em profusão e plásticos, estes últimos já sendo responsáveis por doenças transmitidas por microplásticos ingeridos pelos peixes. Sugere-se uma pesquisa sobre os resíduos sólidos em recursos hídricos, investigando a existência de tecnologias que pudessem mitigar o problema. Uma delas foi citada no trabalho no discurso do sujeito 5, empresário e diretor de operações de uma empresa de soluções ambientais integrada para corpos hídricos, que tem um barco com adaptação de tecnologia para recolher os poluentes na parte flutuante das águas; e, pode ainda, realizar a separação dos resíduos sólidos.

Ao final deste trabalho quero deixar registrado que o mesmo me ajudou a conhecer detalhes sobre a adoção de tecnologias em reciclagem e motivou mudanças significativas em minhas atitudes de manejo dos resíduos, além de todo o aprendizado adquirido. Sugiro aos leitores que visitem uma cooperativa de reciclagem, que é uma experiência transformadora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDI, & Abiplast. (2021). *Modelos de Negócios para Aprimoramento da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil* (p. 1–817). Disponível em: https://www.abiplast.org.br/publicacoes/relatorio_rsu/
- Abiplast. (2022). *Relatório de Resíduos Sólido Plástico no Brasil* (p.1-61). Disponível em: https://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2023/09/perfil_2022_pt.pdf
- Acamar. (2019). *Plataforma Digital para gerenciamento de resíduos*. Disponível em: <https://www.acamarcb.com.br/plataforma-digital/>. Acesso em 10/12/2023.
- Acemoglu, D., Ozdaglar, A., & Yildiz, E. (2011). Diffusion of innovations in social networks. *IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference*, 2329–2334. <https://doi.org/10.1109/CDC.2011.6160999>
- ADL Automação e Reciclagem. (2024). *Soluções para reciclagem de plásticos* [Video recording]. <https://www.adlbtu.com.br/>
- Almeida, S. T., & Borsato, M. (2019). Assessing the efficiency of End of Life technology in waste treatment. A bibliometric literature review. *Resources, Conservation and Recycling*, 140, 189–208. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2018.09.020>
- Ambipar. (2020). *Robôs recicladores de lixo: esse é o futuro da reciclagem?* [Video recording]. <https://www.brasilcoleta.com.br/robos-recicladores-de-lixo-esse-e-o-futuro-da-reciclagem/>
- AMP Robotics. (2021). *Inteligência artificial para reciclagem*. Ellen Macarthur Foundation. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/exemplos-circulares/inteligencia-artificial-para-reciclagem-amp-robotics>. Acesso em 10/10/2023.
- Annesi, N., Battaglia, M., Gragnani, P., & Iraldo, F. (2021). Integrating the 2030 Agenda at the municipal level: Multilevel pressures and institutional shift. *Land Use Policy*, 105, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105424>
- Arukala, S. R., & Pancharathi, R. K. (2020). Integration of advances in sustainable technologies for the development of the Sustainable Building Assessment Tool. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 19(3), 335–360. https://doi.org/10.1386/tmsd_00030_1
- Assis, M. W. V. de, & Santos, T. T. dos. (2020). Chemical properties, environmental problems and plastic recycling: a review. *Jornal Interdisciplinar de Biociências*, 5(1), 31–37. <https://doi.org/10.26694/JIBI.V5I1.10610>
- Associação dos Bancos do RJ. (2023). *Essa empresa revoluciona a gestão inteligente de resíduos - Made in Brasil* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=xc48_ISmKIM&t=204s

- aTech PT. (2023). *Como a Suécia Transforma Seu Lixo Em Ouro* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=koA7J_gT7i8&t=237s
- Band Jornalismo. (2022). *Destino do lixo: descarte é um enorme desafio para o Brasil* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=3h2tsLQ_QSg
- Band Jornalismo. (2023). *Créditos de reciclagem estimula a reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=YH08Nza4vo8>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições, Vol. 70.
- Batory, A., & Svensson, S. (2019). The fuzzy concept of collaborative governance: A systematic review of the state of the art. Em *Central European Journal of Public Policy*, 13(2), 28–39. <https://doi.org/10.2478/cejpp-2019-0008>
- BBC. (2022). *Documentário BBC: O mito da reciclagem* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=JbjlyC_r0Nw
- Beaman, L. A., BenYishay, A., Magruder, J., & Mobarak, A. M. (2018). Can Network Theory-Based Targeting Increase Technology Adoption? *SSRN Electronic Journal*. Documento de discussão da Fundação Cowles nº 2139, Documento de discussão do Centro de Crescimento Econômico da Universidade de Yale nº 1062 (p. 1-62). <https://doi.org/10.2139/ssrn.3225815>
- Boubellouta, B., & Kusch-Brandt, S. (2023). Driving factors of e-waste recycling rate in 30 European countries: new evidence using a panel quantile regression of the EKC hypothesis coupled with the STIRPAT model. *Environment, Development and Sustainability*, 25(8), 7533–7560. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02356-w>
- Brasil. (2010). *Lei nº 12.305/2010 Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. <https://sinir.gov.br/>
- Brasil. (2015). *Acordo setorial para implantação do sistema de logística reversa de embalagens em geral*. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa/embalagens-em-geral/>
- Brasil. (2022). *Índice de Gestão de Resíduos: nota técnica*. Plataforma de Gestão de Resíduos Sólidos. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Default.aspx?idPagina=16897>
- Câmara dos deputados. (2020). *Frente Ambientalista discute desafios da reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=IIGsNdhgeaA>
- Castro, M. A. S. de. (2014). *Diagnóstico da gestão de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos e proposta de modelo em um contexto de green supply chain management*. Tese de Doutorado. [Universidade de São Paulo]. <https://doi.org/10.11606/T.18.2014.tde-23032015-100253>

- Cavallet, L. E., de Carvalho, S. G., & Fortes Neto, P. (2013). Metais pesados no rejeito e na água em área de descarte de resíduos sólidos urbanos. *Revista Ambiente & Água*, 8(3), 229–238. <https://doi.org/10.4136/AMBI-AGUA.1155>
- CETESB. (2022). *Inventário Estadual de Resíduos Sólidos Urbanos de São Paulo*. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/residuossolidos/wp-content/uploads/sites/26/2023/10/Inventario-Estadual-de-Residuos-Solidos-Urbanos-no-Estado-de-Sao-Paulo-2022.pdf>
- Chauhan, C., Parida, V., & Dhir, A. (2022). Linking circular economy and digitalization technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. *Technological Forecasting and Social Change*, 177, 121508. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2022.121508>
- Chen, Q., & Liao, W. (2022). Collaborative Routing Optimization Model for Reverse Logistics of Construction and Demolition Waste from Sustainable Perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12), 7366. <https://doi.org/10.3390/ijerph19127366>
- Chicarino, V. R. L., Jesus, E. F., Albuquerque, C. V. N., & Rocha, A. A. A. (2017). Uso do Blockchain para privacidade e segurança IOT. In book: SBSeg, *Minicursos do XVII Simpósio Brasileiro em Segurança da Informação e de Sistemas Computacionais - SBSeg2017*, pp. 149–199.
- CNN. (2023). *Energia limpa e reciclagem: o olhar estratégico para o lixo* [Video recording]. <https://www.cnnbrasil.com.br/forum-opiniao/energia-limpa-e-reciclagem-o-olhar-estrategico-para-o-lixo/>
- Colabora-se. (2022). *Aqui recicla: tecnologia no processo de reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=jhTpXP21QwE>
- Conferência Instituto Ethos. (2021). *Reciclagem dos plásticos no Brasil e seus desafios* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=yCwWaxy1aj8>
- Convale. (2023). *Inovações Tecnológicas no Tratamento e Reciclagem de Resíduos Sólidos* [Video recording]. <https://convale.ce.gov.br/informa/43/inovacoes-tecnologicas-no-tratamento-e-reciclagem->
- Cui, Y., Cao, Y., Ji, Y., Chang, I., & 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>
- Dick, M. E., & Gonçalves, B. S. (2021). Premissas para a elaboração de frameworks orientados ao processo de design sob uma perspectiva sistêmica. *Blucher Design Proceedings*, 1528–1541. https://doi.org/10.5151/cidicongic2021-115-352956-CIDI-Teoria_a.pdf

- Edison Gestão sustentável. (2019). *Reciclagem inteligente de resíduos - Indústria 4.0 e Economia Circular a combinação perfeita* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=XA-t1Hgsxlw>
- Elétrica e Automação. (2021). *Tecnologia de Reciclagem na Alemanha* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=F2F6DNQID88>
- Embalalixo. (2023). *Embalalixo que vira adubo*. Embalalixo. <https://www.embalixo.com.br/>
- Encontro da Sustentabilidade. (2024). *A Economia circular e os novos paradigmas da sustentabilidade* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=VLSXavG5ODM>
- Engenhei. (2018). *Processo de reciclagem do lixo no Japão* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=pknTQ5L2VbE>
- Esmaeilian, B., Wang, B., Lewis, K., Duarte, F., Ratti, C., & Behdad, S. (2018). The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste Management*, 81, 177–195. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2018.09.047>
- eTech PT. (2022). *A Maior Usina de Reciclagem de Plástico do Mundo Será Construída na França* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=acBp3OIQdKI>
- Faro, O. El, Calia, R. C., & Pavan, V. H. G. (2013). A logística reversa do lixo eletrônico: um estudo sobre a coleta do e-lixo em uma importante universidade brasileira. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 6(3), 142-153. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v6i3.461>
- Filippe, M. (2024). Economia circular: Danone busca reduzir embalagens de origem fóssil pela metade. *Revista Exame*. <https://exame.com/esg/danone-desenvolve-programas-com-foco-em-economia-circular-e-descarbonizacao/>
- Finexesg. (2024). *Desafios da reciclagem no brasil* [Video recording]. <https://www.youtube.com/shorts/xcdm-KC7kao>
- Folha de São Paulo. (2022). *Tecnologia moderniza reciclagem, mas catador é fundamental* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=SfK-Jr85YCg>
- Fontanella, B. J. B., Ricas, J., & Turato, E. R. (2008). Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. *Cadernos de Saúde Pública*, 24(1), 17–27. <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>
- Forti V., Baldé C. P., & Kuehr R. (2020). The Global E-Waste Monitor 2020: Quantities, Flows, and the Circular Economy Potential. *UNU/UNITAR ITU, ISWA*, Vol. 1. <https://globalewaste.org/>

