UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ — UNIOESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS, GESTÃO E SUSTENTABILIDADE — PPGTGS (MESTRADO PROFISSIONAL)

MARLI APARECIDA BAUM

FERPALGLASS

Um estudo de caso sobre uma empresa de Economia Circular

DISSERTAÇÃO

FOZ DO IGUAÇU
2024

MARLI APARECIDA BAUM

FERPALGLASS

Um estudo de caso sobre uma empresa de Economia Circular

Dissertação apresentada ao **Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade** da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito para a obtenção do título de **Mestre**.

Área de Concentração: Gestão e Desenvolvimento Regional Sustentável.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Alexandre de Souza.

FOZ DO IGUAÇU

2024

Baum, Marli Aparecida
Ferpalglass: um estudo de caso sobre uma empresa de Economia Circular / Marli Aparecida Baum; orientador Claudio Alexandre de Souza. -- Foz do Iguaçu, 2024.
141 p.

Dissertação (Mestrado Profissional Campus de Foz do Iguaçu) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Engenharias e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade, 2024.

1. Economia Circular . 2. Sustentabilidade. 3. Resíduos. 4. Reciclagem. I. Souza, Claudio Alexandre de, orient. II. Título.

MARLI APARECIDA BAUM

FERPALGLASS

Um estudo de caso sobre uma empresa de Economia Circular

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade — PPGTGS da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, aprovada pela banca examinadora:

Foz do Iguaçu, 02 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
CLAUDIO ALEXANDRE DE SOUZA
Data: 27/04/2024 10:42:37-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Claudio Alexandre de Souza (orientador)
Professor do PPGTGS — Campus de Foz do Iguaçu

Documento assinado digitalmente
MANOELA SILVEIRA DOS SANTOS
Data: 30/04/2024 11:06:18-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof.ª Dra. Manoela Silveira Dos Santos (membro permanente do PGTGS)
Professora do PPGTGS — Campus de Foz do Iguaçu

Prof. Dr. Paulo Roberto Araújo Cruz Filho (membro externo à Instituição)
Diretor de Expansão Global da We.Flow

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus antepassados, especialmente a meus pais, Arlindo Baum e Maria Lina Jara (*in memoria*), sei que, onde estiverem, estão sorrindo agora. Dedico também a todos àqueles que ousam sonhar e lutam todos os dias para concretizar os seus sonhos. Dedico, ainda, a meu filho, Bruno Augusto Baum Back que esteve presente me inspirando e motivando a seguir em frente diante dos desafios diários que se apresentaram enquanto escrevia esta dissertação.

AGRADECIMENTOS

O caminhar em direção ao título de mestra é uma longínqua e árdua trajetória; são vinte e quatro meses para concluir os estudos, o que envolve vasta pesquisa, leitura e escrita de vários textos (muitos inacabados e outros em construção que, continuarão sendo escritos após a conclusão do curso, sejam eles, artigos, resumos ou quem sabe, uma tese de doutorado) e muita troca de experiências, aprendizado com os diversos *stakeholders* envolvidos no processo sejam eles, professores, colegas discentes, orientador, membros da banca, empresários, e, curiosos pelo tema. Mas, não é só; o tema de pesquisa imerge a mente do mestrando, e a todo instante, nos intermináveis dias de mestrado, torna a caminhada complexa, fazendo com que tudo e todos a nossa volta, tornem-se partícipes desta experiência única e marcante de nossa existência, que ficarão refletidas na versão final do trabalho. Por isto, manifestar gratidão é um gesto de respeito, reconhecimento e humildade. Além de ser sinônimo de carinho e gentileza com àqueles que de alguma maneira tornaram este sonho possível. Assim, passo a agradecer:

Primeiramente a Deus, por me guiar, capacitar e abençoar em todos os momentos desta caminhada, dando-me força e coragem para seguir, principalmente nos momentos que duvidei que fosse possível e pensei em desistir. Gratidão por renovar a minha fé, dando-me saúde física, mental e espiritual para seguir em frente diante de tantos desafios que se apresentaram ao longo do percurso.

Agradeço à minha família, especialmente, ao meu querido e amado filho Bruno Augusto, pelo constante apoio recebido durante esta importante etapa de minha vida acadêmica e profissional. Agradeço a compreensão dos meus familiares, diante de minha ausência.

Agradeço à Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, responsável por grande parte de minha formação acadêmica, desde a graduação, passando pela pós-graduação e, agora, o mestrado. Meu sincero reconhecimento a toda equipe que fez parte desta trajetória, especialmente ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade – PPGTGS da UNIOESTE, com especial reconhecimento a pessoa do Coordenador do Mestrado Profissional, o Professor Doutor Eduardo Cesar Dechechi.

Agradeço ao Professor Doutor Claudio Alexandre de Souza, meu estimado e paciente orientador, que me orientou com exímia dedicação e comprometimento, oportunizando as condições para ampliação dos meus horizontes acadêmico, profissional e pessoal, cuja contribuição é imensurável à conclusão deste trabalho, mas também, agradeço pela amizade,

disposição, e, principalmente, pelo incentivo e atenção durante o desenrolar da pesquisa, tendo por isso irrefutável importância na finalização desta dissertação;

Agradeço, ainda, a Professora Doutora Manoela Silveira Dos Santos, membro permanente do PGTGS, que me fez descobrir este tema fantástico, contribuindo de forma relevante durante os encaminhamentos iniciais deste estudo. De outro modo, agradeço-a, com reverência, pela ilustre participação como membro da banca de defesa, pelas contribuições por meio de uma visão profícua sobre o tema deste trabalho;

Agradeço, com estima e consideração, ao Professor Doutor Paulo Roberto Araújo Cruz Filho, Diretor de Expansão Global da We.Flow, ilustre membro externo da banca de defesa, por sua contribuição a avaliação deste trabalho.

Agradeço, igualmente, aos colegas de caminhada, discentes da turma 7 do mestrado que me acompanharam nos diversos momentos de estudos, seminários e eventos desenvolvidos durante a trajetória do curso, em especial destaque, a Thâmela, Silvana e Fauston, com os quais pude compartilhar angústias, conquistas e alegrias;

Agradeço, por fim, à empresa Ferpalglass, em nome do sócio proprietário, senhor Paulo Ribeiro, pela oportunidade de conhecer o trabalho realizado pela empresa, pela disponibilidade, por acreditar na importância e relevância da minha pesquisa, mas, principalmente, por acreditar que é possível fazer a diferença, que é possível fazer a sua parte em prol um mundo melhor.

"Quando for a hora certa,

Eu, o Senhor farei acontecer"

Isaias (60.22)

RESUMO

BAUM, M. A. (2023). Ferpalglass: um estudo de caso sobre uma empresa de economia circular. Dissertação do Mestrado — Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Gestão e Sustentabilidade — PPGTGS, Universidade Estadual do Oeste do Paraná — UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Paraná, Brasil.

O objetivo desta dissertação é analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular. A justificativa para este estudo reside na necessidade de mudança na forma como a sociedade produz e consome bens e serviços. Isto porque o sistema econômico linear vigente, se demonstra ineficiente, em virtude da disponibilidade limitada de recursos naturais e limites do Planeta em assimilar os resíduos e a poluição gerada. A Economia Circular surge como um novo paradigma econômico. Suas bases, alicerçadas na eliminação de resíduos e poluição, na circulação de produtos e materiais e na regeneração do ambiente natural, orientam Estado, academia, empresas e consumidores. A meta é uma produção e consumo mais sustentáveis, em linha com as metas da Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Desta forma, ao analisar a operacionalização de um negócio circular tem-se a oportunidade de compreender à sua implementação prática e os impactos positivos gerados em termos econômicos, ambientais e sociais às gerações atuais e futuras. Neste estudo aplicado, descritivo e qualitativo utilizou-se como estratégia um estudo de caso único. Os resultados caracterizam a empresa pesquisada, destacando as motivações, oportunidades e desafios do seu modelo circular. Descrevem os processos do Ciclo de vida do negócio. Propõe uma Matriz Morfológica capaz de analisar o perfil circular de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM). E, por fim analisa os elementos da Economia Circular presentes na atividade da empresa. Esta pesquisa contribui para expandir os conhecimentos teóricos sobre a Economia Circular. Ela possibilita uma visão estratégica e holística do modelo econômico circular, focando em sua aplicabilidade e impactos positivos gerados. Além de contribuir com uma proposta de ferramenta diagnóstica capaz de analisar o perfil circular de um negócio usuário da Economia Circular, identificando os elementos que o compõe, propiciando maior assertividade rumo a sustentabilidade.

Palavras-chave: Economia Circular. Gestão. Sustentabilidade. Resíduos. Reciclagem.

ABSTRACT

BAUM, M. A. (2023). Ferpalglass: one case study about one circular economy company. *Master's Dissertation — Postgraduate Program in Technologies, Management and Sustainability - PPGTGS, State University of Western Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Paraná, Brazil.*

The objective of this dissertation is to analyze how the company Ferpalglass operates its circular business model. The justification for this study lies in the need to change the way society produces and consumes goods and services. This is because the current linear economic system proves to be inefficient, due to the limited availability of natural resources and the Planet's limits in assimilating the waste and pollution generated. The Circular Economy emerges as a new economic paradigm. Its foundations, based on the elimination of waste and pollution, the circulation of products and materials and the regeneration of the natural environment, guide the State, academia, companies and consumers. The goal is more sustainable production and consumption, in line with the goals of the 2030 Agenda for sustainable development. In this way, when analyzing the operationalization of a circular business, there is the opportunity to understand its practical implementation and the positive impacts generated in economic, environmental and social terms for current and future generations. In this applied, descriptive and qualitative study, a single case study was used as a strategy. The results characterize the company researched, highlighting the motivations, opportunities and challenges of its circular model. They describe the processes of the business life cycle. It proposes a Morphological Matrix capable of analyzing the circular profile of a Circular Economy Business Model (CEBM). And, finally, it analyzes the elements of the Circular Economy present in the company's activity. This research contributes to expanding theoretical knowledge about the Circular Economy. It enables a strategic and holistic view of the circular economic model, focusing on its applicability and positive impacts generated. In addition to contributing with a proposal for a diagnostic tool capable of analyzing the circular profile of a business using the Circular Economy, identifying the elements that make it up, providing greater assertiveness towards sustainability.

Keywords: Circular Economy. Management. Sustainability. Waste. Recycling.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
1.1 Contextualização do tema 17
1.2 Questão de pesquisa 18
1.3 Objetivos 19
1.4 Justificativa e Importância 20
1.5 Estrutura da pesquisa 21
2 ECONOMIA CIRCULAR 24
2.1 Visão geral da Economia Circular 24
2.1.1 Precedentes históricos, premissas e princípios da economia circular 24
2.1.2 Classificação dos negócios circulares 36
2.1.3 Por que as empresas estão aderindo à Economia Circular? 40
2.1.4 Casos reais de aplicação prática do modelo de Economia Circular 44
2.1.5 Críticas ao modelo de Economia Circular 48
2.2 Capacitadores e aceleradores da Economia Circular 49
2.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos: gerenciamento e legislação brasileira 50
2.2.2 Política Nacional de Economia Circular 54
2.2.3 Práticas ESG: Governança Ambiental, Social e Corporativa 56
2.2.4 Agenda 2030 e o Desenvolvimento Sustentável 59
2.3 Recuperação de recursos na cadeia do vidro 62
2.3.1 Origem, cronologia e caracterização da indústria vítrea 62
2.3.2 Processo produtivo do vidro 64
2.3.3 Recuperação de recursos e a logística reversa do vidro 66
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 70
3.1 Delineamento da pesquisa 70
3.2 Estratégias de pesquisa 71
3.3 Critérios para seleção do caso 73
3.4 Protocolo para construção da Matriz Morfológica 74
3.5 Protocolo para coleta de dados 79
3.5.1 Entrevista semiestruturada 80
3.5.2 Questionário semiestruturado 83
3.5.3 Documentos selecionados 85

3.5.4 Observação direta 85
3.6 Técnicas da análise de dados 86
3.7 Validade e confiabilidade 88
3.8 Matriz de amarração 88
4 ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS 90
4.1 Caracterização da empresa Ferpalglass 90
4.2 Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass 95
4.2.1 A contratação dos serviços da Ferpalglass 95
4.2.2 Transporte dos resíduos dos pontos de coleta até a planta da empresa 100
4.2.3 Recepção e armazenagem dos recursos vítreos 101
4.2.4 Processo de Separação de contaminantes 102
4.2.5 Classificação do material coletado 103
4.2.6 Processamento dos recursos vítreos 104
4.2.7 Armazenamento dos resíduos processados 106
4.2.8 Coleta e transporte do material à indústria de transformação 107
4.2.9 Rastreamento e controle dos fluxos de resíduos vítreos 108
4.2.10 Gestão do Negócio 108
4.3 Proposta de Matriz Morfológica para análise do perfil de um CEBM 109
4.4 Análise dos elementos da EC presentes no CEBM da Ferpalglass 112
4.4.1 Ciclo reverso (função) 113
4.4.2 Fluxo dos materiais 113
4.4.3 Nível de implantação 114
4.4.4 Grau de Maturidade em EC 115
4.4.5 Estratégias de retenção 115
4.4.6 Ecoinovação 116
4.4.7 Estratégias de Valor 117
4.4.8 Fatores motivadores e institucionais 118
4.4.9 Tecnologias disruptivas 118
4.4.10 Parâmetros de medição de viabilidade, validade e lucratividade 119
4.4.11 Valores ambientais, sociais e econômicos 119
4.4.12 Barreiras 120
4.4.13 Oportunidades 120
4.4.14 Impactos positivos gerados 121
4.4.15 Contribuições à ODS 121

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 123
5.1 Contribuições teóricas 124
5.2 Contribuições práticas 124
5.3 Contribuições sociais 125
5.4 Limitações 126
5.5 Sugestões para trabalhos futuros 126
REFERÊNCIAS 128
ANEXO A - CONFIGURAÇÕES DO MNCN DA FERPALGLASS 137
APÊNDICE A – ESCOLHA BIBLIOGRÁFICA 138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Estrutura da dissertação.....23
Figura 2 - Fluxo da Economia Linear.....25
Figura 3 - Representação inicial de uma economia circular segundo Stahel (1976).....29
Figura 4 - Diagrama sistêmico da economia circular: “diagrama de borboleta”.....32
Figura 5 - Representação da lógica presente na Economia Circular.....33
Figura 6– Descrição e benefícios dos 5 tipos de modelos de negócio circulares que combinam o biológico, físico e digital para promover a economia circular.....38
Figura 7 – Impactos da cadeia de suprimentos.....41
Figura 8 – Triangulo de sustentabilidade de Peter Nijkamp. 59
Figura 9 – Método de estudo de caso. 72
Figura 10 - Processo de análise das evidências coletadas no estudo de caso.....87
Figura 11 – Pesquisa realizada no Google – logística reversa Foz do Iguaçu – Pr.....96
Figura 12 - Pesquisa realizada no *Facebook* – logística reversa Foz do Iguaçu – Pr.....97
Figura 13 - Tabela de preços dos serviços de recolhimento de vidros por tonel.....97
Figura 14 – Embalagem utilizada nos pontos de coleta para recolha de vidro. 99
Figura 15 – Material recepcionado.....101
Figura 16 – Mesa de separação de contaminantes.....102
Figura 17 – Material vítreo com presença de contaminantes.....103
Figura 18– Gramatura do vidro após processamento.....105
Figura 19 – Equipamento utilizado para triturar o vidro.....105
Figura 20 – Embalagens utilizadas para armazenar o material vítreo pós moagem. 106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Preambulo da EC: escolas e linhas de pensamento 27
Quadro 2 - Hierarquia na utilização das estratégias na Economia Circular 34
Quadro 3 - Tipos de ecoinovação para uma economia circular 39
Quadro 4 – Parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade de um CEBM 43
Quadro 5 – Quadro síntese dos Elementos que compõe a Economia Circular 49
Quadro 6 - Classificação dos resíduos conforme NBR 10.004 (2004) 50
Quadro 7 – Definições presentes no artigo 3º do Decreto 28.368 de 2020 53
Quadro 8 – Metodologias utilizadas para mensurar as práticas ESG 58
Quadro 9 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 60
Quadro 10 – Capacitadores e aceleradores da Economia Circular 62
Quadro 11 - Principais matérias-primas utilizadas na produção do vidro 65
Quadro 12 – Componentes utilizados na produção do vidro utilizando vidro reciclado 66
Quadro 13 – Etapas da construção da matriz morfológica de EC 76
Quadro 14 – Matriz Morfológica para caracterizar e configurar um CEBM 78
Quadro 15 – Alinhamento entre objetivos e ferramentas de coleta de dados 79
Quadro 16 – Roteiro para condução da entrevista 80
Quadro 17 – Roteiro da entrevista inicial 81
Quadro 18 - Roteiro da entrevista Complementar 82
Quadro 19 – Detalhes das entrevistas realizadas 83
Quadro 20 – Detalhes dos questionários 83
Quadro 21 – Roteiro do questionário semiestruturado 01 84
Quadro 22 - Questionário semiestruturado 02 84
Quadro 23 – Análise documental 85
Quadro 24 – Protocolo de Observações 86
Quadro 25 – Matriz de Amarração Metodológica 89
Quadro 26 – Oportunidades e desafios na operacionalização de um negócio circular 94
Quadro 27 – Fatores externos e suas influências nos negócios circulares 94
Quadro 28 - Cadastro de cliente - Ferpalglass Logística Reversa 98
Quadro 29 – Análise do Perfil de negócio circular da Ferpalglass utilizando a Matriz Morfológica CACO de CEBM. 111

LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABIVIDRO	Associação Brasileira das Indústrias de Vidro
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileiras das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
BNDS	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CACO	Características e Configurações
CEBM	*Circular Economy Business Model*
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CNPJ	Cadastro Nacional Pessoa Jurídica
CO2	Dióxido de Carbono
DNA	Ácido Desoxirribonucléico
DVGRR	Divisão de Gestão de Resíduos Recicláveis
EC	Economia Circular
EL	Economia Linear
ESG	Governança Ambiental, Social e Corporativa
FEM	Fundação Ellen Macarthur
GEE	Gases de Efeito Estufa
IAT	Instituto Água e Terra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IoF	Internet das Coisas
JCR	*Journal Citation Report*
MN	Modelo de Negócio
MNC	Modelo de Negócio Circular
MNCN	Modelo de Negócio Circular Nativo
MNCT	Modelo de Negócio Circular em Transição
NBR	Norma Brasileira
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organizações das Nações Unidas
PERS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná
PGRS	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos
PL	Projeto de Lei

PLR	Plano de Logística Reversa
PNEC	Política Nacional de Economia Circular
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PESTEL	Políticos, Econômicos, Sociais, Tecnológicos, Ecológicos e Legais
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SBM	Modelos Empresariais Sustentáveis
SEDEST	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo
SWOT	*Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats*
WBCSD	*World Business Council for Sustainable Development*

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa surgiu de estudos sobre gestão ambiental e logística reversa. Foi realizado um estudo de caso sobre práticas empresariais neste campo, como parte da disciplina de Gestão Ambiental do programa de mestrado em que eu era aluna especial. Aquela foi a chance de conhecer uma empresa que adere aos princípios da Economia Circular, cujo conceito foi explorado mais tarde, quando estava preparando o pré-projeto de investigação para o mestrado, agora como aluna regular do programa. Naquele momento, a temática era desconhecida em essência e amplitude, o que motivou muitas pesquisas iniciais a fim de elucidar as bases teóricas fundamentais.

Conforme as pesquisas sobre o modelo econômico circular avançavam, um novo mundo de conhecimentos emergia. Isso intensificava a desconexão com a maneira que a humanidade produz e consome seus bens e serviços. Juntamente com a inquietude para a mudança deste comportamento social, cujas consequências são visíveis em todos os lugares, impulsionaram a caminhada.

Com isto, este trabalho foi orientado pela busca de alternativas que promovam a mudança na forma como o ser humano produz e consome. Sem se apegar em uma visão reducionista ou mesmo utópica, mas, movida pela busca de novos aprendizados capazes de fornecer, na melhor das hipóteses, respostas e soluções, parciais e transitórias a questão mais dura e concreta que a humanidade enfrenta: a sobrevivência.

1.1 Contextualização do tema

A evolução e o desenvolvimento caracterizam a humanidade com o advento da industrialização, a partir da Revolução Industrial no século XVIII. O progresso econômico e a industrialização trouxeram diversidade em produtos e serviços. No entanto, eles também geraram dilemas e conflitos. Esses estão ligados ao processo de produção e consumo, exploração de recursos naturais e impactos ao planeta. Isso questiona se o atual sistema produtivo é realmente a melhor alternativa.

Isto porque o modelo de produção instaurado com a Revolução Industrial, no século XVIII, denominado de Linear ou Tradicional (EMF, 2023; ISO, 2022b; Wettman, 2019; Chaves, 2015; Luz, 2017), estabelece a ordem de extrair, produzir, consumir e descartar (EMF, 2023; ISO, 2022b; Valve; Lazarevic; Humalisto, 2021; Moreno, 2019; Vence; Pereira, 2018). O modelo de produção linear apresenta limitações para atender de maneira equilibrada os

interesses dos consumidores, da sociedade e do meio ambiente. Por essas razões, começam a surgir iniciativas para responder a essas questões. A exemplo disso, em 1972 em Estocolmo, na Suécia, aconteceu a primeira reunião mundial para avaliar os impactos da ação do homem ao meio ambiente (Guarnieri, 2011).

A Economia Circular (EC) origina-se de vários pensamentos e escolas (Farias *et al.*, 2021). Propõe um modelo regenerativo, visando minimizar a entrada de recursos, desperdício, emissões e vazamentos de energia. Isto é alcançado pelo retardamento, fechamento e estreitamento dos ciclos de material e energia (Geissdoerfer et al., 2017).

A solução da EC vai além de simplesmente mitigar o uso de recursos naturais. Ela cria valor social, econômico e ambiental positivo. Essa solução está ligada aos princípios dos "Rs" (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018). Entre eles, os "10 Rs": recusar, reduzir, renovar, reutilizar, reparar, recondicionar, remanufaturar, reciclar, reutilizar e recuperar são prioridades em circularidade (Fogarassy; Finger, 2020). Isso mostra a conexão da EC com a sustentabilidade, mantendo o valor de produtos e recursos na economia por mais tempo e mitigando a geração de resíduos (Moreno, 2019).

O valor de produtos, materiais e recursos pode ser preservado através de cinco modelos de negócio. Esses protótipos operam fornecendo mercadorias como serviço, compartilhamento, recuperação de recursos, prolongando a durabilidade do item e suprimentos circulares (Chen, 2020; Vence; Pereira, 2018; WBCSD, 2017; EMF, 2013). Estes modelos de negócios possibilitam a transição da economia linear (EL) para a economia circular (EC).

Já a criação de valor ocorre quando empreendedores inovadores exploram essas novas oportunidades (Amit; Zoot, 2001), criadas dentro de um esquema de circularidade na produção e consumo. Estes inéditos Modelos de Negócios de Economia Circular (CEBM) demandam de princípios e estratégias de operacionalização renovados, conforme destacam os autores Brennan, Tennant e Blomsma (2015) e a Fundação Ellen MacArthur (EMF), (2013). Este estudo integra princípios da Economia Circular da literatura teórica com um caso concreto, ao analisar como a empresa Ferpalglass opera seu modelo de negócio circular.

1.2 Questão de pesquisa

Em setembro de 2015, 193 membros das Nações Unidas aprovaram a Agenda 2030 em assembleia. Esse pacto global visa um mundo melhor com 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, incluindo a ODS 12. Este texto trata de padrões de produção e consumo ecologicamente corretos. A transição do sistema econômico vigente (tradicional — linear) para

um sistema sustentável, regenerativo (circular) requer a integração de ações conjuntas de todos, seja, Estado, academia, consumidores ou empresas.

Se tratando das organizações, uma das principais estratégias utilizadas para tornar os Modelos de Negócios (MN) sustentáveis está na utilização de Modelos de Negócios Circulares (MNC) conforme apontam Nosratabadi *et al*. (2020) e a EMF (2017). É possível identificar na literatura que vários pesquisadores estão pesquisando esta possibilidade através de estudos sobre como os MN modificados (em transição) ou completamente novos (nativos) e podem contribuir para o alcance da prosperidade econômica, em harmonia com o meio ambiente e a sociedade (Boons *et al*., 2013; Kiron, *et al*., 2013 citados por Schaltegger *et al*., 2016).

Mas, ainda são necessários estudos sobre métodos e ferramentas que detalhem como as empresas ajustam e implementam seus MN baseados nos princípios circulares (Geissdoerfer *et al.*, 2020; Bocken *et al*., 2019). O que oportuniza que se investigue como as empresas adotam na prática as estratégias de Economia Circular, favorecendo a compreensão sobre a estrutura dos MNC/CEBM, suas características e configurações. O que possibilita a mensuração do progresso na transição do modelo vigente para o modelo circular (EEA, 2016).

Em um contexto onde empresas buscam competitividade e sustentabilidade, a EC tem ganhado destaque. Ela é valorizada pelas possibilidades de aplicação de princípios e estratégias sustentáveis, seja na criação, geração, entrega ou captura de valor. Por fim, o estudo de práticas estratégicas da Economia Circular é crucial para determinar as vantagens decorrentes da implementação de práticas de Economia Circular no contexto organizacional (Ranta; Aarikka-Stenroos; Mäkinen, 2018). O que nos leva a questão de investigação que esta pesquisa pretende responder:

QI: Como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular?

1.3 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular.

Os objetivos específicos definidos para este estudo são:

a) caracterizar a empresa Ferpalglass, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular;
b) descrever os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass;

c) propor um modelo de Matriz Morfológica para análise do perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM);
d) analisar os elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa Ferpalglass.

1.4 Justificativa e Importância

A motivação para este estudo está relacionada a forma com a qual a sociedade está produzindo e consumindo bens e serviços. O modelo Econômico vigente (linear), baseado em pegar, fazer e descartar (EMF, 2023; Valve; Lazarevic; Humalisto, 2021; EEA, 2016) gera impactos significativos ao planeta, desencadeando pressões sociais, normativas e legais por processos produtivos mais limpos, que mitiguem os impactos ambientais, econômicos e sociais gerados por este modelo.

Razão pelas quais, outras propostas têm sido consideradas para substituir o modelo econômico linear e promover uma abordagem mais sustentável e eficiente. Dentre elas, estão a economia de compartilhamento, de serviços, regenerativa, de biomateriais, de baixo carbono e a economia circular. Sendo esta última, uma das propostas mais aceitas, atualmente, para substituir o padrão econômico linear (EMF, 2023). Isto porque, este modelo é baseado em três princípios fundamentais: eliminar resíduos e poluição, circular produtos e materiais, regenerar o ambiente natural (Pinto e Costa, 2021; CNI; 2018; EMF, 2015).

Este trabalho pretende contribuir para o estudo do modelo econômico circular, ampliando e difundindo conhecimentos sobre a Economia Circular. Utilizando para isso, um estudo de caso único para analisar como a Ferpalglass opera seu modelo de negócio circular.

Ao realizar o estudo de caso conduzido na empresa Ferpalglass Logística Reversa Ltda., uma microempresa que atua na gestão e logística reversa de resíduos vítreos pós-consumo, há a possibilidade de visualização, na prática, dos princípios e conceitos de EC.

Já quando se analisam os elementos da EC presentes no estudo de caso, identifica-se a contribuição do modelo econômico circular para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. Uma vez que, estes objetivos definem metas globais para quatro dimensões principais: social, ambiental, econômica e institucional (ONU, 2015) e demandam de aplicações práticas para que sejam atingidos.

Este estudo está vinculado a vários ODS, que incluem o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável (ODS 8) e, indústria e infraestrutura (ODS 9). Também está relacionado aos padrões de produção e consumo sustentável (ODS 12) e medidas para combater

a mudança climática e seus impactos (ODS 13). Além disso, fortalece parcerias e meios para implementação do desenvolvimento sustentável (ODS 17). Estes objetivos traçam um caminho sustentável com medidas transformadoras para mitigar os impactos ao planeta.

Entender e disseminar iniciativas que favoreçam a transição do modelo exploratório atual para um modelo alinhado às premissas de um desenvolvimento sustentável é relevante, pois incentiva empreendedores a investir em negócios circulares. Essas opções sustentáveis coordenam interesses dos clientes, agregam valor e geram retorno ao investimento, harmonizando com o meio ambiente.

Além disso, este estudo é relevante para negócios devido às pressões sociais e mudanças no *mindset* dos consumidores. Eles estão mais conscientes e buscam empresas cujos valores estejam alinhados com os seus. Além deles, as Instituições nacionais e internacionais também pressionam pela sustentabilidade. Entre elas estão a Fundação Ellen MacArthur (EMF), a ONU, a Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO) e a Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE). Estas pressões impulsionam a sociedade a buscar soluções sustentáveis para os impactos do sistema de produção e consumo atuais.

Outrossim, este estudo é relevante por apresentar um caso aderente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010. A lei define a criação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para vários setores e responsabilidade compartilhada. Visa a redução da geração de resíduos e dos impactos ambientais dos produtos, além da proteção à saúde humana, conforme o Artigo 30.

Por último, mas ainda importante, o estudo está alinhado com o Marco Legal da Economia Circular. Este se refere ao Projeto de Lei n.º 1874/2022, que discute o Marco Legal da EC (Política Nacional de Economia Circular). Nele são definidos conceitos, objetivos e instrumentos da PNEC. “Sob essa ótica, ganha particular pertinência o motivo pelo qual foi escolhido este tema. Este, portanto, deve ter utilidade para o pesquisador, o pesquisado e a sociedade propriamente dita, fazendo com que não fique restrito somente ao ambiente acadêmico” (Kahlmeyer-Mertens *et al*., 2007, n.p).

1.5 Estrutura da pesquisa

Por fim, esta dissertação encontra-se estruturada em cinco capítulos.

O Capítulo 1 apresenta a contextualização do tema, questão de investigação, objetivo geral e específicos, justificativa, importância e estrutura.

O Capítulo 2 contempla a fundamentação teórica que circunda em torno dos conceitos sobre a Economia Circular. Nesta etapa constrói-se uma visão geral da EC, abordando os precedentes históricos, premissas e princípios, bem como a classificação dos negócios circulares.

Ao mesmo tempo que são apresentados os motivos que levam as empresas a aderirem à EC, incluindo uma análise dos fatores motivadores e institucionais. E, as oportunidades e desafios na implementação de estratégias circulares, junto com casos reais de aplicação do modelo de EC.

São citadas algumas críticas ao modelo de EC. Os capacitadores e aceleradores da EC: Política Nacional de Resíduos Sólidos (gerenciamento e legislação brasileira); a Política Nacional de Economia Circular, Práticas ESG (Governança Ambiental, Social e Corporativa) e a Agenda 2030 (premissas para o desenvolvimento sustentável) são conhecidos.

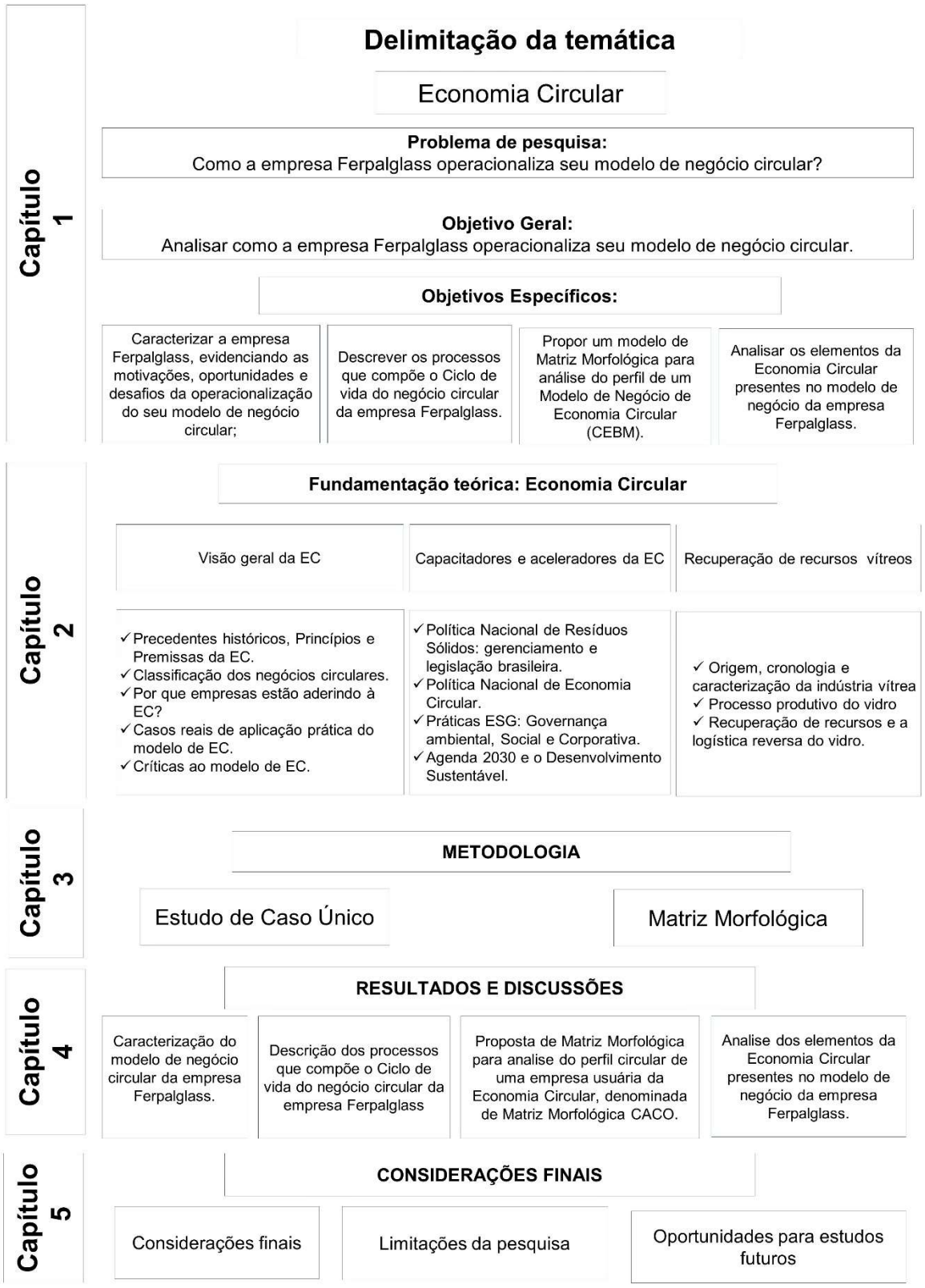
O estudo é contextualizado na cadeia do vidro, descrevendo o processo de recuperação de recursos vítreos. Começa pela origem, cronologia e caracterização da indústria vítrea. Continua com o processo produtivo e conclui com a logística reversa do vidro.

No Capítulo 3, descrevem-se os procedimentos metodológicos escolhidos para alcançar os objetivos propostos pelo estudo. A pesquisa é delineada apresentando estratégias, critérios de seleção do caso e o protocolo para a construção da Matriz Morfológica. Segue-se com o protocolo de coleta de dados, técnicas de análise, validade e confiabilidade. Por último, a matriz de amarração metodológica é apresentada.

No Capítulo 4, o estudo de caso e a análise dos resultados são apresentados. A caracterização da empresa pesquisada é destacada, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios na operacionalização do seu CEBM. Os processos que formam seu ciclo de vida circular são detalhados. E, a proposta de modelo de Matriz Morfológica para análise do perfil circular do CEBM é apresentada. E, por fim, analisam-se os elementos da Economia Circular presentes no negócio da empresa pesquisada.

No Capítulo 5, são tecidas as considerações finais, incluindo os apontamentos, contribuições teóricas, práticas e sociais. Posteriormente, apresentam-se as limitações e sugestões para estudos futuros. As referências, anexos e apêndices compõe os elementos pós-textuais. Na sequência, têm-se a estrutura da dissertação (ver figura 1).

Figura 1– Estrutura da dissertação



Fonte: elaboração própria (2023).

2 ECONOMIA CIRCULAR

A fundamentação teórica circunda em torno dos conceitos sobre a Economia Circular e foi dividida em três partes para melhor compreensão do fenômeno estudado. Assim, apresenta-se, inicialmente, uma visão geral sobre a economia circular. Na sequência, apresenta-se os capacitadores e os aceleradores da economia circular. E, na terceira parte, apresenta-se o contexto do estudo.

Com isto, espera-se que a fundamentação teórica contribua para o desenvolvimento dos instrumentos de coleta de dados e para a discussão dos resultados.

2.1 Visão geral da Economia Circular

Nesta seção apresenta-se os precedentes históricos da economia circular, os princípios e premissas do modelo econômico circular, situando-os ao longo da história, para assim ilustrar como o conceito se desenvolveu ao longo do tempo.

A partir da cronologia, das implicações e aplicações contemporâneas do conceito, a seção versa sobre como a Economia Circular pode passar da teoria à prática, descrevendo, a classificação dos negócios circulares, relacionando o porquê as empresas estarem aderindo à EC, com a descrição dos fatores motivadores e institucionais, as oportunidades e desafios na implantação de estratégias circulares, a apresentação de casos reais de aplicação prática do modelo de EC e, não menos importante, em seguida são apresentadas as críticas tecidas ao modelo proposto pela Economia Circular.

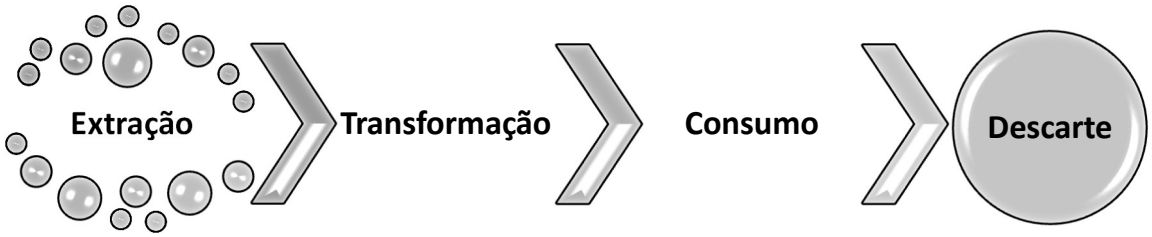
2.1.1 Precedentes históricos, premissas e princípios da economia circular

A Revolução Industrial possibilitou a ampliação da oferta de bens de consumo. O modelo econômico, que prevalece nas formas atuais de produção e consumo, emergiu com a nova maneira de produzir. Ele é conhecido como linear ou tradicional (EMF, 2023; Marques, 2023; Wettman, 2019; Luz, 2017; Chaves, 2015). Entendendo que, “na economia, os recursos naturais são transformados em bens de consumo e bens de capital, que devem ser consumidos proporcionando utilidade e bem-estar” (Barderi, 2017, p. 22).

O pensamento tradicional, ou fim-de-vida, pressupõe um sistema econômico aberto. Ele sugere entradas infinitas de recursos e saídas ilimitadas de resíduos, como se o meio ambiente pudesse sustentar ambas. Ocorre que este modelo não considera a escassez de recursos naturais e tampouco o impacto dos resíduos ao meio ambiente (Guarniere *et al.,* 2023).