- Fragomeni, L. P. M., Roisenberg, A., & Mirlean, N. (2010). Poluição por mercúrio em aterros urbanos do período colonial no extremo sul do Brasil. *Química Nova*, 33(8), 1631–1635. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422010000800002>
- Franzò, S., Urbinati, A., Chiaroni, D., & Chiesa, V. (2021). Unravelling the design process of business models from linear to circular: An empirical investigation. *Business Strategy and the Environment*, 30(6), 2758–2772. <https://doi.org/10.1002/bse.2892>
- Frau, M., Moi, L., Cabiddu, F., & Keszey, T. (2022). Time to clean up food production? Digital technologies, nature-driven agility, and the role of managers and customers. *Journal of Cleaner Production*, 377, 134376. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134376>
- Gasde, J., Woidasky, J., Moesslein, J., & Lang-Koetz, C. (2021). Plastics Recycling with Tracer-Based-Sorting: Challenges of a Potential Radical Technology. *Sustainability*, 13(1), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su13010258>
- Giglio, E. M. (2015). *Business Networks: Concepts, Methodologies and Research*. Miami: GlobalSouth Press.
- Giglio, E. M., et al. (2023). A governança das redes de reciclagem de lixo eletrônico: Insights da cidade de São Paulo. *Waste Management*, 161, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.02.027>
- Gil, A. C. (2017). *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- Gokhale, P., Bhat, O. & Bhat, S. (2018). Introduction to IOT. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology ISO*, 5,41-44. <https://doi.org/10.17148/IARJSET.2018.517>
- Green Eletron. (2022). *Desafios do lixo eletrônico no Brasil* [Video recording]. <https://greeneletron.org.br/blog/desafios-para-a-reciclagem-do-lixo-eletronico-no-brasil/>
- Green Mining. (2022). *Tecnologia a serviço da reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=MERq5NAhplM&t=2s>
- Green Recycling. (2022). *Green Recycling Automated Waste Recycling* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=pmuiz7JNGVY>
- Grupo Multilixo. (2020). *Flacipel* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=YJYsgQIYRXs>
- Grupo Multilixo. (2024). *Gestão de Resíduos: Case GRU Aiport* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=fImLZG_5GcQ

- Guillot, J. (2023). Economía circular: definición, importancia y beneficios. *Noticias-Parlamento Europeo*. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>. Acesso em: 20/10/2023.
- Gulati, R., Nohria, N., & Zaheer, A. (2000). Strategic networks. *Strategic Management Journal*, 21(3), 203–215. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(200003\)21:3<203::AID-SMJ102>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(200003)21:3<203::AID-SMJ102>3.0.CO;2-K)
- Hærem, T., Pentland, B. T., & Miller, K. D. (2014). Task Complexity: Extending a Core Concept. *Academy of Management*, 40(3), 446–460. <https://doi.org/10.5465/AMR.2013.0350>
- Hagger, M. S., Chatzisarantis, N. L. D., & Biddle, S. J. H. (2002). A Meta-Analytic Review of the Theories of Reasoned Action and Planned Behavior in Physical Activity: Predictive Validity and the Contribution of Additional Variables. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 24(1), 3–32. <https://doi.org/10.1123/jsep.24.1.3>
- Hennemann, T. H. da Silva., & Sehnem, S. (2022). The circular economy and Industry 4.0: synergies and challenges. *Revista de Gestão*, 29(3), 300–313. <https://doi.org/10.1108/REGE-07-2021-0121>
- Horváth, C. (2022). The Current Situation of the Rare-Earth Material Usage in the Field of Electromobility. *Vehicle and Automotive Engineering 4 Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 493–504. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15211-5_41
- Hou, E.-J., Hsieh, Y.-Y., Hsu, T.-W., Huang, C.-S., Lee, Y.-C., Han, Y.-S., & Chu, H.-T. (2022). Using the concept of circular economy to reduce the environmental impact of COVID-19 face mask waste. *Sustainable Materials and Technologies*, 33, 475–490. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00475>
- Huang, Y., Li, S., Xiang, X., Bu, Y., & Guo, Y. (2022). How can the combination of entrepreneurship policies activate regional innovation capability? A comparative study of Chinese provinces based on fsQCA. *Journal of Innovation & Knowledge*, 7(3), 227–240. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2022.100227>
- Humble, N., & Mozelius, P. (2022). Content analysis or thematic analysis. *European Conference on Research Methodology for Business and Management Studies*, 21(1), 76–81. <https://doi.org/10.34190/ecrm.21.1.316>
- Jabbour, A. B. L. de S., Jabbour, C. J. C., Godinho Filho, M., & Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. *Annals of Operations Research*, 270(1–2), 273–286. <https://doi.org/10.1007/S10479-018-2772-8/TABLES/3>

- Khadke, S., et al. (2021). Efficient plastic recycling and remolding circular economy using the technology of trust–blockchain. *Sustainability (Switzerland)*, *13*(16), 9142. <https://doi.org/10.3390/su13169142>
- Khan, A. J., Ul Hameed, W., Iqbal, J., Shah, A. A., Tariq, M. A. U. R., & Ahmed, S. (2022). Adoption of Sustainability Innovations and Environmental Opinion Leadership: A Way to Foster Environmental Sustainability through Diffusion of Innovation Theory. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(21), 14547. <https://doi.org/10.3390/su142114547>
- Khatami, F., Vilamová, Š., Cagno, E., De Bernardi, P., Neri, A., & Cantino, V. (2023). Efficiency of consumer behaviour and digital ecosystem in the generation of the plastic waste toward the circular economy. *Journal of Environmental Management*, *325*, 116555. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116555>
- Kickert, W. J. M., Klijn, E.-H., & Koppenjan, J. F. M. (2012). *Managing Complex Networks: Strategies for the Public Sector*. London: SAGE. <https://doi.org/10.4135/9781446217658>
- Kishore, P. R., & Raghavendra. (2024). Exploring resistance factors in fintech adoption: An innovation resistance theory perspective. *Multidisciplinary Reviews*, *7*(6), 2024110. <https://doi.org/10.31893/multirev.2024110>
- Kurniawan, T. A., Dzarfan Othman, M. H., Hwang, G. H., & Gikas, P. (2022). Unlocking digital technologies for waste recycling in Industry 4.0 era: A transformation towards a digitalization-based circular economy in Indonesia. *Journal of Cleaner Production*, *357*, 131911. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2022.131911>
- Kurniawan, T. A., Lo, W., Singh, D., Othman, M. H. D., Avtar, R., Hwang, G. H., Albadarin, A. B., Kern, A. O., & Shirazian, S. (2021). A societal transition of MSW management in Xiamen (China) toward a circular economy through integrated waste recycling and technological digitization. *Environmental Pollution*, *277*, 116741. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116741>
- Lahane, S., & Kant, R. (2022). Investigating the sustainable development goals derived due to adoption of circular economy practices. *Waste Management*, *143*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.016>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, *6*(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Lima, A. R. de, Almeida, L. F. de, Giglio, E. M., & Corrêa, V. S. (2018). A Correspondência Entre Governança Relacional e Resultados Sociais em Redes de Cooperativas de Material Reciclável. *Revista Administração em Diálogo - RAD*, *20*(3), 01–27. <https://doi.org/10.23925/2178-0080.2017v20i3.36065>

- Machado, M. E., Menezes, J. C. S. S., Costa, J. F. C. L., & Schneider, I. A. H. (2012). Análise e avaliação da distribuição de metais pesados em um antigo aterro de resíduos sólidos urbanos “Aterro Invernadinha”. *Evidência*, 11(2), 69-82. Recuperado de <https://periodicos.unoesc.edu.br/evidencia/article/view/1686>
- Mager, M., Traxler, I., Fischer, J., & Finger, D. C. (2022). Potential Analysis of the Plastics Value Chain for Enhanced Recycling Rates: A Case Study in Iceland. *Recycling*, 7(5), 73-86. <https://doi.org/10.3390/recycling7050073>
- Marconi, M. de A., & Lakatos, E. M. (2024). *Metodologia do trabalho científico: Vol. 9ª Edição*. São Paulo: Atlas.
- Mariano, N., & Ferrarezi Junior, E. (2022). Meio ambiente. *Revista Interface Tecnológica*, 19(2), 784–796. <https://doi.org/10.31510/inf.v19i2.1515>
- Mazza, S. (2024). *O futuro não é descartável*. Já fui mandioca. <https://jafuimandioca.com.br/>
- Minayo, M. (2009). Construção de indicadores qualitativos para avaliação. *Revista Brasileira de Educação Médica*, 33(1), 83–91. <https://doi.org/10.1590/S0100-55022009000500009>
- Minayo, M. C. S. (2014). *O desafio do conhecimento: Pesquisa qualitativa: Vol. 14º ed.* São Paulo: Hucitec.
- Montenegro, L. M., & Bulgacov, S. (2014). Reflections on actor-network theory, governance networks, and strategic outcomes. *BAR - Brazilian Administration Review*, 11(1), 107–124. <https://doi.org/10.1590/S1807-76922014000100007>
- Moorthy, J., Lahiri, R., Biswas, N., Sanyal, D., Ranjan, J., Nanath, K., & Ghosh, P. (2015). Big Data: Prospects and Challenges. *Vikalpa*, 40(1), 74–96. <https://doi.org/10.1177/0256090915575450>
- Morozov, E., & Bria, F. (2019). *A cidade inteligente: tecnologias urbanas e democracia*. Editora: Ubu.
- Mukhamadeyeva R.M., Bayazitova Z.E., Elyubaev S.Z., Makeyeva L.A., & Nurmaganbetov Z.O. (2018). Development of integrated technology of collection and recycling of plastic in small towns. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 9(7), 1367–1376. [https://doi.org/10.14505/jemt.v9.7\(31\).01](https://doi.org/10.14505/jemt.v9.7(31).01)
- Mundo do plástico. (2021). *Quatro inovações em reciclagem de plástico para acompanhar* [Video recording]. <https://mundodoplastico.plasticobrasil.com.br/reciclagem/4-inovacoes-em-reciclagem-de-plastico-para-acompanhar>

- Myers, M. D. (2019). *Qualitative Research in Business and Management*. Califórnia: Sage Publications Limited.
- Neves, A. C. R. R., & Castro, L. O. D. A. (2013). Separação de materiais recicláveis: Panorama no Brasil e incentivos à prática. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 8(8), 1734-1742. <https://doi.org/10.5902/223611706631>
- Nohria, N., Baker, W., & Eccles, R. G. (1992). *The network organization in theory and practice*. Boston: Harvard Business School Press.
- ONU. (2015). *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil*. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel>. Acesso em: 25/04/2024.
- Othman, A. K., Hamzah, M. I., & Abu Hassan, L. F. (2020). Modeling the contingent role of technological optimism on customer satisfaction with self-service technologies. *Journal of Enterprise Information Management*, 33(3), 559–578. <https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2019-0295>
- Pack Talk. (2020). *Desafios da economia circular e reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=fKw0A9ZeXrs>
- Parker, L. (2024). Por que a poluição plástica se tornou uma crise global? *National Geographic*. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2024/04/por-que-a-poluicao-plastica-se-tornou-uma-crise-global>. Acesso em: 30/05/2024.
- Pemalm, T. A. et al. (2021). *Plano estratégico de monitoramento e avaliação do lixo no mar do estado de São Paulo*. São Paulo: Textuais.
- Plástico Moderno. (2022). *Descubra a importância da reciclagem de plástico* [Video recording]. <https://www.plastico.com.br/trashed/>
- Politize. (2018). *A Política Nacional de Resíduos Sólidos: como o Brasil lida com o lixo?* [Video recording]. <https://www.politize.com.br/politica-nacional-de-residuos-solidos/>
- Portal Sustentabilidade. (2023). *Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos - A Cidade Mais Limpa do Brasil* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=hzJC75CjQAM>
- Powell, W. (1990). Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization. *Research in Organizational Behaviour*, 12, 295-336.
- Rabiu, M. K., & Jaeger-Erben, M. (2022). Appropriation and routinization of circular consumer practices: A review of current knowledge in the circular economy

- literature. *Cleaner and Responsible Consumption*, 7, 81–98. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2022.100081>
- Rahmani, M., Gui, L., & Atasu, A. (2021). The Implications of Recycling Technology Choice on Extended Producer Responsibility. *Production and Operations Management*, 30(2), 522–542. <https://doi.org/10.1111/poms.13279>
- Recicla Sampa. (2019a). *Máquinas de Reciclar* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=7pKVLvNViIs>
- Recicla Sampa. (2019b). *Processo de reciclagem do plástico - O vilão do meio ambiente* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=hwxIoW3cj4U>
- Recicla Sampa. (2020). *Reciclagem de Hábitos - Repense seu consumo* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=0oIQnjw_RWs
- Recicleiros. (2022a). *Como o investimento em programas estruturantes funciona com os créditos de reciclagem?* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=3ZsaotecN7c>
- Recicleiros. (2022b). *O Futuro da Logística Reversa de Embalagens* [Video recording]. https://www.youtube.com/watch?v=ZhqzHqRjiR0&list=PLjHo8ip1FgNw4e-FXZ3D55_ADsfTjL0pY&index=2
- Recicli. (2020). *Startup de tecnologia para reciclagem* [Video recording]. <https://www.recicli.com.br/sobre-nos/>
- Recicloteca. (2016). *Novas tecnologias na reciclagem*. <https://www.recicloteca.org.br/noticias/novas-tecnologias-na-reciclagem-fique-por-dentro/>
- Record Goiás. (2020). *Tecnologia otimiza tarefas em cooperativa de reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=j6ZRjFrSVAM>
- Rede TVT. (2022). *Como a tecnologia pode ajudar a resolver o problema do lixo no planeta?* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=1PNDvPmrBCI>
- Reis, D., Friede, R., & Lopes, F. H. P. (2017). Política Resíduos Sólidos Lei 12305/2010. *Revista Interdisciplinar de Direito*, 14(1), 99–111. DOI: 10.24859/fdv.2017.1007
- Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations*. Nova York: Free Press.
- Rosa, C. C.-D. La, & Collins, C. (2023). *Desserviço ao Consumidor* [Video recording]. www.netflix.com.br
- Roth, A. L., Wegner, D., Antunes Júnior, J. A. V., & Padula, A. D. (2012). Diferenças e inter-relações dos conceitos de governança e gestão de redes horizontais de

- empresas: contribuições para o campo de estudos. *Revista de Administração*. 47(1), 112–123. <https://doi.org/10.5700/rausp1029>
- Sacomano, J. B., Gonçalves, R. F., Silva, m. T., Bonilla, S. H., & Sátyro, W. C. (2018). *Indústria 4.0: conceitos e fundamentos*. São Paulo: Blucher.
- Salto. (2021). *Os desafios da reciclagem de lixo no brasil* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=u2yQeusdOTg>
- Santomauro, A. C. (2022). *Economia Circular: Tecnologias valorizam reciclados* [Video recording]. <https://www.plastico.com.br/economia-circular-tecnologias-valorizam-reciclados/>
- Sasmoko, S., Akhtar, M. Z., Khan, H. ur R., Sriyanto, S., Jabor, M. K., Rashid, A., & Zaman, K. (2022). How Do Industrial Ecology, Energy Efficiency, and Waste Recycling Technology (Circular Economy) Fit into China’s Plan to Protect the Environment? Up to Speed. *Recycling*, 7(6), 83-110. <https://doi.org/10.3390/recycling7060083>
- Saueressig, G. G., Sellitto, M. A., & Kadel, N. (2021). Papel das cooperativas de reciclagem no retorno de Resíduos Sólidos Urbanos à indústria. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 14(2), 355–366. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021V14N2E6537>
- Schmitt, C. J. (2011). Redes, atores e desenvolvimento rural: perspectivas na construção de uma abordagem relacional. *Sociologias*, 13(27), 82–112. <https://doi.org/10.1590/S1517-45222011000200005>
- Secretaria de Meio Ambiente. (2020). *Saiba quais são os 5 R’s da sustentabilidade*. Cidade de São Paulo. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/noticias/?p=298810
- Secretaria de Meio Ambiente. (2024). *Regras de implantação de logística reversa em Minas Gerais* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=o4PxoAjKDJo>
- Semana da Sustentabilidade. (2023). *Desafios da Logística Reversa e futuro da política de resíduo* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=P6txCWGH85I&t=20s>
- Shan, B., Liu, X., Gao, Y., & Lu, X. (2022). Big Data in Entrepreneurship. *Journal of Organizational and end user Computing*, 34(8), 1-19. <https://doi.org/10.4018/JOEUC.310551>
- Silva, P., Teixeira Vale, V. T., & Moutinho, V. F. (2022). What is the value of entrepreneurial orientation on the network and performance? An examination in

- trade fairs context. *Innovation and Management Review*, 19(1), 62–83. <https://doi.org/10.1108/INMR-05-2020-0068>
- Simon, H. A. (1955). A Behavioral Model of Rational Choice. Em *Source: The Quarterly Journal of Economics*. 69(1),99-118. <https://doi.org/10.2307/1884852>
- Singular Ambiental. (2023). *Três Tecnologias para tratamento de resíduos* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=QKMoMm80AiU>
- SPREP. (2020). *Plastic waste: Waste technology management options*. 17p. Disponível em: <https://www.sprep.org/sites/default/files/documents/publications/waste-technology-management-options-plastics.pdf>. Acesso em: 07/10/2023.
- Stallkamp, C., Steins, J., Ruck, M., Volk, R., & Schultmann, F. (2022). Designing a Recycling Network for the Circular Economy of Plastics with Different Multi-Criteria Optimization Approaches. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17), 1-23. <https://doi.org/10.3390/su141710913>
- Szigethy, L., & Antenor, S. (2020). *Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos* [Video recording]. <https://www.ipea.gov.br/cts/en/topics/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos>
- Tenório, F. A., Reis, A. F., Silva, D. E., & Luft, M. C. M. S. (2014). Redes de Logística Reversa: um estudo do canal reverso de reciclagem na indústria do plástico. *RACE - Revista De Administração, Contabilidade E Economia*, 13(1), 353–382. Recuperado de <https://periodicos.unoesc.edu.br/race/article/view/3552>
- Terrarini, G., & Saltorato, P. (2018). Impactos da indústria 4.0 na organização do trabalho: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Produção Online*, 18(2), 743–769. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.V18I2.2967>
- Tetra Pak. (2024). *Materiais renováveis à base de plantas*. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt-br/solutions/packaging/packaging-material/renewable-materials>. Acesso em: 07/10/2023.
- Tord, L. (2024). *YouBumerang*. Disponível em: <https://youbumerang.com/>. Acesso em: 07/10/2023.
- TV Brasil. (2012). *“Futuro é agora” mostra tecnologias de reciclagem* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=onzlXWJ5EA4>
- Uzzi, B. (1997). Social Structure and Competition in Interfirm Networks: The Paradox of Embeddedness. *Administrative Science Quarterly*, 42(1), 35-67. <https://doi.org/10.2307/2393808>

- Valor Econômico. (2024). *Desafios da reciclagem de plástico e a nova legislação* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=i4Tk3iPJnxY>
- Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B. & Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27(3), 425-478. <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Virapunu, T. C. (2023). *A crise da reciclagem 2023: entenda os motivos* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=qxCswMh4ce8>
- Virapuru, T. C. (2020). *Como definir a melhor tecnologia para o tratamento de resíduos sólidos?* [Video recording]. <https://www.youtube.com/watch?v=6MSHR3hzLUo>
- Wei, Y., & Blake, M. B. (2010). Web-Scale Workflow Service-Oriented Computing and Cloud Computing Challenges and Opportunities. *IEEE Computer Society*, 14(6), 72–75. <https://doi.org/10.1109/MIC.2010.147>
- Williamson, O. E. (2010). Transaction Cost Economics: The Origins. *Journal of Retailing*, 86(3), 227–231. <https://doi.org/10.1016/j.jretai.2010.07.006>
- Wu, H. (2022). Enhancements of sustainable plastics manufacturing through the proposed technologies of materials recycling and collection. *Sustainable Materials and Technologies*, 31, e00376. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00376>
- Wu, H., & Wu, R. (2019). The role of educational action research of recycling process to the green technologies, environment engineering, and circular economies. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 8(2), 1639–1645. <http://dx.doi.org/10.35940/ijrte.B2384.078219>
- Yadegari, M., Mohammadi, S., & Masoumi, A. H. (2024). Technology adoption: an analysis of the major models and theories. *Technology Analysis & Strategic Management*, 36(6), 1096–1110. <https://doi.org/10.1080/09537325.2022.2071255>
- Yu, J., Liu, X., Manago, G., Tanabe, T., Osanai, S., & Okubo, K. (2022). New Terahertz Wave Sorting Technology to Improve Plastic Containers and Packaging Waste Recycling in Japan. *Recycling*, 7(66), 1-16. <https://doi.org/10.3390/recycling7050066>
- Yu, W., Dai, S., Liu, F., & Yang, Y. (2022). Matching disruptive innovation paths with entrepreneurial networks: a new perspective on startups' growth with Chinese evidence. *Asian Business and Management*. 22, 878-902 <https://doi.org/10.1057/s41291-022-00177-3>
- Yu, Z., Gao, C., Yang, C., & Zhang, L. (2023). Insight into quantities, flows, and recycling technology of E-waste in China for resource sustainable society. *Journal of Cleaner Production*, 393, 136222. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136222>

- Zappellini, M. B., & Feuerschütte, S. G. (2015). O uso da triangulação na pesquisa científica brasileira em administração. *Administração: Ensino e Pesquisa*, 16(2), 241-273. <https://doi.org/10.13058/raep.2015.v16n2.238>
- Zhang, X., Zheng, H., Hang, T., & Meng, Q. (2024). How to Choose Recycling Mode between Monopoly and Competition by Considering Blockchain Technology? *Sustainability*, 16(15), 62-96. <https://doi.org/10.3390/su16156296>
- Zoubi, M. A. L., Alfaris, Y., Fraihat, B., Otoum, A., Nawasreh, M., & Alfandi, A. (2023). An extension of the diffusion of innovation theory for business intelligence adoption: A maturity perspective on project management. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(2), 465–472. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.3.003>

APÊNDICE A - Revisão bibliográfica sobre tecnologia e reciclagem

O objetivo foi mapear, organizar e discutir a situação de implantação e uso de tecnologias em reciclagem, os problemas, os desafios e as soluções desse campo. Um dos objetivos secundários é obter respostas sobre a associação entre tecnologia e a taxa de reciclagem no mundo, que continua constante, na linha abaixo de 50% do resíduo produzido.

Para responder aos questionamentos sobre as baixas taxas de reciclagem no mundo, e sua ligação com a tecnologia, foi realizada uma revisão da literatura sobre reciclagem e tecnologia, pela base *Scopus*, organizando os resultados em função de variáveis encontradas.

A produção acadêmica das expressões reciclagem e tecnologia na base *Scopus* indica números da ordem de 265 mil e 4,5 milhões respectivamente. O cruzamento das duas expressões resultou na ordem de 38 mil indicações, distribuídas em várias áreas de Engenharia, Ciências Sociais e Biológicas, conforme se infere da distribuição da frequência mostrada pelo portal.

A partir dessas indicações realizaram-se os filtros: (a) período de 2018 a 2024 (18.979); (b) as duas expressões no título (745); (c) seleção das áreas de *environmental science, business, management and accounting, social sciences, decision sciences* obtendo indicações da ordem de 336; (d) somente artigos, resultando em 170 indicações. O uso do filtro para as duas expressões no título pressupõe que o artigo estará focado nas expressões. O filtro das áreas é uma decisão para se aproximar o máximo possível das áreas de Administração e Gestão, deixando de lado áreas como Engenharia, Química e Matemática. Como se percebe, a redução foi significativa, indicando certa raridade de artigos nas áreas de Ciências Sociais Aplicadas.