O modelo linear, em seu formato, evidencia a linearidade (ver figura 2). Este se caracteriza pela produção e consumo, uso de matéria-prima virgem na produção, descarte de resíduos após o consumo e alto consumo de energia e recursos naturais (Farias *et al*., 2021).

Figura 2 - Fluxo da Economia Linear



Fonte: Adaptado de Leonard, 2009.

O processo inicia com a extração dos recursos naturais, levados à indústria de transformação. Essa os transforma em um produto final, que é distribuído e comercializado ao consumidor. Quando este produto perde utilidade, é descartado pelo consumidor (Leonard, 2009).

Este material descartado, denominado de lixo, tem alguns destinos possíveis: (1) a incineração, (2) o lixão, (3) o aterro ou (4) o descarte ao ar livre. Todos os quatro destinos apresentam impactos negativos ao planeta, com alto grau de toxidade ao meio ambiente, demonstrando que as características e o fluxo do modelo linear abarcam o descarte e o desperdício (Leonard, 2009).

Diversas estratégias foram adotadas para melhorar o uso eficiente de recursos e energia na produção. No entanto, o sistema produtivo linear se torna cada dia mais inadequado às premissas do Desenvolvimento Sustentável. O foco desse modelo está na produção e consumo, não no uso responsável e regenerativo dos insumos naturais. Isso pode levar a um colapso no sistema produtivo, dada a finitude dos recursos. O planeta não consegue absorver todos os resíduos pós-consumo descartados sem tratamento. Isso ocorre em aterros, lixões abertos e locais como vias públicas, lotes baldios, rios e oceanos (Szigethy; Antenor, 2021). Esse descarte causa muitos problemas, incluindo questões de saúde pública (Santos, 2012).

A fragilidade do modelo econômico linear é evidente. Portanto, é vital desenvolver uma economia que atenda às necessidades atuais sem comprometer as futuras (Rovanto, 2021; Wettman, 2019; Santos, 2012). Este novo modelo econômico precisa valorizar resíduos como

recursos para um novo processo produtivo. Deve planejar a reinserção destes no pós-consumo ao ciclo reverso, utilizando estratégias de eco design. É importante também criar uma cultura de recuperação, reutilização, remanufatura e reciclagem de resíduos (Marques, 2023; Farias *et al*., 2021; EMF, 2015).

Neste sentido, a Economia Circular surge como uma alternativa ao modelo Linear de produção ao estabelecer um novo paradigma de sustentabilidade (Guarniere *et al*., 2023; Vier *et al*., 2021; Vence; Pereira, 2018), propondo um modelo financeiro sustentável (Marques, 2023; Santa Maria *et al*., 2021), que considera os aspectos econômicos, ambientais e sociais para atingir o crescimento econômico (Guarniere *et al.,* 2023; Vence; Pereira, 2018).

O modelo sustentável da EC respeita as fronteiras planetárias. Isso é feito através da promoção de mais recursos renováveis ou recicláveis e redução do uso de matérias-primas e energia. E, simultaneamente, diminui emissões e perdas materiais (EEA, 2016).

Para que este sistema circular funcione é preciso mudar o pensamento de fim-de-vida e criar oportunidades para que os recursos circularem do berço-ao-berço (Lewandowski, 2016). Com isso, abordagem circular visa dissociar crescimento econômico de degradação ambiental, segundo Farias *et al*. (2021). O que pode impulsionar a competitividade das empresas e gerar oportunidades de negócios. Além de, resultar em criação de empregos, crescimento econômico, diminuição dos custos de produção e maior disponibilidade de matérias-primas. Ou, ainda, promover a inovação, produção de materiais de melhor qualidade e uso eficiente de mão de obra e energia. Tudo isso oferece oportunidades de lucro para as empresas, conforme Marques (2023).

A Economia Circular é um modelo econômico restaurativo e regenerativo (CNI, 2018). A proposta desse modelo visa manter recursos, componentes e produtos em alto nível de utilidade e valor em toda a cadeia (EMF, 2013; Marques, 2023). Neste sentido, entende-se por circularidade, o “grau de alinhamento entre comportamentos e ações com os princípios da economia circular” (PL 1874/2022). Já, o desenvolvimento econômico restaurativo e regenerativo pressupõe um modelo econômico saudável. Neste, os recursos são canalizados para processos autoalimentados, autorrenováveis e autossustentáveis (Fath *et al*., 2019).

No contexto de sustentabilidade, o termo "regenerativo" refere-se a práticas e sistemas que restauram e regeneram recursos naturais e o meio ambiente. Pressupõem-se sistemas sustentáveis, regenerativos e resilientes, onde os recursos são usados eficientemente e de forma renovável (Fath *et al*., 2019).

O conceito de Economia Circular pode parecer recente, mas não é. No entanto, tem recebido atenção significativa nos últimos anos. Essa terminologia está se tornando familiar

entre estudantes, pesquisadores, políticos e empresários. O que significa dizer que a EC é um conceito emergente, atraindo cada vez mais interesse por diversos atores, seja na vertente política, econômica ou social (Almeida, 2020; Vence; Pereira; 2018). Se o tema não é recente, quando ele surge?

Alguns autores, como Ekins *et al*. (2019) e Ghisellini, Cialani e Ugiati (2016) indicam que o conceito de Economia Circular foi introduzido pelo trabalho de Pearce & Turner (1989), baseado em Boulding (1966) e no seu estudo sobre o meio ambiente, recursos e economia, diferenças entre sistemas abertos e fechados, especialmente, sobre os três elementos essenciais da existência: materiais, energia e informação/conhecimento (Ekins *et al.,* 2019).

Outros autores apontam que a Economia Circular surge a partir de duas vertentes históricas. A primeira relacionada com o fluxo de materiais em um sistema econômico. A segunda preocupava-se com as condições econômicas relacionadas com o fluxo de materiais, que compunham o movimento ambiental moderno da década de 1960 e 1970 (Ekins et. al., 2019). A preocupação se relacionava com os reflexos causados pelo sistema produtivo, que visava apenas a produtividade e o crescimento econômico, negligenciando a qualidade do ambiente e a consequente saúde da população (Pott; Estrela, 2017).

Por estas razões, "a Economia Circular pode ser entendida como uma proposta de modelo econômico que integra diversas escolas e linhas de pensamento" (CNI, 2018, p. 21). O que é corroborado por este estudo, que identificou na literatura, nacional e internacional, dezessete escolas e linhas de pensamento relacionados a EC e estão apresentadas no quadro 1, juntamente com os respectivos autores que as citam.

Quadro 1 – Preambulo da EC: escolas e linhas de pensamento

Seq.	Escolas de Pensamento	Autores
1	Ecologia Industrial	EMF (2013); Brennan, Tennant e Blomsma (2015), Trevisana *et al.* (2016); Lewandowski (2016); Sousa *et al.* (2018); Amaral *et al.* (2018); Unal et al. (2018); Bressanelli *et al.* (2018); Lüdeke-Freund; Gold; Bocken (2019); Santos *et. al.* (2019); Farias *et al.* (2021).
2	Economia Industrial	Unal *et al.* (2018).
3	*Design* Regenerativo	EMF (2012); Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Lewandowski (2016); Amaral *et al.* (2018); Unal *et al.* (2018); Veiga (2019).
4	Economia de *Performance*	EMF (2013); Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Amaral *et al.* (2018); Unal *et al.* (2018); Veiga (2019); Ekins *et al.* (2019); Fontgalland (2022).
5	Berço ao Berço (*Cradle-to-Cradle*)	Braungart, *et al.* (2007); EMF (2013), Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Amaral *et al.* (2018); Unal *et al.* (2018); Bressanelli *et al.* (2018).

Continua...

...Continuação.

6	Biomimética	EMF (2013), Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Amaral *et al.* (2018); Unal *et al.* (2018); Bressanelli *et al.* (2018).
7	Economia Ecológica/Economia Ambiental	Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Valve, Lazarevic, Humalisto (2021).
8	Sistemas Socioecológicos	Valve, Lazarevic, Humalisto (2021).
9	Economia de Serviços	Bressanelli *et al.* (2018).
10	Capitalismo natural	Lewandowski (2016).
11	Metabolismo Industrial	Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Lewandowski (2016).
12	Simbiose Industrial	Lewandowski (2016); Bressanelli *et al.* (2018).
13	Permacultura	Lewandowski (2016).
14	Economia Compartilhada	CNI (2018).
15	Economia Colaborativa	CNI (2018).
16	Engenharia e Gestão do Ciclo de Vida	CNI (2018).
17	Economia Azul	Brennan, Tennant e Blomsma (2015); Amaral *et al.* (2018); Unal *et al.* (2018); Bressanelli *et al.* (2018).

Fonte: elaborado pela autora (2023).

Cada uma destas escolas e linhas de pensamento contribuiu para o desenvolvimento do modelo proposto pela EC, a título de exemplificação, apresenta-se na sequência uma breve descrição de algumas delas, a iniciar pela Ecologia Industrial.

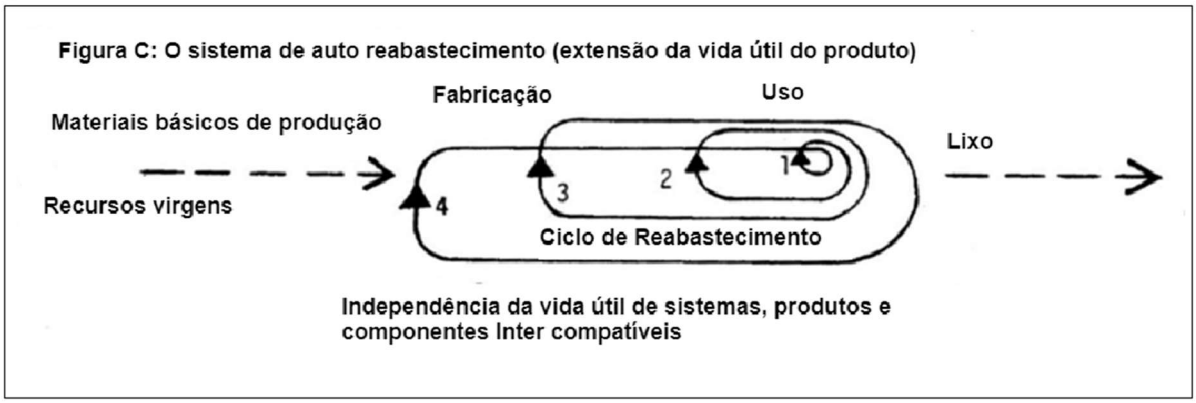
A Ecologia industrial iniciou na década de 1960 quando Graedel e Lifset, ao estudar os fluxos materiais e energéticos dos arranjos industriais, adotaram uma análise sistêmica e multidisciplinar, considerando os níveis biológico, econômico e social. A análise considerava a formação de processos em ciclos fechados, onde os resíduos gerados pelos processos poderiam ser utilizados como subproduto em outros, colaborativamente entre empresas ou setores (Santos *et al*., 2019; Lüdeke-Freund; Gold; Bocken, 2019; CNI, 2018; Sousa *et al.,* 2018; Trevisana *et al.*, 2016; Lewandowski, 2016; EMF, 2013). Por isso que alguns autores acreditam que a EC foi (re)popularizada como uma política pública e um conceito de negócio a partir dos princípios da Ecologia Industrial (Lüdeke-Freund; Gold; Bocken, 2019).

Outro contribuinte à EC é o *Design* Regenerativo, originado na década de 1970, cujos estudos apontam que a forma como os processos são conduzidos em todo o sistema pode renovar ou regenerar as fontes de materiais e energia que são consumidas. (Veiga, 2019; Lewandowski, 2016; EMF, 2013).

Já, a Economia de Performance, também chamada de Economia de Rendimento, desenvolvida por Stahel em 1976, visava a extensão do ciclo de vida do produto, a fabricação de produtos de longa duração, a restauração dos produtos e a mitigação dos desperdícios utilizando o planejamento preventivo como estratégia. Como consequência, Stahel propôs a economia em *loops* ou ciclos fechados (Veiga, 2019; CNI, 2018; EMF, 2013).

Os ciclos propostos por Stahel foram descritos como sistemas de *loop* no formato de espiral para mitigar a utilização de matérias, fluxo de energia e a degeneração do meio ambiente, sem que isto limitasse o crescimento econômico ou social. Os quatro ciclos propostos por Stahel foram: *loop* (1) reutilização; *loop* (2) reparo; *loop* (3) recondicionamento; *loop* (4) reciclagem. Os ciclos propostos por Stahel estão apresentados na figura 3 (Ekins *et al.,* 2019).

Figura 3 - Representação inicial de uma economia circular segundo Stahel (1976).



Fonte: Ekins *et al*. (2019), tradução livre.

A representação dos ciclos de Stahel pode ser o esquema inicial para a economia circular segundo Stahel (1976). Já o modelo *Cradle-to-Cradle,* que significa do berço ao berço desenvolvido por Braungart e McDonough, considerava os materiais utilizados no processo produtivo como nutrientes. Os estudiosos categorizaram os nutrientes em nutrientes técnicos e nutrientes biológicos.

Com isso, os pesquisadores eliminaram a ideia de resíduos, pois estes deveriam ser vistos como alimentos, ampliando a utilização das energias renováveis com o uso da energia solar e incluindo a responsabilidade social no contexto produtivo (CNI, 2018; Braungart *et al.*, 2007; EMF, 2013). Este pensamento está presente nos princípios da EC.

Outrossim, a Biomimética sugere a utilização da natureza como um modelo no desenvolvimento de projetos e processos para resolução dos problemas humanos. A ideia se baseia na natureza para aprovar as ecoinovações a partir da aprendizagem acerca do mundo natural (Veiga, 2019; EMF, 2013).

A Engenharia do Ciclo de Vida e a Gestão do Ciclo de Vida, a primeira advinda da Academia Internacional de Engenharia de Produção (CIRP) e a segunda do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), trabalham junto às perspectivas da Engenharia e Gestão, respectivamente, para identificar os impactos do ciclo de vida do produto e gerar soluções para reduzir os impactos negativos deste ciclo, principalmente desde o desenvolvimento até o fim de vida do produto (CNI, 2018).

Outros autores, como Reike, Vermeulen e Witjes (2018), acreditam que a EC evoluiu cronologicamente em três fases ou Eras, distintas, as quais são denominadas de Economia Circular 1.0, 2.0 e 3.0. Na primeira fase ou era (1970-1990), a Economia Circular 1.0 preocupava-se em lidar com o desperdício, o que impulsionou estudos sobre o ciclo de vida e alguns conceitos preventivos. Na segunda fase ou era (1990-2010), a Economia Circular 2.0 concentrou-se em estratégias de eco eficiência, com foco em manter o equilíbrio entre a atividade econômica e o meio ambiente.

Por fim, na terceira fase ou era (a partir de 2010), onde a Economia Circular 3.0, remodela-se, combinando elementos antigos, adjacentes e novos a fim de alertar a sociedade sobre os desafios do desenvolvimento sustentável, esgotamento de recursos e a incapacidade do planeta em absorver os resíduos pós-consumo.

Diante disso, o Planeta pede mudanças significativas na forma como as pessoas estão produzindo e consumindo. Estas mudanças devem ser disruptivas, principalmente com inovações radicais ao longo da cadeia produtiva, possibilitando novas configurações aos negócios circulares, sejam eles, negócios maduros que adotam práticas sustentáveis ou negócios circulares genuínos (Farias *et al.,* 2021).

Assim, o grande destaque desta proposta contemporânea da EC é a sua incorporação no *mainstream* econômico, não como salvadora do planeta e da espécie humana, mas salvadora da própria economia, com consequências benéficas ao planeta e à humanidade" (CNI, 2018, p. 22). A *International Organization for Standardization* – Organização Internacional de Normalização (ISO) cita que:

> Um processo circular deve abranger requisitos tangíveis e intangíveis, incluindo a sustentabilidade da cadeia de valor global com base em aspectos como comércio, fatores econômicos, responsabilidade empresarial, trabalho, saúde e direitos. A avaliação da conformidade dá confiança em aspectos específicos, como segurança, eficiência, reparabilidade, durabilidade, capacidade de atualização, reciclabilidade e reutilização – tudo isso contribui para a robustez do círculo (ISO, 2022a).

Por estas razões, em setembro de 2021, a ISO, através da Declaração de Londres, define o compromisso da ISO em alcançar a agenda climática global até 2050, por meio de uma série de normas contendo diretrizes a fim de orientar as empresas no processo de implantação da EC nos empreendimentos, por entender que setores e indústrias estão ameaçados pelos efeitos das alterações climáticas, direta ou indiretamente (ISO, 2022a).

As normas ISO 59004, a ISO 59010 e a ISO 59020 estão interligadas, e apoiam as organizações na implementação de uma transição para uma economia circular. A primeira é a ISO 59004, a qual apresenta as terminologias chaves, estabelece os princípios da economia

circular e fornece orientações para a implementação. Pode ser utilizado por empresas que desejam compreender e implantar os princípios da economia circular.

A segunda é a ISO 59010, denominada de "orientação sobre a transição de modelos de negócio e redes de valor", o documento apresenta orientações para empresas que buscam implantar a economia circular em seus negócios e cadeias de valor (ISO, 2022).

E a terceira, a ISO 59020, tem a finalidade de "medir e avaliar o desempenho da circularidade", fornecendo orientações sobre a forma como o desempenho da circularidade de um sistema econômico pode ser avaliado de forma objetiva e abrangente através de indicadores de circularidade e métodos complementares (ISO, 2023). Estas normas contribuem para a realização da Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável (ISO, 2022b).

A partir dos preceitos acerca da EC construídos ao longo dos anos, por diversos atores, é possível afirmar que o conceito da EC está baseado em três princípios básicos: (1) eliminar resíduos e poluição; (2) circular produtos e materiais e (3) regenerar a natureza. Estes princípios são explicados na sequência (Pinto e Costa, 2021; CNI, 2018; EMF, 2013).

O princípio 1: eliminar resíduos e poluição. O foco está na mudança de mentalidade das indústrias e empresas, que devem repensar a sua cadeia produtiva, aumentando a eficiência do processo produtivo, planejando o ciclo do produto, evitando a geração de resíduos e, consequente, aumento da poluição.

O princípio 2: circular produtos e materiais. Pautado na circularidade, recriando a economia a partir da reutilização, refabricação e reciclagem. Deste modo reinserindo os produtos várias vezes em seu próprio ciclo, reduzindo o consumo de recursos finitos, eliminando o desperdício e poluindo menos.

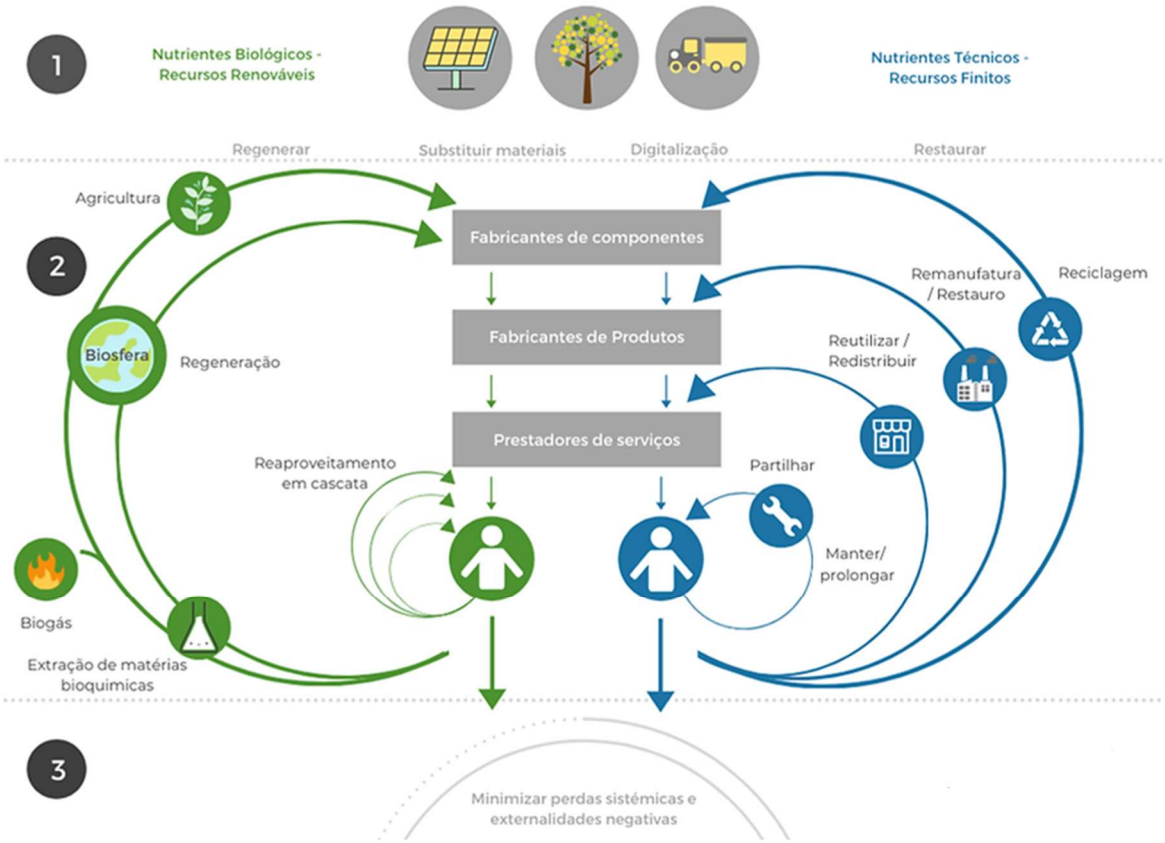
O princípio 3: regenerar a natureza. A ideia está centralizada na preservação dos recursos renováveis, devolução daqueles que foram utilizados, auxiliando a natureza em sua regeneração.

A *Ellen MacArthur Foundation*, inspirada na proposta dos autores do livro *Cradle to Cradle* (C2C), desenvolveu uma metodologia para explicar a aplicação da EC nas organizações. O modelo, denominado de Diagrama de Borboleta (*Butterfly Diagram*) ou também, Diagrama Sistêmico (ver figura 4), distingui os ciclos biológicos e técnicos dos materiais e contempla os três princípios básicos da EC (Pinto e Costa, 2021; EMF, 2015).

O ciclo técnico é composto por materiais não renováveis, como, por exemplo, o metal, plástico, cerâmica e o vidro e representam os recursos advindos dos processos produtivos, pós-consumo ou do processo produtivo, são materiais valiosos e devem ser mantidos circulando na

cadeia produtiva, sem descartá-los. Outrossim, os produtos devem ser projetados de modo a prever a sua recirculação, ou seja, devem reutilizados, reparados, remanufaturados e reciclados.

Figura 4 - Diagrama sistêmico da economia circular: “diagrama de borboleta”



Fonte**:** Pinto e Costa (2021).

Por sua vez, o ciclo biológico é composto por materiais extraídos da natureza que, após utilização, são decompostos pela ação de microrganismos, como o caso dos resíduos de alimentos que, ao serem compostados, viram nutriente para o solo. Ou mesmo outros produtos concebidos para serem decompostos como, cosméticos e produtos de limpeza, feitos com materiais biodegradáveis que podem voltar para a natureza sem contaminá-la. Os materiais biodegradáveis são devolvidos à terra por processos como compostagem e digestão anaeróbia.

Conforme se observa no modelo proposto pela EMF, o 1º princípio (Topo da imagem), se refere a preservação do capital natural com a utilização eficaz dos recursos naturais (finitos) e equilibrando o uso dos recursos renováveis. O 2º princípio (Meio da imagem) se refere a manutenção da utilidade dos produtos, materiais e componentes até o limite de suas capacidades. O 3º princípio (Base da imagem), trata do desenvolvimento de sistemas eficazes

que mitiguem a quantidade de resíduos depositados em aterros e os impactos negativos gerados (Pinto e Costa, 2021). O ciclo dos recursos na EC de consoante com os preceitos da sustentabilidade pode ser observado na figura 5.

Figura 5 - Representação da lógica presente na Economia Circular

Fonte**:** Adaptado de Comissão Europeia (2014).

Observa-se a presença dos imperativos Rs no ciclo lógico da EC (Figura 5), cinco ao total, sendo eles, recusar, repensar, reduzir, reutilizar, reciclar. Um estudo realizado por Reike, Vermeulen e Witjes (2018) identificou 69 Rs da sustentabilidade, que foram organizados em grupos com 3 a 10 Rs. Segundo os autores, na Economia Circular é mais comumente identificada a utilização do grupo de 3Rs, com várias denominações, sendo as mais comuns: (1) reduzir, reutilizar e reciclar (a mais utilizada); (2) reutilizar, remanufaturar e reciclar; (3) reduzir, recuperar e reutilizar e; (4) reutilizar, reciclar e retornar (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018).

O estudo realizado por Reike, Vermeulen e Witjes (2018) destaca que a Política dos 3Rs é um princípio da gestão de resíduos, fortemente estudado por pesquisadores chineses, uma vez que a China baseia suas políticas de EC nos 3Rs. Embora sejam marcas registradas da sustentabilidade, não há consenso sobre quais Rs fazem parte de cada um dos grupos, nem qual é a hierarquia entre eles (quem vem primeiro).

Por esta razão, os autores Reike, Vermeulen e Witjes (2018) sugerem uma possível hierarquia dos Rs e a utilização destas estratégias na Economia Circular conforme o tipo de *looping* envolvido (ver quadro 2).

As estratégias utilizadas para *loops* mais curtos (R0 a R3) estão próximas do consumidor e podem estar ligados a intervenientes comerciais ou não comerciais envolvidos no prolongamento da vida útil do produto. Os *loops* médios (R4 a R6) são, na maioria das vezes,

atividades empresariais com ligações indiretas ao consumidor, como, por exemplo, intermediário ou destinatário de produtos recondicionados, refabricados ou reaproveitados. Já, os *loops* longos (R7 a R9) compreendem atividades tradicionais de gestão de resíduos, incluindo reciclagem, recuperação de energia e remineração, sendo as atividades menos desejáveis. Ainda assim, os materiais obtidos por meio da reciclagem podem servir como insumo para circuitos mais curtos (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018).

Quadro 2 - Hierarquia na utilização das estratégias na Economia Circular

Hierarquia dos 10 Rs	Estratégias Rs utilizadas em cada tipo de *looping*
R0: rejeitar ou recusar R1: reduzir R2: reutilizar ou revender R3: reparar R4: recondicionar R5: remanufaturar R6: repropor ou redirecionar R7: reciclar materiais R8: recuperar (energia) R9: reminerar	***looping* curto:** compreende as atividades próximas dos clientes e podem envolver a extensão da vida útil dos produtos. Este *looping* abrange as estratégias R0, R1, R2 e R3.
	***looping* médio:** abarca as atividades de negócios que envolvem indiretamente os clientes, que comprariam produtos recondicionados. Este *looping* abrange as estratégias R4, R5 e R6.
	***looping* longo:** atividades de recuperação de materiais após uso, que podem ser utilizados como insumos nas estratégias dos outros *loopings* mais curtos. Este *looping* abrange as estratégias R7, R8, R9.

Fonte**:** Adaptado de Reike, Vermeulen e Witjes (2018).

Percebe-se que o estudo sobre a EC é tema amplo e com pesquisas em andamento e que ainda há uma lacuna entre os conceitos e a prática (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018). Neste sentido, questionamentos tem sido feito sobre como devem ser os padrões de produção, como a conscientização do produtor e consumidor deve ocorrer, quais são as responsabilidades de cada envolvido, quais são as tecnologias necessárias, quais são os materiais renováveis, quais políticas públicas adequadas, claras e estáveis devem ser implantadas para contribuir com a transição para um novo modelo efetivo (Ghisellini *et al.,* 2016).

Para o entendimento sobre a maximização da eficiência na adoção de estratégias de EC é essencial que se conheça os modelos de negócios circulares e como são classificados para melhor compreensão de como cada um desses modelos de negócio gera mais valor por meio da captura de valores que eram descartados anteriormente (EMF, 2013). Neste sentido, Shumpeter foi pioneiro ao estudar a criação de valor, identificando várias fontes de inovação, ou seja, de criação de valor. Segundo ele, as fontes de inovação, incluem a introdução de novos bens ou novos métodos de produção, a criação de novos mercados, a descoberta de novas fontes de abastecimento e a reorganização das indústrias (Amit; Zoot, 2001). E estes estudos também podem ser utilizados para melhor compreensão do valor gerado por negócios circulares.

À medida que empreendedores inovadores exploram novas oportunidades, há criação de valor (Amit; Zoot, 2001). Os negócios circulares, são estratégias inovadoras, que possibilitam a transição da Economia Linear (EL) para a Economia Circular (EC) pois indicam

como uma empresa cria, captura e agrega valor com a lógica de criação de valor projetada para melhorar a eficiência de recursos (Valve; Lazarevic; Humalisto, 2021). Logo, estes negócios demandam de novos princípios e estratégias de operacionalização (Brennan; Tennant; Blomsma, 2015; EMF, 2013).

Portanto, os negócios circulares devem incorporar em sua essência o conceito circular, definido como o resultado de uma mudança de um modelo simples de mitigação para um modelo absoluto de criação de valor social, econômico e ambientalmente positivo, vislumbrando e valorando os recursos extraídos e utilizados no processo de fabricação por intermédio de cadeias produtivas integradas (Fogarassy; Finger, 2020).

Assim, a EC é um sistema regenerativo, no qual a entrada de recursos, o desperdício, a emissão e o vazamento de energia são mitigados por meio pela desaceleração, fechamento e estreitamento dos ciclos de material e energia (Geissdoerfer *et al*., 2017).

Complementarmente, um negócio sustentável funciona sem resíduos, poupa recursos e atua em sinergia com a biosfera, eliminando o conceito de lixo que passa a ser visto como insumo e matéria-prima para um novo ciclo produtivo, mais limpo e responsável, com a otimização da geração de resíduos e a mitigação do uso de recursos (Farias *et al*., 2021; Wetman, 2019).

Não obstante, o sucesso na implantação da EC depende de estratégias *top-down* (de cima para baixo) e *botton-up* (de baixo para cima) com a participação da sociedade, políticas públicas, legisladores e empresas de manufatura em busca de lucratividade e competitividade (Farias *et al*., 2021). Onde, o governo e os decisores políticos têm um papel fundamental na criação de mecanismos para opções de retenção de valor em circuitos mais curtos, na definição de metas e no direcionamento das atividades econômicas para uma maior circularidade (Reike, Vermeulen e Witjes, 2018).

Estas estratégias requerem mudanças a nível macro (cidades, regiões e nações), nível meso (redes, parques eco industriais) e nível micro (empresas individuais, consumidores) (Julkovski; Sehnem, 2021; Rovanto, 2021; Lazzerini, 2020; Chen, 2020).

Para Rovanto (2021, p. 4) o objetivo dessas mudanças é "alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica criar qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras", capazes de gerar inovação nos modelos de negócios e fornecer soluções as necessidades do consumidor, ancoradas nos princípios da qualidade, preços acessíveis e responsabilidade ambiental. O Modelo de Negócio Circular deve ser uma oportunidade de criar, capturar e entrega valor (Chen, 2020; Teece, 2010).

A criação de valor é importante, por objetivar melhorar a eficiência de recursos, contribuindo para estender vida útil de produtos e peças (por exemplo, através de *design* de longa vida, reparo e remanufatura) e fechamento de *loops* de material (Nussholz, 2017), em geral, os negócios circulares nascem/inovam para resolver um problema relacionado a extração, uso ou descarte de resíduos (Daou *et al*., 2020).

Ao fazer isso, os negócios circulares são facilmente caracterizados por: a) empregar menos materiais e recursos para criar produtos e serviços; b) prolongar a vida útil dos produtos e serviços por meio de reparo, renovação, remanufatura e reciclagem e; c) fechar o ciclo de vida dos produtos, projetando seu uso no "fim da vida" desde o início da concepção do produto (Geissdoerfer *et al.,* 2017). De modo geral, estes negócios estão presente no nível micro, demonstrando como as empresas focais podem criar valor por meio da implementação de abordagens de EC.

Com a implantação das abordagens de EC, espera-se que estes negócios criem valor para empresas, clientes, meio ambiente e sociedade, incluindo economia de custos e redução de impactos ecológicos e sociais negativos por meio da redução do consumo de materiais virgens e mudanças no comportamento de clientes e usuários finais. Espera-se ainda que, gerem experiências estendidas ao cliente, novos segmentos de mercado e receitas adicionais de produtos EC (Lüdeke-Freund; Gold; Bocken, 2019).

Assim, na sequência, são apresentadas algumas classificações dos negócios circulares. A intenção não é limitá-los, mas sim, discutir sobre opções possíveis de geração de valor a partir dos princípios da EC.

2.1.2 Classificação dos negócios circulares

Um modelo de negócios, de modo geral, articula como uma empresa converte recursos e capacidades em valor econômico, considerando as variáveis clientes, concorrentes, receitas, custos e canais de distribuição, tendo como ponto de partida três estratégias de valor: (1) proposta de valor, ou seja, ofertas de produtos e serviços, base de clientes, relacionamento com clientes; (2) criação e entrega de valor, ou seja, atividades, recursos, tecnologias, parceiros, canais de distribuição; e (3) captura de valor, ou seja, estruturas de custos, fluxos de receitas, novas oportunidades de negócio (Klein, Nier, Tamásy, 2022; Valve; Lazarevic; Humalisto, 2021; Geissdoerfer *et al.,* 2020).

Existe uma grande variedade de estratégias e medidas que podem ser parte integrante dos modelos empresariais sustentáveis (SBM), por exemplo, utilizando recursos renováveis,

desenvolvendo inovações tecnológicas sustentáveis, envolvendo fornecedores responsáveis, impulsionando um consumo mais sustentável ou assegurando uma redistribuição justa do rendimento e despesas entre as partes (D'Amato *et al*., 2020).

Não há consenso entre as possibilidades de classificação dos negócios circulares, tendo em vista a conceito "guarda-chuva" – tradução livre, da EC (Valve; Lazarevic; Humalisto, 2021). Alguns autores, como Rovanto e Bask (2021), classificam os negócios circulares conforme o grau de maturidade em EC. E neste caso, os negócios circulares podem ser classificados em: a) Modelos de Negócios Circulares Nativos (MNCN): empresas novas baseadas nos princípios da EC desde sua origem e; b) Modelos de Negócios Circulares em Transição (MNCT): empresas maduras com predominância de EL que se esforçam para aplicar a EC em seus negócios já consolidados (Rovanto; Bask, 2021).

Esta classificação possibilita identificar que a inovação do modelo de negócios para EC é baseado em duas correntes de pesquisa distintas, que se sobrepõem: a pesquisa sobre a inovação do modelo de negócios tradicional e a pesquisa em maturação da inovação do modelo de negócios sustentável, envolvendo a intensidade da inovação de um modelo de negócios, que pode diferir com base na novidade (novo para a empresa ou para a indústria) ou no grau (se é incremental ou é radical) conforme aponta Ranta *et al.* (2021).

Outra classificação possível tem relação com atuação em um ou nos dois ciclos dos materiais (EMF, 2015), ou seja, ciclo técnico e ciclo biológico. Outros autores, como Chen (2020), Vence e Pereira (2028) e WBCSD (2017), classificam os negócios circulares conforme a função, finalidade ou tipo, podendo enquadrar-se em uma ou mais categorias das cinco possíveis: a) produtos como serviço, b) compartilhamento, c) recuperação de recursos, d) extensão da vida útil do produto e) suprimentos circulares, descritos a seguir.

No modelo de **produto como serviço**, a estratégia utilizada pelas empresas está em fornecer *leasing,* ou, aluguel de serviços, oportunizando aos clientes o pagamento pelo uso do produto em vez da aquisição de um novo produto (Chen, 2020; Vence; Pereira, 2018; WBCSD, 2017). Neste modelo de negócio é incentivado o uso ou a função de um produto em vez do produto em si.

Este tipo de iniciativa tem sido reconhecida como uma facilitadora da EC. Um exemplo, no setor de mobilidade é a oferta de compartilhamento de carros onde os fornecedores não vendem carros, mas sim, ofertam soluções para uso via servitização (Bressanelli *et al.*, 2018).

Além disso, ou outros exemplos são encontrados facilmente por consumidores que estão mudando os seus hábitos de consumo, como a locação de equipamentos de som e informática, equipamentos e máquinas utilizadas na construção civil e limpeza, carrinhos de bebês, malas e

roupas, enfim, uma infinidade de oportunidades que substituem a aquisição pela funcionalidade ou uso.

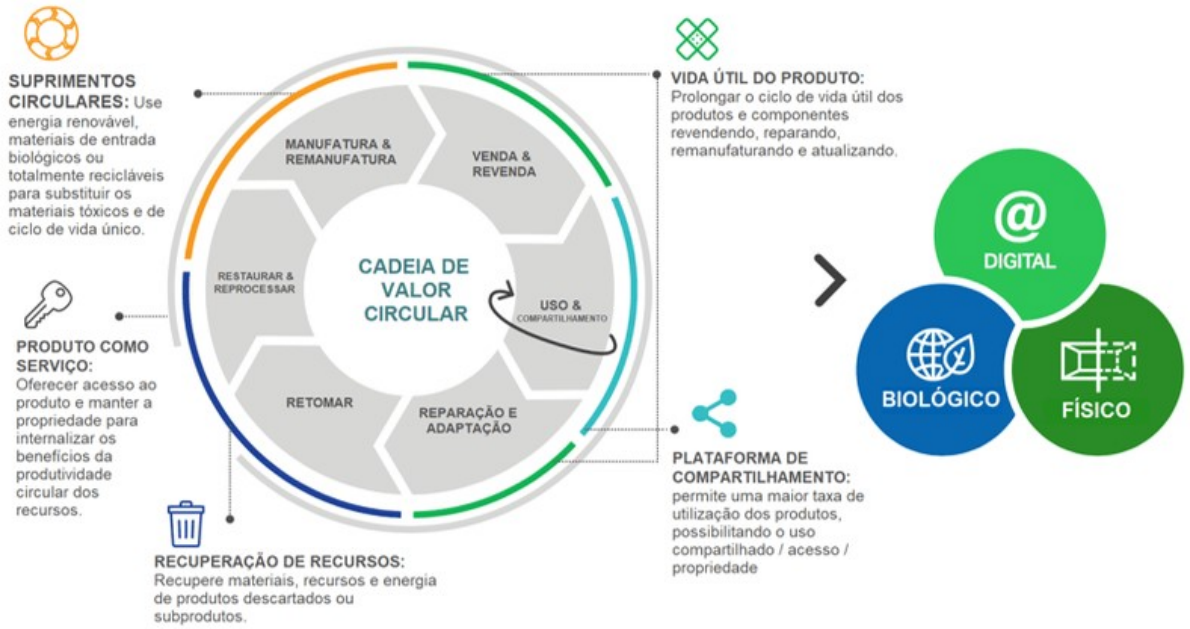
O modelo de **compartilhamento** possibilita o acesso compartilhado aos produtos. Este modelo propicia a diminuição da taxa de propriedade do produto e incentiva os usuários a compartilhar produtos como veículos e acomodações (Chen, 2020; Vence; Pereira, 2018; WBCSD, 2017).

O modelo de **recuperação de recursos** reprocessa produtos descartados e os transforma em produtos ou energia novos, ou, disponíveis. Esse modelo geralmente transforma resíduos em valor por meio de serviços de reciclagem ou *upcycling* (Chen, 2020; Vence; Pereira, 2018; WBCSD, 2017).

No modelo de **extensão de vida útil do produto**, as empresas reduzem os custos de produção de novos produtos por meio de reparo, atualização ou remanufatura (Chen, 2020; Vence; Pereira, 2018; WBCSD, 2017).

Por último, o modelo de **suprimentos circulares**, capaz de gerar receita por meio do fornecimento de recursos renováveis, recicláveis ou mesmo, biodegradáveis em substituição aos materiais descartáveis e virgens. (Chen, 2020; Vence; Pereira, 2018; WBCSD, 2017). O infográfico (ver figura 6) contêm a descrição resumida de cada um dos modelos apresentados e seus respectivos, benefícios.

Figura 6– Descrição e benefícios dos 5 tipos de modelos de negócio circulares que combinam o biológico, físico e digital para promover a economia circular



Fonte: WBCSD (2017).

A referida classificação auxilia na compreensão das possíveis estratégias de negócios e como cada uma delas pode gerar mais valor a partir dos valores que não eram capturados (Stål; Corvellec, 2018), sendo possível enquadrar os negócios em nativos ou em transição. Esses negócios circulares precisam direcionar suas ações para o valor percebido pelo consumidor, que vai além dos valores econômicos e abarcam valores sociais e ambientais (Chen, 2020).

Além disso, os modelos de negócios são ferramentas importantes para abrir caminho à EC, seja qual for o tipo de inovação e perfil do negócio, isto porque, nem todos os modelos de negócios são inovadores, alguns podem estar estruturados na EC, enquanto outros podem utilizar infraestruturas, produtos ou serviços para viabilizar a EC (Eio, 2016 *apud* Vence; Pereira, 2018).

A ecoinovação "é definida como qualquer inovação dirigida/orientada que visa reduzir os impactos ambientais. A eco inovação não é apenas uma mudança tecnológica; também abrange inovações organizacionais, sociais e de sistemas" – tradução livre (Vence; Pereira, 2018, p.1).

A definição de Vence e Pereira (2018) admite que um modelo de negócio circular pode utilizar diferentes formas de ecoinovação: ecoinovação em design de produto, de processos, organizacional, marketing, social e de sistema, conforme descrito no quadro 3.

Quadro 3 - Tipos de ecoinovação para uma economia circular

Tipo de Ecoinovação	Descrição
Ecoinovação em *design* de produto	Permite a recuperação: reparo, manutenção, remanufatura, reciclagem e uso em cascata de componentes e materiais.
Ecoinovação de processos	Desmontagem e recuperação ao nível de componente, material e substância *Upcycling*, reciclagem funcional, *downcycling* Produção zero de resíduos, zero emissões, produção mais limpa
Ecoinovação organizacional	Novos modelos de negócios, por exemplo, simbiose industrial, novos esquemas de recolha e recuperação de recursos valiosos. Reorganização de métodos e sistemas de gestão, pressionando para fechar os ciclos e aumentar a eficiência dos recursos. De produtos a serviços funcionais (sistemas produto-serviço).
Ecoinovação de marketing	Rotulagem ecológica, marca verde. Design de produtos e serviços, posicionamento, promoção, preços. Promoção da reutilização para o mesmo fim (por exemplo, garrafas, eletrodomésticos), promoção da reutilização para diferentes fins (por exemplo, pneus como defensas de barcos, para parques infantis)
Ecoinovação social	Mudanças comportamentais e de estilo de vida, inovação liderada pelo usuário. Compartilhamento (por exemplo, eletrodomésticos, livros, têxteis), consumo colaborativo (por exemplo, apartamentos, ferramentas de jardim), suficiência (por exemplo, proibição de sacolas plásticas). Consumo inteligente, compras responsáveis, utilização em vez de esquemas próprios.
Ecoinovação do sistema	Conduzindo a uma desmaterialização substancial da sociedade industrial. Nova governança urbana, cidades inteligentes, permacultura. Sistemas inteiramente novos são criados com funções completamente novas, reduzindo o impacto ambiental geral.

Fonte**:** adaptado de Vence e Pereira (2018).

Assim, o tipo de ecoinovação também é diferente, dependendo do modelo de negócio. A ecoinovação tecnológica, por exemplo, afeta modelos de negócios focados do lado do produtor, enquanto a ecoinovação social é necessária quando o lado do consumidor é o foco dos modelos de negócios (Vence; Pereira, 2018).

Outrossim, as tecnologias disruptivas também podem contribuir para a transição da EL para a EC. Estas tecnologias podem ser implantas de três formas: (a) ao nível físico, que envolve as propriedades básicas de materiais, energia, forças da natureza e suas interações, como robótica, nanotecnologia, impressão 3D, captura de carbono e ciência dos materiais. Ao nível biológico, envolvendo a bioenergia, materiais biológicos, engenharia genética, engenharia celular, marcação de DNA (ácido desoxirribonucléico) e hidroponia e aeroponia. Ou, ao nível digital, através da inteligência artificial, internet das coisas (IoT), *blockchain*, *big data analytics,* dispositivos *mobile*, dentre outras tecnologias (WBCSD, 2017). O que possibilita estreitar, desacelerar ou mesmo, fechar o *loop* de recursos, (Chen 2020; Bocken *et al.*, 2016) e assim os negócios circulares podem criar, capturar e entregar valor (Chen, 2020; Teece, 2010).

2.1.3 Por que as empresas estão aderindo à Economia Circular?

A abordagem linear que as organizações têm utilizado para produzir alimentos, bens de consumo, habitação e meios de transportes não são sustentáveis, por esta razão, é necessária uma mudança eminente e urgente, redesenhando a forma de produzir, reduzindo a carga imposta ao planeta e aos sistemas vivos, regenerando-os, ao mesmo tempo que é mitigada a utilização dos recursos finitos (Wettman, 2019). Por outro lado, a cada dia mais consumidores estão aderindo a produtos ecologicamente corretos, preferindo comprar de empresas sustentáveis conforme citam Isoton *et al.,* 2023.

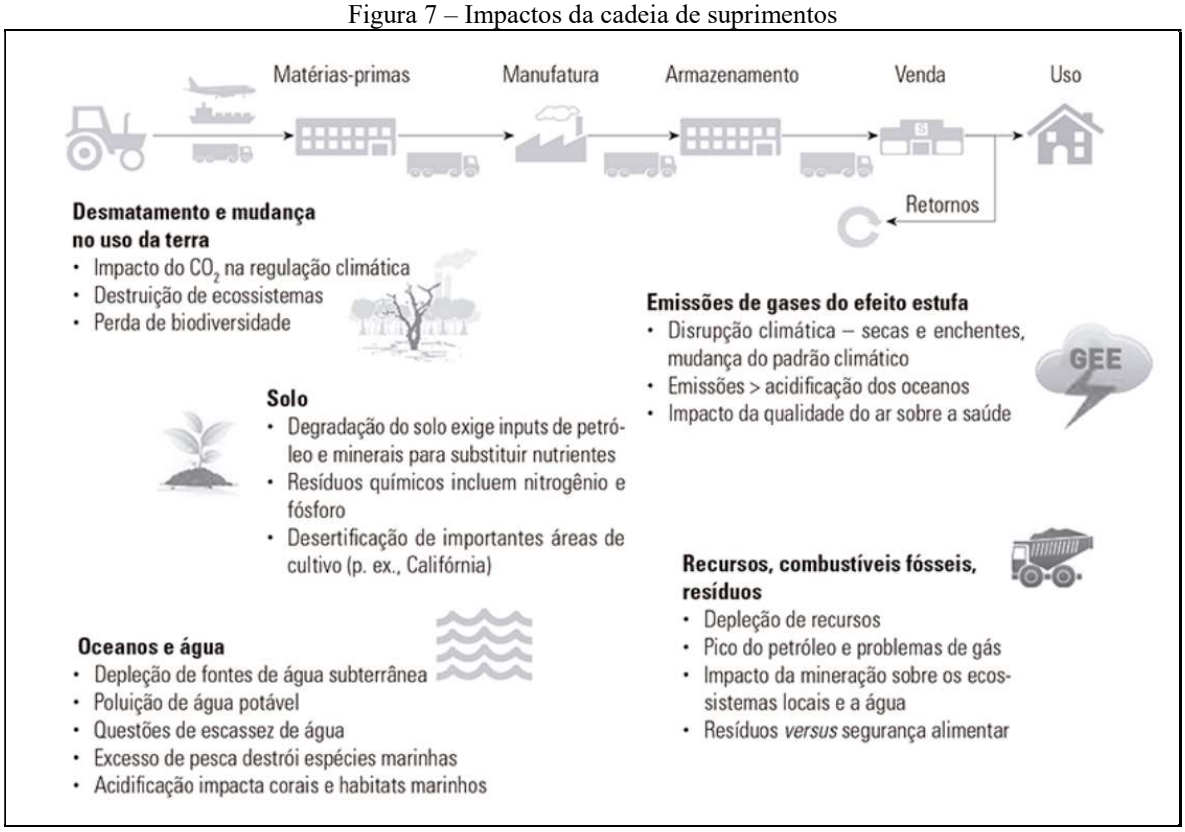
Além disso, a produção se torna cada dia mais necessária, diante do aumento exponencial da população mundial, que conforme dados da ONU chegará a 9,7 bilhões de pessoas próximo a 2050 (Marques, 2023), que deverão ter renda aproximada de U$ 5 mil dólares ao ano, ou seja, que necessitarão de mais alimentos e bens de consumo, próprios de uma economia desenvolvida (Wettman, 2019).

Para Wetman (2019), para manter os recursos que precisamos para sobreviver e prosperar dependemos da natureza e para que ela nos forneça o que necessitamos, precisamos reduzir o impacto causado pela cadeia de suprimentos ao ecossistema terreno.

Os impactos causados ao planeta são atribuídos a atividade humana, incluindo ao modelo econômico vigente, visto como o principal indutor das mudanças no sistema terrestre e

envolve o conjunto de processos físicos, químicos, biológicos e humanos que se mantêm interconectados e em interação constante (ver figura 7). Garantir que haja recursos disponíveis para hoje e amanhã, passou a ser vista como uma questão de segurança tanto para governos quanto para empresas (Wettman, 2019).

Figura 7 – Impactos da cadeia de suprimentos



Fonte: Wettman (2019, p. 169).

As empresas estão percebendo que os negócios existem como um subconjunto de nosso mundo vivo e da sociedade, integrado e interconectado a ele, onde o valor da marca e a autorização para operar devem se basear em estratégias responsáveis pelo uso dos recursos (Wettman, 2019). Para que isso aconteça é necessário profundas mudanças na forma como os modelos de negócios são desenhados, neste novo cenário, não há espaço aos negócios convencionais.

A implementação da EC pode seguir uma abordagem ascendente ou descendente. No primeiro caso, a transição para a EC é impulsionada principalmente pela perspectiva de obtenção de benefícios econômicos por atores econômicos individuais. Já, no último caso, a transição para a EC é impulsionada, principalmente pela regulamentação e pela legislação, seguindo o princípio de comando e controle exercido pelo Estado (Bressanelli *et al*., 2018), ou seja, as estratégias adotadas pelas empresas podem ser proativas ou reativas no processo de transição (Guarniere *et al*., 2023).

Para Pieroni, Mcaloone e Pigosso, (2019) e, também, para Stål e Corvellec (2018) a implantação dos princípios da EC pela iniciativa privada pode ter origem nos fatores motivadores, nas estratégias e tomada de decisão dos seus gestores, ou ainda, nos fatores institucionais, como regras, normas e crenças existentes nas organizações. E, neste caso, a força motriz advém dos sistemas regulatórios, normativos e cognitivos, que visam delimitar as decisões das empresas e assim asseverar semelhanças estruturais e práticas na implantação dos princípios da EC.

Os processos regulatórios estão presentes nas ações do Estado, na forma de leis. Os processos normativos se configuram diante as ações dos especialistas atuantes. E, os processos cognitivos têm relação com os conhecimentos e com as crenças e valores dos gestores e consumidores. Assim, cada um destes processos exerce influência nas organizações e na forma como elas adotam os princípios da EC (Stål; Corvellec, 2018).

Além disso, para cada nível de atuação do negócio circular (nível micro, meso ou macro) há parâmetros para medir a viabilidade, validade e lucratividade do negócio (Reike, Vermeulen; Witjes, 2018; Lewandowski, 2016). Compreendem os níveis: a) micro (produtos, empresas, consumidores); b) meso (parques eco industriais) e; c) macro (cidades, estados, regiões ou mesmo, a nação), (Rovanto; Bask, 2021).

De acordo com Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016) é possível mensurar a pegada ecológica, o valor financeiro agregado pela recuperação de materiais e bens, o crescimento da receita como parâmetros de viabilidade, validade e lucratividade dos negócios circulares. O que é corroborado pelo estudo realizado por Reike, Vermeulen e Witjes (2018), com a apresentação de vários critérios de medição (ver quadro 4).

Os critérios escolhidos como parâmetros de viabilidade, validade e lucratividade dos negócios circulares devem ser analisados, uma vez que os fatores de adaptação mudam com o tempo e essas mudanças também impactam a evolução dos modelos de negócios (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018).

Apesar dos benefícios propiciados pela EC, sua adoção torna-se complexa (EEA, 2016), "por considerar diversos fatores, como, o *design* de produtos, a distribuição de material e energia, o modelo de negócio, além de exigir grandes mudanças, tanto na sociedade, quanto no interior das grandes empresas [...]" - tradução livre (Vier *et. al.,* 2021).

Os riscos futuros e recompensas potenciais, podem ser entendidos como variáveis intervenientes que, segundo Tuckman (2012), é aquela que afeta um fenômeno observado, cujo efeito deve ser compreendido. Corroborando, Likert (1971), afirma que variáveis intervenientes, são aquelas que influenciam os resultados, e que refletem a condição do estado

interno da organização, sendo importante medir tais variáveis intervenientes por compor um sistema de interação e influência.

Quadro 4 – Parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade de um CEBM

Nível de Atuação	Parâmetros de Medição
Micro	- pegada ecológica reduzida. - o valor financeiro direto através da recuperação de materiais e ativos. - o crescimento da receita por meio de novos modelos de negócios. - indicadores-chave de desempenho: receitas provenientes de reparações, peças reutilizadas, produtos recondicionados, material reciclado, valor do produto utilizado após o período X, receitas provenientes de produtos em segunda mão, tempos de reutilização de recursos, valor técnico da vida útil dos subprodutos, subprodutos utilizados, separabilidade de recursos, materiais tóxicos utilizados e produtos arrendados. - possibilidade de rotatividade, margens, intensidade de capital, tempo de implementação, dependência do fornecedor, possível utilização de materiais reciclados, utilização de materiais insustentáveis, benefícios da fabricação aditiva, porcentagem do ciclo de vida, orientada para o produto e orientada para o serviço. - contabilização dos custos do fluxo de materiais.
Macro	-As medições devem ser ajustadas para os três princípios da EC: a) Princípio de preservação e melhoria do capital natural: controle dos estoques finitos e equilíbrio do fluxo de recursos renováveis (valor agregado líquido ajustado pela degradação como métrica primária e o benefício monetário anual dos serviços ecossistêmicos, a degradação anual e o estoque restante geral como métricas secundárias). b) Princípio da otimização dos rendimentos de recursos através da circulação de produtos, componentes e materiais em uso com a maior utilidade em todos os momentos, tanto nos ciclos técnicos como biológicos (métrica primária: o PIB gerado por unidade de entrada de material finito virgem líquido; métricas secundárias: e utilização do produto, depreciação/vida útil do produto e retenção do valor do material ou valor de materiais virgens). - Princípio de promoção da eficácia do sistema, revelando e eliminando externalidades negativas (métrica primária: o custo da terra, do ar, da água e da poluição sonora, como; métricas secundárias: substâncias tóxicas nos sistemas alimentares, alterações climáticas, congestionamento e impactos na saúde).

Fonte**:** adaptado de Reike, Vermeulen e Witjes (2018).

Corroborando, Almeida e Freire (1997), citam que as variáveis podem ser qualitativas e quantitativas, sendo que as qualitativas, tidas como atributos ou categorias, permitem descrever situações e/ou sujeitos; e, as quantitativas, pertinentes aos aspectos mensuráveis, exprimem valores numéricos de uma unidade de medida, possibilitando uma avaliação de acordo com critérios de frequência, intensidade, sequência ou ordem.

De outro modo, fatores intervenientes podem ser todos àqueles que limitam/dificultam ou estimulam a circularidade. Vier *et. al.* (2021) considera que a influência de fatores intervenientes pode ser de ordem interna e externa as organizações e estão relacionados a variáveis como: a cultura organizacional e o medo do desconhecimento, já que novas atividades que apostam na circularidade estão inseridas neste momento de transição, não havendo segurança de êxito a longo prazo;

Além disso, Vier *et al*., (2012) cita a influência do comportamento do consumidor, das políticas públicas, educação, tecnologia, comportamento do mercado, dependência de outras

instituições/organizações, *ecodesign*, remodelagem industrial, remodelagem de produto, incentivos fiscais, percepção de valor pelos consumidores, práticas 3R's, produção limpa, logística reversa, custos e benefícios financeiros, dentre outros. Vale ressaltar que estes fatores podem facilitar ou dificultar a circularidade.

Já, para Kruglianskas (2021), os principais desafios para a implantação da Economia Circular estão relacionados ao financiamento da transição, principalmente com relação às pequenas e médias empresas. A autora acrescenta que as tecnologias como a Internet das Coisas e a Inteligência Artificial, impulsionadoras da Quarta Revolução Industrial, podem acelerar a transição para uma economia circular, o que requer investimento. Marques (2023) e EEA (2016) acrescentam, outros desafios, como: (a) a falta de marco regulatório de EC; (b) ausência de incentivos fiscais para a transição; (c) comportamento dos consumidores aos moldes lineares de "comprar – usar – descartar"; (d) falta de inclusão e orientação escolar para a aprendizagem dos princípios circulares.

Para mensurar a influência destes fatores na implantação de estratégias circulares pode-se utilizar a análise SWOT. O acrônimo é a junção das letras iniciais das expressões em inglês: *strenghts, weaknesses, opportunities and threats,* que em português significam, respectivamente, forças, fraquezas, oportunidades, ameaças - tradução livre. Por meio da análise SWOT pode-se analisar fatores internos e externos do negócio. Outra ferramenta que se pode utilizar é a PESTEL, o acrônimo gerado a partir das letras iniciais dos fatores políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, ambientais e legais. Com a PESTEL, pode-se analisar os diferentes fatores que exercem influências na implantação de estratégias de negócios circulares (Wettman, 2019). Embora esses fatores sejam diferentes para cada negócio, a identificação pode figurar muitos liames entre os diferentes negócios.

2.1.4 Casos reais de aplicação prática do modelo de Economia Circular

É possível observar na literatura pesquisada diversos casos de implantação dos princípios da EC, tornando evidente sua aplicabilidade e as possibilidades que a EC propicia a empreendedores que desejam inovar na criação ou adaptação de negócios para a circularidade. Apresenta-se na sequência exemplos práticos de EC com a intenção de explorar mercados e políticas de EC para mostrar como os modelos de negócios são implementados.

Considerando as iniciativas governamentais, a China é considerada pioneira na implantação dos preceitos da EC, pode-se citar a Lei de Promoção de Produção Mais Limpa de 2003, a Lei de Prevenção de Poluição e Controle de Resíduos Sólidos de 2005, A Lei de

Promoção de Economia Circular de 2018. Deste modo, o pioneirismo circular chinês advêm, principalmente, da política nacional, onde o governo tem em vista transformar o modo como a indústria produz e a sociedade consome (Berderi, 2017).

Neste sentido, na China, o governo utiliza de estratégias bem definidas para cada um dos níveis. No nível micro, as empresas são obrigadas a realizar auditorias internas para verificar a eficiência ambiental dos processos, além de, serem estimuladas a projetar produtos mais sustentáveis. No nível meso, o foco está na criação de redes eco industriais, que possam se beneficiar de sistemas compartilhamento de energia, infraestrutura e subprodutos para reduzir o consumo de recursos não renováveis e mitigar os resíduos descartados no meio ambiente. Considerando o nível macro, a China foca em criar eco cidades, eco municípios e eco provinciais. Ou seja, o governo chinês esforça-se para desenvolver meios integrando os três níveis para apoiar a transição da Economia Linear para a Economia Circular (Berderi, 2017).

Na Europa, a abordagem de implantação faz o caminho contrário, ou seja, do nível micro para o Macro, ou simplesmente de baixo para cima. A influência não é regulatória, mas sim cognitiva. E, neste caso, a força motriz está nos agentes que exigem produtos ecologicamente corretos, adequação as leis e normas vigentes (Ghiellini, Cialani, Ulgiati, 2016). São diversos exemplos de práticas circulares nos países europeus, desde redes supermercadistas a indústria de construção. Além disso, cita-se a *Ellen MacArthur Foundation (EMF)* fundada em 2010, uma instituição sem fins lucrativos com o objetivo de estudar e estimular a EC (EMF, 2015). Dentre as ações da EMF, cita-se o modelo ReSOLVE.

No Brasil, enfatiza-se o trabalho desenvolvido pela Associação Brasileira das Indústrias de Vidro (ABIVIDRO) e a Associação Brasileiras das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), com destaque as ações do governo brasileiro que impulsionam a transição para a EC, como a PNRS e a tramitação do projeto de lei que institui o Marco Legal da Economia Circular que está em andamento desde 2022 (ABIVIDRO, ABRELPE, BRASIL, 2022).

De mais a mais, cita-se também casos reais de aplicação dos princípios da EC, considerando os cinco tipos de negócios circulares, conforme a função/finalidade, consoante com os preceitos de Chen (2020), Vence; Pereira (2018), WBCSD (2017) e EMF (2015), por empresas nativas ou em transição (Rovanto; Bask, 2021), atuantes nos diversos segmentos, como alimentos, serviços, plástico, vidro, têxtil, água e energia situadas ao redor do mundo, inclusive no Brasil. Estas ações fornecem motivações para que a sociedade, empresas e governo busquem soluções sustentáveis aos impactos gerados pelo sistema de produção e consumo vigentes.

Caso 1: produto como serviço. O estudo de caso apresentado por Ranta, Aarikka e Vaisanen (2021), descreve o processo que a empresa Alpha utiliza na fabricação de ferramentas para a indústria da construção, no Norte da Europa. A empresa fornece ferramentas para a construção civil, principalmente por meio de contratos de aluguel e serviços. A estratégia para otimizar o serviço está pautada na adoção de tecnologias de IoT para coletar dados, como localização e *status* de manutenção das ferramentas. A tecnologia permite a entrega dos dados do equipamento ao cliente e à própria empresa. Os dados são armazenados na nuvem, usando *interfaces web* e móveis para os clientes. Além disso, tecnologia IoT permite rastrear ferramentas, o que permite que a empresa atenda às necessidades dos clientes com menos ferramentas gerais, estreitando os fluxos de recursos e usando o conhecimento dos dados da máquina na manutenção para fornecer um serviço de maior qualidade a um custo menor, ao mesmo tempo, em que diminui os fluxos de recursos.

Caso 2: compartilhamento. O estudo de caso apresentado por Bressanelli *et al*. (2018), descreve a estratégia de circularidade adotada pela empresa Alpha, localizada ao norte da Europa, atuante no segmento varejista de eletrodomésticos (máquinas de lavar e secadoras). A empresa Alpha adota três diferentes opções de modelo de negócio circular servitizado focado no uso de eletrodomésticos. A operacionalização do negócio conta com a integração entre a Internet das Coisas (IoT), *Big Data* e Sistemas analíticos. As opções de serviços ofertados pela empresa são: (i) uma solução de pagamento por mês; (ii) uma solução *pay-per-use*; e (iii) uma solução de compartilhamento. Ou seja, ao invés de vender, oferece contratos (assinaturas) que dão aos clientes o direito de acesso e uso do aparelho em regime de pagamento por mês ou por uso, além de oferecer a opção de "lavanderia compartilhada" entre as residências.

Caso 3: recuperação de recursos: O estudo de caso realizado por Rossi *et al*. (2020), teve como unidade de análise a empresa CIMFLEX situada no Brasil, uma indústria de construção e processamento de plástico. A CIMFLEX realiza a reciclagem de embalagens de agroquímicos e óleos lubrificantes (todas as embalagens de polietileno de alta densidade) e transforma em resinas e produtos utilizados na construção civil, como dutos e tubos corrugados. Além da reciclagem, a empresa faz o processo de logística reversa para fechar o ciclo de embalagens de agroquímicos e óleos lubrificantes, operando em um modelo de negócios para recuperar recursos plásticos, utilizando o indicador reciclagem para medir sua eficácia como uma organização circular.

Caso 4: extensão da vida útil do produto. O estudo de caso realizado por Rossi *et al*., (2020), utiliza a empresa Malwee como unidade de análise, uma empresa brasileira, que atua no segmento têxtil, especificamente, na indústria da moda. O estudo revelou que a empresa

Malwee insere em seu modelo de gestão de operações diversos tipos de modelos de negócios como: insumos circulares e recuperação de recursos para o produto, e extensão do ciclo de vida de equipamentos de fabricação com a remanufatura. Dentre as práticas circulares, a Malwee utiliza novamente os resíduos de algodão como matéria-prima na produção, deixando de considerá-los sem utilidade. Além disso, a empresa mantém suas máquinas de fabricação em uso pelo maior tempo possível através da remanufatura.

Caso 5: suprimentos circulares. O estudo de caso realizado por Goyal *et al*. (2018) descreve o processo de fabricação de papel feito pela empresa Haathi Chaap, na Índia. O modelo de negócios projetado e implantado pela empresa para fabricação de papel e produtos relacionados utiliza esterco de elefante como matéria-prima, criando um nicho de mercado e se diferenciando da concorrência em virtude do custo mínimo do material. O estudo também revelou que a água residual da lavagem do esterco atua como rico fertilizante orgânico para fazendas cultivadas. A empresa posicionou-se como uma empresa verde envolvida na fabricação de produtos de papel usando o modelo de negócios ecologicamente correto, sustentável e circular.

Muitos outros exemplos são encontrados nas mídias sociais e plataformas *online*, cita-se, na sequência, outros exemplos, dois deles de empreendedores brasileiros:

a) na busca por um futuro mais verde, a H&M, empresa sueca, que utiliza uma máquina para desmontar e transformar roupas usadas em peças renovadas. O processo economiza água, elimina produtos químicos e reduz o impacto ambiental da moda (Instagram: @ecoup_br);
b) a Plantiê fundada em 2017, em Caxias do Sul (RS), baseia-se no consumo consciente e na utilização de fontes renováveis para criação de soluções em forma de um produto com personalidade e atitude para casa, comercializando vasos para plantas, feitos com plástico 100% recicláveis e sustentáveis (Instagram: @ plantecomplantie);
c) OEKO® Bioplásticos, de Florianópolis (SC) é um negócio socioambiental em essência, opera no contexto da economia circular, com a utilização de matérias-primas de fontes renováveis para o desenvolvimento de embalagens flexíveis certificadas compostáveis (site da empresa: https://oeko.com.br/).

Os casos apresentados demonstram que com pouco de criatividade e inovação é possível a transição do modelo tradicional/linear para um modelo regenerativo e sustentável proposto pela EC.

2.1.5 Críticas ao modelo de Economia Circular

A Economia Circular é uma abordagem relativamente nova, embora tenha influência de muitas escolas e linhas de pensamento, comparando-a as demais escolas ou pensamentos econômicos, e isto, pode gerar dúvidas quando a sua aplicabilidade e efetividade. Como qualquer nova ideia, desperta defensores, admiradores, seguidores, opositores e críticos. Aqui, concentra-se em apresentar as críticas e oposições a ideia apresentada pela EC.

Alguns autores, como Lieder e Rashid (2015) *apud* Reike, Vermeulen e Witjes (2018) e, Yuan *et al*. (2008), expressam preocupação quanto a clareza conceitual utilizada para definir Economia Circular. Outros autores, como Lazarevic e Valve (2017) *apud* Reike, Vermeulen e Witjes (2018), Gregson *et al.* (2015) e Hobson (2015), criticam o potencial atribuído à EC, principalmente no que tangem ao que chamam de mito da dissociação, os autores acreditam que não é possível, absolutamente, dissociar a utilização dos recursos naturais dos impactos ambientais advindos do crescimento econômico.

Outrossim, há autores que tecem críticas, não ao modelo em si, mas como algumas empresas adotam em suas práticas o conceito de Economia Circular. Por exemplo, Chen (2020), que faz críticas ao conceito circular adotado por algumas empresas e como estas atuam, verdadeiramente na redução da extração dos recursos naturais e no consumo de energia no processo de fabricação. Segundo ele, por exemplo, não é possível dizer que uma estratégia *upcycling*, agregue valor ao resíduo ao utilizá-lo em outra cadeia produtiva.

Chen (2020) exemplifica o caso da indústria da moda que utiliza resíduos plásticos na fabricação de tecidos. Para ele, a melhor situação é derivar recursos de fluxos de resíduos ou subprodutos de produtos originais e transformá-los em novos produtos originais, no caso das garrafas pets, deveriam retornar para a fabricação de novas garrafas pets e assim reduzir o consumo de recursos não renováveis utilizados naquele processo de fabricação.

De todo modo, conforme argumentaram Blomsma e Brennan (2017, p. 610), “a clareza teórica ou paradigmática em relação ao conceito de EC ainda não emergiu” – tradução livre. Portanto, conforme Reike, Vermeulen e Witjes (2018) este enquadramento quase paradoxal, arraigado com questões paradigmáticas fundamentais da concepção da EC permanecem de fato sem solução. Isto sugere haver um longo campo para estudo e pesquisa sobre estas questões envolvendo o modelo econômico proposto pela Economia Circular.

Por fim, apresenta-se, na sequência, um quadro-síntese (quadro 5) a fim de sistematizar os elementos que compõe a Economia Circular, fornecendo conceitos necessários para melhor compreensão do fenômeno estudado.

Quadro 5 – Quadro síntese dos Elementos que compõe a Economia Circular

Elementos	Base teórica	Referências
Função (ciclo reverso)	Compartilhamento; produto como serviço; recuperação de recursos; extensão da vida útil do produto e suprimentos circulares.	Chen (2020); Vence; Pereira (2018); WBCSD (2017).
Fluxo dos materiais	Ciclo técnico dos materiais e ciclo biológico dos materiais.	EMF (2015).
Níveis de Implantação	Micro; Meso e Macro.	Lazzerini (2020); Chen (2020); Rovanto (2021); Julkovski e Sehnem (2021)
Grau de Maturidade	MNCN (nativos) e MNCT (em transição).	Rovanto; Bask (2021).
Princípios básicos da EC	Eliminar resíduos e poluição; circular produtos e materiais; regenerar o ambiente natural.	Pinto e Costa (2021); Farias *et al.* (2021); CNI (2018); EMF (2015).
Estratégia de retenção (Imperativos Rs - Níveis prioritários)	10 Rs: recusar, reduzir, renovar, reutilizar, reparar, recondicionar, remanufatura, reciclar, reutilizar e recuperar (considerados níveis prioritários na circularidade).	Fogarassy e Finger (2020); Reike, Vermeulen e Witjes (2018).
Ecoinovação	Ecoinovação em *design* de produto; de processos; organizacional; de *marketing*; social e de sistema.	Vence; Pereira (2018).
Estratégias de valor	Proposta de valor; criação e entrega de valor e captura de valor.	Klein, Nier, Tamásy (2022);Valve; Lazarevic; Humalisto (2021); Geissdoerfer *et al. (*2020).
Fatores Motivadores e Institucionais	Cognitivos; normativos e regulatórios.	Pieroni, Mcaloone, Pigosso (2019).
Tecnologias Disruptivas	Nos níveis Físico (propriedades básicas de materiais, energia, forças da natureza e suas interações, como robótica, nanotecnologia, impressão 3D, captura de carbono e ciência dos materiais); Biológico (bioenergia, materiais biológicos, engenharia genética, engenharia celular, marcação de DNA e hidroponia e aeroponia) e Digital (inteligência artificial, internet das coisas (IoT), *blockchain*, *big data analytics*, dispositivos *mobile*, dentre outros).	WBCSD (2017).
Parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade	Micro, Meso e Macro.	Reike, Vermeulen e Witjes (2018).
Valores	Econômicos; ambientais e sociais.	Chen (2020).
Desafios/ Barreiras	Tecnológicas; Culturais, Organizacionais, Viabilidade econômica, dentre outras.	Kruglianskas (2021); ABIVIDRO (2021); Wetman (2019); *Vier et al. (*2021).
Impactos positivos	Redução de gases de efeito estufa; redução dos volumes de aterros e lixões; novas oportunidades de negócios; geração de emprego e renda.	ABIVIDRO (2021); Vier et al. (2021); PL 1874 (2022); Reike, Reike, Vermeulen e Witjes (2018); Ghisellini, Cialani e Ugiati (2016); Wetman (2019).

Fonte**:** Elaboração própria (2023) *citado por uma ou mais fontes.

2.2 Capacitadores e aceleradores da Economia Circular

A partir das concepções de Vier *et al.* (2021) e Wettman (2019), descrevem-se alguns fatores regulatórios e normativos que exercem funções capacitadoras e aceleradoras da

Economia Circular: (1) Política Nacional de Resíduos Sólidos (gerenciamento de RSU e legislação brasileira); (2) Política Nacional de Economia Circular (Marco Legal da EC); (3) ESG – Governança ambiental, social e corporativa; (4) Agenda 2030 e o Desenvolvimento Sustentável.

2.2.1 Política Nacional de Resíduos Sólidos: gerenciamento e legislação brasileira

O Brasil possui mais de 200 milhões de habitantes e está entre os países que mais gera resíduos sólidos. Estes resíduos são formados por materiais, substâncias e objetos descartados que deveriam ser tratados de modo viável para atender a legislação, mas que, muitas vezes, são despejados a céu aberto, na rede pública de esgotos ou ainda, queimados (Szigethy; Antenor, 2021).

Segundo a Norma Brasileira (NBR) 10.004 de 2004 os resíduos nos estados sólidos e semissólidos:

> (...) resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, NBR 10.004, 2004).

Estes resíduos são considerados indesejados para àqueles que os descartaram, mas que, podem gerar riscos à saúde e ao bem-estar humano e ambiental, se forem descartados irregularmente (Santos, 2012). Segundo a norma ABNT (2004), os resíduos podem ser classificados em perigosos e não perigosos (inertes e não inertes), conforme demonstrado no detalhamento das classes presentes no quadro 6.

Quadro 6 - Classificação dos resíduos conforme NBR 10.004 (2004)

Classe	Exemplos de resíduos	Principais propriedades
Classe I (perigosos)	Pilhas, baterias, lâmpadas, resíduos de amianto, óleo lubrificante, resíduos médicos e veterinários.	Inflamabilidade; Corrosividade; Reatividade; Toxicidade; Patogenicidade.
Classe II A (não perigosos e não inertes)	Papel, lixo orgânico, garrafa pet.	biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Classe II B (não perigosos e inertes)	Vidro, metal, pneu.	não apresenta alteração de aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte**:** Adaptado de NBR 10.004 (2004).

A correta classificação dos resíduos sólidos é importante para definir as práticas de manejo adequadas, como a coleta, transporte, tratamento e disposição final, garantindo a proteção do meio ambiente e da saúde pública. Além disso, o gerenciamento adequado dos

resíduos sólidos envolve os princípios da redução, reutilização, reciclagem e destinação final adequada na busca da mitigação dos impactos negativos gerados a saúde pública e ao meio ambiente. Outrossim, o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos promove a economia circular e a sustentabilidade. Além disso, a destinação final adequada está atrelada a legislação e regulamentos vigentes em dada localidade (Szigethy; Antenor, 2021).

Dados da ABRELPE (2022) apontam que no Brasil em 2022 foram gerados aproximadamente 81,8 milhões de toneladas de RSU, são 224 mil toneladas diárias, uma média de 1,043 kg de resíduos por pessoa ao dia. No entanto, existem variações entre as regiões na geração diária. Por exemplo, a região Sudeste apresenta um percentual acima da média, com uma geração média de 1,234 kg/hab/dia, a maior do país, em contraponto a região Sul com uma média de 0,776 kg/hab/dia. Desta quantidade, 71,2% são dispostos adequadamente e outros 28,8% são dispostos em locais inapropriados (ABRELPE, 2022).

A disposição inadequada de RSU em lixões e aterros sanitários impactam diretamente no meio ambiente, uma vez que são fontes contínuas de poluição da água, solo, flora, fauna e de emissões de CO_2, gerando impactos diretos na saúde da população do entorno, considerando um raio de 60 km. Estima-se que o Brasil gastou com saúde em decorrência da destinação inadequada de resíduos o valor de 1,85 bilhão de dólares entre 2016 e 2021 (ABRELPE, 2022).

Embora, perceba-se que o gerenciamento de RSU está centralizada na gestão de resíduos pós-consumo, ou seja, padece do pensamento sistêmico da Economia Circular (Singh; Ordoñez, 2016), a reversão desse quadro depende da gestão integrada, gerenciamento e a utilização de tecnologias que "promovam o desenvolvimento sustentável e criem oportunidades para resgatar e elevar o valor incorporado nos resíduos, aproveitando-os antes de chegarem aos aterros" (Szigethy; Antenor, 2021).

Neste sentido, em 2010, o Brasil regulamentou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pela Lei 12.305/2010. Este regulamento determina uma ordem que deve ser observada, partindo da não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e, por último, a disposição final adequada dos rejeitos (Brasil, 2010). Estes podem ser descritos como os primeiros passos rumo à Economia Circular (Farias *et al.,* 2021).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, determina ainda que os setores da economia deverão comprovar progressivamente o retorno das embalagens colocadas no mercado. Até 2024, que as empresas deverão comprovar a recuperação de 25% do total de embalagens. Para 2040, a porcentagem sobe para 45%. Dentre estas embalagens, está o vidro, que em 2022 representou 12,2% das embalagens recuperadas, um total de 36.862 toneladas/ano (ABRELPE, 2022).

Assim como a PNRS, a legislação envolvendo o gerenciamento de RSU tem papel importantíssimo na aplicação de normas e regulamentos para fomentar a transição da EL para a EC. Neste sentido, a legislação pode ser analisada, conforme a amplitude, em três esferas: a) esfera nacional, b) esfera estadual e; c) esfera municipal. Para melhor compreensão da legislação em cada uma das esferas, apresenta-se na sequência algumas leis, decretos e normas que regulam o gerenciamento de RSU.

Esfera Nacional:

a) Lei n.° 12.305 de 2010: institui a PNRS no território brasileiro.
b) Decreto Federal n.º 7.404 de 2010: regulamenta a Lei no 12.305 (2010) e estabelece normas para execução da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Tem como instrumento os Planos de Resíduos Sólidos que englobam planos nacionais, estaduais, regionais, microrregionais, intermunicipais e municipais. A elaboração desses planos, bem como suas revisões, são requisitos para as administrações terem acesso a recursos da União destinados à gestão de resíduos sólidos, ou para serem beneficiadas por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito, ou fomento para tal propósito.
c) Decreto Federal n.º 9.177 de 2017: estabelece normas para assegurar a isonomia na fiscalização e no cumprimento das obrigações imputadas aos fabricantes, aos importadores, aos distribuidores e aos comerciantes de produtos, seus resíduos e suas embalagens, sujeitos à logística reversa obrigatória.