A leitura dos títulos dos 128 artigos, palavras-chave e escopo dos jornais da base *Scopus* resultou na seleção de 49 artigos, sendo excluídos aqueles distantes do foco deste trabalho, voltados para processos químicos, ou tratamento de resíduos de indústria, hospitais ou agricultura, que tem legislação própria. O foco está nos resíduos sólidos domésticos.

A partir desta seleção, foram analisados os conteúdos dos *abstracts*, os objetivos e as conclusões sobre os problemas, desafios e soluções da implantação e uso de tecnologias nas redes de reciclagem. Este trabalho resultou na qualificação final de 12

artigos. A exclusão de 37 artigos se deveu ao fato de tratarem de resíduos de carbono, industriais, hospitalares, baterias e despoluição de água, temas que estão fora do foco deste trabalho.

O Quadro 1 resume as informações relevantes sobre os artigos selecionados e sua relação com a dissertação.

Quadro 1. Resumo dos artigos qualificados sobre reciclagem e tecnologia

Ano: 2018	Autor	Mukhamadeyeva R.M.; Bayazitova Z.E.; Elyubaev S.Z.; Makeyeva L.A.; Nurmaganbetov Z.O (2018).
	Título	Development of integrated technology of collection and recycling of plastic in small towns
	Temática	Discussão sobre a aplicação de técnicas de trituração do plástico em pequenas cidades. Os desafios se referem à integração da coleta e separação, bem como acertos com as organizações compradoras.
	Conclusão	O projeto mostrou-se aceitável e eficaz, desde que se façam acordos na cadeia de coleta e venda.
	Relação com a dissertação	A implantação e uso de tecnologias deve ser acompanhada da solução sobre as formas de coleta e tratamento de material, bem como as questões comerciais que são alteradas. Em resumo, trata-se de ações integradas.
Ano: 2019	Autor	Wu H.; Wu R (2019)
	Título	The role of educational action research of recycling process to the green technologies, environment engineering, and circular economies
	Temática	Uma boa gestão dos resíduos minimiza o processo de reciclagem na economia circular.
	Conclusão	Participação das empresas na modernização da gestão, visando uma cadeia de valor sustentável.
	Relação com a dissertação	Com a gestão alinhada aos princípios da economia circular, os autores valorizam a aprendizagem, o conhecimento desses princípios aplicados a reciclagem.
Ano: 2021	Autor	Gasde J.; Woidasky J.; Moesslein J.; Lang-Koetz C (2021).
	Título	Plastics recycling with tracer-based-sorting: Challenges of a potential radical technology.
	Temática	O uso de rastreadores para separar e classificar plásticos, tecnologia na reciclagem.

	Conclusão	O uso de tecnologias para auxiliar o processo de separação e classificação dos plásticos.
	Relação com a dissertação	Os autores valorizam a implantação de tecnologias na separação de tipos de plásticos, como forma de qualificação dos processos de reciclagem.
Ano: 2021	Autor	Rahmani M.; Gui L.; Atasu A (2021).
	Título	The Implications of Recycling Technology Choice on Extended Producer Responsibility
	Temática	A responsabilidade de empresários na escolha de tecnologias de reciclagem.
	Conclusão	Os empresários não se interessam, ou não estão preparados para implantar tecnologias a partir do sistema de economia circular.
	Relação com a dissertação	Os autores ressaltam a falta de interesse e conhecimento dos empresários, especialmente sobre os princípios da economia circular.
Ano: 2021	Autor	Khadke S.; Gupta P.; Rachakunta S.; Mahata C.; Dawn S.; Sharma M.; Verma D.; Pradhan A.; Krishna A.M.S.; Ramakrishna S.; Chakraborty S.; Saianand G.; Sonar P.; Biring S.; Dash J.K.; Dalapati G.K (2021).
	Título	Efficient plastic recycling and remolding circular economy using the technology of trust–blockchain
	Temática	Tecnologia aplicada a reciclagem de plásticos utilizando princípios de <i>Blockchain</i> . Uso de identificação digital dos resíduos para rastrear e realizar a gestão da cadeia de suprimentos.
	Conclusão	A automação e triagem de reciclagem de plástico, são viáveis, mantendo o controle de plástico com códigos exclusivos ou digitais, em toda a cadeia de abastecimento.
	Relação com a dissertação	Os autores sugerem a aplicação de tecnologias da indústria 4.0, tais como <i>blockchain</i> no rastreamento e triagem do plástico. Para a dissertação importa a possível relação entre reciclagem e indústria 4.0.
Ano: 2022	Autor	Kurniawan T.A.; Dzarfan Othman M.H.; Hwang G.H.; Gikas P (2022).
	Título	Unlocking digital technologies for waste recycling in Industry 4.0 era: A transformation towards a digitalization-based circular economy in Indonesia.
	Temática	Uso de tecnologia digital para evitar a geração de resíduos.

	Conclusão	Com o uso da tecnologia, houve uma conscientização e participação da população, para a redução de resíduos.
	Relação com a dissertação	Os autores indicam que a Indústria 4.0 pode contribuir para a inovação na reciclagem, porém existem dificuldades na transição da economia linear para a economia circular.
Ano: 2022	Autor	Yu J.; Liu X.; Manago G.; Tanabe T.; Osanai S.; Okubo K (2022).
	Título	New Terahertz Wave Sorting Technology to Improve Plastic Containers and Packaging Waste Recycling in Japan
	Temática	Implantação de nova tecnologia de triagem para otimizar a reciclagem de plásticos.
	Conclusão	A tecnologia permite uma triagem com mais detalhes dentro do processo.
	Relação com a dissertação	A implantação de uma nova tecnologia de separação de plástico trouxe resultados positivos no Japão.
Ano: 2022	Autor	Sasmoko S.; Akhtar M.Z.; Khan H.U.R.; Sriyanto S.; Jabor M.K.; Rashid A.; Zaman K (2022).
	Título	How Do Industrial Ecology, Energy Efficiency, and Waste Recycling Technology (Circular Economy) Fit into China's Plan to Protect the Environment? Up to Speed
	Temática	Análise de fatores críticos para uma transição de uma economia linear para uma economia circular na China
	Conclusão	A utilização da tecnologia na reciclagem em conjunto com a eficiência energética e princípios de sustentabilidade, indicam uma possível solução para problemas ambientais.
	Relação com a dissertação	Os autores sugerem que a adoção de uma mentalidade sustentável, conhecimento em economia circular são fatores importantes para uma mudança de comportamento em relação a sustentabilidade.
Ano: 2022	Autor	Wu H (2022) .
	Título	Enhancements of sustainable plastics manufacturing through the proposed technologies of recycling materials and collection
	Temática	O estudo propõe um modelo de coleta-reciclagem-fabricação para apoiar a transformação da manufatura e prevê a simulação e melhorias do processo.
	Conclusão	A utilização de reciclagem de materiais e tecnologias reduz desperdícios de materiais e apoia a produção sustentável.
	Relação com a dissertação	O uso de tecnologias para alterar os modos de processos de produção dentro da economia circular proporciona soluções de problemas na

		rede de reciclagem, por exemplo, com uso crescente de material biodegradável.
Ano: 2022	Autor	Cui Y.; Cao Y.; Ji Y.; Chang I.-S.; Wu J (2022).
	Título	Determinant factors and business strategy in a sustainable business model: An explorative analysis for the promotion of solid waste recycling technologies
	Temática	Como incorporar os fatores determinantes que afetam a promoção da tecnologia e a estratégia de negócios em um modelo de negócios sustentável para a promoção de tecnologias de reciclagem de resíduos sólidos.
	Conclusão	A inovação do modelo de negócios sustentável precisa impulsionar mudanças na estratégia de negócios. O uso de tecnologias em serviços, como estratégias para que empresas privadas e públicas otimize seus modelos de negócios sustentáveis.
	Relação com a dissertação	Os autores apresentam fatores determinantes como, mercado, política, empresa e tecnologia que afetam o incentivo a tecnologias de reciclagem de resíduos sólidos. Incentivos a inovação para movimentar a economia local, a participação da política e empresas com ações de princípios de sustentabilidade e a integração da tecnologia e reciclagem para fomentar a economia circular.
Ano: 2023	Autor	Yu Z.; Gao C.; Yang C.; Zhang L (2023).
	Título	Insight into quantities, flows, and recycling technology of E-waste in China for resource sustainable society
	Temática	A quantidade de lixo eletrônico chinês e problemas na rede de reciclagem.
	Conclusão	A quantidade de descarte é maior que a quantidade de venda do resíduo, e que esta indústria recém-emergida tem inúmeros problemas, como menor eficiência e escala de reciclagem, falta de tecnologias avançadas e leis e regulamentos correspondentes.
	Relação com a dissertação	A reciclagem de resíduo eletrônico apresenta os problemas de baixa tecnologia, baixa escala e ausência de normas reguladoras. São problemas já citados em artigos sobre reciclagem em geral de resíduos sólidos.
Ano: 2024	Autor	Zhang X., Zheng H., Hang T., Meng Q.; (2024)
	Título	How to Choose Recycling Mode between Monopoly and Competition by Considering Blockchain Technology?
	Temática	O artigo foca em empresas que adotam abordagens de economia circular para solucionar problemas ambientais, avaliando a influência da tecnologia blockchain sobre taxas de reciclagem, preços de produtos e desempenho das empresas e da sociedade.

	Conclusão	A adoção de blockchain pode aumentar as taxas de reciclagem e a demanda por produtos remanufaturados. Embora a adoção do blockchain traga benefícios para as empresas, esses resultados dependem do controle dos custos de uso do blockchain.
	Relação com a dissertação	A adoção de tecnologia traz benefícios para a reciclagem, porém as empresas verificam a viabilidade de custo da implantação antes de adotá-la.

Fonte: Autora, 2024.

Os dados coletados foram capazes de indicar a convergência dos problemas, desafios e soluções da tecnologia na reciclagem. A análise dos dados coletados está apresentada no subitem 2.1.

Nos parágrafos seguintes comentamos o conteúdo de alguns dos artigos selecionados.

Dois artigos discutem questões de tecnologia de coleta de material, facilitando a doação de consumidores, inclusive com pagamentos por quantidade doada (Kurniawan *et al.*, 2022; Othman *et al.*, 2020).

Dois artigos discutem a responsabilidade de empresários na escolha de tecnologias de produção, afirmando que os governos deixam as indústrias à vontade para decidirem sobre essas questões. Os autores indicam a possibilidade dos empresários não se interessarem, ou não estarem preparados para implantar tecnologias a partir do sistema de economia circular (Rahmani *et al.*, 2021; Stallkamp *et al.*, 2022).

Três artigos discutem os problemas, os desafios e as soluções para a reciclagem do plástico. As soluções passam por tecnologias de trituração, até tecnologias mais avançadas utilizando o modelo de *Blockchain*, tecnologias de fluorescência, de rastreamento e ondas de Terahertz (Gasde *et al.*, 2021; Khadke *et al.*, 2021; Mukhamadeyeva *et al.*, 2018; Yu *et al.*, 2022).

Três artigos comentam sobre o desafio da transição de um modelo de produção linear para um modelo de economia circular, ressaltando a resistência dos empresários (Rahmani *et al.*, 2021; Sasmoko *et al.*, 2022; Wu & Wu, 2019).