Esfera estadual (Estado do Paraná):

a) Lei n.° 20.607 de 2021: institui o Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado do Paraná (PERS/PR). Além dos resíduos sólidos urbanos, o PERS/PR contempla resíduos de saúde, de construção civil, de transporte, de mineração, de saneamento, industriais e agrossilvopastoris, contemplando todos os 399 municípios do Estado do Paraná;
b) Resoluções Conjuntas Sedest/IAT n.º 20 (2021), e n.° 22 (2021), que regulam o Sistema Estadual de Informações sobre Resíduos Sólidos do Estado do Paraná, ferramenta de gestão e planejamento sobre os resíduos sólidos do Estado, a qual foi instituída pela Lei Estadual n.º 20.607 (2021).

É importante frisar que, conforme estipula a Lei 20.607 (2021), as empresas sediadas no Paraná necessitam ter o Plano de Logística Reversa (PLR) aprovado pela Sedest para obter ou renovar a sua licença ambiental de operação, conforme disposto no artigo 10 da Lei, além disso, devem manter anualmente o preenchimento em uma plataforma digital de logística reversa.

Esfera Municipal (Município de Foz do Iguaçu-Pr):

a) Lei complementar n.º 198 de 2012: regulamenta a política municipal de saneamento básico para o abastecimento de água, esgotamento sanitário e gerenciamento integrado de resíduos sólidos e criou o órgão regulador dos serviços de saneamento básico e outras providências;
b) Decretos n.º 23.724 (2015), n.º 23.780 (2015), n.º 24.773 (2016) e n.º 24.774 (2016);
c) Decreto n.º 28.368 (2020), regulamenta os arts. 7º e 9º da Lei Complementar n.º 20 (1993) e o art. 15 da Lei Complementar n.º 198 (2012), na parte que trata do licenciamento ambiental, PGRS e estabelece grau de risco ambiental no Município de Foz do Iguaçu.

No Art. 3º do Decreto n.º 28.368 (2020), são apresentadas algumas definições para efeitos do Decreto, dentre elas destacam-se as que possuem maior aderência e relevância a este estudo (ver quadro 7).

Quadro 7 – Definições presentes no artigo 3º do Decreto 28.368 de 2020

V Impacto ambiental local	qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a qualidade dos recursos ambientais, ou que lancem matérias, ou energia fora dos padrões de suporte do ambiente, nos limites territoriais de um município.
XXVIII Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)	estudo ambiental no qual se estabelecem os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos, com ênfase na redução, reutilização ou reciclagem.
XXXVI Reciclagem	processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA.
XL Logística Reversa	instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo, ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.
XLI Destinação final ambientalmente adequada	destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.

Fonte: Adaptado do Decreto 28.368 de 2020.

Além da legislação, ora apresentada, recentemente, a tramitação do Marco legal da Economia Circular, pode provocar profundas mudanças na forma como a sociedade brasileira concebe a produção e consumo de bens e produtos. Isto porque, o Projeto de Lei n.° 1874, de 2022, de autoria da Comissão do Meio Ambiente, institui a Política Nacional de Economia

Circular e altera a Lei n.º 10.332, de 19 de dezembro de 2001, a Lei n.º 12.351, de 22 de dezembro de 2010, e a Lei n.º 14.133, de 1º de abril de 2021, para adequá-las à nova política.

2.2.2 Política Nacional de Economia Circular

Projeto de Lei n.º 1874, de 2022, que cria a Política Nacional de EC precisa ser conhecido e difundido visto a abrangência e impacto deste projeto na produção e consumo em todo o território brasileiro, citam-se na sequência os artigos 2, 3 e 4 do PL 1874/2022 que corroboram com está percepção. Para não haver prejuízo na interpretação dos dados apresentados nos referidos artigos, mantém-se a originalidade do texto. Além disso, destaca-se que como projeto, muitas alterações podem ocorrer até a sua aprovação final.

Definições presentes no artigo 2º do PL 1874/2022:

> I - adição de valor: processo que começa com a produção de matérias-primas, continua com a transformação em produtos e termina com a distribuição e venda de produtos acabados;
> II - ciclo de vida do produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final de um produto em seu estado não funcional;
> III - circularidade: grau de alinhamento entre comportamentos e ações com os princípios da economia circular;
> IV - economia circular: sistema econômico que mantém o fluxo circular dos recursos, por meio da adição, retenção ou recuperação de seus valores e regeneração do ecossistema, enquanto contribui para o desenvolvimento sustentável;
> V - tecnologias de baixo carbono: conjunto de equipamentos, métodos, conhecimentos e outras modalidades que pretendem reduzir as emissões de gases de efeito estufa e prevenir o aquecimento global.
> VI - recondicionamento: modificação de um produto ou material que é um resíduo para aumentar ou restaurar o desempenho ou funcionalidade, ou para atender aos padrões técnicos aplicáveis ou requisitos regulatórios, a fim de (tornar)/transformar o resíduo em um produto ou material funcional para ser usado para o mesmo fim ou fim similar àquele para o qual foi concebido;
> VII - recuperação de valor: processo que possibilita o uso de um ou mais materiais para além da sua vida útil por meio da reciclagem, ou outras formas de recuperação;
> VIII - redução pelo design: princípio geral aplicado no projeto de concepção de produtos e serviços para utilizar menos recursos naturais por unidade de produção ou durante seu uso;
> IX - remanufatura: processo industrial padronizado ocorrendo em configurações industriais ou de fábrica, onde o produto vendido, usado e não está mais funcional é restaurado para ser comercializado novamente com garantia ao consumidor;
> X - reparo: correção de falhas específicas em um produto ou material, podendo incluir a substituição de componentes defeituosos, a fim de permitir seu uso para o mesmo fim para o qual foi concebido;
> XI - reuso: refere-se ao uso de um produto ou material, para fim diverso ou para o mesmo fim para o qual foi concebido, sem a necessidade de reparo ou reforma;
> XII - transição justa: conjunto de princípios, processos e práticas orientados para equidade e justiça social, relacionados à força de trabalho e ao cenário de transição para a circularidade, contribuindo para a profissionalização em novos mercados de trabalho, criação de oportunidades, promoção do trabalho decente, inclusão social e erradicação da pobreza;

> XIII - valor: benefício percebido pelo usuário relativo ao atendimento de suas necessidades e expectativas, e obtido por meio do uso de recursos (SENADO FEDERAL, Página 2-3 de 19 do PL 1874/2022).

Os objetivos da Política Nacional de Economia Circular, estão apresentados no artigo 3º do PL 1874/2022, a saber:

> I - promover a gestão estratégica, o mapeamento e o rastreamento dos estoques e fluxos dos recursos no território nacional;
> II - promover novos modelos de negócios baseados em critérios de circularidade e suas soluções;
> III - fortalecimento das cadeias de valor por meio da adição, retenção e recuperação do valor dos recursos;
> IV - incentivo à pesquisa, desenvolvimento e inovação para a promoção da circularidade;
> V - conscientização da sociedade sobre o melhor uso de recursos, produtos e materiais;
> VI - estímulo à oferta de soluções em economia circular;
> VII – incentivo às atividades voltadas para a economia circular como estratégia de desenvolvimento econômico e social do País. (SENADO FEDERAL, Página 3-4 de 19 do PL 1874/2022).

Os princípios que nortearão a Política Nacional de Economia Circular estão apresentados no artigo 4º, a saber:

> I - a eliminação de resíduos e poluição desde o início da cadeia de produção de bens e serviços;
> II - a manutenção do valor dos recursos, produtos e materiais em uso, pelo maior tempo possível;
> III - a regeneração dos sistemas naturais;
> IV - o pensamento sistêmico na gestão de recursos, considerando os impactos das interações entre sistemas ambientais, sociais e econômicos, tendo em conta a perspectiva do ciclo de vida das suas soluções;
> V - a regeneração, retenção, ou adição de valor, fornecendo soluções eficazes que utilizem os recursos eficientemente e contribuam para satisfazer as necessidades da sociedade;
> VI - a minimização da extração de recursos não renováveis e a gestão de recursos renováveis para regenerar e aumentar o valor ao longo do tempo;
> VII - o compartilhamento de valor em que organizações e partes interessadas colaborem ao longo da cadeia ou rede de valor, de forma inclusiva e equitativa, para benefício e bem-estar da sociedade;
> VIII - a rastreabilidade de estoques e fluxos de recursos de forma transparente e responsável, de modo a continuar a regenerar, reter, ou acrescentar valor, mantendo ao tempo o fluxo circular de recursos;
> IX - a resiliência do ecossistema promovida pelas práticas e estratégias organizacionais que contribuam para a regeneração dos recursos naturais e da sua biodiversidade;
> X - o incentivo ao consumo sustentável;
> XI - a promoção para a transição justa (SENADO FEDERAL, Página 4 de 19 do PL 1874/2022).

Além disso, destaca-se, no Art. 6º, a "criação do Fórum Nacional de Economia Circular visando elaborar Planos de Ação, de conscientizar e mobilizar a sociedade para a discussão das ações necessárias para promoção da economia circular e da transição justa, conforme o disposto

nesta Lei". O Fórum será composto por representantes do setor público, empresarial e da sociedade civil, na forma paritária (Art. 7º, PL 1874 de 2022).

Os membros do Fórum Nacional de Economia Circular serão:

> I - Ministros de Estado: a) do Meio Ambiente; b) da Ciência, Tecnologia e Inovações; c) da Economia; e d) do Desenvolvimento Regional;
> II - Personalidades e representantes da sociedade civil, com notório conhecimento da matéria, ou que sejam agentes com responsabilidade sobre aspectos da economia circular.
> III - representantes do setor empresarial (Art. 8, PL SENADO FEDERAL, página 3-4, PL 1874/2022).

O PL prevê ainda a criação de Fóruns municipais e estaduais de modo a promover a elaboração de Planos de Ação para estados e municípios voltados à EC e a transição justa do sistema Linear para o Circular.

Outrossim, o PL contempla orientações para as compras públicas que devem obedecer aos princípios da Sustentabilidade, estímulo à Inovação voltada para a Economia Circular, promoção da conscientização da sociedade par ao uso do potencial da vida útil de produtos, utilização de mecanismo de transição Justa para apoiar, incentivar, promover e estimular a transição.

Por fim, o texto apresenta a justificativa para a criação do PL, afirmando que a "matéria é resultado de um longo e intenso debate do Fórum da Geração Ecológica, instituído no âmbito da Comissão de Meio Ambiente do Senado Federal, pelo Requerimento 15-2021/CMA" (Senado Federal, página 9-10, PL 1874/2022).

Como visto, o PL que institui o Marco Legal da Economia Circular requer mudanças na forma de produzir e consumir, envolve sociedade, empresas e Estado. A primeira mudança necessária é de mentalidade, para que isto ocorra é preciso difundir o conhecimento a todas as partes interessadas a fim de atingir a efetividade que a proposta almeja e que o planeta necessita. Uma das iniciativas que corrobora a este fim foi proposta em 2004 pela ONU e tem ganhado ênfase nos mais diversos setores da sociedade, conhecida como ESG.

2.2.3 Práticas ESG: Governança Ambiental, Social e Corporativa

Segundo Kruglianskas (2021, n.p) "a economia circular em breve será realidade em todo o planeta. Afinal, o mercado financeiro ao redor do mundo está cada vez mais adepto à integração das métricas e *frameworks* ESG em seus investimentos". A sigla ESG é composta pela junção das letras de cada um dos termos que a compõe, E*nvironmental, Social and Governance,* que em português significam Ambiental, Social e Governança (tradução livre).

O conceito emergiu pela primeira vez em 2004, a partir do documento "*Who Cares Wins*" – "Ganha quem se importa", tradução livre, criado pelo Pacto Global da ONU em comunhão com o Banco Mundial. O documento foi elaborado com a intenção de provocar uma reflexão nas principais instituições financeiras do mundo - 20 instituições financeiras de 9 países diferentes (incluindo do Brasil), acerca dos fatores sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais (Pacto Global, 2021).

Conforme descreve SEBRAE (2022), a ESG é "um conjunto de políticas e de iniciativas para que empresas melhorem as suas práticas de governança corporativa, assim como de cuidados com a sociedade e com o meio ambiente. A ideia, então, é gerar resultados do tipo ganha-ganha". Neste sentido, pode-se afirmar que as premissas da ESG contribuem para a transição do modelo linear para o modelo circular.

Ou ainda, a "ESG é um conjunto de políticas e práticas para melhorar a governança da empresa, bem como o seu cuidado com as pessoas e o planeta" (SEBRAE, 2022, n.p), ou seja, a ESG estimula as corporações a adotarem medidas que gerem impactos sociais, ambientais e de governança cada vez mais positivos, "é um exercício prático de autorreflexão a fim de promover uma compreensão genuína dos impactos negativos e positivos gerados na sociedade e no meio ambiente e agir sobre eles" (Pacto Global, 2021, p. 6).

Neste sentido, a ordem é que as empresas mitiguem os impactos negativos e potencializem os impactos positivos, alinhando-se as demandas da sociedade atual e das novas gerações, o que vem ao encontro dos ODS e das premissas da EC, conforme apontam Lins e Matos (2021, p. 2-3):

> Por meio da implementação de práticas ESG e metodologias de Economia Circular é possível traçar as estratégias necessárias para manter a empresa relevante no mercado, principalmente pelo fato de o consumo consciente e o número de pessoas preocupadas em apoiar marcas que se responsabilizam por seu impacto ambiental estar em crescimento. Portanto, as corporações preocupadas em adotar estratégias sustentáveis e preocupadas com a sociedade e sua conduta corporativa podem se tornar mais competitivas no mercado (Lins; Matos, 2021, p 2-3).

As práticas ESG nas corporações têm sido avaliadas por métricas e indicadores nas três áreas: ambiental, social e governança com a intenção de indicar quais são as boas ações de ESG que as empresas adotam em seu dia a dia, contemplando o cuidado com o meio ambiente, o desenvolvimento de uma cultura de responsabilidade social e a adoção de melhores práticas de governança (Pacto Global, 2021).

Logo, as práticas ESG favorecem a transição para a EC, por incentivarem as organizações a repensarem as suas práticas empresariais, adotando estratégias mais sustentáveis em comunhão com os princípios da EC, equilibrando as necessidades do ser humano e do meio

ambiente, sem que sejam desconsiderados os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Conforme descrito pelo SEBRAE (2023), as práticas ESG podem ser vistas como estratégias de sustentabilidade, não isoladas ou adicionais, mas sim, como um processo que envolve todas as áreas da empresa, considerando o modelo de negócios do empreendimento e analisando as tendências, riscos, oportunidades ou impactos no modelo de negócios e cadeia de valor.

Além disso, se faz necessário avaliar as expectativas e demandas dos *stakeholders* para compreender quais são os impactos e prioridades ao definir métricas e indicadores. A primeira análise que deve ser feita pela empresa é a avaliação de materialidade para definir quais serão os temas prioritários da Agenda ESG nas três dimensões adotada pela empresa. Posteriormente, deve-se pensar em como medir os impactos e o desempenho das estratégias de ESG definidas pela empresa. Isto irá asseverar que as medidas tomadas gerem resultados satisfatórios ou mesmo possibilitará o ajuste do plano traçado (SEBRAE, 2023).

Como não há um consenso sobre a utilização de uma metodologia para medir os indicadores ESG, uma vez que as empresas adotam o "princípio da autodeclaração, ou seja, as empresas podem escolher os indicadores ESG que serão divulgados, podendo gerar inconsistência e falta de objetividade" (SEBRAE, 2023). Dentre as metodologias existentes, comungadas entre pesquisadores e estudos, utilizadas pelas corporações, o SEBRAE (2023) cita quatro delas, conforme apresentado no quadro 8:

Quadro 8 – Metodologias utilizadas para mensurar as práticas ESG

Metodologia	**Instituição criadora**	**Descrição**
GRI Standards	*Global Reporting Initiative.*	As normas GRI compilam dados para a divulgação pública de informações ESG e seus impactos econômicos, ambientais e sociais. Foco nas grandes corporações.
Indicadores *ESG WEF-IBC*	Conselho Internacional de Negócios do Fórum Econômico Mundial (*WEF-IBC*).	São indicadores ESG universais, compõe o relatório "*Measuring Stakeholder Capitalism*" – "Medindo o Capitalismo das Partes Interessadas", tradução livre, são 21 métricas básicas e 34 métricas expandidas, com ênfase nos pilares: Governança, Pessoas, Planeta e Prosperidade.
Modelo de Prestação de *SASB*	*SASB (Sustainability Accounting Standards Board*).	Baseia-se em padrões específicos para diferentes setores, identificando questões ambientais, sociais e de governança que podem representar impactos materiais no desempenho financeiro de uma empresa.
Indicadores ETHOS-SEBRAE	Instituto Ethos e o SEBRAE.	Metodologia de indicadores de sustentabilidade, segundo o interesse e pretensão da empresa. Esse modelo pode contribuir com os pequenos negócios na elaboração de métricas sustentáveis de desempenho.

Fonte: adaptado de SEBRAE (2023).

Outrossim, destaca-se que as premissas da ESG contribuem para o alcance das metas propostas pela Agenda 2030, uma vez que estimula as corporações a adoção de práticas

sustentáveis. Para melhor compreender essa correlação entre os preceitos, apresenta-se na sequência o tema: Agenda 2030 e o Desenvolvimento sustentável.

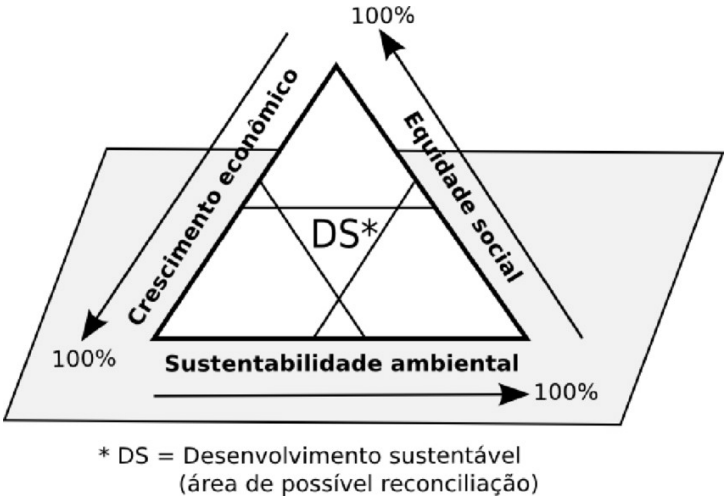
2.2.4 Agenda 2030 e o Desenvolvimento Sustentável

A compreensão do tema desenvolvimento sustentável transita por uma infinidade de conceitos. Um dos conceitos mais aceitos se refere a desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a necessidade das gerações futuras (Rovanto, 2021; Wettman, 2019; Santos, 2012).

Tornar efetivo o conceito de desenvolvimento sustentável requer a mudança na forma como a humanidade age, pensa, produz e consome. Isto envolve a participação de todos os segmentos sociais na construção de uma visão de desenvolvimento sustentável sistêmica, contemplando aspectos ambientais, tecnológicos, econômico, cultural e político (EEA, 2016). O que apresenta alto nível de complexidade ao aplicá-la (EEA, 2016), considerando os fatores como a pobreza, a poluição e a tecnologia existente (Franco, 2000).

Neste sentido, o desenvolvimento sustentável precisa abranger as dimensões da sustentabilidade: econômica, social e ambiental (Sachs, 2007). As dimensões podem ser observadas na análise do Triângulo de sustentabilidade de Peter Nijkamp (Ferraz, 2003), ver figura 8.

Figura 8 – Triangulo de sustentabilidade de Peter Nijkamp.



Fonte: tradução de Ávila (2018).

O conceito do Triangulo de sustentabilidade surgiu em abril de 1990, durante a conferência anual sobre desenvolvimento econômico do Banco Mundial, na apresentação do

trabalho do ecônomo holandês Peter Nijkamp, intitulado "desenvolvimento regional sustentável e o uso de recursos naturais" – tradução livre. Na ocasião, o ecônomo sintetizou o conceito de sustentabilidade e a relação entre crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental (Ávila, 2018).

No diagrama de Peter Nijkamp é possível observar a área de possível reconciliação, situada ao centro do triangulo e que, hipoteticamente, representa o desenvolvimento sustentável. Para que isso ocorra faz-se necessário a harmonia entre o alcance dos objetivos das três dimensões: crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental. Embora possam parecer conflitantes, às três dimensões, presentes no Triangulo de Sustentabilidade de Nijkamp, são interdependentes e possuem a mesma importância para o alcance da sustentabilidade. No entanto, "a abordagem econômica é a mais enfatizada nas avaliações dos ecossistemas devido ao seu elevado peso relativo nas decisões humanas, merecendo, portanto, um destaque" (Ferraz, 2003, p. 22).

Em setembro de 2000, a Cúpula do Milênio da ONU, definiu oito objetivos de desenvolvimento para o milênio, com a intenção de unir esforços para erradicar a pobreza, a fome, as doenças, o analfabetismo, a degradação ambiental, a discriminação contra as mulheres e criar uma parceria global para o desenvolvimento. Em 2015, a ONU estabeleceu a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, contemplando 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), para concretizar objetivos não atingidos pelo desenvolvimento do milênio e contribuir com a construção de um futuro sustentável (Ávila, 2018). Os objetivos estão apresentados no quadro 9.

Quadro 9 – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

ODS	Objetivo
1	Erradicar a pobreza em todas as formas e em todos os lugares.
2	Erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável.
3	Garantir o acesso à saúde de qualidade e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
4	Assegurar a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos.
5	Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
6	Garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos.
7	Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todas e todos.
8	Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todas e todos.
9	Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.
10	Reduzir a desigualdade nos países e entre eles.
11	Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
12	Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
13	Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.

Continua...

...Continuação.

14	conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
15	Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda da biodiversidade.
16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.
17	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

Fonte**:** Nações Unidas Brasil (https://brasil.un.org/pt-br/sdgs)

Os ODS são um apelo global para que ações sejam tomadas para eliminar a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, além de garantir que as pessoas no mundo todo possam usufruir de paz e de prosperidade. As premissas do desenvolvimento sustentável preveem a interação entre sociedade, empresas e Estado em busca de soluções aos impactos gerados pela produção e consumo de bens e serviços (ODS Brasil, 2020).

O desempenho brasileiro às metas propostas pela Agenda 2030, segundo *Sustainable Development Report* 2020[1], não são nada animadores, isto porque se nada for feito, apenas o ODS 7 será alcançado no Brasil até 2030, os demais indicadores estão longe de atingir os níveis e tendências desejados pela ONU aos 17 ODS (ONU Brasil, 2020).

Considerando o desempenho brasileiro apresentado no relatório *Sustainable Development Report* 2020, o Brasil demanda de ações conjuntas para reduzir a distância entre as metas dos ODS e a realidade brasileira.

Uma destas ações é a transição do Modelo Econômico Linear para o Modelo Econômico Circular, que conforme explica Chen (2020) é considerada uma estratégia facilitadora para o desenvolvimento sustentável, No Brasil, além das estratégias de baixo para cima, configura-se também, uma estratégia de cima para baixo para implantação do modelo econômico proposto pela EC.

Isto fica evidente ao analisar a proposta de implantação do Marco Legal da Economia Circular pelo governo brasileiro, A proposta está em tramitação, através do Projeto de Lei n.º 1874, de 2022, e que se aprovado, regulará no país a transição da EL para a EC (Brasil, 2022).

Dito isto, o quadro 10 apresenta um resumo contendo os capacitadores e aceleradores da Economia Circular, são apresentadas as oportunidades, os ODS vinculados a EC e a colaboração da ESG e as respectivas fontes.

[1] O relatório *Sustainable Development Report* 2020 pode ser conferido na íntegra acessando o site das Nações Unidas Brasil, disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs.

Quadro 10 – Capacitadores e aceleradores da Economia Circular

Fatores	Descrição	Fontes
Oportunidades	PNRS; Marco Legal da EC no Brasil; ODS; ESG.	SEBRAE (2023); Kruglianskas (2021); Pacto Global (2021); Lins e Matos (2021).
Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030)	A EC está vinculada as ODS: crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável (ODS 8); indústria e infraestrutura (ODS 9); padrões de produção e de consumo sustentável (ODS 12); medidas para combater a mudança climática e seus impactos (ODS 13); fortalecimento de parcerias e meios de implementação ao desenvolvimento sustentável (ODS 17).	ODS Brasil (2020), Santos 2012; Rovanto (2021); EMF (2015); Farias *et al.* (2021).
ESG	Métricas e indicadores de sustentabilidade considerando governança corporativa, ambiental e social.	SEBRAE (2023); pacto Global (2021); Lins e Matos (2021).

Fonte**:** elaboração própria (2023).

`Isto posto, na sequência apresenta-se o processo de recuperação de recursos na cadeia do vidro contextualizando o segmento envolvido no estudo de caso.

2.3 Recuperação de recursos na cadeia do vidro

Este trabalho se propõe a analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular mediante um estudo de caso único em uma empresa usuária da Economia Circular, que atua na recuperação de recursos vítreos por meio da prestação de serviços de gerenciamento de resíduos sólidos e logística reversa de resíduos vítreos pós-consumo.

Para melhor compreender este contexto de estudo, esta seção detalha, brevemente, a origem e cronologia do uso do vidro, a descrição do processo produtivo do vidro e a reinserção dos resíduos vítreos ao processo produtivo de um novo vidro a partir da recuperação de resíduos vítreos pós-consumo através da logística reversa.

2.3.1 Origem, cronologia e caracterização da indústria vítrea

Algumas teorias, sobre a origem do vidro, apontam que o material já era utilizado muito antigamente, por volta de 7000 a.C. (sete mil anos antes de Cristo) por fenícios, babilônios e sírios. Outras teorias acreditam que o vidro foi descoberto ao acaso, após reação da combinação entre a areia e as conchas (calcário) as altas temperaturas das fogueiras feitas por navegadores na praia (Recicloteca; Jornal do Vidro, 2015).

No Brasil, a história da produção do vidro inicia 1637, com a chegada dos holandeses ao país. Com a nomeação do conde Maurício de Nassau para governar a capitania de

Pernambuco, este passou a adotar medidas de incentivo a modernização e à criação de um ambiente cultural parecido com o europeu. Eis que, neste contexto surgem os primeiros artesãos do vidro, que juntos fundaram a primeira oficina de vidro no Brasil (Jornal do Vidro, 2015).

Em 1785, a construção de fábricas no Brasil foi proibida pela rainha Maria I. O fim do embargo acabou quando, em 1808, a família real portuguesa se mudou para o Brasil. Com isso, vários produtos foram trazidos do exterior para serem comercializados no país, o que motivou o incentivo à indústria Nacional (Jornal do Vidro, 2015).

A primeira indústria foi autorizada em 1810 ao português Francisco Ignácio da Siqueira Nobre, que além da autorização, obteve a exclusividade no ramo por 20 anos, empréstimo de dinheiro, terras no povoado de Jiquitaia (Campo Alegre de Lourdes/BA) e isenção de alistamento militar aos funcionários da fábrica de vidros. A fábrica, inaugurada em 1812, após um ano de funcionamento, produzia muitos produtos graças a habilidosos artesãos, conhecedores das técnicas de fabricação de vidro, vindos da Europa. A fábrica nominava-se de Primeira Real Fábrica de Vidros da Bahia e foi registrada no anúncio publicado em 03/09/1813 no 1º jornal impresso na Bahia (Jornal do Vidro, 2015).

Por fim, muitos outros fatores contribuíram para a expansão da indústria vidreira no país. Um deles é a versatilidade do vidro, cuja aplicação pode ser observada nos diversos contextos da vida dos brasileiros. Os principais produtos gerados pela indústria vítrea são: (1) embalagens para alimentos, bebidas, perfumaria, cosmético e farmacêutico, (2) vidros planos para construção civil, automobilístico, linha branca, decoração e moveleira, (3) vidros planos impressos para construção civil, decoração, moveleira, (4) utilidades domésticas, (5) fibras de reforço, lã de vidro, (6) garrafas térmicas, (7) tubos e (8) transformação vidro plano automotivo ou especiais (ABIVIDRO, 2022).

O que dá ao vidro esta vasta aplicabilidade é a sua natureza amorfa, cuja composição é oriunda de uma mistura de materiais inorgânicos, resultante da fusão e posterior solidificação, sem presença de estrutura cristalina, ou seja, por suas propriedades, é mais semelhante aos líquidos do que aos sólidos, cujas principais características são (BNDS, 2017):

> a) caráter inerte: o vidro, no caso de embalagens, não interage quimicamente com o conteúdo;
> b) transparência: além de favorecer o uso em embalagens, essa propriedade é fundamental para a utilização do vidro plano em automóveis e edificações;
> c) possibilidade de reutilização: as embalagens de vidro, desde que submetidas a procedimentos adequados de limpeza, podem ser utilizadas diversas vezes;
> d) possibilidade de reciclagem: os cacos de vidro podem ser usados como insumo na produção de novos artigos, de forma praticamente indefinida (BNDS, 2017, p. 5).

Estas características permitem que o material seja utilizado largamente para embalar produtos nos setores de bebidas, de alimentos, farmácia e cosméticos. Cabe destacar que o uso do vidro em embalagens de alimentos, medicamentos, cosméticos e, notadamente, bebidas constituem um dos mais antigos usos do vidro (BNDES, 2007).

Mais a mais, o uso doméstico do vidro se destaca. Estima-se que, os principais fabricantes mundiais produzam para o segmento de vidro de uso doméstico 5 milhões de t/ano, o grupo é composto por nove empresas e, uma delas, está localizada no Brasil, a Nadir Figueiredo, as demais são: a Arc International (França), a Libbey Inc (Estados Unidos), a Bormioli (Itália), a Crisal (Portugal), a Royal Leerdam (Holanda), a Pasabahce (Turquia), a Crisa (México) e a Libbey Glassware (China). A empresa brasileira está entre as dez maiores fabricantes mundiais de vidro para uso doméstico, com a capacidade de produzir 180 mil t/ano (BNDES, 2007).

Outrossim, o setor vidreiro no Brasil está concentrado em atender as demandas internas, conforme apontam dados do BNDS de 2007, onde o consumo *per capita* de vidro no Brasil é estimado em 12 kg/hab/ano. E, assim como ocorre no mercado mundial, no Brasil, poucos *players* dominam o mercado, sendo que a maioria deles estão sob controle estrangeiro.

Estima-se que em 2006, a capacidade instalada da indústria do vidro no Brasil era de 3,1 milhões de toneladas, 90% desse total, composto pelos segmentos de produção de vidro plano, vidro para embalagem e vidro para uso doméstico, onde atuam as seis maiores empresas do setor: Saint-Gobain, Cebrace, Guardian, Owens-Illinois (ex Cisper), Nadir Figueiredo e CIV (BNDS, 2007).

Logo, a indústria vítrea no Brasil pode ser descrita como promissora e impactante, isto porque o país está entre os principais produtores do mundo, sendo o maior da América Latina, demonstrando o desenvolvimento da economia brasileira, puxada pela produção de veículos, construção civil e consumo de produtos alimentícios industrializados e bebidas (BNDS, 2007; Jornal do Vidro, 2015) tornando significativo o estudo de caso e a capilaridade com a EC.

Deste modo, apresenta-se na próxima seção o processo produtivo do vidro, a fim de melhor compreender quais recursos naturais envolvem a sua fabricação, bem como, quais são os impactos gerados pelos resíduos vítreos pós-consumo.

2.3.2 Processo produtivo do vidro

O processo produtivo de um novo vidro envolve etapas e procedimentos técnicos, muitas vezes, desconhecidos pelo senso comum. O processo produtivo ocorre por meio da fusão

de materiais inorgânicos, submetidos a altas temperaturas e resfriamento até um estado rígido, não-cristalino (ABIVIDRO, 2021), resultando em diferentes tipos, conforme a composição química e a aplicação na indústria vítrea (Bó, 2019). Ainda que não haja uma proporção única sobre quais e em que quantidade cada matéria-prima é utilizada na fabricação do vidro, neste trabalho, consideram-se as definições de Fabri *et al*. (2005) e ABIVIDRO (2021), quadro 11.

Quadro 11 - Principais matérias-primas utilizadas na produção do vidro

Matéria	**Óxido**	**Porcentagem na composição***	**Função**
Areia	SiO_2	65%	Formador
Calcário	CaO	10%	Estabilizante
Barrilha	Não	20%	Fundente
Dolomita	MgO	5%	Estabilizante
Feldspato	Al_2O_3		Estabilizante
Sulfato de Sódio	Na_2SO_4		Afinante
Ferro, Cromo, Cobalto e Selênio	-		Corantes

Fonte: Adaptado de Fabri *et al*. (2005); *ABIVIDRO (2021).

De acordo com Bó (2019), o processo de fabricação de um vidro demanda de extensiva fonte energética. Na fase de fusão são necessárias temperaturas entre 1500 e 1600 °C, a fase de conformação, exige temperaturas entre 800 e 1200 °C e a fase de resfriamento (recozimento), temperaturas entre 100 e 800 °C. Por isso, a produção vítrea pode ser considerada um setor energo-intensivo e consequentemente, um grande gerador de Gases de Efeito Estufa – GEE. Não obstante, a indústria vítrea é uma consumidora expressiva de recursos naturais - minerais e não minerais (ABIVIDRO, 2021; CNI, 2018).

As inovações nos processos produtivos permitiram a reinserção dos resíduos pós-consumo ao processo produtivo de um novo vidro e com isto possibilitou a geração de impactos positivos ao meio ambiente (ou redução dos impactos negativos gerados). Isto porque, por ser um material inerte, o vidro se torna uma alternativa sustentável, permitindo que ele seja reciclado infinitas vezes sem inibição de suas características (ABIVIDRO, 2021).

E, ao reinserir os resíduos vítreos ao processo produtivo de um novo vidro (ver quadro 12), altera-se a demanda destas matérias-primas advindas da natureza (Fabri *et al.,* 2005; ABIVIDRO, 2021). O que concatena com os três princípios básicos da EC: eliminar resíduos e poluição, circular produtos e materiais, regenerar o ambiente natural (Pinto e Costa, 2021; CNI; 2018; EMF; 2015), contribuindo para o fechamento do ciclo produtivo do vidro.

Quadro 12 – Componentes utilizados na produção do vidro utilizando vidro reciclado

Matéria	Óxido	Porcentagem na composição*	Função
Areia	SiO_2	20%	Formador
Cacos de vidro reciclado		60%	-
Calcário	CaO	5%	Estabilizante
Barrilha	Não	10%	Fundente
Dolomita	MgO	5%	Estabilizante
Feldspato	Al_2O_3		Estabilizante
Sulfato de Sódio	Na_2SO_4		Afinante
Ferro, Cromo, Cobalto e Selênio			Corantes

Fonte: Adaptado de Fabri *et al.* (2005); *ABIVIDRO (2021).

Ao reinserir os cacos de vidro no processo produtivo para conceber um novo produto vítreo há redução da extração dos recursos naturais (ABIVIDRO, 2021). O vidro pode ser reinserido no processo, infinitas vezes, logo, os impactos ambientais causados pela extração dos recursos naturais podem ser diluídos ao longo da cadeia do vidro.

Por fim, conforme destacam Dutra, Fischer e Junges (2018, p. 6), "a competitividade do setor vidreiro depende, cada vez mais, de estratégias de atributos como inovação e melhoria de qualidade dos produtos". Por este motivo, as organizações precisam inovar constantemente para manter a qualidade do vidro, atender as demandas regulatórias e normativas, além de, desenvolver estratégias que busquem a sustentabilidade.

2.3.3 Recuperação de recursos e a logística reversa do vidro

No sistema linear de produção vigente até então, "os modelos de negócios não contemplam o destino destes resíduos, deixando a questão ser resolvida pela sociedade. Ou seja, somos nós, cidadãos – através de taxas estabelecidas pelo poder público – que arcaremos com o custo relacionado ao destino destes resíduos" (Kruglianskas, 2021).

A, exemplo disso, tem-se a taxa de lixo cobrada pelas prefeituras para realizar a coleta e destinação dos resíduos domiciliares, ou seja, literalmente os consumidores pagam para enterrar dinheiro, uma vez que, conforme as premissas da EC, estes resíduos são recursos que poderiam voltar ao processo produtivo como insumos verdes, sejam como matéria-prima ou energia. Outrossim, percebe-se um movimento global para desconstrução do modelo linear, com a adoção de políticas públicas pelos Estados, a fim de criar regras de transição para a EC. No Brasil, está em andamento o projeto de lei que institui o Marco Legal da EC.

Por outro lado, a geração de resíduos sólidos acompanha o crescimento da população e de respectivo consumo. Ocorre que, as taxas de recuperação de resíduos são ainda muito baixas, e muitos destes resíduos poderiam suprir a demanda por materiais (Kruglianskas, 2021). O modelo de negócio circular de recuperação de recursos se propõe a criar valor aos resíduos antes descartados através do conceito de insumos verdes. Estes insumos advêm da absorção de produtos e materiais (resíduos) descartados pelos clientes finais, e neste caso, o negócio estabelece um relacionamento *Business to Consumer* (B2C), ou ainda, a absorção de resíduos de produção, neste caso, o tipo de relacionamento com o cliente é do tipo *Business to Business* (B2B) (Lüdeke-Freund; Gold; Bocken, 2019).

Assim, em geral, no modelo de negócios de recuperação de recursos, os resíduos pós-consumo (próprios ou de parceiros), retornam para os fabricantes, diretamente ou por intermediários, permitindo que os resíduos se tornem parte de novos produtos. Com isso, é criado valor adicional, ao substituir recursos naturais em declínio, na forma de reputação ou experiência de produto aprimorada (Lüdeke-Freund; Gold; Bocken, 2019), promovem ligações intersetoriais e interciclos, criando mercados para matérias-primas secundárias, sendo possível a redução de consumo de energia e materiais durante a produção e utilização, além de facilitar atividades agrupadas localmente para evitar que os subprodutos se transformem em resíduos, possibilitando a simbiose industrial (EEA, 2016).

A *Fundación Economía Circular* (2017, p. 08) afirma que "o setor dos resíduos tem a possibilidade e a responsabilidade de, a montante da cadeia de valor, ocupar um papel central, desenvolvendo esforços de cooperação junto dos decisores políticos, da indústria e dos cidadãos, potenciando a produção e o consumo conscientes" – tradução livre.

Estes modelos de negócios exigem conhecimento específico em áreas como *design* de produtos, ciências de materiais e capacidade de lidar com as propriedades físicas e químicas específicas de uma grande variedade de materiais compostos. Estes conhecimentos permitem fabricar novos produtos a partir de recursos regenerados e favorecem a recolha, devolução e processamento de recursos para a refabricação (Lüdeke-Freund; Gold; Bocken, 2019).

Segundo Calderoní (1998) citado por Benetti (2000), normalmente, os negócios de recuperação de recursos envolvem a reciclagem, cujo processo abarca, basicamente, seis etapas:

a) coleta: seletiva ou não;
b) triagem: nesta etapa os materiais coletados são separados para adequá-los as exigências do mercado;
c) beneficiamento e acondicionamento: os materiais são preparados para a comercialização (a limpeza, o enfardamento, a picotagem);

d) armazenamento: os materiais, após preparação, são armazenados para aguardar o momento certo de serem comercializados;
e) transporte: os materiais armazenados são encaminhados as indústrias de reciclagem;
f) processo industrial: os materiais reciclados são usados como parte da matéria-prima na produção de novos produtos.

Além disso, o modelo de negócios circular de recuperação de recursos requer a utilização de tecnologia híbrida para estabelecer maior controle dos ativos e fluxos de materiais. Isto permite, por exemplo, que as empresas identifiquem digitalmente o histórico, localização e a aplicação do material, além de, possibilitar a recolha, tratamento e reprocessamento dos materiais (Accenture Strategy, 2014).

O processo de recuperação de recursos requer um sistema de logística reversa efetivo, Lourenço e Lira (2013) enfatizam que a logística reversa implementa sistemas de fluxo reverso, operacionaliza e administra o manejo e a destinação final dos resíduos. Então, é por meio desta ferramenta gerencial que os resíduos retornam a cadeia produtiva, que passa de tradicional para circular.

Outrossim, a logística reversa é responsável por operacionalizar o retorno dos resíduos pós-venda e pós-consumo ao processo fabril, reintegrando esses resíduos a cadeia circular, atribuindo novo valor aos resíduos que passam a ser matéria-prima de um novo processo produtivo. Ao considerar o tripé da Sustentabilidade, a Logística Reversa ampara-se, nos princípios da sustentabilidade econômica e ambiental, ao mesmo tempo que gera riquezas, contribui para a preservação do meio ambiente, respeitando a comunidade em que se insere, gerando emprego e renda (Guarnieri, 2011).

No artigo 3º, inciso XII da Lei 12.305 de 2010, a logística reversa é definida como um:

> instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (Lei 12.305/2010, artigo 3º, inciso XII).

O planejamento, organização e implantação dos processos de Logística Reversa devem ser viáveis, inovadores e capazes de operar a longo prazo, visto a importância deste processo para a cadeia circular (Guarnieri, 2011). Uma logística reversa efetiva passa pelo entendimento sobre três aspectos importantes sobre os produtos e suas respectivas embalagens.

O primeiro aspecto é o logístico: aborda o ciclo de vida dos produtos que não encerram com a entrega do produto ao cliente, devendo retornar ao seu ponto de origem para descarte, reparo ou reaproveitamento. O segundo é o financeiro: o fluxo logístico reverso exige um custo

para operação que engloba a matéria-prima, armazenamento, transporte, produção e estoque. E, o terceiro aspecto é o ambiental: os impactos do produto no meio ambiente precisam ser avaliados em todo o seu ciclo de vida (Gonçalves; Marins, 2006). Esta visão sistêmica do processo é fundamental para o planejamento da logística ao considerar o ciclo de vida do produto e a recuperação destes recursos ao longo da cadeia produtiva.

Por fim, apresentam-se na sequência os procedimentos metodológicos utilizados para atingir os objetivos propostos para este trabalho.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo descreve os procedimentos metodológicos que alicerçam a escrita desta dissertação. Inicialmente, apresenta-se o delineamento da pesquisa, a sua natureza e as estratégias de pesquisa. Posteriormente, discorre-se sobre os critérios para seleção do caso, descreve-se o protocolo para construção da Matriz Morfológica e apresenta-se o protocolo para coleta de dados. Na sequência, apresenta-se os procedimentos utilizados para analisar os dados coletados. Em seguida, descrevem-se as estratégias utilizadas para manter a rigorosidade do estudo, por meio dos princípios da confiabilidade de validade das informações. Por fim, apresenta-se a matriz de amarração.

3.1 Delineamento da pesquisa

Em virtude de sua natureza, abordagem do problema, realização dos objetivos e os procedimentos técnicos (Birochi, 2021; Oliveira, 2011; Collis; Hussey, 2005) esta dissertação se enquadra como uma pesquisa aplicada, qualitativa e descritiva, elaborada mediante um estudo de caso único com diferentes unidades de análises para responder à questão de pesquisa: "**como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular?**" e atingir o objetivo proposto de "analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular" e seus desdobramentos para (a) caracterizar a empresa Ferpalglass, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular; (b) descrever os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass; (c) propor um modelo de Matriz Morfológica para analisar o perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM); (d) analisar os elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa Ferpalglass. Diante da apresentação dos objetivos, destaca-se que este estudo não contemplou a utilização de análise estatística, a manipulação de variáveis e estudos experimentais (Zambello *et al*., 2018).

Segundo Aragão e Mendes Neta (2017), além de escolher e justificar o método da pesquisa, também é importante que o pesquisador narre o percurso metodológico utilizado, descrevendo as etapas de planejamento de cada passo, objetivando a clareza na coleta e interpretação dos dados, sendo que são vários os caminhos e escolhas metodológicas possíveis. Este percurso está representado por um robusto conjunto de procedimentos, que conforme aponta Birochi (2021) deve envolver abordagens metodológicas e estratégias de pesquisa que constituem o método científico.

Por possibilitar a produção de novos conhecimentos relacionados a Economia Circular, por ter um caráter prático ao utilizar conhecimentos teóricos com uma finalidade específica e por explorar e descrever o fenômeno estudado, esta pesquisa, é de natureza aplicada (Yin, 2015; Collis; Hussey, 2005; Gallivan, 1997).

Com relação à abordagem, esta pesquisa se caracteriza como qualitativa, dada a necessidade interpretativista do estudo. Segundo Gil (2017), este enfoque permite entender o mundo e a sociedade a partir da perspectiva daqueles que o vivenciam, considerando que o objeto da pesquisa é compreendido e construído socialmente, caso deste estudo, que analisa a empresa Ferpalglass no contexto da Economia Circular, fornecendo informações detalhadas e ilustradas sobre o tema de estudo, produzindo novos conhecimentos. Os dados coletados são analisados, possibilitando a interpretação do fenômeno estudado, para compreender o contexto, as características e atividades da organização.

Quanto ao alcance dos objetivos, este estudo é descritivo, necessitando de informações detalhadas para descrever o fenômeno estudado (Collis; Hussey, 2005). Por esta razão, o procedimento escolhido é um estudo de caso, classificado como um histórico-organizacional, conforme Bogdan e Biklen (1992) *apud* Mendonça (2014), onde o "investigador se interessa pela vida de uma instituição" (Bogdan e Biklen, 1992 *apud* Mendonça, 2014, p. 49), utilizado para compreender detalhadamente os motivos de uma situação (Yin, 2015), possibilitando lidar com as condições contextuais pertinentes ao fenômeno de estudo (Zambello *et al*., 2018; Gil, 2017; Yin, 2015).

O estudo de caso é o método mais assertivo para pesquisas cujo problema tenta responder a questões do tipo "como" e "por que" (Birochi, 2021; Yin, 2015), onde o pesquisador apresenta "um acontecimento no mundo real que uma teoria pressupõe no mundo abstrato" (Mendonça, 2014, p. 55), caso desta pesquisa, que analisa "como" a empresa Ferpalglass operacionaliza o seu modelo de negócios circular, "visando prover uma análise do conjunto e dos processos envolvidos no fato analisado" (Mendonça, 2014, p. 55). Acrescenta-se ainda que, este estudo, possui características transversais e longitudinais, uma vez que coleta os dados em um dado momento, mas identifica um fenômeno ao longo do tempo (Gray, 2014).

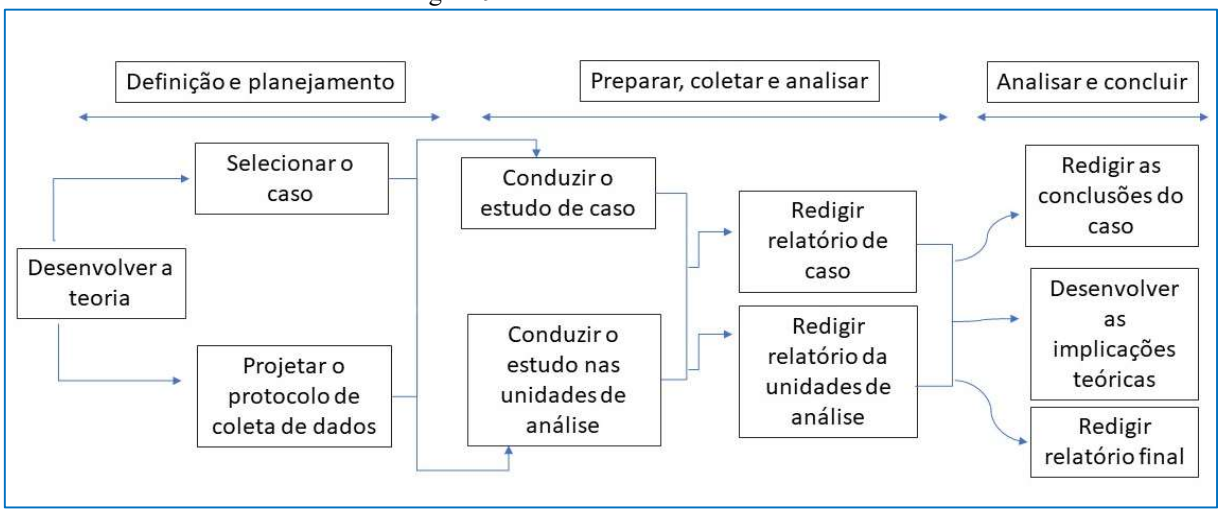
3.2 Estratégias de pesquisa

Por ser um estudo de caso, esta dissertação segue a estrutura redacional clássica proposta por Yin (2013) citado por Gil (2017, p. 89), "é a preferida tanto para publicação em periódicos científicos quanto para redação de teses e dissertações. O relatório inicia-se com uma seção de

Introdução, seguida pela Revisão Bibliográfica, Metodologia, Análise e Discussão dos Resultados e finalmente pela Conclusão".

Outrossim, o método de estudo de caso possui três estágios básicos, conforme apresentado na figura 9. No primeiro estágio tem-se a definição e o planejamento. No segundo estágio, a preparação, coleta e análise e; por fim, no terceiro estágio, a análise final e conclusão (Yin, 2015).

Figura 9 – Método de estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Yin (2015, p. 72).

Na primeira fase (Definição e Planejamento) definiu-se a teoria, selecionou-se o caso e definiu-se o protocolo de coleta de dados. Na sequência, fase dois (preparação, coleta e análise), realizou-se o estudo de caso, propriamente dito. Na terceira e última fase (análise final e conclusão), elaborou-se as conclusões sobre o caso, desenvolveu-se as implicações teóricas e redigiu-se o relatório final conforme descrito por Yin (2015).

O delineamento da estrutura teórica como parte integrante da fase inicial (Definição e Planejamento) é básica e obrigatória em qualquer modalidade de pesquisa, isto porque conforme aponta Amaral (2007, p1), "influenciará todas as etapas de uma pesquisa" sendo essencial em um estudo de caso descritivo (Yin, 2015).

A construção da estrutura teórica foi desenvolvida a partir de materiais já elaborados, sendo constituída, basicamente, por artigos científicos, dissertações e livros de modo que fosse possível melhor compreender a Economia Circular, as suas premissas e os elementos que compõe a sua estrutura. A análise da teoria, conforme descreve Gil (2017) possibilita a composição da argumentação para confirmar ou negar a resposta à problemática da pesquisa, por esta razão, apresenta-se no Apêndice A o detalhamento das referências utilizadas.

A escolha do caso é imprescindível para definir as especificidades da pesquisa. Este estudo abrange um estudo de caso único com diferentes unidades de análise. Cada unidade de análise traz elementos da Economia Circular. As unidades de análise estudadas correspondem aos processos do ciclo de vida do negócio e os elementos da EC presentes no negócio.

Por ser um estudo de caso, as amostras são não probabilísticas, conforme explicam Prodanov e Freitas (2013), ou seja, não são selecionadas aleatoriamente. Isto impossibilita a generalização dos resultados desta pesquisa em termos de população. Além disso, a amostra (caso) foi selecionada por conveniência, própria de estudos qualitativos, e por essa razão está isenta de rigor estatístico. Os elementos que compõe a amostra (caso) foram selecionados pelo critério de disponibilidade de acesso, admitindo que estes representam o universo e desconsiderando um grau elevado de precisão conforme descrito por Prodanov e Freitas (2013).

3.3 Critérios para seleção do caso

A escolha do caso se deu ao acaso, quando a pesquisadora, na época, aluna especial da disciplina de Gestão Ambiental do Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Tecnologia, Gestão e Sustentabilidade – PPGTGS, da UNIOESTE, desenvolvia uma pesquisa sobre Ações de Gestão Ambiental realizadas por empresas da região Oeste do Paraná.

Na ocasião, a pesquisadora solicitou auxílio a sua rede de *networking* para localizar uma empresa aderente a proposta de pesquisa, o que culminou na citação do trabalho desenvolvido pela empresa Ferpalglass. De posse da informação, a pesquisadora contatou o proprietário da empresa, realizou a pesquisa e escreveu um artigo científico sobre logística reversa de materiais vítreos. Que, mais tarde se tornaria a proposta de pré-projeto para ingresso como aluna regular do mestrado, ao menos, até a proposta ser compartilhada com uma professora, que ao tomar conhecimento do caso da empresa, sugeriu o tema, até então desconsiderado pela pesquisadora: **Economia Circular.**

Após pesquisa inicial sobre o tema EC, a pesquisadora, redirecionou a tema de estudo do pré-projeto de logística reversa para Economia Circular entendendo que a empresa Ferpalglass apresentava características do tema de estudo.

Desde modo, o estudo de caso foi conduzido em uma empresa que realiza a prestação de serviços de gerenciamento de resíduos sólidos através da logística reversa de resíduos vítreos, denominada neste trabalho de Ferpalglass, cujo papel importa significativa contribuição para o desenvolvimento do estudo sobre EC.

A análise do ciclo de vida no negócio da Ferpalglass possibilita compreender os processos que sustentam a operação do negócio e estes serão conhecidos a partir da coleta de dados. Já os elementos da EC presentes no negócio da empresa, consideram quinze blocos de elementos da EC identificados durante a pesquisa bibliográfica, apresentados no aporte teórico e compreendem:

a) ciclo reverso (função/finalidade);
b) fluxo dos materiais;
c) nível de implantação;
d) grau de Maturidade em EC;
e) estratégias de retenção (Imperativos Rs - Níveis prioritários 10 Rs);
f) estratégia de valor;
g) ecoinovação;
h) fatores motivadores e institucionais;
i) tecnologias disruptivas;
j) parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade do CEBM ao nível micro ambiental;
k) valores;
l) barreiras;
m) oportunidades;
n) impactos positivos gerados;
o) contribuição às ODS.

Os elementos da EC analisados também foram utilizados para elaborar a Matriz Morfológica, cuja proposta está detalhada no tópico a seguir.

3.4 Protocolo para construção da Matriz Morfológica

A construção do modelo de Matriz Morfológica para analisar o perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM) vem ao encontro de uma carência percebida pela pesquisadora durante a pesquisa bibliográfica de ferramentas apropriadas de EC e linguagem compartilhada para analisar o perfil circular de um negócio usuário da EC. O que é corroborada com a percepção de vários estudiosos, como Bocken *et al.* (2017) *apud* Reike, Vermeulen e Witjes (2018), Antikainen e Valkokari (2016) e Lewandowski (2016).

A construção da Matriz Morfológica recebeu contribuições das teorias estudadas, dos diversos autores pesquisados e dos resultados encontrados no estudo de caso resultando em um

modelo composto por caixas morfológicas para identificar os elementos da Economia Circular presentes em um negócio e assim o caracterizar e configurar estabelecendo um perfil circular.

A ideia para a proposição da matriz morfológica partiu de um estudo anterior, realizado por Baum e Souza (2023), sobre as configurações de um modelo de negócio circular nativo de gerenciamento de resíduos sólidos onde, os pesquisadores, elaboraram um diagrama para apresentar as configurações do MNCN da empresa estudada (estas informações estão apresentadas no Anexo A) com o intuito de fornecer maior entendimento sobre "onde e como a empresa está inserida na Economia Circular" (Baum; Souza, 2023, p. 14). No entanto, o diagrama elaborado pelos autores não permite a replicação para outros estudos, assim, na tentativa de tornar o diagrama replicável este estudo propõe a utilização de caixas morfológicas para identificar os elementos da Economia Circular presentes em um negócio.

Neste sentido, a proposta de Matriz morfológica considera duas expressões chaves: configuração e morfologia. Segundo o Dicionário Online Priberam (2023), por configuração entende-se, dentre outros: (a) "figura que apresenta um grupo de coisas dispostas em certa ordem = composição, disposição"; (b) "conjunto de opções ou parâmetros estabelecidos para um programa, ou sistema informático, ou para um equipamento. = definição".

Já, por morfologia, entende-se como o estudo das relações estruturais entre diferentes partes ou aspectos do objeto de estudo (Álvarez; Ritchey, 2015). A análise morfológica, generalizada pelo astrofísico Zwicky (1967) é "um método para estruturar e analisar qualquer tipo de multidimensional, essencialmente não complexo de problemas quantificados" (Álvarez; Ritchey 2015, p. 1).

Conforme cita Lüdeke-Freund *et al.,* (2019) existem diferentes modelos de negócios e cada um deles adotam diferentes pontos de partida para descrever um negócio circular. Segundo Schulte (2013) citado por Lüdeke-Freund *et al.* (2019), essas estruturas propõem novos modelos de negócios para redefinir como as organizações criam e capturam valor ao aderir aos princípios da EC. O que aponta à necessidade de consolidar os modelos e definições existentes para auxiliar os pesquisadores e profissionais na análise e concepção de CEBM. Deste modo, desenvolveu-se uma morfologia que integra e unifica a variedade de elementos que compõe o modelo econômico circular.

O instrumento proposto apresenta um critério que seleciona o negócio na perspectiva de usuário da Economia Circular. A ferramenta permite a visualização detalhada das características e configurações do CEBM a partir dos elementos da EC presentes na literatura. O quadro 13 demonstra as três etapas realizadas para criar a matriz morfológica.

Quadro 13 – Etapas da construção da matriz morfológica de EC

Etapas	Descrição
Criação de um banco de dados.	A partir da pesquisa bibliográfica, descreveram-se os elementos da EC encontrados no aporte teórico deste trabalho.
Consolidação e descrição dos elementos que compõe.	Síntese dos elementos da EC encontrados na literatura, (Quadro 5 e 10).
Codificação das opções.	Elaboração da matriz morfológica contendo 15 (quinze) opções genéricas de elementos que compõe a EC e estão dispostas no eixo vertical, na primeira coluna. Nas colunas seguintes, no eixo horizontal, estão dispostas as opções que suportam as características e configurações dos CEBMS conforme os elementos da EC.

Fonte**:** adaptado de Lüdeke-Freund, Gold e Bocken (2019).

O modelo de matriz morfológica proposto (quadro 14) tem a intenção de favorecer a análise dos CEBM's a partir dos elementos que compõe a EC, visualizando as características e configurações do negócio circular. A análise morfológica proposta considera o ciclo reverso como a espinha dorsal da EC. O eixo vertical da primeira coluna do quadro 14 está estruturado segundo os elementos da EC, já o eixo horizontal apresenta as opções possíveis por elemento identificados na pesquisa bibliográfica e compõe o aporte teórico deste estudo, representando as **Características e Configurações (CACO**) presentes em um CEBM.

Uma empresa pode ser configurada de infinitas formas, contemplando uma gama de elementos, no entanto, neste estudo consideram-se os elementos descritos a seguir:

a) ciclo reverso (função/finalidade);
b) fluxo dos materiais;
c) nível de implantação;
d) grau de Maturidade em EC;
e) estratégias de retenção (Imperativos Rs - Níveis prioritários 10 Rs);
f) estratégia de valor;
g) ecoinovação;
h) fatores motivadores e institucionais;
i) tecnologias disruptivas;
j) parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade do CEBM ao nível micro ambiental;
k) valores;
l) barreiras;
m) oportunidades;
n) impactos positivos gerados;
o) contribuição às ODS.

Esta proposta de Matriz Morfológica visa reunir elementos relevantes da EC presentes em um CEBM e não se trata de uma tentativa de fazer uma apresentação exaustiva da literatura. Sem dúvida, existem muitos outros elementos da EC relevantes, que podem ter sido negligenciados e que podem trazer contribuições importantes. Neste contexto, conforme descrevem Ldeke-Freund *et al.* (2019), é preciso ter em mente que "o conceito de análise morfológica ou abordagem morfológica como método para o pensamento criativo e a estruturação de problemas é mencionado em centenas – senão milhares – de artigos de década de 1960 em diante".

Portanto, não se tem a intenção de limitar a presença de elementos da EC nos CEBM, mas sim, criar um modelo de referência que pode ser aperfeiçoado infinitamente conforme o estudo sobre a EC avança no campo acadêmico e prático através da aplicação desta ferramenta em estudos de caso futuros.

Para testar e exemplificar a aplicação da Matriz Morfológica CACO, detalhada no quadro 14, em uma empresa circular, foi utilizado o modelo de negócio da Ferpalglass para validar a proposta. O resultado da aplicação da Matriz Morfológica CACO está apresentado na análise e discussão dos resultados.

Quadro 14 – Matriz Morfológica para caracterizar e configurar um CEBM

Elementos EC	**Características e Configurações (CACO) de CEBM**																
(a) função	produto como serviço	Compartilhamento	extensão da vida útil	recuperação de recursos	suprimentos circulares												
(b) ciclo	Ciclo técnico	Ciclo biológico															
(c) implantação	Micro	Meso	Macro														
(d) maturidade	Modelo de Negócio Nativo	Modelo de Negócio em transição															
(e) retenção R	recusar	Reduzir	Reutilizar	Reparar	Recondicionar	Remanufaturar	Redirecionar	reciclar	recuperar	reminerar							
(f) ecoinovação	*design* de produto	Processos	Organizacional	Marketing	Social	sistema											
(g) estratégia de Valor	Proposta de Valor	Criação e Entrega de Valor	Captura de valor														
(h) fatores motivadores e institucionais	Cognitivos	Regulatórios	Normativos														
(i) tecnologias disruptivas	Físicas	Biológicas	Digitais														
(j) medição	pegada ecológica	valor (R$) recuperação recursos	crescimento receita	indicadores desempenho	Rotatividade	tempo implantação	dependência fornecedor	utilização reciclados	utilização insustentáveis	benefícios fabricação aditiva	% servitização	custos fixos materiais					
(k) valores	Econômicos	Sociais	Ambientais														
(l) barreiras	Tecnológicas	Mercadológicas	Regulatórias	Culturais													
(m) oportunidades	Tecnológicas	Mercadológicas	Regulatórias	Culturais													
(n) impactos positivos	Redução de gases de efeito estufa	Redução dos volumes de aterros e lixões	Novas oportunidades de negócios	Geração de emprego e renda													
(o) ODS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Fonte: elaboração própria (2023).

3.5 Protocolo para coleta de dados

Um estudo de caso preconiza a utilização de diferentes métodos de coleta de dados para garantir a confiabilidade da pesquisa, combina a utilização de entrevistas, questionários, documentos de arquivos, observações e evidências (Yin, 2015). O que é corroborado por Gil (2017, p. 87) "na maioria dos estudos de caso, a coleta de dados é feita mediante entrevistas, observação e análise de documentos, embora muitas outras técnicas possam ser utilizadas".

Para Mendonça (2014, p. 31), "as principais técnicas (instrumentos) de coleta de dados geralmente utilizadas na pesquisa descritiva são formulários, entrevistas, questionários, fichas de registro para observação e coleta de dados em documentos", portanto, as fontes de evidências utilizadas nesse estudo foram a entrevista semiestruturada, o questionário semiestruturado, observações e documentos e arquivos.

Conforme observa Mendonça (2014, p. 25) existem diferenças entre o questionário, entrevista e formulário. "No questionário, o sujeito pesquisado apresenta suas respostas por escrito, ou seja, o informante escreve. Na entrevista, o sujeito pesquisado apresenta suas respostas verbalmente, ou seja, o informante fala. No formulário, o informante fala e o pesquisador escreve".

Em razão dos objetivos propostos e da escolha metodológica, optou-se por não utilizar fontes de evidência por artefatos físicos e observação participante. A coleta de dados e evidências ocorreu entre novembro de 2022 a novembro de 2023. Os dados coletados podem ser classificados como sendo de natureza primária e secundária (Roesch, 2005) e forneceram informações para atingir os objetivos propostos conforme apresentado no quadro 15.

Quadro 15 – Alinhamento entre objetivos e ferramentas de coleta de dados

Objetivos Específicos	Ferramenta
a) caracterizar a empresa Ferpalglass, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular.	-Entrevista Inicial e complementar, triangulação com os dados oriundos de documentos e arquivos (informações institucionais e públicas), questionários e observações.
b) descrever os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass.	-Entrevista complementar, triangulação com os dados oriundos de documentos e arquivos (informações institucionais e públicas), questionários e observações.
c) propor um modelo de Matriz Morfológica analisar o perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM).	-Elementos apresentados no aporte teórico concatenado com as informações oriundas dos documentos e arquivos (informações institucionais e públicas); entrevistas; questionário e observações.
d) analisar os elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa Ferpalglass.	-Entrevista complementar, triangulação com os dados oriundos de documentos e arquivos (informações institucionais e públicas), questionários e observações.

Fonte: elaboração própria (2023).

Na sequência, apresenta-se detalhadamente o procedimento adotado em cada uma das técnicas de coletas de dados utilizadas para responder os objetivos propostos.

3.5.1 Entrevista semiestruturada

Com base nos conceitos apresentados no aporte teórico e no estudo de caso, elaborou-se um roteiro de entrevista semiestruturada, combinando questões principais com a possibilidade de inserir novas questões decorrentes de desdobramentos circunstanciais da entrevista possibilitando que o pesquisador mantivesse o rigor da pesquisa sem perder a flexibilidade necessária para promover ajustes durante o procedimento de coleta de dados.

As entrevistas foram informais, focalizadas, e parcialmente estruturadas segundo os conhecimentos de Gil (2017), fornecendo informações relevantes para a pesquisa diretamente atrelada a investigação (Zambello *et. al.,* 2018). As questões abertas possibilitaram respostas livres do entrevistado, favorecendo a análise do conteúdo e/ou análise do discurso, conforme aponta Pereira *et al.* (2018). A condução das entrevistas seguiu um roteiro pré-definido conforme exposto no quadro 16.

Quadro 16 – Roteiro para condução da entrevista

Etapa	Descrição da etapa
Etapa 1	Explanação da proposta de projeto de pesquisa e apresentação do programa de mestrado PPGTGS.
Etapa 2	Agradecimento ao entrevistado e a empresa pela disponibilidade para realização do estudo de caso.
Etapa 3	Esclarecer o cunho acadêmico da pesquisa que subsidiará a elaboração da dissertação sobre o tema Economia Circular.
Etapa 4	Esclarecer que a identidade do entrevistado será mantida em sigilo, sendo apresentado apenas as Iniciais do nome do entrevistado.
Etapa 5	Detalhar como os dados da entrevista serão utilizados: transcrição, aprovação e tabulação dos dados que foram coletados.
Etapa 6	Apresentar os objetivos da entrevista.
Etapa 7	Início da entrevista.
Etapa 8	Fechamento da entrevista (após transcrição o documento será enviado para aprovação).
Etapa 9	Verificação da disponibilidade do entrevistado para realização de entrevistas complementares, caso haja necessidade.
Etapa 10	Agradecer as informações apresentadas.

Fonte: elaboração própria (2023).

Para avaliar o roteiro de entrevista foi realizado inicialmente um pré-teste a fim de verificar possíveis indícios de questões mal formuladas e vocabulários incompreensíveis. Desta etapa resultou a versão definitiva do roteiro da entrevista inicial contemplando dezesseis questões (quadro 17).

Quadro 17 – Roteiro da entrevista inicial

Contexto	Questões
Resumo da entrevista	Data da entrevista: Horário de início e término da entrevista: Tempo de duração da entrevista:
Dados do entrevistado	Entrevistado: Função na empresa:
Contexto sobre EC	1) O entrevistado tem conhecimento sobre o Conceito de EC? 2) Qual é o entendimento do entrevistado sobre a importância da EC?
Contexto histórico da empresa	3) Quando foi fundada a empresa? 4) Quem foi o fundador da empresa? 5) Como surgiu a ideia de empreender neste segmento? 6) Qual é a história da Ferpalglass?
Contexto do negócio	7) Qual é a atividade da empresa? 8) Como a empresa operacionaliza o seu negócio, como funciona? 9) Existe regulação da atividade comercial da empresa? Se, sim, quais órgãos fiscalizam a atividade e qual a finalidade? 10) Quais são os concorrentes diretos e indiretos da empresa? 11) De onde vem o vidro que a empresa recebe e processa? 12) Para onde vai o vidro que a empresa recebe e processa? 13) Quem são e quantos são os clientes da empresa? 14) A empresa emprega quantas pessoas? Quais áreas elas trabalham? 15) Qual a área das instalações disponível para processamento de materiais em m²? Área interna: __m2; área externa:__m2 16) Quais as oportunidades e desafios na operacionalização do negócio?

Fonte: elaboração própria (2023).

Após entrevista inicial foi necessária a realização de uma entrevista complementar a fim de levantar dados mais específicos sobre os processos e elementos do ciclo de vida do negócio. As questões abordaram as etapas do processo de reciclagem, considerando os preceitos de Calderoní (1998) citado por Benetti (2000), o formato de negócio da empresa Ferpalglass e as características dos resíduos coletados pela empresa (vidro), conforme descrito a seguir:

a) contratação;
b) transporte dos recursos dos pontos de coleta até a planta da empresa;
c) recepção dos recursos vítreos;
d) armazenagem dos recursos coletados;
e) classificação dos recursos vítreos;
f) processo de separação de contaminantes;
g) processamento dos recursos vítreos;
h) armazenamento dos resíduos processados;
i) coleta e transporte para a indústria de transformação;
j) rastreamento e o controle dos fluxos de resíduos vítreos;
k) gestão do negócio.

Após definição dos processos, foram elaboradas seis questões-chaves a fim de descrever cada um deles e compõe o roteiro da entrevista complementar conforme quadro 18.

Quadro 18 - Roteiro da entrevista Complementar

Resumo da entrevista	Data da entrevista: Horário de início e término da entrevista: Tempo de duração da entrevista:
Dados do entrevistado	Entrevistado: Função na empresa:
Processos	**Questões**
Contratação	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Transporte dos recursos dos pontos de coleta até a planta da empresa	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Recepção dos recursos vítreos	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Armazenagem dos recursos coletados	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Classificação dos recursos vítreos	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Processo de separação de contaminantes	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Processamento dos recursos vítreos	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Armazenamento dos resíduos processados	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?

Continua...

...Continuação.

Coleta e Transporte para a indústria de transformação	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
O rastreamento e o controle dos fluxos de resíduos vítreos	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?
Gestão do negócios	1) Descreva o processo. 2) Quais equipamentos e mecanismos são utilizados neste processo? 3) Quais insumos e energia são utilizados? 4) Quais são os controles operacionais utilizados neste processo? 5) Há impactos ambientais gerados por esta atividade? 6) Há resíduos gerados no processo?

Fonte: elaboração própria (2023).

Os detalhes das entrevistas realizadas estão apresentados no quadro 19.

Quadro 19 – Detalhes das entrevistas realizadas

Entrevista	**Data de realização**	**Sigla do Entrevistado**	**Função do Entrevistado**	**Tempo de Duração**	**Recurso**
Inicial	14/11/2022	PR	Gestor/Proprietário	01:48:23	Presencial
Complementar	09/12/2023	PR	Gestor/Proprietário	01:59:19	*Microsoft Teams*

Fonte**:** elaboração própria (2023).

3.5.2 Questionário semiestruturado

Posteriormente foram elaborados dois questionários semiestruturados e complementares, utilizando o *Google Forms*, cujos *links* foram enviados pelo aplicativo de mensagens *WhatsApp* ao proprietário da empresa, a fim de coletar dados adicionais sobre as características do negócio, o ciclo de vida do negócio e os elementos da EC. Os detalhes dos questionários estão apresentados a seguir (quadro 20).

Quadro 20 – Detalhes dos questionários

Questionário	**Recebido em**	**Sigla do Respondente**	**Função do Entrevistado**	**Recurso**
Questionário 01	14/11/2022 12:37:45	PR	Gestor/Proprietário	*Google Forms*
Questionário 02	15/11/2022 13:37:44	PR	Gestor/Proprietário	*Google Forms*

Fonte**:** elaboração própria (2023).

O roteiro do questionário 01 contemplou quatorze questões e o roteiro do questionário 02 contemplou, por sua vez, treze questões conforme quadros 21 e 22, apresentados sequencialmente.

Quadro 21 – Roteiro do questionário semiestruturado 01

Empresa: Respondente: Função na empresa:
1. Quem são os consumidores que descartam os resíduos vítreos pós-consumo captados pela empresa? 2. Como o cliente contrata os serviços da empresa? 3. Como o material coletado é armazenado nos pontos de coleta? 4. Como o material coletado é transportado até a planta fabril da empresa? 5. Quais são os equipamentos/veículos utilizados para coleta? 6. Existe um sistema de logística para a coleta? Se sim, como funciona? 7. O material ao chegar na planta da empresa tem um local adequado para armazenagem? E, qual é a estrutura utilizada pela empresa para armazenar os resíduos coletados? 8. Como ocorre o processamento dos resíduos coletados? 9. Quais equipamentos são utilizados no processo de beneficiamento do vidro? ( ) esteira transportadora ( ) máquinas ( ) ímã ( ) lavador ( ) esteira de classificação 10. É utilizado algum veículo nas operações internas de beneficiamento do vidro? Se sim, qual? 11. Após ser processado, o material para venda tem um local adequado para armazenagem? E, qual é a estrutura utilizada para armazenar os resíduos processados? 12. Como ocorre a tratativa com a indústria para a venda do material processado. 13. Como é enviado o vidro para a indústria de transformação? 14. Descreva os processos envolvidos no beneficiamento do vidro, desde o consumo, descarte até a destinação para a indústria de transformação

Fonte: elaboração própria

Quadro 22 - Questionário semiestruturado 02

Empresa: Respondente: Função na empresa:
1) Qual a quantidade coletada de vidro mensalmente durante o ano 2022 em ton/mês 2) De onde vem o material para ser reciclado? 3) Quantos clientes a empresa possuía no final de 2022? 4) Qual o custo dos serviços ofertado pela empresa? 5) Além da recuperação dos recursos por meio da reciclagem, a empresa vende os materiais que possuem preservadas as suas características originais? Se, sim, quais são os tipos de materiais comercializados? ( ) ( ) garrafão de vinho () garrafas de bebida () potes ( ) outros:_____ 6) A empresa possui quantos compradores? 7) O comprador se enquadra em qual dos tipos: ( ) intermediário/sucateiro ( ) indústria de reciclagem ( ) outro:_____ 8) Qual o preço de venda dos resíduos vítreos em R$:_____ 9) Qual a localização do principal comprador? Nome da cidade: _____ e distância em km. 10) Como é realizado o transporte dos resíduos da empresa até o comprador? 11) Quem arca com os custos do transporte dos resíduos da empresa até o comprador? 12) Qual o custo do transporte dos resíduos da empresa até o comprador? 13) Quais dificuldades enfrentadas pela empresa na comercialização do vidro?

Fonte: elaboração própria (2023).

Além das entrevistas e dos questionários foram utilizados documentos e arquivos para coletar dados sobre o negócio. Estes documentos e arquivos estão apresentados na sequência.

3.5.3 Documentos selecionados

A pesquisa documental, incluiu documentos internos, como relatórios, documentos fiscais, e/ou outros, oriundos da atividade comercial da empresa, cedidos pelo proprietário. Além disso, utilizou-se de documentação pública da empresa contida nas redes sociais e em outros canais públicos, como o *Yotube* e a análise documental de leis, normas, decretos e relatórios setoriais envolvidos na atividade da empresa conforme preceitos de Yin (2015).

Além disso, realizou-se a verificação de registros em arquivos e consideraram os registros de serviços como a quantidade de resíduos coletados, registros organizacionais, tabelas e mapas geográficos, listas de clientes, tipos de clientes e dados provenientes de levantamentos. Esses registros apresentaram informações qualitativas e quantitativas, com dados numéricos e não numéricos seguindo o que é preconizado por Yin (2015). Os documentos analisados estão apresentados no quadro 23.

Quadro 23 – Análise documental

Documentos	**Descrição**
Modelo de Certificado	Certificado emitido ao cliente para comprovar a destinação correta de seus resíduos de acordo com a PNRS.
Modelo de Contratos de Prestação de Serviços	Contrato de Prestação de Serviços emitido pela Ferpalglass.
Registros Fotográficos	Registros disponíveis nas plataformas digitais da empresa e materiais publicados na rede (*Internet*).
Mídias	Dados disponíveis nas Mídias digitais da empresa, de jornais, revistas ou outras páginas.
Controle de clientes	Planilha de dados do setor comercial.
Planilha de controle de material coletado	Planilha de dados do setor financeiro.
Mapa de pontos de coleta	*Google Maps.*
Cadastro SINIR	Site do SINIR.

Fonte: documentação pesquisada (2023).

Por fim, apresenta-se na sequência o levantamento de provas observacionais.

3.5.4 Observação direta

As observações ocorreram *in loco*, antes, durante e após entrevista, bem como em visitas realizadas a planta da empresa, por meio de atividades informais de coleta de dados que corroboraram com o levantamento de provas observacionais, úteis para fornecer informações adicionais sobre o fenômeno estudado. Como não houve intenção de manipular os eventos analisados optou-se por não realizar a observação participante, mas sim, observar a operacionalização do negócio circular da empresa estudada através da observação direta.

Foram observados os processos e elementos presentes no local onde a empresa operacionaliza a recuperação de recursos vítreos e assim coletar dados sobre a presença dos elementos da EC no CEBM da empresa Ferpalglass, o protocolo de Observações está apresentado no quadro 24.