Um artigo trata da adoção de blockchain para aumentar as taxas de reciclagem e a demanda por produtos remanufaturados. Embora a adoção do blockchain traga benefícios para as empresas, esses resultados dependem do controle dos custos de uso do blockchain (Zhang *et al.*, 2024).

Dois artigos trataram do resíduo eletrônico, assunto que assume importância conforme o *e-waste* aumenta no mundo. Os problemas apontados são os mesmos que os dos resíduos sólidos em geral, tais como tecnologias avançadas e leis regulamentadoras competentes (Yu *et al.*, 2023).

A convergência dos dados indica existência de tecnologias, mas essa disponibilidade passa por outras questões, como políticas públicas e comprometimento dos empresários. Esta associação, bem como as diferenças entre países e regiões são comentadas no item 2.1.

Utilizou-se o software *VOSviewer* para realizar a análise de co-ocorrências de palavras-chaves dos artigos selecionados, com os seguintes procedimentos, (1) foi realizado a exportação dos artigos selecionados na base de dados *Scopus* e salvo em arquivo.RIS; (2) no software foram selecionados os filtros de *criação de mapa* baseado em dados bibliográficos, e o filtro *ler dados de arquivos do gerenciador de referência* e selecionado o arquivo.RIS; (3) foi realizada a escolha o tipo de análise e método de contagem, sendo o tipo de análise o *co-occurrence and Keywords*, e o método de contagem o *full counting*; (4) na escolha do limite de palavras-chaves o software apresentou 105 palavras e foi selecionado o total; (5) apresentou-se uma lista de palavras para verificação de sinônimos; (6) para realização desta verificação foi feita a exportação das palavras para o Excel (no excel, nova pasta, menu dados, obter dados do arquivo, selecionar o arquivo salvo em txt., selecionar delimitador de tabulação, depois organizar os dados por palavras com mais ocorrências, selecionar classificar e filtrar, classificação personalizada por ocorrências do maior para o menor) com a planilha organizada e realizada a análise de palavras sinônimas; (7) foi utilizado o arquivo *thesaurus_terms.txt* que o software disponibiliza para inserir as palavras sinônimas, ele funciona com um método de substituição de palavras. Se temos dois ou mais termos sinônimos, estes são substituídos por apenas um e somando a quantidade de sinônimos utilizados na substituição; (8) retornou-se a etapa 3 do software *VOSviewer* e foi inserido o arquivo *thesaurus_terms.txt*; (9) com a verificação dos sinônimos foi obtido 95 palavras.

A Figura 1, apresentada no item 2.1, é o resultado de todo o processo descrito. A Figura mostra concentração das palavras-chaves, com destaque para as expressões *recycling, circular economy, business development, carbon, plastic, digital technologies and ewaste*.

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista

(A) Apresentação:

Apresentação com a explicação do objetivo do trabalho; da regra do anonimato; do benefício do respondente ao participar da pesquisa; e solicitação de autorização para gravar.

(B) Abertura:

Questão de abertura: Sobre o uso de tecnologia na reciclagem

A pesquisa é sobre a tecnologia em reciclagem. Você poderia iniciar comentando qual a sua visão sobre o uso de tecnologias em reciclagem. Quais os problemas de aquisição e uso, se existirem, quais os desafios e alguns exemplos de soluções.

A partir do discurso inicial, o pesquisador decide a sequência das questões, conforme variáveis selecionadas.

(A) Perguntas sobre as variáveis das etapas da reciclagem:

Indicador (a). Descarte doméstico. Sobre problemas e soluções do descarte doméstico.

Pergunta: Quais os problemas na etapa de descarte doméstico?

(após a resposta) Você diria que é possível utilizar tecnologias nessa parte, por exemplo, recipientes mais adequados, ou resistentes, ou que esses recipientes pudessem ser reciclados?

Você teria exemplos, ou conhece tecnologias para essa etapa de reciclagem?

Indicador (b). Sobre o sistema de coleta, como cobertura e equipamentos adequados.

Pergunta: Quais os problemas e soluções no sistema de coleta?

(após a resposta) Como aumentar a cobertura de coleta seletiva no Brasil?

Em relação aos equipamentos, existem tecnologias para adequar esses equipamentos para coleta?

Indicador (c). Transporte e Distribuição. Sobre logística de distribuição do material.

Pergunta. Como é feito o planejamento e prática da logística de distribuição do material para centrais de reciclagem, ou cooperativas, ou outros pontos? Quais tecnologias são utilizadas para essa ação?

(após a resposta) Você diria que essas tecnologias resolvem bem a tarefa, ou existem problemas ainda não resolvidos? Por exemplo, pode acontecer de uma cooperativa ficar sem material, por que não se tem um sistema de informação que atualize os dados?

Indicador (d). Triagem.

Pergunta. Um dos desafios na reciclagem é a triagem, com algumas cooperativas trabalhando manualmente, as vezes até sem esteira. Quais tecnologias você conhece que são utilizadas nessa etapa de triagem?

(após a resposta) Como resolver o desafio de implantar tecnologias de triagem, tais como separação e limpeza dos resíduos, nas cooperativas?

Indicador (e). Sobre prensa e enfardamento do material triado.

Pergunta. Em algumas cooperativas existe uma única prensa e uma etiquetagem simples, com identificação escrita à mão. Que tecnologias podem ser utilizadas nessa etapa? Já existem tecnologias de prensa e enfardamento para cada material? Existem tecnologias para materiais especiais de empacotamento, para evitar a ação do clima?

Indicador (f). Negociações (flutuações de preço) para venda.

Pergunta. Nas negociações de vendas do reciclável, sabe-se que não existem normas de fixação de preços, variando conforme sazonalidade. Existem tecnologias que possam auxiliar os vendedores, para terem mais condições de negociação, por exemplo, algo como uma bolsa de valores dos produtos reciclados?

Indicador (g). Logística de entrega ao comprador

Pergunta: O que você pode comentar sobre os problemas, desafios e soluções da parte de logística de entrega do material para os compradores? Quais tecnologias são utilizadas para essa ação?

(após a resposta) Existe integração de informações, por exemplo, de disponibilidade do material (do vendedor para o comprador)?

(B) Perguntas sobre as variáveis do Ambiente e Atores.

Neste segundo bloco vou fazer algumas perguntas sobre as pessoas e as instituições que participam da reciclagem, tais como os empresários, os consumidores e o governo.

Indicador (1). Empresários desconhecem as tecnologias

Pergunta: De maneira geral, você diria que os empresários têm conhecimento de tecnologias voltadas a reciclagem? Se sim, quais os problemas e dificuldades para adoção? Você teria uma sugestão de um caminho de solução?

Indicador (2). Cultura de prática dos consumidores sobre educação ambiental

Pergunta: Parece que um dos problemas da reciclagem é a falta de educação ambiental do consumidor, por exemplo, não separando o material corretamente. O que você pode comentar sobre os problemas e as soluções para essa questão da educação do consumidor?

Indicador (3). Adoção de tecnologias

Pergunta 3.1: Minha pesquisa até agora indica que existem tecnologias para a reciclagem, com testes positivos em laboratórios, ou pequenos grupos. Quais seriam os problemas e desafios para a adoção em larga escala?

(após a resposta) Será uma questão de investimentos? Será uma questão de mudança no sistema de produção, consumo e reuso, por exemplo, adotando a economia circular?

Pergunta 3.2: Pesquisas apontam que o plástico é o maior problema em quantidade produzida. Você vê alguma solução para esse problema?

Indicador (4). Participação do Governo

Pergunta: O que você pode comentar sobre a participação do governo nessa tarefa de reciclagem? Você percebe problemas de fiscalização? Faltam investimentos? O governo auxilia de alguma forma na aquisição e uso de tecnologias de reciclagem?

Indicador (5). Economia Circular

Pergunta: A economia circular é um sistema de produção que possibilita o reaproveitamento do material reciclável. Parece, no entanto, que os empresários ou não

conhecem ou não estão interessados em seguir por esse caminho. Como você analisa essa situação? Você teria algum caminho de solução para essa questão?

APÊNDICE C – Exemplo de transcrição e análise de mídias digitais

Mídia digital: Tecnologia a serviço da reciclagem

Reporter: Esta é a estação “Preço de fábrica” ela funciona desde outubro de 2021 em Carapicuíba, cidade da grande São Paulo. Com baixo índice de desenvolvimento humano trata-se de uma estação de coleta de garrafas de vidro, e a todo momento chegam pessoas trazendo garrafas e mais garrafas, o motivo desse movimento é o preço de fábrica.

As pessoas recebem pelo quilo de garrafa entre R\$0,28 centavos pelo quilo a R\$0,62 centavos, antes de existir esse local para receber os catadores, o valor pago pelo reciclador era de apenas R\$0,06 centavos pelo quilo.

Catadora 1: Tirar R\$400 ou R\$ 500 a mais já ajuda a pagar uma água, pagar uma luz.

Catador 2: Eu acho que foi uma boa ideia esse projeto aqui se eu fosse trabalhar só nisso daria uma grana boa. É que eu pego mais final de semana.

Catador 3: Ajuda na mistura, na despesa da casa.

Funcionária: Não tem intermediação nenhuma, é como se a pessoa levasse o material até a porta da fábrica, então é sem nenhum custo de deslocamento, é o preço que se você levar material na porta da fábrica é o que vão pagar 100% reciclável.

Essa é grande vantagem do vidro, o mais importante desse projeto é que a reciclagem em fevereiro, tinha uma média de 4 toneladas por semana, com a utilização do software, ficou fácil, pois a estação “Preço de fábrica” funciona com tecnologia.

Reporter: Todo o material que chega é pesado e pelo aplicativo da Startup pessoas que trazem as garrafas, lançam os valores no sistema pelo smartphone.

Funcionária: Abre o aplicativo, nós não trabalhamos com dinheiro, as pessoas trazem a semana inteira o material até quinta-feira, é computado no sistema e na sexta-feira cai no Pix.

Reporter: Quando as pessoas trazem elas precisam dar uma lavada antes ou chega à garrafa assim meio suja de cerveja como é que funciona?

Coletor: importante sim que venha separado pela cor e limpo.

Funcionária: Depois do sucesso em poucos meses de projeto, uma nova estação “Preço de fábrica” vai sair do papel, em breve teremos uma nova estação em Embu das Artes, vai ser na fábrica da Ibema. O material coletado será papel, cartão, papelão,

cartolina, papel branco, a Ibema que será responsável pela estação de Embu, são eles que custeia essa logística, tornando o projeto viável.

Reporter: Essa é somente uma das frentes de trabalho da Startup Brasileira de logística reversa a Green Mining, que tem como objetivo evitar que materiais recicláveis sejam despejados no meio ambiente.

Funcionária: O projeto já está na Vila Madalena, Pinheiros, Perdizes, e assim por diante já são mais de 18 bairros que a gente atende. Também estamos em Brasília e no Rio de Janeiro, onde temos operação também e algumas operações específicas onde a gente opera, chamamos de Hot Box, lugares um pouco mais complexos, como Fernando de Noronha, chamados Veadeiros, Ilhabela e Trancoso, onde temos um container que recicla plástico, no próprio container eles pegam aquelas embalagens de plástico e vira por exemplo, pranchinha de surf, abridor de garrafa, a ideia é que a matéria prima vire souvenir para os turistas.