Quadro 24 – Protocolo de Observações

Elementos	Provas observacionais
Ciclo reverso (função/finalidade)	1) A atividade da empresa se enquadra como: (a) produto como serviço; (b) compartilhamento; (c) extensão da vida útil; (d) recuperação de recursos e; (e) suprimentos circulares.
Fluxo dos materiais	2) A atividade da empresa está inserida no ciclo técnico ou biológico?
Nível de implantação	3) A empresa implanta a EC em qual dos níveis ambientais: micro, meso ou macro?
Grau de Maturidade em EC	4) A empresa se classifica como Nativa ou em Transição?
Estratégias de retenção (Imperativos Rs - Níveis prioritários 10 Rs)	5) Das 10 estratégias de retenção, quais a empresa aplica em seu dia a dia operacional, contextualizar/exemplificar? (R0) recusar; (R1) Reduzir; (R2) Reutilizar; (R3) Reparar; (R4) Recondicionar; (R5) Remanufaturar; (R6) Redirecionar; (7) Reciclar; (R8) Recuperar; (R9) Reminerar
Estratégia de valor	6) É possível identificar a estratégia de valor na atividade realizada pela empresa?
Ecoinovação	7) É possível identificar princípios da ecoinovação no CEBM?
Fatores Motivadores e Institucionais	8) Quais são os fatores motivadores e institucionais que movem o negócio?
Tecnologias disruptivas	9) Existe influência das tecnologias disruptivas no CEBM? Qual?
Parâmetros de medição de viabilidade, validade e lucratividade do CEBM ao nível micro ambiental	10) Quais medições são possíveis realizar? 11) A empresa possui dependência do fornecedor/cliente?
Valores	12) Há presença de valores ambientais, sociais e econômicos?
Barreias	13) Quais barreiras desafiam a operacionalização e a sustentabilidade do negócio?
Oportunidades	14) Quais oportunidades podem ser aproveitadas pela empresa?
Impactos Positivos gerados	15) Há geração de impactos positivos pelo CEBM da empresa?
Contribuições às ODS	16) O modelo de negócios da empresa contribui para o cumprimento das metas dos 17 ODS?

Fonte: elaboração própria (2023).

Todos os procedimentos utilizados visaram a obtenção de dados para construção das respostas aos objetivos propostos cuja análise será apresentada adiante.

3.6 Técnicas da análise de dados

A análise de dados deve examinar, categorizar, classificar em tabelas ou, do contrário, recombinar as fontes de evidências considerando as proposições iniciais do estudo, por isso, a análise de dados pode ser considerada a mais difícil etapa do estudo de caso porque não há um padrão ou formato específico para realizar esta etapa (Yin, 2015).

Alves-Mazzoti e Gewandsznajder (2004) citados por Freitas e Jabbour (2011), enfatizam que o pesquisador deve, desde o início da coleta de dados, ir identificando temas e

relações, construindo interpretações e gerando novas questões e/ou aperfeiçoando as anteriores, levando a busca por novos dados, complementares ou mais específicos, que testem suas interpretações, num processo de sintonia fina até a análise final.

Para este estudo, a análise de dados e evidências segue as fases sugeridas por Freitas e Jabbour (2011), expressas na figura 10.

Figura 10 - Processo de análise das evidências coletadas no estudo de caso

Primeira fase	• Transcrição fidedigna das evidências coletadas
Segunda fase	• Descrição detalhada das evidências coletadas
Terceira fase	• Análise das evidências coletadas com base nos principais conceitos
Quarta fase	• Cruzamento das evidências coletadas

Fonte: Adaptado de Freitas e Jabbour (2011).

A primeira fase da análise das evidências deste estudo foi a transcrição dos dados, fidedignamente, que posteriormente foram organizados e enviados ao proprietário da empresa para validação das informações.

A segunda fase da análise de dados compreendeu a descrição detalhada das evidências coletadas que, segundo Miguel (2007), permite a identificação de dados e informações relevantes para a pesquisa, bem como *insights.* Neste trabalho, os dados foram organizados em um relatório de evidências.

Já na terceira fase foi realizada a análise dos dados com base no referencial teórico para identificar as convergências e divergências presentes na literatura. Isto porque os dados não falam por si só, precisam ser ligados aos referenciais teóricos e aos pressupostos que nortearam a pesquisa para torná-los consistentes (Zanelli, 2002).

A avaliação dos resultados seguiu os preceitos éticos e de imparcialidade, coesamente e em consonância com os pressupostos teóricos, nos padrões metodológicos e objetivos definidos (Freitas; Jabbour, 2011).

Por fim, na quarta e última fase, os dados coletados foram analisados conjuntamente, por meio de diferentes pontos de vista, a fim de gerar sinergia para melhor explicar e descrever o fenômeno estudado (Freitas; Jabbour, 2011).

3.7 Validade e confiabilidade

Segundo Yin (2016), deve-se utilizar ao menos três estratégias para verificação ou corroboração de um dado fato, evento ou descrição presente em um estudo, para reforçar a sua validade (Yin, 2016). Esta pesquisa utilizou quatro estratégias de coleta de dados a fim de contribuírem com o entendimento do fenômeno estudado e garantir a validade e confiabilidade do estudo de caso. Assim, possibilitando a triangulação das informações oriundas dos documentos, registros, entrevistas, observações e questionários.

A viabilidade e confiabilidade da pesquisa foi garantida uma vez que as informações obtidas durante as entrevistas e as respostas aos questionários foram validadas perante a análise dos documentos e arquivos e pelas observações diretas realizada pela pesquisadora durante a visita *in loco*.

Desta forma, a pesquisa seguiu os princípios da utilização de fontes diversas de evidências, triangulação de dados por meio do relatório de dados e da conectividade das informações advindas das evidências coletadas (Yin, 2015), propiciando a compreensão multidimensional de problemas complexos, tornando a pesquisa replicável, científica e transparente, permitindo compreender o caminho traçado pelos investigadores para chegar ao resultado (Tranfield; Denyer; Smart, 2003), tornando possível a compreensão do tema estudado e a extração das conclusões.

3.8 Matriz de amarração

A Matriz de Amarração é composta por uma estrutura matricial, de modo que seja possível comparar as decisões tomadas pelo pesquisador com as definições de pesquisa, identificando as configurações, e fornecendo a transparência acerca das limitações e ressalvas, propiciando a avaliação de sua eficiência e eficácia (Telles, 2001).

Outrossim, a Matriz de Amarração possibilita uma visão sintética do caminho traçado pelo pesquisador para atingir o objetivo da pesquisa, em virtude da análise integrada do estudo (Telles, 2001). O quadro 25 apresenta os elementos consolidados entre as etapas no decorrer da pesquisa.

Quadro 25 – Matriz de Amarração Metodológica

Título da Dissertação: Ferpalglass: um estudo de caso de uma empresa de economia circular.							
Questão de Investigação: Como a empresa Ferpalglass operacionaliza o seu modelo de negócios circular?							
Objetivo Geral: Analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza o seu modelo de negócio circular							
Abordagem da pesquisa	**Natureza da Pesquisa**	**Estratégia de Pesquisa**	**Referencial Teórico**	**Objetivos Específicos**	**Técnicas de coletas de dados**	**Técnica de análise de dados**	**Dimensão Temporal**
Qualitativa Descritiva	Aplicada	Estudo de caso único	a) VISÃO GERAL DA EC: Precedentes históricos, princípios e premissas da EC; classificação dos negócios circulares; porque as empresas estão aderindo à EC, casos reais de aplicação prática do modelo de EC e críticas ao modelo de Economia Circular. b) CAPACITADORES E ACELERADORES DA ECONOMIA CIRCULAR: Política Nacional de Resíduos Sólidos: gerenciamento e Legislação brasileira; Política Nacional de Economia Circular; práticas ESG; Agenda 2030 e o desenvolvimento sustentável. c) RECUPERAÇÃO DE RECURSOS VÍTREOS: Origem, cronologia e caracterização da indústria vítrea. Processo produtivo do vidro. Recuperação de recursos e a logística reversa do vidro.	a) caracterizar a empresa Ferpalglass, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular. b) descrever os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass. c) propor um modelo de Matriz Morfológica para análise do perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM). d) analisar os elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa Ferpalglass.	a) Entrevista semiestruturada. b) Questionário semiestruturado. c) Observações. d) Documentos e arquivos.	a) Análise descritiva.	Transversal com aproximação longitudinal.

Fonte**:** elaboração própria (2023).

4 ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse capítulo são apresentados os resultados da pesquisa realizada. Os resultados são provenientes das evidências coletadas por meio de documentos, registros em arquivos, questionário, entrevistas e observações diretas e pretendem responder os quatro objetivos específicos propostos: (a) caracterizar a empresa Ferpalglass, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular; (b) descrever os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass; (c) propor um modelo de Matriz Morfológica para análise do perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM); (d) analisar os elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa Ferpalglass e assim, atingir o objetivo geral: analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza o seu modelo de negócio circular.

4.1 Caracterização da empresa Ferpalglass

Esta seção apresenta resposta ao primeiro objetivo específico proposto, que consiste em caracterizar a empresa Ferpalglass, evidenciando as motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular. Os dados são provenientes de diferentes fontes de dados: entrevista, questionário, documentos e arquivos e, observações diretas.

A Ferpalglass Logística Reversa Ltda. é uma microempresa local, especializada na prestação de serviços de gestão de resíduos sólidos urbanos por meio da logística reversa de resíduos, especialmente, resíduos vítreos, situada na cidade de Foz do Iguaçu, região Oeste do Paraná, fundada em 14 de maio de 2020.

A organização está estabelecida na área industrial do município, cuja planta fabril possui área total de 35 ^{x} 22 m², utilizada para o processamento e armazenagem dos resíduos coletados. Além da área interna, a empresa possui ampla área externa de 15 ^{x} 20 m², utilizada para recepcionar e alocar o material captado dos pontos de coleta.

A Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) principal, disponível no cartão do CNPJ da empresa, é a **recuperação de materiais não especificados anteriormente** (CNAE 38.39-4-99). Já as atividades secundárias da empresa compreendem: fabricação de artigos de vidro (23.19-2-00); recuperação de sucatas de alumínio (38.31-9-01); recuperação de materiais plásticos (38.32-7-00); comércio atacadista de resíduos de papel e papelão (46.87-7-01); comércio atacadista de resíduos e sucatas não-metálicos, exceto de papel e papelão (46.87-7-02); comércio atacadista de resíduos e sucatas metálicos (46.87-7-03); transporte rodoviário

de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, intermunicipal, interestadual e internacional (49.30-2-02).

As atividades realizadas pela empresa abrangem a coleta de resíduos pós-consumo de empresas e clientes finais situados no município de Foz do Iguaçu (PR) e compreendem bares, restaurantes, vidraçarias, postos de combustíveis, hotéis, condomínios, supermercados, *disk*-bebidas dentre outras empresas, que ao final de 2022, somavam 200 clientes atendidos periodicamente.

Para atender aos 200 clientes, a empresa conta com uma equipe composta por 10 pessoas, incluindo o proprietário. As atividades administrativas e gerenciais são executadas pelo proprietário, que também realiza as atividades comerciais. A maioria dos colaboradores se ocupam das atividades de separação, classificação e higienização do material que chega dos pontos de coleta.

Dentre suas características, a empresa, se diferencia dos demais *players* que atuam no segmento, pelo formato do negócio e forma de operação. A empresa oferta ao mercado iguaçuense o serviço de gestão de resíduos sólidos, realizando a logística reversa dos resíduos pós-consumo, devolvendo-os ao processo produtivo como insumo para fabricação de um novo material vítreo ao passo que os demais *players* compram os resíduos vítreos pós-consumo.

Para que possa a empresa pudesse operar ela precisou se cadastrar nos órgãos regulamentadores, como, Instituto Ambiental do Paraná (IAP), com licença concedida para atuar até o ano de 2030 e o credenciamento no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), um instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituído pela Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. O SINIR é utilizado por geradores sujeitos ao PGRS, como transportadores, destinadores e armazenadores temporários que devem cadastrar sua movimentação dos resíduos sólidos no módulo Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) conforme determinação legal.

No *site* do SINIR a Ferpalglass declara a movimentação de resíduos sólidos que transitam pela empresa, através do sistema Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), um documento auto declaratório, válido no território nacional que possibilita a rastreabilidade dos resíduos, o controle da geração, armazenagem temporária, o transporte e a destinação final dos resíduos sólidos.

Além dos aspectos regulatórios necessários a operacionalização, a empresa é participante do programa *Glass is Good*, um programa de reciclagem de vidro que envolve o segmento de bebidas alcoólicas, composto por empresas parceiras, como a *Johnnie Walker*,

Smirnoff e Ciroc, Heineken, Pernod Ricard e Companhia *Müller* de Bebidas, além da fabricante de embalagens de vidro *Owens-Illinois*.

Mais a mais, a empresa participa ativamente no Núcleo de Sustentabilidade da Associação Comercial de Foz do Iguaçu (ACIFI), conforme apontou o entrevistado PR, a Ferpalglass é uma empresa comprometida com a sustentabilidade e com a Economia Circular, preocupada em deixar um legado positivo para as gerações futuras, fazendo sua parte hoje, o que é corroborado com o lema da empresa "**separe, não pare"**. Este comprometimento com a sustentabilidade é sustentado pelas ações desenvolvidas pela instituição. Dentre as ações, a Ferpalglass:

a) promove a Educação ambiental através da disponibilização de visitas técnicas a planta fabril;
b) participa de feiras e exposições a fim de difundir informações sobre a reciclagem do vidro;
c) desenvolve um projeto para criação de uma cartilha descrevendo o processo de reciclagem do vidro;
d) disponibiliza Pontos de Coleta Voluntária (PEV) em locais estratégicos para que consumidores finais entreguem os resíduos vítreos pós-consumo corretamente e sem custos.

Estas ações vêm ao encontro do preconizado por Pieroni, Mcaloone e Pigosso (2019) que afirmam que a implantação dos princípios da EC pela iniciativa privada pode ter origem nos fatores motivadores, nas estratégias e tomada de decisão dos seus gestores, ou ainda, nos fatores institucionais, como regras, normas e crenças existentes nas organizações. E, neste caso, a força motriz que impulsiona a empresa a adorar os princípios da EC é cognitiva, advinda do *mindset* do fundador e proprietário da empresa (Stål; Corvellec, 2018), uma estratégia proativa no processo de transição para a EC (Guarniere *et al*., 2023).

A contribuição do MNCN de recuperação de recursos da empresa Ferpalglass para a circularidade do vidro pode ser observada a partir da análise da quantidade de vidro coletado e enviado a indústria de transformação, o impacto positivo gerado com a redução na emissão de GEE devido à reciclagem do vidro coletado, a quantidade de crédito de carbono acumulado pelo conceito de Crédito de Carbono (Protocolo de Quioto) bem como outros indicadores positivos observados:

a) fornece uma alternativa a geradores de resíduos de destinar adequadamente os materiais pós-consumo em cumprimento a legislação vigente;

b) promove a conscientização dos consumidores vítreos por meio dos pontos de coleta voluntária;
c) promove a redução de matéria-prima virgem ao destinar os resíduos vítreos para serem reintegrados a cadeia produtiva;
d) prolonga a vida útil do vidro que seria descartado e volta a ser utilizado, em seu estado original;
e) cria valor ao promover a reciclagem;
f) promove um processo produtivo limpo;
g) reduz a emissão de GEE com o envio de resíduos vítreos a indústria de transformação;
h) promove uma estratégia de negócio inovadora e sustentável.

De acordo com o entrevistado PR são muitos os desafios diários para se manter viável no mercado, dentre os desafios destacados por ele estão o preço pago pelo material vítreo reciclado, o volume do material, o custo logístico reverso, a tecnologia de transformação, a capacitação do pessoal que trabalha na recuperação de resíduos, a conscientização do consumidor e o descarte incorreto.

Mesmo diante dos desafios inerentes ao processo de recuperação de recursos, a estratégia de negócios da empresa possibilitou a reinserção de 1.560 toneladas de resíduos vítreos durante o ano de 2022, considerando a média de 130 toneladas/mês que foram destinados à indústria de transformação para a produção de um novo vidro.

A quantidade de resíduos vítreos coletados e destinados para a indústria pela empresa Ferpalglass contribuiu com a redução de, em média, 260 toneladas de dióxido de carbono (CO2) que deixaram de ser emitidos, equivalente a 260 créditos de carbono, uma vez que a cada seis toneladas de vidro reciclado, utilizadas na fabricação de um novo vidro, em média, uma tonelada de dióxido de carbono (CO2) deixa de ser emitida. O valor equivale a um crédito de carbono acumulado pelo conceito de Crédito de Carbono que surgiu no Protocolo de Quioto (ABIVIDRO, 2021).

Considerando o cenário de geração de resíduos no município de Foz do Iguaçu em que cada iguaçuense pode ter gerado, em 2022, 776 gramas de RSU/dia (em média), sendo 261 gramas de materiais recicláveis secos, onde o vidro corresponde a 2,7% (os valores consideram os percentuais e indicadores de geração apresentado pela Abrelpe para os anos de 2021 e 2022), há um vasto mercado a ser explorado, com a oportunidade de ampliação da oferta dos serviços da empresa a novos clientes. Esta e outras oportunidades e os desafios apresentados estão sintetizados no quadro 26.

Quadro 26 – Oportunidades e desafios na operacionalização de um negócio circular

Oportunidades	Desafios
Ecoinovação de produtos a partir da recuperação de recursos; Marco Legal da EC; Política Nacional de Resíduos Sólidos; Parcerias entre a academia, Estado, Instituições e outras empresas; Ciclo infinito do vidro; Mercado em expansão; Ampliação da oferta dos serviços com a inclusão de outros resíduos sólidos como papel, plástico e metal.	Comportamento do consumidor; Localização da indústria de transformação; Custos logísticos e operacionais; Capacitação profissional para operar com resíduos.

Fonte**:** elaboração própria (2023).

Além das oportunidades e desafios inerentes a operacionalização do negócio da empresa, destacam-se a influência dos fatores externos - macro ambientais na organização, conforme cita Wetman (2019), os fatores podem ser políticos, econômicos, sociais, tecnológicos, legais e ambientais e exercem influências na implantação de estratégias de negócios circulares.

Quando a empresa tem a oportunidade de conhecer os fatores que exercem influência em sua operacionalização ela tem a oportunidade de antecipar decisões, alinhar-se estrategicamente para responder estas demandas, além de se manter competitiva no mercado. A partir da análise do aporte teórico, das observações diretas realizadas e da análise dos dados das entrevistas e questionários, relaciona-se os fatores e as referidas influências no modelo de negócio da empresa pesquisada (ver quadro 27).

Quadro 27 – Fatores externos e suas influências nos negócios circulares

Fatores	Influência
Políticos	Pressões para que o Estado adote políticas da EC
Econômicos	Indústria vítrea em ascensão
Sociais	População iguaçuense *Mindset* dos consumidores Estilo de vida sustentável
Tecnológicos	Ecoinovação (*desing* de produtos, processos e negócios)
Ambientais	ODS Limites de recursos naturais Capacidade do Planeta em regenerar-se
Legais	PNRS Marco Legal da EC

Fonte**:** elaboração própria (2023).

A análise dos fatores externos à organização permite uma visão macro ambiental, em que considera fatores amplos do ambiente macro ambiental, ou seja, uma visão mais completa do contexto do negócio, com a visualização das forças externas que moldam o ambiente no qual organização está inserida, fatores estes, que estão fora do controle direto da empresa, como o caso da pandêmica COVID-19 que provocou grandes mudanças no negócio, desde saída de um

dos sócios, venda de equipamentos e automóveis e reestruturação para dar continuidade nas atividades da empresa.

4.2 Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass

Esta seção apresenta resposta ao segundo objetivo específico do estudo, que consiste em descrever os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass. Os dados foram coletados por diferentes estratégias: entrevista, questionário, documentos e arquivos e observação direta.

O ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass está centralizado no processo de recuperação de recursos. Para compreender este ciclo foram analisados os processos de:

a) contratação;

b) transporte dos recursos dos pontos de coleta até a planta da empresa;

c) recepção dos recursos vítreos;

d) armazenagem dos recursos coletados;

e) processo de separação de contaminantes;

f) classificação dos recursos vítreos;

g) processamento dos recursos vítreos;

h) armazenamento dos resíduos processados;

i) coleta e transporte para a indústria de transformação;

j) rastreamento e o controle dos fluxos de resíduos vítreos;

k) gestão do negócio.

Os processos da empresa pesquisada representam o ciclo de vida do negócio. Inicia com o consumidor adquirindo um produto e recomeça com o retorno dos resíduos pós-consumo para a produção de novo vidro.

Os procedimentos do ciclo de vida do negócio circular da Ferpalglass são descritos a seguir. Isso inclui a apresentação dos equipamentos e mecanismos usados, os insumos e energia consumidos, os controles operacionais implementados, os impactos ambientais e os resíduos gerados na operação.

4.2.1 A contratação dos serviços da Ferpalglass

Os contratantes dos serviços de logística reversa são pessoas físicas e jurídicas. Os principais clientes são bares, restaurantes, vidraçarias, postos de combustíveis, hotéis,

condomínios, supermercados, *disk* bebidas, dentre outras empresas que necessitam destinar os resíduos pós-consumo de acordo com a legislação vigente.

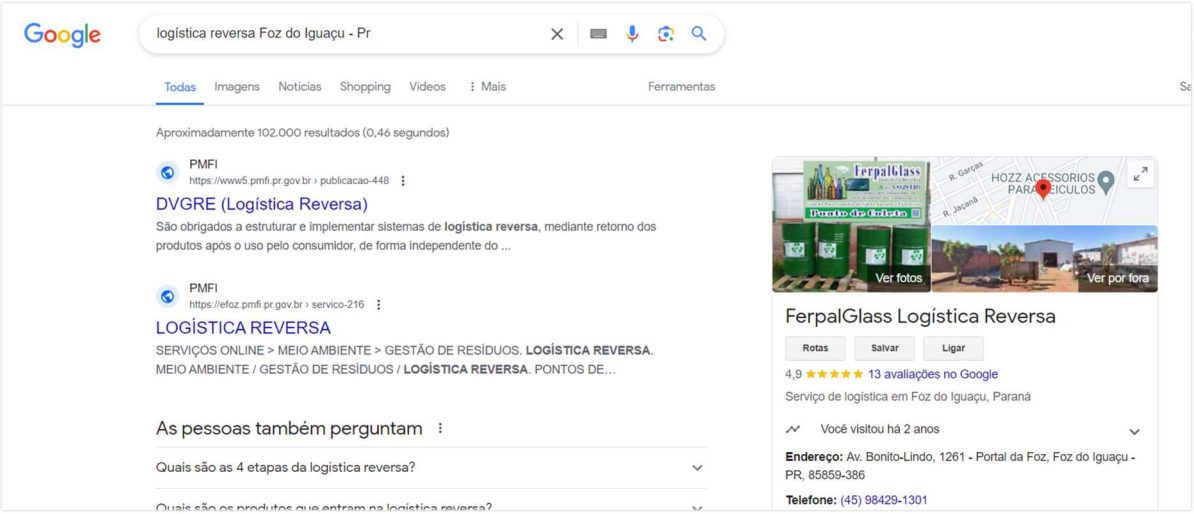
O entrevistado PR salientou que os clientes da Ferpalglass têm três necessidades principais: (1) onde descartar os resíduos pós-consumo; (2) como descartar estes resíduos pós-consumo e; (3) aderir à legislação ambiental sobre a disposição de resíduos pós-consumo, ou seja, precisam comprovar a destinação apropriada dos resíduos pós-consumo.

Embora a empresa recepcione resíduos advindos de pessoas físicas nos pontos de coleta voluntária, o entrevistado, enfatizou que as necessidades dos clientes da Ferpalglass provêm de entidades corporativas, que são grandes geradores necessitando de tratamento para seus resíduos. Esses geradores são monitorados e requerem uma comprovação anual de sua destinação, de acordo com o PGRS. Quanto aos pequenos geradores (domiciliares), estes são atendidos pela prefeitura por meio do serviço de coleta. Neste segmento, também atuam as cooperativas de catadores.

As necessidades dos clientes são atendidas ao contratarem a Ferpalglass para gerenciar os resíduos pós-consumo. A Ferpalglass é responsável pela coleta desses resíduos, conduz o processamento, encaminha-os para a indústria de transformação e fornece ao cliente um certificado que comprova a destinação correta dos resíduos.

A interação dos clientes com a empresa ocorre por três formas principais: (1) pesquisa *online*, que abrange as mídias sociais; (2) recomendações de outros usuários; e (3) prospecção. Por exemplo, ao pesquisar "logística reversa em Foz do Iguaçu - PR" no *Google*, os resultados apresentam a empresa Ferpalglass à direita da tela. Isso foi constatado em uma pesquisa realizada pela pesquisadora em 9 de novembro de 2022, às 09h09, como ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Pesquisa realizada no Google – logística reversa Foz do Iguaçu – Pr



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Quando o cliente faz uso da plataforma do *Facebook* para realizar uma busca usando as mesmas palavras-chave, a empresa aparece de forma exclusiva. Isso é comprovado pelo registro da pesquisa conduzida pela pesquisadora em 9 de novembro de 2022 às 19h27, como mostrado na Figura 12.

Figura 12 - Pesquisa realizada no *Facebook* – logística reversa Foz do Iguaçu – Pr.

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Ao visitar a página da empresa no *Facebook*, o cliente pode obter informações e atualizações sobre a empresa. Isso inclui uma "Tabela de Recolhimento - Tonel", que apresenta os preços dos serviços fornecidos. A divulgação desse material tem como objetivo promover as atividades realizadas pela empresa e evidenciar a transparência dos processos de formação de preços dos serviços (Figura 13).

Figura 13 - Tabela de preços dos serviços de recolhimento de vidros por tonel

Fonte**:** *Facebook* da empresa (https://www.facebook.com/ferpalGlass)

O material publicado contém detalhes de contato com o negócio, endereço para descarte gratuito na sede do empreendimento e serviço de coleta. Essas informações, incluindo o serviço de coleta, podem ser acessadas através do QR-Code fornecido no material. Adicionalmente, as mesmas informações podem ser encontradas tanto na página da empresa no *Facebook* quanto no perfil do *Instagram*.

Quando um novo cliente contata a empresa por indicação de clientes fidelizados, o processo acontece, normalmente, via *WhatsApp* e/ou telefone comercial. Neste caso, o interessado menciona quem fez a indicação, apresenta as suas necessidades, esclarece dúvidas sobre os serviços, recebe as informações e orientações sobre a contratação dos serviços.

Por fim, no caso da prospecção, o contato é realizado pelo PR por telefone, visita comercial, participação em eventos, reuniões que envolvam o tema sustentabilidade e destes processos podem surgir futuros contratos.

Para contratar os serviços da empresa, os clientes, primeiramente, preenchem um formulário *online* de "Cadastro de cliente - Ferpalglass Logística Reversa" através da ferramenta *Google Forms*. O formulário é composto de 17 (dezessete) perguntas conforme quadro 28.

Quadro 28 - Cadastro de cliente - Ferpalglass Logística Reversa

1.	E-mail
2.	Nome da Empresa ou pessoa física "Fantasia"
3.	Razão social no caso de empresa ou condomínio
4.	CNPJ ou CPF
5.	Inscrição Estadual
6.	Telefone de contato
7.	Endereço - Rua
8.	Nº
9.	Bairro
10.	CEP
11.	Nome e função de quem vai assinar o contrato
12.	Pessoa que será o contato e a função que exerce.
13.	Contato e função (de quem vai nos contatar para realizar o serviço) (cel.)
14.	Pessoa que será o contato e a função que exerce.
15.	Observações que seja necessário sabermos.
16.	Eu estou ciente de que há custos da contratação deste serviço.
17.	Eu preciso de maiores informações sobre tabela de preço e ou sobre o serviço.

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Após a recepção dos dados, a empresa prepara o contrato de prestação de serviços, conduz os processos contratuais (aceitação e assinatura) e subsequentemente planeja a alocação do tambor no local de coleta, com base na emissão de uma Ordem de Serviço.

A emissão da Ordem de Serviço (OS) é feito pelo setor de vendas ao departamento de logística que, de acordo com as informações contidas no documento e a rota diária estabelecida, dispõe o(s) tambor(es) é(são) alocado(s) no local especificado pelo contratante e/ou a coleta dos resíduos vítreos é realizada (veja a figura 14). Isso ocorre porque o contrato de prestação de serviços pode ser estabelecido para demanda ocasional ou contínua, conforme indicado na Ordem de Serviço.

Figura 14 – Embalagem utilizada nos pontos de coleta para recolha de vidro.

Fonte**:** *Facebook* da empresa

Foi observado que quando o vidro está fragmentado, é necessário um cuidado extra e atenção no processo de triagem e higienização, pois o risco de cortes durante a manipulação aumenta. Nessa fase do processo, a necessidade de treinamento e capacitação da equipe se torna ainda mais crucial.

A embalagem empregada tanto nos pontos de coleta contratados quanto nos locais de descarte voluntário é a mesma. Cada tonel possui a capacidade para acomodar cerca de 85 a 125 quilos de vidro. O peso pode variar de acordo com a condição do vidro: se inteiro, ocupa mais volume e tem menor peso; se fragmentado, apresenta maior peso.

Foi observado ainda que, quando o vidro está fragmentado, é necessária uma atenção e cuidado extra durante o processo de triagem e higienização, pois o risco de cortes durante a manipulação se intensifica. Esta fase do processo destaca a importância de treinamento e capacitação adequados para a equipe.

Quando os clientes contratam serviços contínuos, eles devem informar a empresa assim que o tambor atingir sua capacidade máxima de armazenamento, para que a coleta do material possa ser realizada. Após receber a solicitação de coleta, a Ferpalglass emite uma Ordem de Serviços para o setor de logística. Este documento contém informações necessárias para a emissão do certificado de destinação dos resíduos, em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Este processo exige vários recursos, incluindo equipamentos de informação como computadores, impressoras, telefones fixos e móveis, conexão à internet, além de, papel sulfite A4, cartuchos de tinta para impressora, software de edição de texto, formulários para ordens de serviço, materiais de escritório e energia elétrica. Os controles operacionais são realizados por meio da emissão de contratos e ordens de serviço. Os resíduos gerados, como papéis usados na impressão de contratos, são reciclados após o uso. Os impactos ambientais desse processo estão principalmente relacionados ao consumo de papel e energia elétrica.

4.2.2 Transporte dos resíduos dos pontos de coleta até a planta da empresa

Uma vez que a Ordem de Serviço é emitida e a rota do dia é estabelecida, a equipe de logística começa a coleta do material. Esse procedimento é realizado com dois veículos da marca *Ford Corrier*, modelo 2002, movidos a gasolina. Segundo o entrevistado PR, o uso de veículos utilitários facilita a coleta de material na região central da cidade, devido ao tráfego intenso e à falta de áreas adequadas para carga e descarga.

Nesse contexto, PR esclareceu que a necessidade de usar esses veículos surgiu como uma demanda urgente durante a reestruturação da empresa, que ocorreu no período da pandemia de Covid-19. Ele também mencionou que a empresa planeja substituir esses veículos por modelos que estejam mais alinhados com os princípios da Economia Circular. A substituição da frota deve ocorrer de maneira planejada e gradual, à medida que a empresa continua sua reestruturação.

Sobre os impactos ambientais gerados pelo processo, destaca-se a utilização de combustível não renovável nos veículos que fazem o transporte dos resíduos dos pontos de

coleta para a planta da empresa para processamento o que gera emissão de GEE. Esta emissão não foi calculada por esta pesquisa, carecendo de novos estudos para verificação.

4.2.3 Recepção e armazenagem dos recursos vítreos

Quando os resíduos chegam à instalação da Ferpalglass, são descarregados, pesados e armazenados na área externa, onde permanecem até serem encaminhados para a próxima fase do processo. Os dados da pesagem são registrados na ordem de serviço, alimentando posteriormente as planilhas de controle e fornecendo as informações necessárias (peso e data de coleta) para a emissão do certificado de destinação, que será entregue ao cliente.

Durante as visitas ao local, foram realizadas observações diretas e capturadas imagens da área externa. Nas fotografias, é possível observar os vidros recebidos, armazenados em sacos de mil quilos, como ilustrado na figura 15.

Figura 15 – Material recepcionado

Fonte**:** dados da pesquisa (2023)

Para executar este procedimento, são necessários alguns equipamentos, incluindo uma empilhadeira, uma balança de pesagem, embalagens de armazenamento e paletes. A empresa movimenta os resíduos usando uma empilhadeira a combustão, que funciona por meio da queima de Diesel, um combustível não renovável. Isso resulta na liberação de gases do efeito estufa (GEE). Após a recepção e armazenagem, os vidros coletados são submetidos a um processo de higienização, que será descrito a seguir.

4.2.4 Processo de Separação de contaminantes

O material vítreo coletado passa por um processo de eliminação de contaminantes, com o objetivo de remover sujeiras, resíduos e impurezas. Esse processo ocorre em uma mesa especialmente designada para essa tarefa, onde os operadores executam manualmente a separação dos contaminantes. De acordo com o entrevistado PR, são considerados contaminantes itens como louça, resíduos orgânicos, metais, rolhas, dentre outros que não sejam vidro. Esse processo está documentado nas fotografias capturadas durante as observações diretas realizadas no local, conforme ilustrado na figura 16.

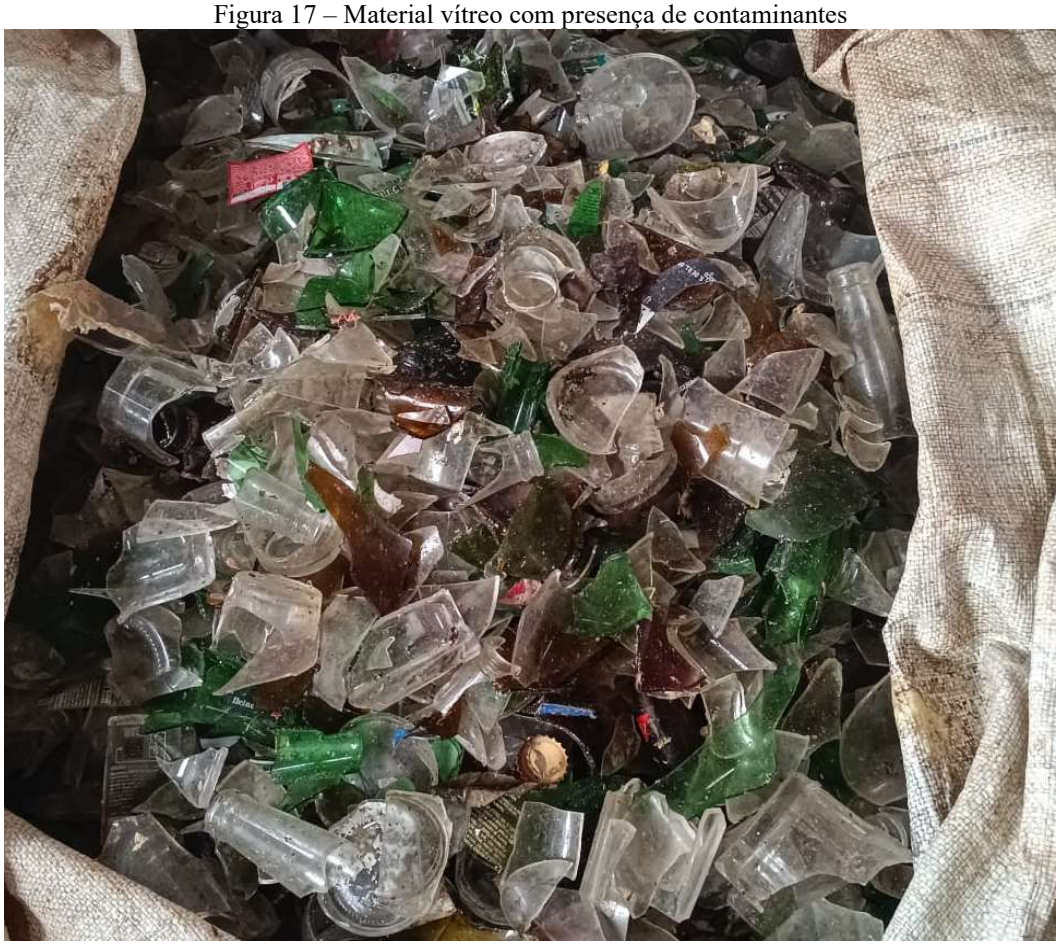
Figura 16 – Mesa de separação de contaminantes

Fonte: dados da pesquisa (2023).

Neste processo de reciclagem, não se utiliza areia nem água, contrariamente ao que ocorre em alguns métodos. A função deste processo é assegurar a qualidade do vidro reciclado,

pois resíduos e impurezas podem prejudicar a eficiência da reciclagem. O registro fotográfico obtido durante as observações diretas ilustra como os resíduos de vidro são recebidos. Na imagem 17, é possível identificar a presença de contaminantes.

Figura 17 – Material vítreo com presença de contaminantes



Fonte: dados da pesquisa (2023).

Neste processo, os contaminantes são adequadamente segregados e encaminhados para reciclagem, de acordo com suas respectivas classificações. Este procedimento não gera impactos ambientais negativos, pois todos os resíduos têm a possibilidade de serem reintegrados na Economia Circular.

4.2.5 Classificação do material coletado

A primeira classificação realizada define o destino dos resíduos vítreos coletados, podendo ser classificados em: (a) materiais que podem ser comercializados ou doados através processos de reaproveitamento sustentável; e, (b) materiais que serão reciclados/triturados de acordo com a especificidade. Se for identificado que o vidro pode ser reaproveitado,

prolongando a sua vida útil, ele segue para comercialização a empresas ou pessoas físicas, ou ainda, é doado aos funcionários da empresa e/ou comunidade, alimentando a Economia Circular. Em alguns casos, antes da comercialização o produto passa por processo de recuperação/reparo. Após este processo, os materiais são separados e alocados em lugar específico para posterior comercialização ou doação.

Caso seja determinado que o destino final dos resíduos seja a reciclagem ou trituração, esses materiais precisam ser submetidos a uma segunda classificação: a separação por cor. Este procedimento é necessário para assegurar a qualidade do material processado e o valor obtido na venda. A presença de cores variadas em um lote pode diminuir o valor de venda do mesmo.

A empresa aceita vidros de todas as cores, embora as mais prevalentes sejam transparentes, azuis, verdes e marrons ou âmbar. Assim, os vidros são categorizados em três grupos: (a) âmbar; (b) incolor; (c) verde ou misto. Este último geralmente apresenta os maiores índices de processamento. Quando os vidros chegam dos pontos de coleta em pedaços, sua classificação adequada se torna inviável, então eles são triturados sem distinção, todos misturados. Como indicado pelo entrevistado PR, cada tipo de vidro possui um preço de venda distintivo. A mistura de tons de vidro resulta em uma redução da qualidade do material, o que, por sua vez, diminui o valor de venda do material reciclado.

O entrevistado PR destacou uma confusão recorrente na classificação de materiais por parte dos consumidores durante o descarte. Materiais cerâmicos, como pratos, travessas e xícaras, são frequentemente classificados erroneamente como vítreos e, consequentemente, descartados junto a esses resíduos. Quando detectado, esses materiais cerâmicos são separados dos resíduos vítreos e submetidos a uma nova classificação para prolongamento de vida útil ou reciclagem. Se destinados à reciclagem, são processados separadamente e encaminhados para destinos distintos.

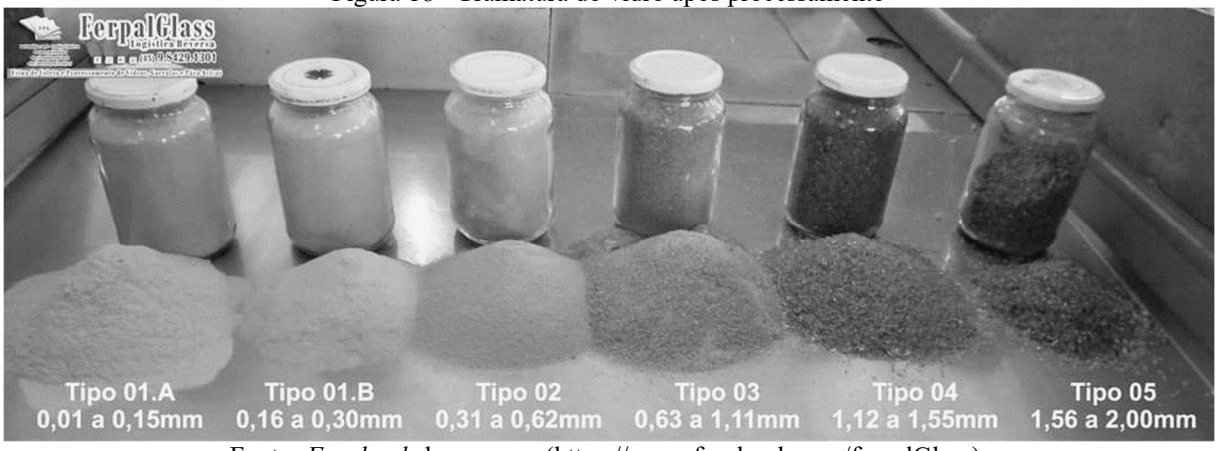
Nesta etapa, o processo não gera resíduos nem impactos ambientais. Por fim, realizada a classificação, os resíduos seguem para a próxima etapa do processo conforme descrito na sequência.

4.2.6 Processamento dos recursos vítreos

O processo de moagem, separação e granulometria envolve o uso de maquinário especializado para triturar resíduos de vidro em sílica e cascalho de vidro, ambos sem arestas afiadas. Este sistema possibilita a produção de grânulos ou partículas de variados tamanhos, que podem ser categorizados em seis classes distintas (conforme ilustrado na Figura 18).

Durante este processo, os resíduos de rótulos e adesivos presentes nos materiais triturados são igualmente separados.

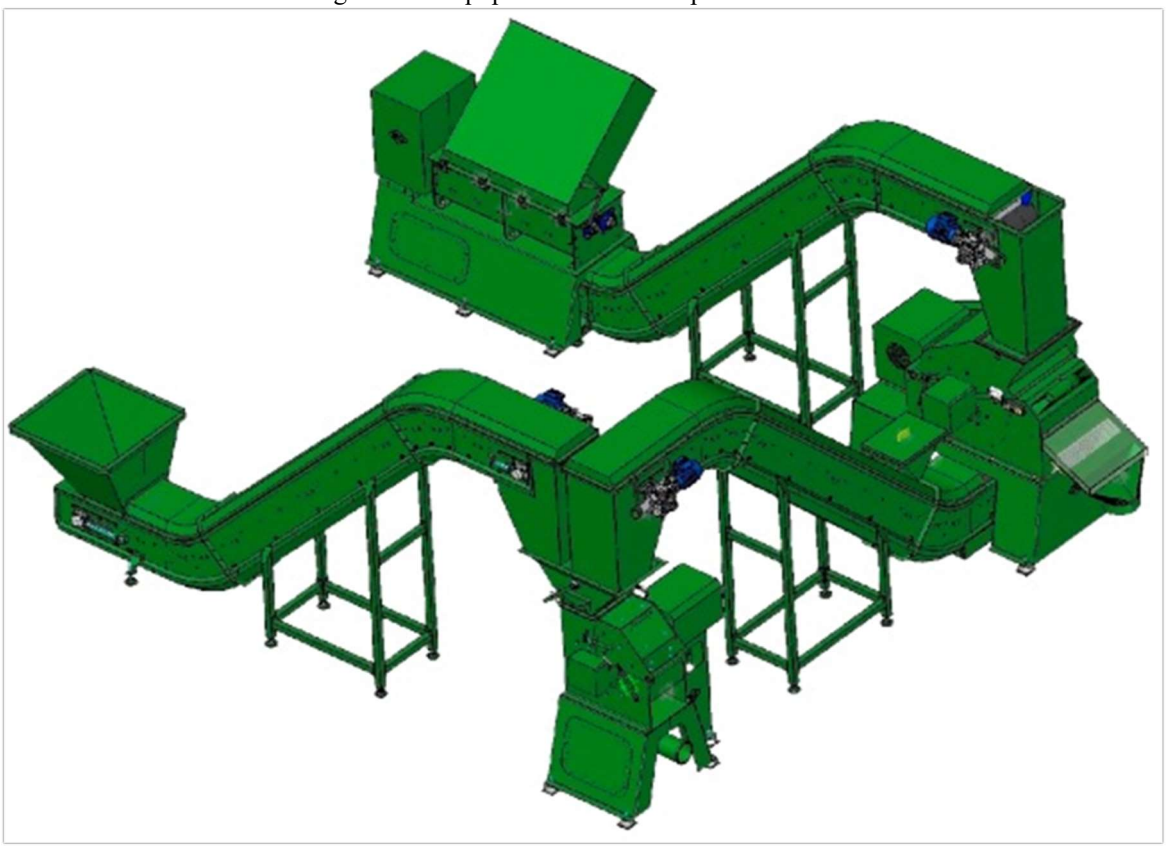
Figura 18– Gramatura do vidro após processamento



Fonte**:** *Facebook* da empresa (https://www.facebook.com/ferpalGlass).

O vidro pode ser processado em seis diferentes grânulos, cada um com suas respectivas aplicações e destinos. A Ferpalglass, por exemplo, encaminha esses grânulos para a produção de novas garrafas de vidro. A geração de cada tipo de grânulo é feita usando uma peneira interna específica, que regula o tamanho desejado dos grânulos, conforme ilustrado na figura 19.

Figura 19 – Equipamento utilizado para triturar o vidro



Fonte: dados da pesquisa (2023).

O equipamento utilizado para triturar os resíduos vítreos (figura 19) tem capacidade de processar de 750 kg/h a 20.000 Kg/h de vidro. A alimentação do equipamento ocorre manualmente através da disposição dos resíduos na entrada do equipamento, os quais são levados por uma esteira as etapas seguintes até serem transformados em grânulos ou em cascalhos de vidro não cortantes.

Para executar esta fase do ciclo de vida do negócio da empresa, são requisitados equipamentos para o processamento do vidro, energia elétrica e embalagem. Esta parte do procedimento produz resíduos que são segregados do material de vidro e representam, em média, menos de 1% do total de material triturado, conforme relatado pelo entrevistado, o PR. Após o processo de moagem, os grânulos de vidro são armazenados. A descrição detalhada deste processo segue abaixo.

4.2.7 Armazenamento dos resíduos processados

Após passar por um processo de moagem, trituração e granulometria, os grânulos vítreos são armazenados em embalagens conhecidas como *bags,* com capacidade para mil quilos, ou em sacos menores, que comportam sessenta quilos, a escolha depende da granulometria. Essas embalagens são feitas de rafia, um material sintético de polipropileno trançado, apresentando cor branca.

Os *bags* têm dimensões aproximadas de 1,20x90x90cm, com uma gramatura em torno de 160 gramas. Seu volume é de cerca de um metro cúbico e eles possuem resistência para suportar até 1000 kg. Além disso, esse modelo de embalagem conta com alças, facilitando sua movimentação.

Já os sacos menores, possuem dimensões em torno de 60x90 cm e são resistentes o suficiente para suportar até 60kg. Tanto os *bags* quanto os sacos são movimentados com a ajuda de uma empilhadeira. Estas duas embalagens estão ilustradas na figura 20.

Figura 20 – Embalagens utilizadas para armazenar o material vítreo pós moagem.

Fonte: Adobe Stock

Durante a visita técnica à planta da empresa, conduzida pelo PR, observou-se uma máquina de costura no local. Quando questionado pela pesquisadora, o PR explicou que a empresa adquiriu o equipamento para consertar os *bags*/sacos que ocasionalmente rasgam devido à manipulação de cacos de vidro cortantes.

O entrevistado destacou que com a adoção desta estratégia, a empresa reduz o custo de aquisição destas embalagens, prolonga a sua vida útil o máximo possível e reduz a quantidade de resíduos gerados durante a sua operação.

Nesta fase do processo, utiliza-se equipamentos como a empilhadeira, além de, paletes, *bags* e sacos, além de combustível *Diesel*. Esta operação leva à emissão de gases de efeito estufa. Os resíduos produzidos, especialmente embalagens que perderam a sua utilidade, são encaminhados para reciclagem.

4.2.8 Coleta e transporte do material à indústria de transformação

Por fim, executadas as tratativas de venda com a indústria, o material é coletado e transportado até o endereço do comprador, o qual, após essa aquisição, converte estes resíduos vítreos em um novo produto. Para enviar o material vítreo à indústria a empresa demanda de serviços logísticos. Essa etapa do processo é realizada por empresa transportadora terceirizada.

O destino dos resíduos vítreos captados pela Ferpalglass é a fábrica da AMBEV, situada na capital paranaense, ressalta-se que esta é a única indústria que opera no estado do Paraná. O entrevistado PR, destacou que há previsão de que uma segunda opção comece a operar nos próximos anos, pois o projeto está em construção.

A referida indústria de transformação está localizada a 637,5 quilômetros de distância da Ferpalglass. O que exige um tempo médio de deslocamento até o setor produtivo de, em média, 8h19 min. A distância torna o processo logístico oneroso e impacta significativamente

na operação da organização, uma vez que o custo com o transporte do vidro até a indústria é pago pelo vendedor, no caso, a corporação em questão.

Com isso, a empresa gasta a cada carga enviada a indústria, aproximadamente, R$ 2.500,00 (dois mil e quinhentos reais) com frete. Em cada envio são transportados, em média, 30 toneladas de vidro, que geram uma receita de em média, R$ 100,00 (cem reais) por tonelada, ou seja, R$ 3.000,00 (três mil reais) por carga enviada a indústria.

Este processo é um gargalo no ciclo de recuperação de recursos da empresa. Os gastos com o envio dos resíduos vítreos à indústria são impactados pela variação dos preços dos combustíveis e do valor pago pelos resíduos.

Estes fatores exigem estratégias eficientes de gerenciamento, do contrário poderão inviabilizar o negócio. Por isto, conforme descrito pelo entrevistado PR, é importante acompanhar a variação do mercado e saber o momento certo de enviar os resíduos a indústria.

Para realização desta etapa do ciclo do negócio são necessários a utilização de caminhão utilizado no transporte, combustível Diesel, que gera impactos ambientais, com a geração de gases de efeito estufa.

4.2.9 Rastreamento e controle dos fluxos de resíduos vítreos

Para que o vidro possa ser encaminhado para a indústria de transformação, é necessário emitir um Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) no site do SINIR. Este órgão é responsável pelo rastreamento e controle dos fluxos de resíduos vítreos. O MTR acompanha a carga e contém informações sobre o peso e a classificação do vidro reciclado.

Para concluir essa fase do processo de negócio, são necessários equipamentos como computadores, acesso à internet e papel sulfite A4. Os resíduos gerados neste processo, como papéis após o fim de sua vida útil (conforme a tabela de temporalidade) e cartuchos de tinta usados na impressora, podem ser reciclados dos recursos vítreos recuperados.

4.2.10 Gestão do Negócio

A gestão do negócio é realizada pelo proprietário da empresa que acumula as funções gerenciais, administrativas e de vendas. Observou-se que a atividade comercial da empresa é um negócio rentável desde que a sua implementação adote processos operacionais e de venda eficientes. Fatores como a conscientização dos consumidores e as regulamentações ambientais

são forças motrizes que solidificam a cada dia mais as operações da empresa, que deve buscar inovações constantes para manter-se competitiva frente a concorrência.

Neste sentido é importante que a empresa mantenha uma análise detalhada do mercado em que atua, identificando as demandas, concorrentes, tendências e as oportunidades para expansão. Além disso, observou-se que a empresa precisa manter o seu plano de negócios atualizado, de modo a melhorar a sua estrutura organizacional, as ações mercadológicas, projeções financeiras e os planos operacionais a fim de melhor visualizar onde quer chegar e como fazê-lo.

Observou-se ainda que para que a empresa expanda a sua capacidade operacional ela precisa pensar sobre as suas necessidades operacionais (recursos necessários). A exemplo, cita-se a aquisição de novos equipamentos e tecnologias necessários para aprimorar os processos de reciclagem, seja com a aquisição ode novas máquinas para realizar a triagem, trituradores e/ou, esteiras transportadoras para ampliar a oferta dos serviços para a coleta de outros tipos de resíduos além do vidro.

Além disso, para manter e/ou expandir as operações são necessários investimento em processos de contratação e treinamento da equipe. Isto porque o manuseio do material vítreo coletado exige técnica e segurança, além do cumprimento das normas de segurança no trabalho. Neste caso, quão mais eficiente for a equipe maior será o desempenho da empresa.

Além disso, observou-se que as parcerias, os contratos firmados com fornecedores de materiais recicláveis (clientes), organizações governamentais e não governamentais ou mesmo outras partes interessadas relevantes contribuem para a construção de uma cadeia de suprimentos que pode se tornar sólida e estável gerando bons resultados financeiros.

Além disso, observou-se que a empresa precisa retomar os processos de Marketing, com o desenvolvimento de estratégias de marketing visando a promoção de seus serviços à empresas que buscam soluções sustentáveis uma vez que a Ferpalglass desempenha um papel importante na mitigação do desperdício e na preservação dos recursos naturais, contribuindo com à proteção do meio ambiente ao promover práticas sustentáveis de reciclagem do vidro e a redução da dependência de matérias-primas virgens para a produção de um novo vidro.

4.3 Proposta de Matriz Morfológica para análise do perfil de um CEBM

Esta seção tem por finalidade responder ao terceiro objetivo específico deste estudo: propor um modelo de Matriz Morfológica para análise do perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM).

A descrição metodológica da criação do modelo de Matriz Morfológica foi elucidada e consta na metodologia deste estudo. Neste capítulo concentra-se os esforços em apresentar o perfil do Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM) da empresa Ferpalglass destacando as características e configurações do modelo de negócio. Os dados coletados permitiram definir o perfil do CEBM da empresa pesquisada. Os blocos que compõe os elementos do negócio circular da Ferpalglass estão destacados na Matriz Morfológica na cor cinza:

a) ciclo reverso (função): recuperação de recursos e extensão da vida útil;
b) fluxo dos materiais: ciclo técnico do vidro;
c) nível de implantação: micro ambiental;
d) grau de maturidade em EC: Modelo de Negócio Nativo;
e) estratégia de retenção (Imperativos Rs - Níveis prioritários 10 Rs): Reduzir, Reutilizar, Reparar, Recondicionar, Remanufaturar, Reciclar e Recuperar;
f) ecoinovação: design de produto, processos, organizacional, *marketing* social;
g) estratégia de valor: captura de valor;
h) fatores motivadores e institucionais: cognitivos, regulatórios e normativos;
i) tecnologias disruptivas: físicas;
j) parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade do CEBM ao nível Micro ambiental: pegada ecológica valor (R$), recuperação recursos, dependência da indústria;
k) valores: econômicos, ambientais e sociais;
l) barreiras: tecnológicas, mercadológicas e culturais;
m) oportunidades: mercadológicas, regulatórias e culturais;
n) impactos positivos gerados: redução de gases de efeito estufa, redução dos volumes de aterros e lixões, novas oportunidades de negócios, geração de emprego e renda;
o) contribuição às ODS: 8, 9, 12, 13 e 17.

Estas informações podem ser visualizadas no quadro 29 – Análise do Perfil de negócio circular da Ferpalglass utilizando a Matriz Morfológica CACO de CEBM.

Quadro 29 – Análise do Perfil de negócio circular da Ferpalglass utilizando a Matriz Morfológica CACO de CEBM.

Elementos EC	**Características e Configurações (CACO) de CEBM**																
(a) Ciclo reverso (função)	produto como serviço		Compartilhamento			extensão da vida útil			recuperação de recursos			suprimentos circulares					
(b) ciclo	Ciclo técnico								Ciclo biológico								
(c) implantação	Micro					Meso					Macro						
(d) maturidade	Modelo de Negócio Nativo							Modelo de Negócio em transição									
(e) retenção R	recusar	Reduzir	reutilizar	Reparar	recondicionar	remanufaturar	redirecionar	reciclar	Recuperar	reminerar							
(f) ecoinovação	*design* de produto		Processos		Organizacional		Marketing		Social		sistema						
(g) estratégia de Valor	Proposta de Valor			Criação e Entrega de Valor							Captura de valor						
(h) fatores Motivadores e Institucionais	Cognitivos					Regulatórios					Normativos						
(i) tecnologias disruptivas	Físicas					Biológicas					Digitais						
(j) medição	pegada ecológica	valor (R$) recuperação recursos	crescimento receita	indicadores desempenho	rotatividade	tempo implantação	dependência fornecedor	utilização reciclados	utilização insustentáveis	benefícios fabricação aditiva	% servitização	custos fixos materiais					
(k) valores	Econômicos					Sociais					Ambientais						
(l) barreiras	Tecnológicas			Mercadológicas			Regulatórias				Culturais						
(m) oportunidades	Tecnológicas			Mercadológicas			Regulatórias				Culturais						
(n) impactos positivos	Redução de gases de efeito estufa			Redução dos volumes de aterros e lixões			Novas oportunidades de negócios				Geração de emprego e renda						
(o) ODS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Fonte: elaboração própria (2023)

.

Por fim, ao testar a aplicabilidade do modelo proposto de Matriz Morfológica verifica-se a sua aplicabilidade em outros segmentos, desde que a empresa seja usuária da EC. Após incluir os elementos na Matriz Morfológica apresenta-se na próxima seção a análise de cada um destes elementos identificados no CEBM da empresa.

4.4 Análise dos elementos da EC presentes no CEBM da Ferpalglass

Esta seção apresenta resposta ao quarto objetivo específico deste estudo: análise dos elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa Ferpalglass a partir da coleta de dados realizada por meio de entrevista e questionário semiestruturados, documentos e arquivos e observações diretas. Apresenta-se sequencialmente, de modo redacional, os quinze blocos que compõe os elementos do negócio circular da Ferpalglass:

a) ciclo reverso (função);
b) fluxo dos materiais;
c) nível de implantação;
d) grau de maturidade em EC;
e) estratégia de retenção (Imperativos Rs - Níveis prioritários 10 Rs);
f) ecoinovação;
g) estratégia de valor;
h) fatores motivadores e institucionais;
i) tecnologias disruptivas;
j) parâmetro de medição de viabilidade, validade e lucratividade do CEBM ao nível Micro ambiental,
k) valores;
l) barreiras;
m) oportunidades;
n) impactos positivos gerados;
o) contribuição às ODS.

Os elementos da EC foram analisados a partir da espinha dorsal do negócio: o ciclo reverso, identificando a presença de cada um deles no modelo de negócio da empresa Ferpalglass.

4.4.1 Ciclo reverso (função)

A função do negócio da Ferpalglass é a recuperação de recursos, atuando na cadeia do vidro, por meio da prestação de serviços de logística reversa às pessoas físicas e jurídicas que precisam comprovar a destinação correta de seus resíduos pós-consumo. Esta função é uma das cinco possíveis ao classificar os negócios circulares conforme citado por Chen (2020), Vence e Pereira (2028) e, WBCSD (2017). Os autores lembram ainda que os negócios circulares podem enquadrar-se em uma ou mais destas categorias: a) produto como serviço, b) compartilhamento, c) recuperação de recursos, d) extensão da vida útil do produto e) suprimentos circulares.

Ao recuperar recursos a empresa demonstra estar alinhada com a EC, que "almeja o aumento da eficiência do uso de recursos, sejam estes resíduos urbanos ou industriais, buscando um equilíbrio justo e harmônico entre economia, meio ambiente e sociedade" (Farias *et al.,* 2021, p. 2).

Logo, a Ferpalglass, atua na cadeia de suprimentos circulares, conforme aponta Wettman (2019, p. 175), as cadeias de suprimentos circulares funcionam "captando materiais renováveis ou reciclados, manejando fluxos de subprodutos e criando *loops* fechados para recuperar recursos valiosos. Os negócios convencionais já não são opção".

Além da recuperação de recursos, de forma secundária, a empresa contribui com a extensão da vida útil dos recursos. Isto porque quando se verifica que o recurso coletado preserva a sua integridade física e funções ele retornar a cadeia produtiva, seja por comercialização ou doação.

4.4.2 Fluxo dos materiais

O diagrama sistêmico da economia circular proposto por *Ellen Macarthur Fundation* ilustra os dois fluxos das matérias e produtos no contexto da Economia Circular, o ciclo biológico e o ciclo técnico. No caso do ciclo técnico, a circulação dos materiais e dos produtos acontece por meio de estratégias de reuso, remanufatura, reparo e reciclagem, conforme descrito no aporte teórico.

No caso da Ferpalglass, ela está inserida no ciclo técnico dos materiais, especificamente no ciclo técnico do vidro, trabalhando com materiais não renováveis advindos de processos produtivos, principalmente, da fase pós-consumo. Esses materiais são valiosos, diante das

características e do potencial de reciclabilidade que possuem, contribuindo para que estes recursos sejam mantidos circulando na cadeia produtiva, sem descartá-los (Farias *et al.,* 2021).

A atividade da Ferpalglass possibilita que os resíduos vítreos sejam utilizados como nutrientes técnico na fabricação de um novo vidro. Este processo pode ser repetido infinitas vezes sem que haja perda de valor.

4.4.3 Nível de implantação

Conforme os preceitos de Rovanto e Bask (2021), a Ferpalglass está inserida no nível micro ambiental de implantação das estratégias da Economia Circular, uma vez que o nível micro compreende produtos, empresas, consumidores. O nível meso contempla os parques eco industriais. E, o nível macro compreende cidades, estados, regiões ou mesmo a na nação.

Por estar presente no nível micro, a empresa faz o movimento ascendente na transição para a Economia Circular, vislumbrando uma oportunidade de obtenção de benefícios econômicos, ambientais e sociais, sendo impulsionada pelo movimento descendente de regulação pelo Estado, na forma de Leis, como a PNRS e o Marco Legal da EC (em tramitação). Os benefícios ambientais, econômicos e sociais são descritos abaixo, conforme EEA (2016):

a) benefícios ambientais: menor impacto ambiental através da redução da utilização de recursos e energia, aumentar a resiliência dos ecossistemas e os impactos ambientais da mineração de matérias-primas primárias, mitigar as emissões de gases com efeito de estufa;
b) benefícios econômicos mediante oportunidades para crescimento econômico e inovação: oferta de abordagens inovadoras, como tecnologias e modelos de negócio para criar mais valor econômico a partir da mitigação de recursos naturais, proporcionar poupanças de custos significativas para vários setores, a exemplo de bebidas, embalagens e alimentos, estas poupanças de custos giram em torno de 20% do custo de produção.
c) benefícios sociais relacionados ao comportamento sustentável do consumidor e as oportunidades de emprego: para EEA (2016, p. 15) “a inovação social associada à partilha, à concepção ecológica, à reutilização, à reciclagem e a outros desenvolvimentos resulte num comportamento mais sustentável dos consumidores, contribuindo ao mesmo tempo, para a saúde e a segurança humanas” – tradução livre. Além disso, as diferentes estratégias circulares podem gerar diferentes tipos de empregos, desde estratégias envolvendo a criação de empregos para pessoas pouco

qualificadas, intensivamente, na preparação e triagem de produtos e materiais para reutilização ou reciclagem a "criação de empregos de qualificação média na reciclagem e refabricação em circuito fechado, e empregos altamente qualificados na biorrefinação" – tradução livre (EEA, 2016, p. 16). Outrossim, ressalta-se que a concretização dos benefícios depende do desenvolvimento de competências e de educação adequadas para a economia circular e de sua aplicabilidade (EEA, 2016).

4.4.4 Grau de Maturidade em EC

De acordo com Rovanto e Bask (2021) os modelos de negócios circulares podem ser MNCN (nativos) ou MNCT (em transição). Considerando que a Ferpalglass nasceu na circularidade, ou seja, adota os princípios da Economia Circular desde sua origem, pode-se afirmar que o modelo de negócio é do tipo nativo. O que é corroborado pelo CNAE da atividade principal da empresa, CNAE 38.39-4-99 - **recuperação de materiais não especificados anteriormente**.

Embora o Modelo de Negócio da empresa esteja classificado em nativo, ela está inserida em um modelo econômico linear, dependendo de produtos e serviços que advém deste sistema. Como, por exemplo, a contratação de serviços de frete em que os fornecedores operam, em sua maioria, utilizando caminhões movidos a diesel. A utilização da empilhadeira, também movida a diesel, para movimentação dos materiais na planta da empresa, ou a utilização de veículo movido a gasolina para a coleta dos resíduos vítreos nos pontos de coleta. No entanto esforça-se para adotar em sua operação práticas sustentáveis, mais alinhadas com o seu modelo de negócio.

4.4.5 Estratégias de retenção

Dentre as possibilidades de retenção, a Ferpalglass adota no seu dia a dia, sete das dez estratégias de retenção, sendo elas: (R1) reduzir; (R2) reutilizar, (R3) reparar, (R4) recondicionar, (R5) remanufatura, (R7) reciclagem, (R8) recuperação. Durante a visita na planta fabril da empresa, o entrevistado PR citou que no dia a dia são comuns práticas sustentáveis pois estas fazem parte da essência da empresa, de seus valores e crenças. Dentre as práticas realizadas pela empresa encontrou-se provas durante as observações de:

a) **(R1) redução**: há redução na compra de novas embalagens e, consequentemente, redução no custo de operação devido aos reparos que a empresa realiza nas embalagens (bags) que utiliza para alocar o material vítreo;
b) **(R2) reutilização:** a reutilização acontece quando a empresa comercializa ou doa embalagens vítreas em boas condições de uso, como exemplo de garrafas e garrafões, portas, janelas, dentre outros;
c) **(R3) reparo:** é realizado reparos nas embalagens (bags) utilizadas para acondicionar os materiais vítreos; além disso, existe o reparo dos vidros em condição uso, devolvendo a sua utilidade para retornarem ao mercado;
d) **(R4) recondicionamento:** ocorre quando o material vítreo descartado pelo consumidor passa por processos como desmontagem, limpeza, reparo, pintura para posteriormente ser devolvido ao mercado. O processo ocorre com portas, janelas, potes, garrafas, garrafões, dentre outros materiais coletados;
e) **(R5) remanufatura**: ocorre quando os produtos vítreos coletados podem ser reaproveitados. Quando isso acontece, os materiais passam por processos de limpeza, separação de componentes/partes/peças e aquelas que não estão danificadas ou que sofreram desgastes são reaproveitados;
f) **(R7) reciclagem**: coleta dos vidros para processamento com o objetivo de enviar este material a indústria para substituir os insumos naturais na fabricação de um novo vidro, mantendo-se as propriedades originais.
g) **(R8) recuperação:** processo de recuperação dos resíduos vítreos por meio do processamento, transformando-os em grânulos que servirão como matéria-prima para a fabricação de um novo vidro.

Destaca-se que que as estratégias de retenção promovem mudanças na forma de produzir e consumir, contribuindo para a transição do modelo econômico linear para o modelo econômico circular.

4.4.6 Ecoinovação

Conforme descrito por Vence e Pereira (2018), um modelo de negócio circular admite diferentes formas de ecoinovação: ecoinovação em *design* de produto, de processos, organizacional, *marketing*, social e de sistema. A atividade empresarial da Ferpalglass apresenta características da ecoinovação organizacional. A organização adota um novo modelo de negócio, pautado em um novo esquema de recolha e recuperação de recursos valiosos (vidro,

material inerte, 100% reciclável, ciclo infinito), por meio da reorganização de métodos e sistemas de gestão, que possibilitam o fechamento do ciclo do vidro e aumentam a eficiência dos recursos.

Além disso, a atividade-fim contribui para a ecoinovação em *design* de produto. Os resíduos vítreos recuperados por meio da reciclagem serão utilizados para a fabricação de um novo vidro, gerando um produto sustentável, o que está alinhado com a ecoinovação de processos, com a incorporação dos resíduos vítreos no processo produtivo que demandará menos energia e recursos naturais tornando a produção mais limpa.

Como a ecoinovação em *marketing* está sustentada em novas ideias que geram negócios favoráveis a sustentabilidade, as estratégias do *ecomarketing* da empresa Ferpalglass objetivam vender uma imagem organizacional vinculada a consciência ecológica, nas necessidades dos clientes e na alavancagem dos benefícios ambientais.

Assim, a marca Ferpalglass pode ser definida como uma marca verde, uma vez que é uma empresa usuária da Economia Circular, que adota um modelo de negócio circular nativo (MNCN), cujo posicionamento está focado na sustentabilidade. Pode-se observar ainda, a presença dos imperativos R's em sua operacionalização, Licenças e cadastros nos órgãos reguladores, a participação em órgãos normativos como, o programa *Glass in Gold* e o Núcleo de Sustentabilidade da ACIFI. Além disso cita-se a elaboração do projeto sobre educação ambiental com a criação de uma cartilha sobre a reciclagem do vidro para o público infantil.

Mais a mais, a eco inovação social é impulsionada a partir da disponibilização de pontos de coleta voluntária, sem custos a disposição do consumidor. A ação ambiental incentiva a conscientização do consumidor, possibilitando que ele realize o descarte consciente dos resíduos vítreos em locais apropriados, gerando mudanças comportamentais e de estilo de vida.

4.4.7 Estratégias de Valor

A empresa utiliza como estratégia de valor a **captura valor dos resíduos pós-consumo**, reintegrando-o a cadeia produtiva. O modelo de negócios da empresa pesquisada configura uma nova estratégia de negócio e de **proposta de valor** (Geissdoerfer *et al.,* 2020), ao incorporar, inovadoramente, uma estratégia proativa de EC para recuperar os resíduos vítreos.

Além de promover a extensão da vida útil dos produtos vítreos que podem ser reutilizados (Ordoñez; Rahe, 2013), gerando impactos significativos ao meio ambiente, sociedade e economia.

Outrossim, as receitas são geradas principalmente da prestação de serviços de gestão de resíduos, auxiliando “alguém a se livrar de coisas existentes e indesejadas” (Crang *et al*., 2013, p. 15 *apud* Valve, Lazarevic, Humalisto, 2021), da comercialização dos resíduos coletados e enviados a indústria de transformação e da comercialização dos produtos vítreos que retornam ao mercado para extensão de sua vida útil.

4.4.8 Fatores motivadores e institucionais

Os fatores motivadores que impulsionaram a criação da empresa são oriundos, principalmente, das crenças e valores do fundador da empresa, que teve a ideia de negócio a partir de uma pesquisa acadêmica, durante a sua graduação em Economia, especificamente ao elaborar o seu trabalho de conclusão de curso. Além disso, o perfil empreendedor do fundador da empresa também contribuiu para a transformar a ideia em negócio, ficando claro durante o processo de coleta de dados que o empresário possui conhecimento sobre Economia Circular, seus princípios e premissas, sustentabilidade e responsabilidade social.

Os fatores institucionais, presentes na organização, movem a empresa em direção a EC e tem relação com os sistemas regulatórios e normativos. Estes sistemas favorecem e impulsionam o negócio. Os principais sistemas são a PNRS, o Marco Legal da EC, os ODS, o Núcleos de Sustentabilidade, a Abividro e a Abralpe. Todos estes sistemas corroboram com as premissas de Pieroni, Mcaloone e Pigosso (2019) e Stål e Corvellec (2018) presentes no aporte teórico.

4.4.9 Tecnologias disruptivas

Dentre as tecnologias disruptivas possíveis nos ciclos físico, biológico e digital, identificou-se que a empresa está inserida em um modelo de negócio favorecido pela tecnologia disruptiva relacionada as propriedades básicas de materiais, favorecida pela ciência dos materiais (WBCSD, 2017).

Esta tecnologia possibilita reinserção dos resíduos vítreos ao processo produtivo de um novo vidro, abrindo espaço para o surgimento e atuação de novos modelos de negócios na cadeia sustentável do vidro. Negócios similares ao da Ferpalglass ou mesmo complementares. Aqui, observa-se a ausência de arranjos fabris próximos a empresa para viabilizar e agregar valor ao ciclo do vidro e possibilitar o ingresso de pequenas e médias empresas para atuar na cadeia do vidro.

4.4.10 Parâmetros de medição de viabilidade, validade e lucratividade

Conforme Reike, Vermeulen e Witjes (2018) é possível medir a viabilidade, validade e lucratividade de um CEBM inserido no nível micro ambiental por meio dos parâmetros:

h) a pegada ecológica reduzida;
i) o valor financeiro direto mediante a recuperação de materiais e ativos;
j) o crescimento da receita através de novos modelos de negócios;
k) indicadores-chave de desempenho;
l) possibilidade de rotatividade, margens, intensidade de capital;
m) tempo de implementação;
n) dependência do fornecedor;
o) utilização de materiais reciclados;
p) utilização de materiais insustentáveis;
q) benefícios da fabricação aditiva;
r) porcentagem do ciclo de vida, orientada para o produto e orientada para o serviço e;
s) contabilização dos custos do fluxo de materiais.

No caso da Ferpalglass, foi possível calcular a quantidade de resíduos recuperados, redução de GEE e a dependência da indústria. Em 2022, a empresa recuperou 1.560 toneladas de resíduos vítreos, com média de 130 toneladas/mês, o que gerou a redução de, em média, 260 toneladas de dióxido de carbono (CO2), equivalente a 260 créditos de carbono.

No contexto de estudo, a dependência aqui destacada é da indústria de transformação, uma vez que a indústria mais próxima para venda do vidro situa-se na capital do estado, não havendo outra que viabilize a comercialização. Possuindo assim dependência deste comprador.

4.4.11 Valores ambientais, sociais e econômicos

O MNCN adotado pela Ferpalglass contempla valores ambientais, sociais e econômicos do tripé da Sustentabilidade, a saber:

a) propicia a reinserção dos resíduos pós-consumo no processo produtivo de um novo produto;
b) corrobora com a melhoria da qualidade de vida da população iguaçuense ao reduzir a quantidade de resíduos depositados a céu aberto em locais inapropriados, reduzindo a proliferação de doenças advindas de vetores que utilizam as embalagens de vidro como criadouros;

c) gera empregos e renda a partir da atividade desenvolvida a pelo menos dez famílias, diretamente, a partir da atividade econômica desenvolvida pela empresa.

De acordo com Chen (2020), os negócios circulares precisam direcionar suas ações para o valor percebido pelo consumidor, que vai além dos valores econômicos e abrangem valores sociais e ambientais e estes estão definidos pelas práticas adotadas pela empresa.

4.4.12 Barreiras

As barreiras descritas pelo entrevistado PR são as de ordem tecnológicas, mercadológicas e culturais. Uma das barreiras citadas é a defasagem na utilização de tecnologias mais modernas para o processamento dos resíduos, que possibilitassem a automação de alguns processos que atualmente são realizados manualmente.

As barreiras de ordem mercadológica têm relação com os custos logísticos, os arranjos produtivos e a integração dos sistemas reversos para melhor aproveitamento da cadeia logística. Este entrave é notório ao analisar a logística reversa necessária para que a empresa faça a reinserção dos recursos vítreos recuperados no processo produtivo de um novo vidro, haja visto que a indústria de transformação fica a muitos quilômetros da planta da Ferpalglass.

Por fim, as barreiras culturais estão relacionadas a visão linear sobre os resíduos pós-consumo, alguns consumidores apresentam dificuldades no processo de descarte e separação adequada dos resíduos, neste caso, a empresa aposta em ações ambientais que promovam a educação ambiental a fim de gerar conscientização dos consumidores na expectativa de que estes passem a realizar o descarte correto dos resíduos pós-consumo.

4.4.13 Oportunidades

O MNCN utilizado pela Ferpalglass demonstra uma reação as oportunidades ou desafios inerentes ao ambiente de negócios atual em face a PNGRS, aos objetivos da ODS e mais recentemente ao Marco Legal da EC (em tramitação no Senado Federal desde 2022).

Além disso, o MNCN da empresa pode ser visualizado como um veículo precursor à diversificação e inovação frente a EC, capaz de criar vantagem competitiva frente aos concorrentes (Santa-Maria; Vermeulen; Baumgartner, 2021).

4.4.14 Impactos positivos gerados

O MNCN da empresa possibilita a redução da demanda por matérias-primas virgens, uma vez que esta é substituída pelo uso de recursos já inseridos nos ciclos de produção, ou seja, ao utilizar os resíduos vítreos recuperados na fabricação de um novo vidro reduz-se a quantidade de extração de matéria-prima natural (ABIVIDRO, 2021).

Nesse sentido, o desenho do modelo de negócio da Ferpalglass inclui a transformação na forma de conceber o negócio de reciclados, aprimorando o conceito de compra e venda de resíduos para um modelo focado na prestação de serviços, transformando serviços, processos e a organização do negócio (Bocken *et al*., 2016), contribuindo para a preservação de valor do vidro e da sustentabilidade, tornando-se um importante incentivo à criação de valor (Amit; Zott, 2001).

4.4.15 Contribuições à ODS

A partir da definição dos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável apresentados no aporte teórico, entende-se que o modelo de negócio da Ferpalglass:

a) contribui para o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável (ODS 8);
b) é um modelo de negócio que oferece insumos verdes para a indústria e infraestrutura (ODS 9);
c) contribui para os padrões de produção e de consumo sustentável (ODS 12);
d) contribui com atividades para combater a mudança climática e seus impactos (ODS 13);
e) atua para fortalecer as parcerias e meios de implementação ao desenvolvimento sustentável (ODS 17).

Além disso, o estudo de caso, permite difundir os princípios do tripé da Sustentabilidade, uma vez que a empresa estudada gera impacto social positivo, com a geração de emprego sustentável, renda, desenvolvimento local e regional; impacto econômico, visto que o negócio circular possibilita a geração e agregação de valor a recursos que antes eram vistos como lixo, na fase pós-consumo, ou em fim do ciclo de vida (sistema linear).

O que possibilita a reinserção destes recursos ao sistema produtivo como matéria-prima, reduzindo os custos com matérias-primas extraídas da natureza e; impacto ambiental, ao gerar

impactos positivos em recuperação de resíduos, reduzindo os volumes de aterros e lixões, e dispostos em locais abertos.

Assim, reduzindo a presença de vetores causadores de doenças, como a Dengue, Febre Chikungunya, Febre-amarela e Zica Vírus. Além disso, contribui para a redução da extração de materiais da natureza, influenciando a utilização de materiais reciclados no processo fabril, tornando a cadeia de suprimentos mais eficiente e limpa, reduzindo os Gases de Efeito Estufa (GEE) e ampliando a capacidade de regeneração do meio ambiente. Isto posto, conclui-se a análise dos elementos que compõe o CEBM da empresa pesquisada.

Por fim, após caracterizar a empresa, descrever o ciclo do negócio, propor um modelo de matriz e analisar cada um dos elementos que compõe o negócio entende-se que todos os objetivos específicos foram atingidos, possibilitando analisar “como” a empresa Ferpalglass operacionaliza o seu modelo de negócio circular. Por esta razão apresenta-se as considerações finais ado estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta dissertação foi analisar como a empresa Ferpalglass operacionaliza seu modelo de negócio circular. E para isso, foi necessário conhecer as características da empresa, com a evidencia das motivações, oportunidades e desafios da operacionalização do seu modelo de negócio circular. Além disso, os processos que compõe o Ciclo de vida do negócio circular da empresa Ferpalglass foram descritos. Foi elaborado uma proposta de modelo de Matriz Morfológica para analisar o perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM). E, por fim, foram analisados os elementos da Economia Circular presentes no modelo de negócio da empresa pesquisada.