Rodrigo CEO: Não basta ter só tecnologia, mas sim compromisso com o meio ambiente e respeito às pessoas envolvidas, além de pagar o preço de fábrica aos coletores de materiais recicláveis, a Startup tem seu próprio time de 28 funcionários contratados CLT, a gente teve um funcionário que conseguiu sair de Albergue e foi para Osasco voltar a morar com a família. Ele precisava morar em albergue para conseguir acordar de manhã para deixar o RG e conseguir uma carroça para ficar 10 horas por dia rodando de carroça para vender o material para aquele dono da carroça.

Como somos uma empresa de Tecnologia 100% do desenvolvimento é próprio, os aplicativos e aplicações são simples.

No aplicativo, o coletor verifica o material que ele está coletando, tem o botão da foto, ele seleciona e leva o material para pesagem na Hub de coleta, após confirmação do material e pesagem, o coletor informa os dados no aplicativo e o valor é creditado via Pix em um dia útil na conta do coletor. O aplicativo é simples fácil e eles aprendem relativamente rápido esse processo de digitalização.

Aplicando o suplemento Pro Word Cloud do office 365, construiu-se a Figura 1.

O desenho mostra que as palavras tecnologia e reciclagem não constituem o centro do discurso. Retirando-se as expressões de ligação, tais como: *de* e *que* e as expressões criadas pelo pesquisador para deixar o texto fluente, tais como: *funcionário*, *repórter* e *catador*; verifica-se a dominância das palavras *material*, *fábrica*, *estação* e *projeto*.

APÊNDICE D – Organização dos dados de mídias digitais

A coleta de dados das mídias digitais foi realizada em plataformas como YouTube, Netflix e Web sites especializados. O material mostrou-se relevante, devido à variedade e quantidade de vídeos sobre o tema, principalmente de fabricantes e empreendedores individuais que testaram tecnologias e buscaram atrair investidores e compradores.

A forma de organização desse material foi por busca das palavras chaves do artigo associada ao termo “adoção de tecnologias” e na medida em que o material era apresentado buscou-se realizar um critério por tipos de materiais, como vídeos das tecnologias, congressos e conferências, entrevistas e documentários sobre o conteúdo de problemas, desafios e soluções da implantação e uso de tecnologias em reciclagem.

Após a análise dos materiais criaram-se os Quadros 1, 2 e 3 com detalhamentos dos vídeos utilizados. Ao final foram selecionados 5 vídeos sobre problemas, 13 sobre desafios e 35 sobre soluções. Utilizou-se o programa *YTScribe* e *MAXQDA* para obter a transcrição do texto do vídeo.

1. Quadro sobre os Problemas (5)

Título	A crise da reciclagem 2023: entenda os motivos
Fonte	Virapunu Training center (https://acesse.dev/vM9N4)
Ano	(2023)
Temática	Contexto sobre a situação dos resíduos no Brasil, os problemas que impactam o cumprimento do Lei 12.305 (PNRS).
Relação com a dissertação	Os problemas abordados são a falta de coleta seletiva em vários municípios (CP01) e o descompromisso e desconhecimento dos consumidores sobre os pontos e as formas de coleta seletiva (EAP01). Parte da origem deste último problema é que 26% dos consumidores entendem que os resíduos não são seu problema. Em relação a logística reversa, o descumprimento da regra de 30% de retorno de reciclagem por parte dos fabricantes (ETP03).
Título	O mito da reciclagem
Fonte	BBC (https://acesse.dev/AcOaO)
Ano	(2022)
Temática	Dados da poluição ambiental causada pelo plástico e os danos à saúde.

Relação com a dissertação	O material coletado na Europa é enviado para incineração de forma clandestina (Novo - Adoção incorreta de tecnologia). Empresas produtoras de plástico não respeitam as leis (ETP03). E práticas de <i>greenwashing</i> (ETP02).
Título Fonte Ano	Os desafios da reciclagem de lixo no Brasil O Salto (https://11nq.com/NYFhu) (2021)
Temática	A quantidade de lixo produzida é maior do que a quantidade reciclada.
Relação com a dissertação	É abordado a falta de comprometimento com a Lei 12.305 de 2010 (ETP03) outro problema relatado é a falta de infraestrutura dos municípios para oferecer coleta seletiva (CP01), 85% dos consumidores não têm acesso a coleta seletiva (Cempre, 2021) e a falta de Educação ambiental (EAP01).
Título Fonte Ano	Desafios da economia circular e reciclagem Webinar Pack Talk (https://11nq.com/DqqnE) (2020)
Temática	Aborda-se a necessidade de transição de economia linear para circular e os males do alto consumo.
Relação com a dissertação	O Webinar traz discussões sobre a falta de adoção da economia circular (ECP02), devido à falta de educação ambiental (EAP01), que engloba a mudança de consumo, pois é o alto consumo de plástico está em uma curva ascendente (ATP02).
Título Fonte Ano	A Política Nacional de Resíduos Sólidos: como o Brasil lida com o lixo? Politize (https://acesse.dev/KFusw) (2018)
Temática	Alto custo operacional nos processos logísticos e tributários da reciclagem. Falta de Cumprimento da Lei 12.305 (PNRS).
Relação com a dissertação	Existe um alto custo operacional da reciclagem, como parte do processo a cobrança de tributos nas etapas de comercialização. O fator humano está presente como a falta de cumprimento da PNRS (ETP03) e a falta de educação ambiental dos consumidores (EAP01).

2. Quadro sobre os Desafios (13)

Título Fonte Ano	Desafios da reciclagem de plástico e a nova legislação Valor Econômico (https://encr.pw/Yi3mJ) (2024)
Temática	Projeto de Lei de Incentivo à Reciclagem
Relação com a dissertação	Os desafios são fazer parcerias para obter estrutura na coleta dos resíduos (ATD03) e o custo da negociação do plástico para venda (Novo – Negociação). A lei oferece incentivo fiscal para as cooperativas que fizer parceria com indústrias, mas o desafio é conseguir as parcerias (ATD03).

Título	Regras de implantação de logística reversa em Minas Gerais
Fonte	Secretaria de Meio Ambiente de MG (https://11nq.com/GX8qL)
Ano	(2024)
Temática	Discussão sobre desafios enfrentados no estado de MG
Relação com a dissertação	Um desafio na cadeia é sobre a coleta porque não há integração do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR) e o sistema dos Estados (CD02). Os lançamentos de dados das cooperativas no cadastro estadual não estão conectados com o sistema federal. Outro desafio, porém, de fator humano é a falta de legislação específica o controle de resíduos importados e o cumprimento da logística reversa (PGD01). Outro desafio é referente a estruturação das cooperativas com investimentos e parcerias (ATD03).
Título	Desafios da reciclagem no Brasil
Fonte	Finexesg (https://11nq.com/pfO7E)
Ano	(2024)
Temática	Discussão sobre os desafios complexos que envolvem a reciclagem
Relação com a dissertação	Um dos desafios abordados é de fator humano, sobre a dificuldade de mudança referente ao descarte de resíduos, a educação ambiental (EAD01).
Título	A Economia circular e os novos paradigmas da sustentabilidade
Fonte	Ponto de Encontro da Sustentabilidade (https://acesse.dev/pNkau)
Ano	(2024)
Temática	Promoção a mudança de cultura e incentivo a economia circular
Relação com a dissertação	O desafio identificado é de fator humano, sobre a necessidade de capacitação dos empresários sobre economia circular (ECD02) e o entendimento que o Payback é a longo prazo quando falamos de reciclagem (Novo – prazo de retorno do investimento).
Título	Energia limpa e reciclagem: o olhar estratégico para o lixo
Fonte	CNN (https://encurtador.com.br/NNqJJ)
Ano	(2023)
Temática	Destinação eficiente e renovável ao lixo produzido por uma população
Relação com a dissertação	Um desafio argumentado é o fim dos aterros sanitários e a transformação dos resíduos em energia limpa e renovável (Novo – Fim dos aterros sanitários) e (PGD01).
Título	Desafios da Logística Reversa e futuro da política de resíduo
Fonte	Webinar Semana de Sustentabilidade (https://11nq.com/vnsLv)
Ano	(2023)

Temática	Discussão sobre os desafios da logística reversa
Relação com a dissertação	A discussão apresenta como desafio a falta de parcerias entre as empresas para compartilhar dados, como por exemplo tecnologias eficientes (ATD03).
Título Fonte Ano	Desafios do lixo eletrônico no Brasil Green Eletron (https://encurtador.com.br/XLSE6) (2022)
Temática	Alguns desafios são apresentados acerca do lixo eletrônico no Brasil
Relação com a dissertação	Um desafio sobre o alto custo de transação de processamento do lixo eletrônico, pois as tecnologias para as etapas da reciclagem, como triagem é de valor elevado (Novo – Custo de triagem).
Título Fonte Ano	Destino do lixo: descarte é um enorme desafio para o Brasil Band Jornalismo (https://encurtador.com.br/iUKbk) (2022)
Temática	Aterros Sanitários
Relação com a dissertação	Ainda é um desafio o cumprimento da Lei PNRS (PGD01), referente a finalização dos aterros sanitários, em 2022, ainda existem aterros a céu aberto ativo, como em Porto Velho – RO.
Título Fonte Ano	Quatro inovações em reciclagem de plástico para acompanhar Mundo do plástico (https://encurtador.com.br/KGIWU) (2021)
Temática	Desafio da inovação no mercado de plástico reciclado
Relação com a dissertação	As inovações são constantes no mercado e um desafio abordado de fator humano, e a adoção de tecnologias para o plástico (ATD02), visto a diversidade de componentes em um mesmo resíduo plástico e redução do volume, quantidade de produção.
Título Fonte Ano	Reciclagem dos plásticos no Brasil e seus desafios Conferência Instituto Ethos (https://11nq.com/styJM) (2021)
Temática	Um panorama da reciclagem mecânica no Brasil e os desafios para a firmação da circularidade de embalagens plásticas flexíveis pós-consumo.
Relação com a dissertação	Os desafios abordados são os investimentos e inovações para transformar o plástico em um material 100% reciclado com tecnologias (ATD01) que transforme a composição do plástico com matéria primas que possam ser recicladas facilmente (ATD02), essa tecnologia já existe na Alemanha.

Título	Frente Ambientalista discute desafios da reciclagem
Fonte	Câmara do Deputados (https://abrir.link/crHZb)
Ano	(2020)
Temática	Discussão sobre o andamento da reciclagem de resíduos no país.
Relação com a dissertação	É apresentado de conseguir parcerias para construir uma infraestrutura de coleta seletiva para os municípios (CD02), baixo incentivo fiscal na cadeia de reciclagem (Novo – Incentivo fiscal) e falta de educação ambiental dos consumidores da prática da coleta seletiva e reciclagem (EAD01).
Título	Documentário “O Lixo Nosso de Cada Dia”
Fonte	Casa Rosa Filmes (https://11nq.com/YUvXm)
Ano	(2020)
Temática	Descarte consciente
Relação com a dissertação	O descarte correto é um desafio que depende do fator humano, a falta de educação ambiental e a necessidade de mudança da sociedade (EAD01).
Título	Processo de reciclagem do plástico - O vilão do meio ambiente
Fonte	Recicla Sampa (https://encurtador.com.br/QmyRS)
Ano	(2019)
Temática	Inserção e aplicabilidade dos 5R da sustentabilidade na vida das pessoas.
Relação com a dissertação	Um desafio apresentado é referente a prática dos 5R, repensar, reduzir, recusar, reutilizar e reciclar, para mudanças significativas nos hábitos de consumo da sociedade (EAD01).