O método utilizado foi o estudo de caso único, realizado em uma empresa especializada na recuperação de resíduos vítreos situada em Foz do Iguaçu na região Oeste do Paraná cujos resultados indicam que o modelo de negócio circular de recuperação de recursos da empresa Ferpalglass é um modelo de negócios Nativo com diversas características e configurações aderentes aos princípios e premissas da EC, o que contribui para a transição do modelo econômico vigente para o modelo econômico circular.

Outrossim, observou-se que a empresa possui muitas possibilidades de ampliação dos serviços prestados, sejam na cidade ou mesmo região, com grande potencial de crescimento, em virtude da crescente demanda legal por processos de produção e consumo mais sustentáveis.

Por esta razão manter-se no caminho circular torna-se um desafio, uma vez que, com o crescimento do negócios, novos processos, insumos, equipamentos e energia precisam ser incorporados. Com isso, ao aplicar a Matriz Morfológica CACO na empresa Ferlpalglass, além de testar a ferramenta, a empresa poderá acompanhar o seu perfil circular conforme for crescendo. Por isto, a ferramenta se mostra relevante para estudo e categorização de modelos de negócios circulares.

A novidade deste estudo está na construção de uma ferramenta, denominada de Matriz Morfológica CACO, de fácil manuseio e utilização. A Matriz Morfológica CACO pode ser utilizada para analisar outras empresas que sejam usuárias do Modelo Econômico Circular, possibilitando que as empresas visualizem os elementos da EC presentes em seu negócio. Por outro lado, matriz possibilita que os usuários da EC tenham uma visão holística e detalhada do CEBM. Dessa forma, pode-se concluir que a Matriz Morfológica CACO, cumpre o propósito de auxiliar as empresas na identificação dos elementos da EC presentes no seu CEBM, numa perspectiva estratégica e circular.

Mais a mais, a análise do perfil circular da empresa Ferpalglass permite concluir que ela é aderente a "uma nova revolução industrial baseada em modelos circulares" onde é preciso "fazer as coisas para durar, para serem usadas com mais intensidade, e para serem feitas de novo". E que a empresa está inserida em um modelo de negócio em ascensão, uma vez que a "manufatura reversa, ou "des-fazer", florescerá – propiciando maneiras eficazes e produtivas de desmontar produtos e componentes e de reciclar materiais (talvez no nível atômico), para fornecer o próximo lote de recursos" (Wettman, 2019, p. 320), que contribui e contribuirá cada vez mais para a construção de uma sociedade baseada no desenvolvimento sustentável e efetivamente responsável.

5.1 Contribuições teóricas

Conforme citam Lieder e Rashid (2015) *apud* Farias *et al*., (2021, p. 4) "educação é o caminho mais seguro e palpável a se trilhar para alcançar o sucesso na EC, é o que pode acelerar a transição da linearidade para a circularidade e garantir um cenário sustentável para empresas e sociedade". Deste modo, este estudo contribui com a ampliação dos conhecimentos teóricos sobre a EC, desde a origem, com o estudo das contribuições das escolas e pensamentos, princípios e preceitos, elementos, classificações, fatores intervenientes e capacitadores, possibilitando um posicionamento estratégico e holístico sobre o modelo econômico circular, sua aplicabilidade e impactos positivos gerados. Além disso, entende-se que este estudo permite a compreensão dos elementos da EC e a análise prática de um CEBM.

Do mesmo modo que, este estudo vincula a EC a prática empresarial e os resultados possibilitam a ampliação teórica e abrem caminhos para outras ideias, servindo de inspiração para diversas abordagens e percepções, partindo do que foi apresentado na pesquisa para outras oportunidades de trabalhos acadêmicos ou, até mesmo, complementando o que foi exposto nesta dissertação.

5.2 Contribuições práticas

As contribuições práticas e gerenciais vinculam-se ao estudo de caso realizado, a construção da Matriz Morfológica CACO para analisar o perfil de um Modelo de Negócio de Economia Circular (CEBM). Ademais, o estudo contribui estrategicamente ao direcionamento que as organizações podem adquirir ao identificar o seu perfil circular de negócio. A partir da identificação do perfil circular é possível que os gestores utilizem a matriz como uma

ferramenta diagnóstica para identificar quão circular são e como podem aprimorar suas práticas a fim de se tornarem ainda mais circulares, e, com isso, possam ser, ainda mais assertivas no caminho para um negócio mais sustentável, melhorando suas estratégias de valor e os impactos positivos gerados ao planeta.

Além disso, o estudo contribui com as organizações, no que diz respeito a possibilidade de aplicação da Matriz CACO nos mais diversos tipos de negócios e portes de empresas, desde que estas organizações sejam usuárias dos princípios da EC.

Outrossim, o resultado possibilita que a empresa Ferpalglass utilize o perfil circular para divulgar suas ações circulares ao mercado, possibilitando aos consumidores que se identificam com as premissas circulares possam se tornar prospectores do negócio, gerando a oportunidade de melhorar o seu posicionamento no mercado, tornando a marca mais conhecida pelos usuários, se diferenciando e mantendo-se competitiva no meio empresarial. Por fim, tornando a empresa referência no segmento de atuação.

5.3 Contribuições sociais

Como contribuições sociais, este estudo, possibilita reflexões acerca do papel de todos rumo a um desenvolvimento sustentável. As empresas, por sua vez, têm a possibilidade de refletir sobre os impactos gerados tanto nos âmbitos econômicos, sociais quanto ambientais, sejam positivos ou negativos, reforçando a necessidade de conscientização e o compromisso com a responsabilidade social.

Além disso, as empresas têm a oportunidade de refletir sobre o uso de recursos circulares em seus processos, produtos e serviços, mitigando a extração dos recursos naturais e eliminando os resíduos de suas operações, contribuindo para a transição do modelo linear para um modelo mais regeneralista, sustentável e circular.

Conforme apontam Reike, Vermeulen e Witjes (2018) é preciso união de esforços entre políticas públicas e empresas para que os processos de reforma, remanufatura e reaproveitamento aconteçam. Em contrapartida, ressaltam que, os pesquisadores acadêmicos precisam atuar ativamente em busca da conceituação que envolve a temática e a sua aplicabilidade prática.

Com isso, os consumidores, por sua vez, têm a oportunidade de refletir sobre os seus hábitos de consumo e pós-consumo e a partir disso mudar o *mindset* e influenciar outros consumidores a adotarem práticas circulares de consumo. Farias *et al.* (2021, p. 4), afirma que para um “fortalecimento do tema no futuro, é necessário um trabalho continuado de

conscientização social, para que mudem as perspectivas dos negócios existentes e novos modelos de negócios surjam como gatilho desta teoria".

Do ponto de vista dos elementos da EC presentes nos negócios, este estudo possibilita a análise das contribuições do CEBM a partir da geração de valor circular oferecido aos clientes e a sociedade em geral, que usufruem da melhoria na qualidade de vida, com a redução dos impactos negativos causados pelo sistema tradicional, focados na extração, processamento, consumo e descarte.

5.4 Limitações

Cita-se como limitações deste trabalho:

a) análise qualitativa do CEBM, carecendo de uma análise mais quantitativa do negócio a fim de validar a contribuição do modelo ao planeta, tanto na análise dos impactos ambientais gerados pela atividade da empresa ou mesmo a avaliação do desempenho ambiental do modelo de negócio circular;
b) validação da ferramenta, que carece de aplicação em outros setores para análise da efetividade;
c) os resultados são relativos ao caso estudado cuja generalização não pode ser obtida.

5.5 Sugestões para trabalhos futuros

Este estudo oportuniza o desenvolvimento de pesquisas futuras a fim de promover a sensibilização sobre o modelo de Economia Circular através do processo de ensino e aprendizagem, conforme preconizado pela Fundação Ellen MacArthur, de forma que seja possível analisá-lo holisticamente a partir das interações entre a teoria e o mundo real. Assim, sugere-se, ao menos, quatro pesquisas futuras para contribuir com o tema:

a) uso da metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para avaliar os impactos ambientais do ciclo do negócio circular de recuperação de recursos;
b) relação das métricas e indicadores ESG em empresas usuárias da EC;
c) avaliação do desempenho ambiental do negócio circular utilizando os princípios dos conjuntos difusos (*fuzzy*) para mensurar o desempenho ambiental através da eficiência e eficácia;
d) estudo dos CEBMS a partir da perspectiva do ciclo de valor.

Por fim, conforme cita Lucas *et al.* (2019) “a fixação e retenção do conhecimento sobre a “Economia Circular” e o desenvolvimento sustentável, a sua transferência e as boas práticas para a sociedade são um desafio aos estudantes, profissionais e instituições de ensino”, ou seja, depende de pesquisas e estudos futuros.

REFERÊNCIAS

ACCENTURE STRATEGY. **Circular Advantage.** Innovative Business Models and Technologies to Create Value in a World without Limits to Growth. California, 2014.

ÁLVAREZ, A.; RITCHEY, T.. Applications of general morphological analysis**. Acta Morphologica Generalis**, v. 4, n. 1, 2015.

AMARAL, J. J. F.. **Como fazer uma pesquisa bibliográfica**. - Ceará: Universidade Federal do Ceará, 2007. 21 p. Disponível em: http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/courses1/mentoring/tutoring/Como%20fazer%20pesquisa%20bibliografica.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

AMIT, R.; ZOTT, C.. Value creation in E-business. **Strategic Management Journal**, 22, 492-520, 2001. Doi: https://doi.org/10.1002/smj.187.

ANDREA BLENGINI, G.; SHIELDS, D. J.. Green labels and sustainability reporting: Overview of the building products supply chain in Italy. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 21, n. 4, p. 477-493, 2010.

ARAGÃO, J. W. M.; MENDES NETA, M. A. H.. **Metodologia Científica**. [recurso eletrônico] / José Wellington Marinho de Aragão, Maria Adelina Hayne Mendes Neta. - Salvador: UFBA, Faculdade de Educação, Superintendência de Educação a Distância, 2017. 51 p.: il.

ABRELPE - Associação Brasileiras das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2022. Disponível em: https://abrelpe.org.br/download-panorama-2022/. Acesso em: 30 abr. 2023.

ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Industriais Automáticas de Vidros. **Anuário ABIVIDRO 2009**. São Paulo: ABIVIDRO, 2009.

ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Industriais Automáticas de Vidros. **Porque o vidro é a melhor opção para reciclar.** 2021. Disponível em: https://epuroevidro.com/wp-content/uploads/2021/06/E-book_Porque-o-vidro-e-a-melhor-opcao-para-reciclar-1.pdf. Acesso em: 30 abri. 2023.

ABIVIDRO - Associação Técnica Brasileira das Industriais Automáticas de Vidros (ABIVIDRO). **Vidro: o resíduo infinitamente reciclável.** 2019. Disponível em: https://abividro.org.br/2019/02/07/vidro-o-residuo-infinitamente-reciclavel/. Acesso em: 01 maio 2023.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004. **Resíduos sólidos: classificar**. Rio de Janeiro, 2004.

ÁVILA, P. Z.. La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. **Tabula rasa**, n. 28, p. 409-423, 2018. Doi: https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18.

BARDERI, M. T.. **Aplicação dos princípios da economia circular em uma indústria de veículos comerciais**. 2017. 137 p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - Centro Universitário FEI, São Paulo, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.31414/ADM.2017.D.129527. Acesso em: 19 jun. 2022.

BAUM, M. A.; SOUZA, C. A.. Modelos de negócios de economia circular: uma revisão sistêmica da literatura utilizando o Methodi Ordinatio. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 6, n. 13, p. 104 – 120, 2023.

BENETTI, M.. **Modelo Metodológico para Formulação e Implantação de Programas de Coleta Seletiva em Municípios de Pequeno Porte**. Florianópolis, 2000, 154f. Dissertação (Mestrado em Eng. Ambiental). UFSC, 2000.

BIROCHI, R.. Metodologia de estudo e de pesquisa em administração / Renê Birochi. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2021. 99 p.: il.

BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Setorial. **Considerações sobre a indústria do vidro no Brasil**. Rio de Janeiro, n. 26, p. 101-138, set. 2007.

BÓ, G. C. S. D.. **Estudo da cadeia de reciclagem de vidro: perspectivas para os municípios da região carbonífera (AMREC) a partir da economia circular**. 2019. 231 p. Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2019.

BLOMSMA F., BRENNAN, G.. The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity. **J. Ind. Ecol.,** 21 p. 603-614, 2017.

RECICLOTECA - Centro de Informações sobre Reciclagem e Meio Ambiente. **Vidro: história, composição, tipos, produção e reciclagem**. ONG ECOMARAPENDI. Disponível em: http://www.recicloteca.org.br/?post_type=material-reciclavel&p=74. Acesso em: 30 abril 2023.

BLOG EU RECICLO. **Reciclagem do vidro no Brasil: Desafios, oportunidades e iniciativas.** BLOG EU RECICLO Disponível em https://info.eureciclo.com.br/hubfs/Conteudos/ebook-reciclagem-do-vidro.pdf. Acesso em: 01 maio 2023.

BOCKEN. N. M. P. *et al*.. Product design and business model strategies for a circular economy**: Jornal of Industrial and Production Engineering**. 33, p. 308-320, 2016. https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124.

BRASIL. **Projeto de Lei nº 1874, de 2022**. Institui a Política Nacional de Economia Circular e altera a Lei nº 10.332, de 19 de dezembro de 2001, a Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010, e a Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021 [...]. Disponível em: https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/153918#:~:text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de%20Economia%20Circular%20e,abril%20de%202021%2C%20para%20adequ%C3%A1-las%20%C3%A0%20nova%20pol%C3%ADtica. Acesso em: 03 abr. 2023.

BRASIL. **Lei nº 12.305/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 155, n. 157, p. 59-64, 15 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/L12305.htm. Acesso em: 01 ago. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **SINIR**. Disponível em: https://sinir.gov.br/informacoes/sobre/. Acesso em: 01 de fev. 2023.

BRENNAN, G., TENNANT, M., BLOMSMA, F.. Business and production solutions: Closing Loops & the Circular Economy. In: Kopnina, H. & Shoreman-Ouimet, E. (Eds). **Susteainability: Key issues**. Routledge: EarthScan, p. 2019-239, 2015.

BRESSANELLI *et al*.. Exploring How Usage-Focused Business Models Enable Circular Economy through Digital Technologies. **Sustainability**, v 10, n. 3, p. 639, 2018. https://doi.org/10.3390/su10030639.

CHEN, C. W.. Improving Circular Economy Business Models: Opportunities for Business and Innovation: A new framework for businesses to create a truly circular economy. **Johnson Matthey Technology Review**, v. 64, n. 1, p. 48-58, 2020.

COLLIS, J.; HUSSEY, R.. **Pesquisa em Administração**. 2. Ed. São Paulo: Bookman, 2005.

CNI - Confederação Nacional da Indústria. **Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira**. Confederação Nacional da Indústria. Brasília: CNI, 2018. 64 p.

D'AMATO D, VEIJONAHOA S, TOPPINEN A.. Towards sustainability? Forest-based circular bioeconomy business models in Finnish SMEs. **For Policy Econ.** 2020.

CONFIGURAÇÃO. In: **Dicionário Priberam da Língua Portuguesa**. [em linha], 2008-2023, Disponível em: https://dicionario.priberam.org/configura%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: jun. 2023.

DAOU, A. *et al*.. A. The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy**.** **Journal of Cleaner Production**, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120938.

DUTRA, M. S.; FISCHER, J. G. S.; JUNGES, I.. **Setor vidreiro: inovações e ações compensatórias ao impacto ambiental provocado pelo uso de matéria-prima não renovável no processo produtivo**. 2018. 25 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade do Sul de Santa Catarina, UNISUL. Florianópolis. Disponível em: http://ensinosuperior.sed.sc.gov.br/index.php/pos-graduacao/trabalhos-de-conclusao-de-bolsistas/trabalhos-de-conclusao-de-bolsistas-a-partir-de-2018/ciencias-sociais-aplicadas/especializacao-5/25-setor-vidreiro-inovacoes-e-acoes-compensatorias-ao-impacto-ambiental-provocado-pelo-uso-de-materiaprima-nao-renovavel-no-processo-produtivo/file Acesso em: 01 fev. 2023.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (EEA). Circular economy in Europe: Developing the knowledge base. Relatório EEE n.º 2/2016. Luxemburgo: Serviço de Publicações da União Europeia, 2016. ISBN: 978-92-9213-719-9. Disponível em:

https://www.eea.europa.eu/publications/circular-economy-in-europe. Acesso em: 25 ago. 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Towards the circular economy: an economic and business rationale for an accelerated transition**. Vol. 1. EMF: 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição**. EMF: 2015.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). Uma economia circular no Brasil: uma exploratória inicial. EMF: 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (EMF). **O que é economia Linear?** EMF: 2023.

EKINS, P. *et al.*. The circular economy: What, why, how and where. 2020. Background paper for an OECD/EC Workshop on 5 July 2019 within the workshop series "Managing environmental and energy transitions for regions and cities", Paris, 2019. Disponível em: https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/Ekins-2019-Circular-Economy-What-Why-How-Where.pdf acesso em: 20 ago. 2023.

FARIAS F. G. *et al*.. **Uma Década de Estudos sobre Economia Circular: Tendências e Reflexões Através de Análise Bibliométrica Internacional**. Internext, v. 16, n. 3, p. 289–305, 2021. DOI: 10.18568/internext.v16i3.647.

FABRI, A. R. *et al*.. Uso da avaliação de ciclo de vida (acv) em embalagens de plástico e de vidro na indústria de bebidas no Brasil. **Brazilian Journal of Environmental Sciences** (Online), n. 01, p. 47-54, 2005.

FERRAZ, J. M. G.. **As dimensões da sustentabilidade e seus indicadores**. 2003.

FOGARASSY, C.; FINGER, D.. Theoretical and practical approaches of circular economy for business models and technological solutions. **Resources,** v. 9, n. 6, p. 76, 2020.

FONTGALLAND, I. L.. **Economia circular e consumo sustentável** [livro eletrônico] / Isabel Lausanne Fontgalland. - Campina Grande: Editora Amplla, 2022. 86 p.

FOZ DO IGUAÇU (PR). **Dados do Município de Foz do Iguaçu**. Disponível em: https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-foz-do-iguacu.html#:~:text=Munic%C3%ADpio%20de%20Foz%20do%20Igua%C3%A7u.%20Foz%20do%20Igua%C3%A7u,munic%C3%ADpio.%20Situado%20a%20174%20metros%20de%20altitude%2C%20. Acesso em: 22 abr. 2023.

FOZ DO IGUAÇU (PR). **Dados do Município de Foz do Iguaçu**. Disponível em: https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-foz-do-iguacu.html. Acesso em: 22 abr. 2023.

FOZ DO IGUAÇU (PR). **Lei Complementar n.º 296, de 12 de novembro de 2018**. Dispõe sobre a área territorial do Município de Foz do Iguaçu [...]. Foz do Iguaçu: Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu, 2018. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/a/pr/f/foz-do-iguacu/lei-complementar/2018/29/296/lei-complementar-n-296-2018-dispoe-sobre-a-area-territorial-do-municipio-de-foz-do-iguacu-para-fins-de-delimitacao-das-areas-urbanas-e-rural-

de-expansao-e-de-restricao-alem-de-outras-aplicacoes-previstas-em-lei. Acesso em: 23 abr. 2023.

FOZ DO IGUAÇU (PR). **Divisão de Gestão de Resíduos Recicláveis** - DVGRR (Coleta Seletiva). Disponível em: https://www5.pmfi.pr.gov.br/publicacao-447. Acesso em: 28 abr. 2023.

FREITAS, W. R. S; JABBOUR, C. J. C.. Utilizando estudo de caso (s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. **Revista Estudo & Debate**, v. 18, n. 2, 2011.

FUNDACIÓN ECONOMÍA CIRCULAR (FEC). Economía circular. **Apoyar el cambio hacia una economía eficiente en el uso de los recursos**, 2017. Disponível em: https://www.startandgo.pt/pubs/startgo20.pdf. Acesso em: 03 maio 2023.

GALLIVAN, M. J.. **Value in triangulation: a comparison of two approaches for combining qualitative and quantitative methods. In: Information Systems and Qualitative Research: Proceedings of the IFIP TC8 WG 8.2 International Conference on Information Systems and Qualitative Research, 31st May–3rd June 1997, Philadelphia, Pennsylvania, USA**. Springer US, 1997. p. 417-443.

GEISSDOERFER, M. *et al.*. Business models and supply chains for the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v.790, p.712-721, 2018. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159.

GEISSDOERFER, M. *et al*.. Circular business models: A review. **Journal of Cleaner Production**, 2020. doi:10.1016/j.jclepro.2020.123741

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GLOBAL, PACTO. A evolução do ESG no Brasil. 2021. Disponível em: https://conteudos.stilingue.com.br/estudo-a-evolucao-do-esg-no-brasil. Acesso em: 03 out. 2021.

GONÇALVES, M. E.; MARINS, F. A. S.. Logística reversa numa empresa de laminação de vidros: um estudo de caso. **Gestão & Produção**. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), v. 13, n. 3, p. 397-410. 2006. Disponível em: http://hdl.handle.net/11449/9493 Acesso em: 03 abr. 2022.

GOYAL, S.; ESPOSITO, M.; KAPOOR, A.. **Circular economy business models in developing economies: lessons from India on reduce, recycle, and reuse paradigms**. Thunderbird International Business Review, v. 60, n. 5, p. 729-740, 2018. https://doi-org.ez89.periodicos.capes.gov.br/10.1002/tie.21883

GUIRADO, C. *et al.*. Social farming in Catalonia: Rural local development, employment opportunities and empowerment for people at risk of social exclusion. In: **Journal of Rural Studies**, v. 56, p.180-197, 2017. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0743016717309737?via%3Dihub. Acesso em: 10 maio 2021.

GUARNIERI, P. *et al.*. Transitioning towards a circular economy under a multicriteria and the new institutional theory perspective: A comparison between Italy and Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 409, p. 137094, 2023.

GUARNIERI, P.. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. 1ª edição. Recife: Ed. Clube dos Autores 2011.

ISO - International Organization for Standardization. Conformity assessment Circular economy: The role of conformity assessment. Geneva: ISO, 2022. Disponível em: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/store/en/PUB100471.pdf. Acesso em: 14 fev. 2023.

ISO - International Organization for Standardization. Towards a circular economy. Geneva: ISO, 2022. Disponível em: https://www.iso.org/en/contents/news/2022/08/towards-a-circular-economy.html. Acesso em: 14 fev. 2023.

ISO - International Organization for Standardization. ISO/DIS 59010(en) Circular Economy — Guidance on the transition of business models and value networks. Geneva: ISO, 2023, XX p . Disponível em https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:59010:dis:ed-1:v1:en. Acesso em: ago. 2023.

ISOTON, R.; GIACOMELLO, C. P.; FACHINELLI, A. C,. Análise da maturidade de práticas de economia circular em confecções. **dObra [s]–revista da Associação Brasileira de Estudos de Pesquisas em Moda**, n. 38, p. 248-277, 2023.

JORNAL DO VIDRO. **História do vidro no Brasil**. Disponível em http://www.jornaldovidro.com.br/single-post/2015/10/20/Hist%C3%B3ria-do-Vidro-noBrasil-parte-1. Acesso em: 02 mar. 2023.

JULKOVSKI, D. J.; SEHNEM, S.. Circular Business Models: An Analytical Perspective. **Sustainable Business International Journal**, v. 1, n. 94, 2021.

KAHLMEYER-MERTENS, R. S. E. A.. **Como elaborar projetos de pesquisa: linguagem e método**. Rio de Janeiro: FGV, 2007.

KRUGLIANSKAS, M.. Economia circular: o que é, como funciona e qual o impacto da tecnologia? PROGESA - FIA, 2021. Disponível em: https://progesa.fia.com.br/economia-circular-o-que-e-como-funciona-e-qual-o-impacto-da-tecnologia/ Acesso em 05 nov. 2023.

LAZZERINI, C. A.. **Modelos de negócios circulares: um estudo de micro e pequenas empresas no varejo de moda brasileiro**. 2020. 207f. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade de São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12139/tde-06022020-180025/publico/CorrigidoCeleste.pdf. Acesso em:

LEONARD, A.. **A história das coisas. 2009.(**3m26s) Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=7qFiGMSnNjw. Acesso em: 10 jan. 2021.

LEWANDOWSKI, M.. Designing the business models for circular economy—Towards the conceptual framework. **Sustainability**, v. 8, n. 1, p. 43, 2016. https://doi.org/10.3390/su8010043

LINS, A. C. R. S. P.; MATOS, B. V.. Avaliação da relação do ESG com estratégia da economia circular em empresa no setor têxtil. 2021. Disponível em: https://dspace.mackenzie.br/items/cc7951fd-90a4-47f6-a3d6-7e1401b045d2. Acesso em 02 nov. 2023.

LOURENCO, J.; LIRA, W. S.. **Logística reversa de resíduos Vítreos: um estudo de caso do Processo implementado na Unidade de beneficiamento e Reciclagem de materiais Vítreos**. XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. 2013. Disponível em: http://www.abepro.org.br Acesso em: 03 abril 2022.

LÜDEKE-FREUND, F.; GOLD, S.; BOCKEN, N. MP. A review and typology of circular economy business model patterns. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 36-61, 2019. https://doi.org/10.1111/jiec.12763.

LUZ, B. (Org.). Economia circular Holanda: Brasil: da teoria à prática. 1. ed. -- Rio de Janeiro: Exchange 4 Change Brasil, 2017.

MARQUES, V. C.. Transição da economia linear à circular deve ocorrer em um futuro breve. Revista Anefac: 2023. Disponível em: https://revistaanefac.org.br/2022/03/25/transicao-da-economia-linear-a-circular-deve-ocorrer-em-um-futuro-breve/. Acesso em 03 nov. 2023.

MARTINS, G. A.. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisa no Brasil. **Revista de Contabilidade e Organizações**, v. 2, n. 2, p. 9-18, 2008.

MENDONÇA, A. W.. **Metodologia para estudo de caso**: livro didático / Organizadora Ana Waley Mendonça; design instrucional Marina Cabeda Egger Moellwald, revisor Diane Dal Mago. – Palhoça: UnisulVirtual, 2014. 99 p. :il.; 28 cm.

MIGUEL, P. A. C.. Estudo de caso na administração: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216 – 229, jan./abr. 2007.

MOTTA, W. H.. Análise do ciclo de vida e logística reversa. **X SEGeT**, 2013.

NUSSHOLZ, J. L. K.. Circular Business Models: Defining a Concept and Framing an Emerging Research Field. **Sustainability,** v. 9, n. 10, p. 1810, 2017.

ORDOÑEZ, I.; RAHE, U.. Collaboration between design and waste management: Can it help close the material loop? **Resources, Conservation and Recycling,** Volume 72, p. 108-117, 2013. ISSN 0921-3449. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344913000037. Acesso em: 20 nov. 2022.

PINTO E COSTA, M.. **O Diagrama de Borboleta aplicado ao Setor Agroalimentar:** boas Práticas. 2021. Disponível em: https://www.beecircular.org/post/diagrama-de-borboleta. Acesso em: 28 ago. 2023.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C.. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos avançados**, v. 31, p. 271-283, 2017.

RANTA, V.; AARIKKA-STENROOS, L.; MÄKINEN, S. J.. Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models. **Journal of cleaner production**, v. 201, p. 988-1000, 2018.

RANTA, V.; AARIKKA-STENROOS, L.; VÄISÄNEN, J. M.. Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy - Multiple case study. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 164, p. 105-155, 2021.

REIKE, D., VERMEULEN, W. J. V., & WITJES, S.. The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? — Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. **Resources, Conservation and Recycling**, 135, p. 246–264. 2018. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027.

ROESCH, S. M. A.. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração: guia para estágios, trabalhos de conclusão, dissertação e estudos de caso**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas. 2005.

ROVANTO, I. K.; BASK, A.. Systemic circular business model application at the company, supply chain and society levels—A view into circular economy native and adopter companies. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 2, p. 1153–1173, 2021.

SANTA-MARIA, T., VERMEULEN, W. J. V., BAUMGARTNER, R. J.. Framing and assessing the emergent field of business model innovation for the circular economy: A combined literature review and multiple case study approach. **Sustainable Production and Consumption,** 26, 872–891, 2021. doi:10.1016/j.spc.2020.12.037

SANTOS, J. G.. A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. **Revista Reuna,** v. 17, n. 2, p. 81-96, 2012.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Indicadores utilizados para medir ESG**. 2023. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/indicadores-utilizados-para-medir-esg,f5fb236500eb7810VgnVCM1000001b00320aRCRD. Acesso em: 02 nov. 2023.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **ESG: o que é e qual é a importância?** 2022. Disponível em: https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/pe/artigos/esg-o-que-e-e-qual-e-a-importancia-saiba-aqui,4ef39fd767ede710VgnVCM100000d701210aRCRD. Acesso em: 02 nov. 2023.

STÅL, H. I.; CORVELLEC, H.. A decoupling perspective on circular business model implementation: Illustrations from Swedish apparel. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 630–643, 2018.

SZIGETHY, L.; ANTENOR, S.. **Resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios tecnológicos, políticos e econômicos**. 2021. Disponível em:

https://www.ipea.gov.br/cts/pt/central-de-conteudo/artigos/artigos/217-residuos-solidos-urbanos-no-brasil-desafios-tecnologicos-politicos-e-economicos. Acesso em: 09 jun. 2023.

TEECE, D. J.. Business models, business strategy and innovation. **Long range planning**, v. 43, n. 2-3, p. 172-194, 2010.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; SMART, P.. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British journal of management**, v. 14, n. 3, p. 207-222, 2003.

VALVE, H.; LAZAREVIC, D.; HUMALISTO, N.. When the circular economy diverges: The co-evolution of biogas business models and material circuits in Finland. **Ecological economics**, v. 185, p. 107025, 2021.

VENCE, X.; PEREIRA, Á.. Eco-innovation and Circular Business Models as drivers for a circular economy. **Contaduría y administración**, v. 64, n. SPE1, p. 0-0, 2019.

VERGARA, S. C.. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M.. Case research in operations management. **International journal of operations & production management**, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development. **CEO guide to the Circular Economy**, 2017. Disponível em: https://www.wbcsd.org/Archive/Factor-10/Resources/CEO-Guide-to-the-Circular-Economy. Acesso em: 20 jan. 2023.

WETMAN, C.. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. Tradução Alonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

WIKIVIDROS. **Fundamentals of the vitreous state**. Disponível em: https://wikividros.eesc.usp.br/gst/fundamentals-of-the-vitreous-state/start. Acesso em: 06 jun. 2023.

ZAMBELLO, A. V.*et al*.. **Metodologia da pesquisa e do trabalho científico** / Aline Vanessa Zambello *et al*.; organizador: Thiago Mazucato. Penápolis: FUNEPE, 2018.

ZANELLA, L. C. H.. **Metodologia de pesquisa** / Liane Carly Hermes Zanella. – 2. ed. reimp. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC. 2013. 134 p.

ZANELLI, J. C.. Pesquisa qualitativa em estudos da gestão de pessoas. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 7, p. 79-88, 2002.

YIN, R.K.. **Estudo de caso: Planejamento e métodos.** Tradução de Daniel Grassi. 5 ed. Porto Alegre (RS): Bookman. 2015. 290 p.

ANEXO A - CONFIGURAÇÕES DO MNCN DA FERPALGLASS

MODELO DE NEGÓCIO CIRCULAR NATIVO (MNCN) DA EMPRESA FERPALGLASS			
Modelo de recuperação de recursos e extensão de vida útil do produto			
Propósito			
Visa reduzir e otimizar o uso de materiais nos processos produtivos		Ampliar a vida útil do produto	
Eco inovação tecnológica e social			
Nivel Micro: Ecodesign, produção limpa, ecoefiência, sistema de rotulagem e métodos sustentáveis de produção e consumo. Nível Meso: simbiose industrial, parques ecoindustriais, cadeias verdes e logistica reversa. Nível macro: legislação, zero desperdício, orientação para a reciclagem			
Sistemas Cognitivos, Regulatórios e Normativos			
Contribuir com o planeta, deixar uma herança positiva	Comprometimento, comunicação, conscientização, respeito	Leis Federais, Estaduais e Municipais.	ABIVIDRO, SINIR, MTR, ASSOCIAÇÃO COMERCIAL, ODS
Segurança, organização e parceria, união	Inovação e tecnologias ambientais	Pontualidade	Pensamento Sustentável
Indicadores de desempenho: Rastreabilidade de entrada e saída (quando, quanto e de quem/para quem)			
Histórico de Vendas	Histórico de Clientes	NFPS, NF de venda e Ordem de Serviço	MTR - Venda
Valores Sociais, Economicos e Ambientais			
Movimento de negócios	Emprego digno	4R's: Repensar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar	3.900 toneladas de vidros transformados em MP
200 clientes atendidos	10 colaboradores fixos e 4 esporádicos	Redução da pobreza	Redução de CO2
Grau de influência das Barreiras			
Técnológico: incompatibilidade técnológica para implantação da mudança - Grau 4	Mercado: viabilidade técnico-economico - Grau 2	Regulatória: falta de apoio de políticas públicas e leis de apoio - Grau 2	Cultural: falta de consciência/vontade - Grau 3
Grau de influência das Oportunidades			
Técnológicas: Pesquisa e Desenvolvimento favorável - Grau 5	Mercadolóficas: atendimento de demandas de consumidores conscientes, mudança no *mindset* dos consumidores - Grau 5	Regulatórias: leis favoráveis a práticas sustentáveis - Grau 5	Cultural: fomento de práticas ambientalmente sustentáveis - Grau 5
Impactos positivos gerados			
Redução de descarte irregular dos resíduos	Mudança do perfil do consumidor	Melhoria ambiental	Geração de empregos
ODS			
ODS 12 Consumo e produção responsáveis	ODS 11 Cidades e comunidades sustentáveis	ODS 9 Indústria, inovação e infraestrutura	ODS 3 Saúde e bem-estar

Fonte: Baum e Souza (2023).

APÊNDICE A – ESCOLHA BIBLIOGRÁFICA

Para justificar a escolha dos materiais utilizados para compor o referencial teórico utilizou-se o critério de análise do número de citação e ano de publicação. Para isso foi utilizado os dados de número de citação e ano de publicação disponíveis na plataforma *Google Scholar*. Todavia, foram considerados artigos mais recentes aderentes ao tema de pesquisa, mesmo sem terem sidos citados. Outrossim, nem todas as referências utilizadas constavam na base de dados utilizadas. A consulta a plataforma foi realizada em 09 de novembro de 2023. Mais a mais, a média de citações 1.429,85 (considerando todas as obras consultadas, sendo atribuído citação "0" para aquelas não identificas). Considerando o ano de publicação, os documentos foram publicados entre 1997 e 2023. Dada a importância das obras, cuja publicação excede o último quinquênio, optou-se por mantê-las, citando o conteúdo original (a maioria, publicada no exterior) ao invés de utilizar citações feitas dentro deste lustro, por pesquisadores nacionais ou estrangeiros.

Ordem	Autores	Ano	Citações
1	Yin (2015)	2015	49589
2	Tranfield; Denyer; Smart (2003)	2003	14338
3	Teece (2010)	2010	12788
4	Amit; Zott (2001)	2001	9959
5	Voss; Tsikriktsis; Frohlich (2002)	2002	6339
6	Bocken; Bakker; Van Der Grinter (2016)	2016	3297
7	Lewandowski (2016)	2016	1543
8	Reike; Vermeulen; Witjes (2018)	2018	1420
9	Blomsma; Brennan (2017)	2017	1221
10	Geissdoerfer Et Al. (2018)	2018	1052
11	Miguel (2007)	2007	933
12	EMF (2013)	2013	915
13	Lüdeke-Freund; Gold; Bocken (2019)	2019	890
14	Ávila (2018)	2018	687
15	Geissdoerfer Et Al. (2020)	2020	561
16	Martins (2008)	2008	531

17	Bressanelli Et Al. (2018)	2018	498
18	Freitas; Jabbour (2011)	2011	436
19	Nussholz (2017)	2017	403
20	Zanelli (2002)	2002	374
21	Guarnieri (2011)	2011	297
22	Ranta; Aarikka-Stenroos; Väisänen (2021)	2021	280
23	D'amato; Veijonahoa; Toppinen (2020)	2020	278
24	Ranta; Aarikka-Stenroos; Mäkinen (2018)	2018	273
25	Goyal; Esposito; Kapoor (2018)	2018	265
26	Stål; Corvellec (2018)	2018	249
27	Pott; Estrela (2017)	2017	247
28	Brennan; Tennant; Blomsma (2019)	2019	170
29	Álvarez; Ritchey (2015)	2015	141
30	Ekins et *al.* (2019)	2019	138
31	Vence; Pereira (2019)	2019	125
32	Daou *et al.* (2020)	2020	118
33	Gallivan (1997)	1997	111
34	Andrea Blengini; Shields (2010)	2010	110
35	Kahlmeyer-Mertens (2007)	2007	103
36	Aragão; Mendes Neta (2017)	2017	90
37	Santa-Maria; Vermeulen; Baumgartner (2021)	2021	87
38	Wetman (2019)	2019	79
39	Santos (2021)	2012	76
40	Gonçalves; Marins (2006)	2006	76
41	Guirado, C. *et al.* (2017)	2017	71
42	Birochi (2021)	2021	68
43	Rovanto; Bask (2021)	2021	60
44	Chen (2020)	2020	43
45	Ordoñez; Rahe (2013)	2013	41
46	Luz (2017)	2017	36
47	FEC (2017)	2017	35
48	Pacto Global (2021)	2021	18
49	Valve; Lazarevic; Humalisto (2021)	2021	18

50	Szigethy; Antenor (2021)	2021	17
51	Motta (2013)	2013	17
52	Wbcsd (2017)	2017	4
53	Guarnieri Et Al. (2023)	2023	3
54	Bó (2019)	2019	3
55	Barderi, M. T.	2017	3
56	Benetti (2000)	2000	3
57	Julkovski; Sehnem (2021)	2021	1
58	Lins; Matos (2021)	2021	0
59	Lazzerini (2020)	2020	0
60	EEA (2016)	2016	0
61	Baum; Souza (2023)	2023	0
62	Emf (2023)	2023	-
63	Sebrae (2023)	2023	-
64	Sebrae (2022)	2022	-
65	Pinto e Costa (2021)	2021	-
66	Dutra; Fischer; Junges (2018)	2018	-
67	Zambello Et Al. (2018)	2018	-
68	EMF (2017)	2017	-
69	Gil (2017)	2017	-
70	EMF (2015)	2015	-
71	Accenture Strategy (2014)	2014	-
72	Lourenco; Lira (2013)	2013	-
73	Zanella (2013)	2013	-
74	Leonard (2009)	2009	-
75	Amaral (2007)	2007	-
76	Vergara (2007)	2007	-
77	Collis; Hussey (2005)	2005	-
78	Roesch (2005)	2005	-

Fonte: elaboração própria (2023).