3. Quadro sobre as Soluções (35)

Título	O futuro não é descartável
Fonte	Já fui mandioca (https://x.gd/TTKrp)
Ano	(2024)
Temática	Embalagem descartável
Relação com a dissertação	Solução com adoção de tecnologia com embalagem biodegradável e compostável há base de fécula de mandioca (DDS01).
Título	Gestão de Resíduos: Case GRU Aiport
Fonte	Grupo Multilixo (https://x.gd/7YFHR)
Ano	(2024)
Temática	Gestão de Reciclagem no Aeroporto Internacional de Guarulhos

Relação com a dissertação	Parceria do Aeroporto de Guarulhos com cooperativa local, para realização de coleta e destinação correta de 100% dos resíduos gerados (Novo – Coleta e destinação correta, devido a parceria).
Título Fonte Ano	Soluções para reciclagem de plásticos ADL Automação e Reciclagem (www.adlbtu.com.br/) (2024)
Temática	Tecnologia de extrusão do plástico
Relação com a dissertação	Empresa de máquinas de extrusão, tecnologia utilizada para reciclagem de plásticos (ATS02).
Título Fonte Ano	Inovações Tecnológicas no Tratamento e Reciclagem de Resíduos Sólidos Convale (https://x.gd/3MLGY) (2023)
Temática	Utilização de tecnologias no processo de reciclagem de resíduos.
Relação com a dissertação	Processo de reciclagem inteligente como automação, IA, algoritmos, também conversão do resíduo em energia, o uso de nanotecnologia para tratamento de resíduos e impressão 3D a partir de resíduos, são algumas soluções para o tratamento de resíduos (ATS04).
Título Fonte Ano	Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos - A Cidade Mais Limpa do Brasil Portal Sustentabilidade (https://x.gd/5uANo) (2023)
Temática	Gestão dos resíduos em Curitiba – Cidade limpa
Relação com a dissertação	Controle e fiscalização das prefeituras para manter a cidade limpa, os consumidores já possuem o hábito de descarte correto (Novo – Controle e fiscalização), (Novo – Mudança de comportamento).
Título Fonte Ano	Como a Suécia Transforma Seu Lixo Em Ouro aTech PT (https://x.gd/MCQQR) (2023)
Temática	Educação Ambiental na Suécia
Relação com a dissertação	A Suécia quer ser referência em reciclagem de resíduos e para garantir esse objetivo investe em tecnologia avançadas, políticas públicas eficazes e conscientização da reciclagem, promovendo projetos que engajem a economia circular no país (Novo – Controle e fiscalização), (Novo – Mudança de comportamento).
Título Fonte Ano	Créditos de reciclagem estimula a reciclagem Band Jornalismo (https://x.gd/DuGO4) (2023)

Temática	O crédito de reciclagem como facilitador da logística reversa
Relação com a dissertação	Os créditos de reciclagem são uma solução para as empresas que precisam (Novo – Compensação de crédito na logística reversa), viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos, por meio de sistemas mais eficientes e com menos custos, cumprindo assim a Lei 12.305/2010 – PNRS (PGS01).
Título Fonte Ano	Essa empresa revoluciona a gestão inteligente de resíduos - Made in Brasil Associação dos Bancos do RJ (https://x.gd/2K3Aw) (2023)
Temática	Software de gestão de resíduos
Relação com a dissertação	Adoção de um sistema de gestão de lixo eficiente que otimiza o processo de coleta, triagem e reciclagem, entre os locais de coletas até as cooperativas (CS02).
Título Fonte Ano	Três Tecnologias para tratamento de resíduos Singular Ambiental (https://x.gd/qt0u4) (2023)
Temática	Tecnologias utilizadas em processos de reciclagem
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologias em cooperativas para triagem e distribuição dos resíduos (CS02).
Título Fonte Ano	Tecnologia a serviço da reciclagem Green Mining (https://x.gd/PqN4i) (2022)
Temática	Uso de tecnologia para gestão de resíduos do consumidor
Relação com a dissertação	Empresa cria app de compra de resíduos sólidos na Grande São Paulo, onde os consumidores ao descartar os resíduos nos pontos de coletas recebem uma remuneração por tipo de resíduo e quilo. O App é fácil de usar e garante a gestão de compra e crédito dos valores na conta do consumidor. Sobre os indicadores do Ambiente e Atores, projetos de tecnologias (ATS04).
Título Fonte Ano	Como a tecnologia pode ajudar a resolver o problema do lixo no planeta? Rede TVT (https://x.gd/KwmMu) (2022)
Temática	Soluções para aumentar o índice de reciclagem
Relação com a dissertação	Algumas soluções são apresentadas para aumentar o volume de reciclagem, com os indicadores da cadeia, a utilização de tecnologias como aplicativos para ensinar os consumidores ao consumo consciente e descarte correto (DDS02). Sobre os indicadores do Ambiente e Atores, projetos de tecnologias

	(ATS04), capacitação para os empreendedores sobre a utilização dessas tecnologias em seus negócios (ETS01).
Título Fonte Ano	Tecnologia moderniza reciclagem, mas catador é fundamental Folha de São Paulo (https://shre.ink/DtTb) (2022)
Temática	Aplicativo de mapeamento para coleta de resíduos sólidos.
Relação com a dissertação	Aplicativo para gestão de mapeamento de resíduos (CS02). É realizado um mapeamento dos locais de coleta, exemplo bares e restaurante, realizando a logística reversa e estimulando a economia circular (ATS01).
Título Fonte Ano	Economia Circular: Tecnologias valorizam reciclados Plástico.com (https://shre.ink/DtdQ) (2022)
Temática	Tecnologias utilizadas na triagem e separação de resíduos
Relação com a dissertação	São apresentadas soluções de adoção de tecnologias 2D e 3D e inteligência artificial nos processos de triagem e separação dos resíduos (TS01).
Título Fonte Ano	Descubra a importância da reciclagem de plástico Plástico Moderno (https://shre.ink/DtWL) (2022)
Temática	Tecnologias utilizadas no processo de reciclagem do plástico
Relação com a dissertação	Soluções em adoção de tecnologias mecânicas e energéticas para a reciclagem de plástico (TS01) e (ATS02).
Título Fonte Ano	Aqui recicla: tecnologia no processo de reciclagem Colabora-se (https://shre.ink/DtBn) (2022)
Temática	Aplicativo de gerenciamento
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia de rastreamento dos veículos desde a coleta até a venda e rateio entre os cooperados, auxiliando no controle de estoques, vendas e rateio (CS02).
Título Fonte Ano	Como o investimento em programas estruturantes funciona com os créditos de reciclagem? Recicleiros (https://x.gd/I8Mt4) (2022)
Temática	O crédito de reciclagem como um facilitador para a indústria realizar a logística reversa.

Relação com a dissertação	O sistema de compensação é parecido com o sistema de crédito de carbono. Como solução as indústrias realizam o crédito de reciclagem (Novo – Compensação de crédito na logística reversa) e cumprem da lei PNRS (PGS01).
Título Fonte Ano	O Futuro da Logística Reversa de Embalagens Recicleiros (https://x.gd/F3mun) (2022b)
Temática	Projeto lixo 5.0
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia de termomagnetização de plásticos fabricação de asfaltos, blocos cerâmicos e insumo agrícola (ATS02).
Título Fonte Ano	A Maior Usina de Reciclagem de Plástico do Mundo Será Construída na França eTech PT (https://x.gd/s5P6V) (2022)
Temática	Inovações tecnológicas para a reciclagem do plástico.
Relação com a dissertação	Estudos identificaram que é possível modificar as enzimas moleculares da composição do plástico, com a finalidade de ampliar seu tempo de vida, podendo ser reciclado repetidas vezes sem perder a sua qualidade. Adoção de Decisão de adoção de tecnologias para redução do uso de matéria prima (ATS02).
Título Fonte Ano	Green Recycling Automated Waste Recycling Green Recycling Ltda (https://x.gd/yTIZa) (2022)
Temática	Tecnologia de automação de reciclagem
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia com maquinários de última geração para automação da reciclagem, proporcionou o aumento do volume da produção (ATS01). Os indicadores do Ambiente e Atores são identificados, por exemplo na capacitação dos empresários para novos cenários de inovação e tecnologias existentes no mercado (ETS01).
Título Fonte Ano	Inteligência artificial para reciclagem AMP Robotics (https://shre.ink/DtB4) (2021)
Temática	Tecnologia de inteligência artificial para identificação e categorização de resíduos
Relação com a dissertação	Utilização de inteligência artificial (IA) que realiza a operação de robôs que usa câmeras para digitalizar fluxos de resíduos mistos e identificar os diferentes materiais e categorizar por papel, plásticos e metais, cor, tamanho,

	forma e marca, entre outras características (TS01). Adoção de tecnologia pelos empresários, levando a adoção da economia circular (ATS01).
Título Fonte Ano	Tecnologia de Reciclagem na Alemanha Elétrica e Automação (https://x.gd/jwyDx) (2021)
Temática	Reciclagem gera descontos nas compras em supermercados
Relação com a dissertação	A máquina instalada em supermercado na Alemanha que emite ticket de desconto em próximas compras. Adoção de tecnologia para estimular os consumidores a reciclagem com incentivo financeiro (DDS02).
Título Fonte Ano	Robôs recicladores de lixo: esse é o futuro da reciclagem? Ambipar (https://shre.ink/DtsQ) (2020)
Temática	Tecnologias a favor da reciclagem, robôs e inteligência artificial
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia de IA e mecânica para triagem de resíduos, o robô consegue separar até 60 recipientes por minuto, 20 a mais do que um trabalhador humano, com uma precisão de 90% (TS01).
Título Fonte Ano	Flacipel Grupo Multilixo (https://x.gd/zOpUL) (2020)
Temática	Centro de Triagem de resíduos sólidos em Guarulhos
Relação com a dissertação	Parceria entre Central de triagem e o aeroporto internacional de Guarulhos, para realização de coleta e destinação correta dos resíduos produzidos no aeroporto (TS01) e (Novo – Coleta e destinação correta, devido a parceria).
Título Fonte Ano	Como definir a melhor tecnologia para o tratamento de resíduos sólidos? Virapura Training Center (https://x.gd/uha4p) (2020)
Temática	Tecnologia para resíduos sólidos
Relação com a dissertação	As tecnologias podem ser utilizadas em qualquer parte do processo, na coleta, uma tecnologia citada é o acondicionamento utilizado no caminhão de coleta para minimizar odores (ATS04).
Título Fonte Ano	Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos IPEA (https://x.gd/8ypt9) (2020)

Temática	Tecnologias para o gerenciamento de resíduos
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologias para coleta, como o sistema de informação geográfica (CS02); para triagem, como a tecnologia mecânica (TS01); para o plástico, como a biodegradação (ATS02) e no processamento, como a fusão e derretimento dos resíduos (ATS04).
Título Fonte Ano	Tecnologia otimiza tarefas em cooperativa de reciclagem Record Goiás (https://x.gd/KaJvS) (2020)
Temática	Uso de tecnologia: Plataforma de gestão de cooperativas
Relação com a dissertação	Uma ferramenta digital criada para ajudar na gestão de cooperativas de reciclagem que otimiza o processo de gestão entre os catadores, doadores, empresas e cooperativas (CS02).
Título Fonte Ano	Reciclagem de Hábitos - Repense seu consumo Recicla Sampa (https://x.gd/43UiJ) (2020)
Temática	Educação Ambiental – Menos consumismo
Relação com a dissertação	Educação ambiental para recusar a compra de produtos que gere resíduos, migrar para um consumo mais duradouro e se adequar a um consumo de produtos que não agredem o meio ambiente (Novo – Mudança de Comportamento).
Título Fonte Ano	Startup de tecnologia para reciclagem Recicli (https://x.gd/hdgPo) (2020)
Temática	Startup desenvolve tecnologias para reciclagem de resíduos eletrônicos
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologias para a reciclagem de equipamentos eletroeletrônicos e resíduos industriais, como mecânica e IA no processo de triagem (TS01).
Título Fonte Ano	Máquinas de Reciclar Recicla Sampa (https://shre.ink/DtTQ) (2019b)
Temática	Central Mecanizada de Triagem – Ecourbis, realiza a separação dos resíduos de forma automatizada. Contribui com o meio ambiente e aumenta a vida útil dos aterros sanitários.
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia no processo de triagem, como a mecânica com 2D e 3D (TS01).

Título Fonte Ano	Reciclagem inteligente de resíduos - Indústria 4.0 e Economia Circular a combinação perfeita Edison Gestão sustentável (https://x.gd/gYSgz) (2019)
Temática	Uso de IA para classificação de resíduos
Relação com a dissertação	No Reino Unido, a empresa Green Recycling é a primeira empresa de gerenciamento de resíduos a utilizar a Inteligência Artificial para classificação dos materiais (Novo – Tecnologia de IA).
Título Fonte Ano	Plataforma Digital para gerenciamento de resíduos Acamar (https://x.gd/RiasU) (2019)
Temática	Software de gestão de resíduos
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia de gerenciamento de resíduos, como os controles de coleta, triagem e distribuição. Para acompanhar os dados de volume de produção da cooperativa (CS02) e (ATS01).
Título Fonte Ano	Processo de reciclagem do lixo no Japão Engenhei (https://shre.ink/DtWb) (2018)
Temática	Tecnologia: transformação do lixo em energia elétrica.
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia para transformação dos resíduos em energia renovável por meio da incineração (ATS01).
Título Fonte Ano	Novas tecnologias na reciclagem Recicloteca (https://shre.ink/DtBX) (2016)
Temática	Automação com leitores ópticos
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia de scanners ópticos que tiram fotografias dos resíduos, para separação em centrais de triagem (TS01).
Título Fonte Ano	Cidade de Borås na Suécia reaproveita 99% do lixo produzido SPTV (https://x.gd/P5K1z) (2012)
Temática	Reciclagem funciona no exterior
Relação com a dissertação	Adoção de tecnologia com a transformação dos resíduos em energia e gás (ATS01). População de Borås na Suécia tem educação ambiental, realizam a separação e descarte correto (Novo – Mudança de comportamento).

Título	"Futuro é agora" mostra tecnologias de reciclagem
Fonte	TV Brasil (https://x.gd/zwknR)
Ano	(2012)
Temática	Processo de reciclagem de embalagens plásticas pela extrusão
Relação com a dissertação	Uso do processo de extrusão como uma tecnologia para a reciclagem de plásticos (ATS02).

Fonte: Autora, 2024.

Sobre as cinco indicações de problemas, há convergência em três mídias que o consumidor não tem consciência e nem compromisso com a reciclagem (BBC, 2022; Salto, 2021; Virapunu, 2023). Outra concordância é sobre o não cumprimento da lei de PNRS por parte dos fabricantes, especificamente a regra de 30% de retorno do material que eles produzem. Outra convergência é sobre o atraso da legislação nos municípios, já que o PNRS prevê que cada município faça suas adaptações locais (Virapunu, 2023).

Em relação à variável de negociação, existe convergência sobre a desvalorização do preço da tonelada de resíduos e as flutuações de preços dificultam as negociações e vendas pelas cooperativas. A falta de padronização de preços é considerada um problema pelos vendedores (Politize, 2018).

Sobre as treze indicações de desafios, uma primeira convergência é sobre a cobertura de atendimento municipal do serviço de coleta seletiva sendo um desafio para prefeituras disponibilizar todo o atendimento aos munícipes (Câmara dos deputados, 2020). Como tema secundário, outra convergência é sobre a destinação correta do resíduo para centros de reciclagem, que está relacionada a infraestrutura de atendimento logístico pelas prefeituras para a distribuição dos resíduos entre as cooperativas cadastradas e da capacidade de produção destas cooperativas. O desafio é o mapeamento dessa situação (Valor Econômico, 2024).

Existem convergências no desafio da integração entre os sistemas de logística reversa do Estado e o sistema nacional para conseguir fazer o gerenciamento e verificação do destino dos resíduos. Entre os desafios está o de modernizar a legislação de produção de embalagens, adequando-as para a reciclagem (Secretaria de Meio Ambiente, 2024).

Outro desafio consiste na integração/inclusão de importadores internacionais que não seguem a legislação brasileira. A legislação e prática de uso das plataformas que negociam produtos é um dos desafios desse campo. Sobre os indicadores do Ambiente e Atores, as concordâncias são sobre treinamentos para os gestores da indústria, para

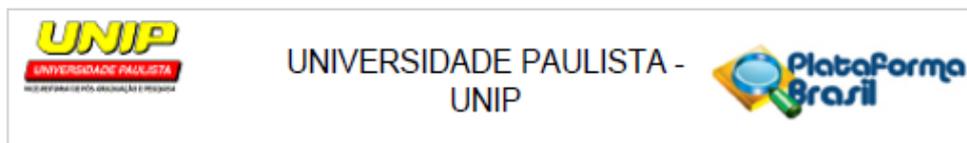
compreender o significado de economia circular e incentivar a adoção com retorno a longo prazo (Finexesg, 2024). Um desafio é incrementar o futuro material reciclado na produção (Encontro da Sustentabilidade, 2024).

Sobre as trinta e quatro indicações de soluções, há convergência sobre o uso de aplicativos de gestão de resíduos para controlar o processo de coleta, triagem e descarte. Essas informações sobre aplicativos estão disponíveis aos consumidores (Acamar, 2019; Associação dos Bancos do RJ, 2023; Colabora-se, 2022; Elétrica e Automação, 2021; Folha de São Paulo, 2022; Green Mining, 2022; Record Goiás, 2020; Rede TVT, 2022).

Além das tecnologias apresentadas, as mídias trazem soluções de resultados de parcerias, como a realizada entre o Aeroporto de Guarulhos e a cooperativa Flacipel, todo o resíduo produzido no aeroporto é coletado pela cooperativa que realiza o tratamento e a logística reversa (Grupo Multilixo, 2020, 2024). Ações de municípios como Curitiba que o controle da gestão e descarte correto de toda a cidade (Portal Sustentabilidade, 2023). Na Suécia também existe ações de parcerias e de educação ambiental, sendo um país modelo, que recicla 99% de todo o resíduo produzido, por meio de gestão e controle do governo (aTech PT, 2023). Mídias sobre educação ambiental são apresentados como incentivo a separação e descarte correto dos resíduos (Recicla Sampa, 2020).

Algumas soluções apresentadas são o crédito de reciclagem e educação ambiental. Os créditos são utilizados por empresas para compensar o resíduo produzido, o sistema é parecido com o crédito de carbono, e tem como principal objetivo o cumprimento da lei PNRS (Band Jornalismo, 2023; Recycleiros, 2022a).

ANEXO I – Aprovação Plataforma Brasil



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROBLEMAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES DA IMPLANTAÇÃO E USO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM REDES DE RECICLAGEM

Pesquisador: ANA PAULA FREITAS DE LIMA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 74917923.2.0000.5512

Instituição Proponente: ASSOCIACAO UNIFICADA PAULISTA DE ENSINO RENOVADO OBJETIVO-

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.465.158

Apresentação do Projeto:

Projeto PROBLEMAS, DESAFIOS E SOLUÇÕES DA IMPLANTAÇÃO E USO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM REDES DE RECICLAGEM consoante com as normas éticas e os princípios éticos

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo é mapear, organizar e discutir a situação de implantação e uso de tecnologias em reciclagem, os problemas, os desafios e as soluções desse campo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos mínimos e benefícios relacionados ao acesso aos resultados da pesquisa, acesso a relatórios e documentos sobre o assunto, desde sejam de caráter público e acesso ao trabalho completo.

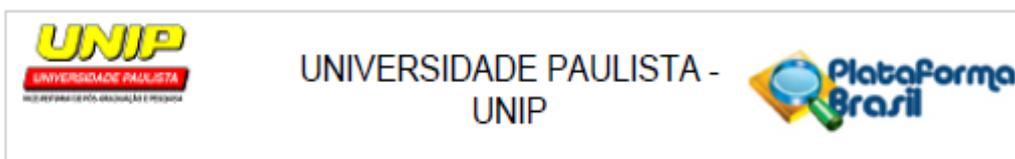
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa pertinente busca investigar as possíveis barreiras e soluções para o incremento da aplicação de tecnologias à tarefa de reciclagem, na perspectiva de redes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de apresentação em consonância com as normas científicas e princípios éticos. Contribuição no sentido de propiciar uma matriz de indicadores de variáveis presentes na implantação e uso de tecnologia em redes de reciclagem, passíveis de ser utilizada em pesquisas e ações gerenciais.

Endereço: Rua Dr. Bacelar, 1212 4º andar
Bairro: Vila Clementino **CEP:** 04.026-002
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)5586-4086 **E-mail:** cep@unip.br



Continuação do Parecer: 6.465.158

Recomendações:

Ok!

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto pertinência, sem pendências ou inadequações.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2171140.pdf	13/10/2023 11:43:35		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ana_lima_plataforma.docx	13/10/2023 11:42:29	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Outros	intencao_pesquisa.pdf	13/10/2023 11:41:12	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto1.pdf	13/10/2023 11:36:33	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Outros	Capa.pdf	13/10/2023 11:34:24	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	fomulario_termo_de_consentimento_TCLE.docx	13/10/2023 11:33:19	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Orçamento	fm_orcamento_de_projeto_de_pesquisa.pdf	13/10/2023 11:27:23	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_de_compromisso_do_pesquisador.pdf	13/10/2023 11:26:07	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Outros	carta_apresentacao.pdf	13/10/2023 11:23:44	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	13/10/2023 11:20:08	ANA PAULA FREITAS DE LIMA	Aceito

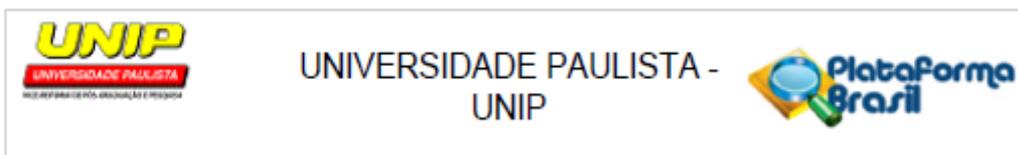
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Dr. Bacelar, 1212 4º andar
 Bairro: Vila Clementino CEP: 04.026-002
 UF: SP Município: SAO PAULO
 Telefone: (11)5586-4086 E-mail: cep@unip.br



Continuação do Parecer: 6.465.158

SAO PAULO, 27 de Outubro de 2023

Assinado por:
Bettina Gerken Brasil
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dr. Bacelar, 1212 4º andar
Bairro: Vila Clementino CEP: 04.026-002
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)5586-4086 E-mail: cep@unip.br