



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

UEDJA TATYANE GUIMARÃES MEDEIROS LIMA

**PROPOSTA DE MODELO DE GOVERNANÇA DA ECONOMIA CIRCULAR PARA
O SETOR ELETROELETRÔNICO DE LINHA BRANCA NO BRASIL**

Recife, agosto de 2025

UEDJA TATYANE GUIMARÃES MEDEIROS LIMA

**PROPOSTA DE MODELO DE GOVERNANÇA DA ECONOMIA CIRCULAR PARA
O SETOR ELETROELETRÔNICO DE LINHA BRANCA NO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
Engenharia Civil da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito para obtenção do
título de doutor(a) em Engenharia Civil.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral

Coorientador: Prof. Dr. Gilson Lima da Silva

Recife, agosto de 2025

Catálogo de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Lima, Uedja Tatyane Guimarães Medeiros.

Proposta de modelo de Governança da Economia Circular para o setor eletroeletrônico de linha branca no Brasil / Uedja Tatyane Guimarães Medeiros Lima. - Recife, 2025.

176f.: il.

Tese (Doutorado)- Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2025.

Orientação: Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral.

Coorientação: Prof. Dr. Gilson Lima da Silva.

1. Governança circular; 2. Cadeia reversa circular; 3. Modelagem circular; 4. Circularidade dos resíduos eletroeletrônicos. I. Sobral, Maria do Carmo Martins. II. Silva, Gilson Lima da. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

UEDJA TATYANE GUIMARÃES MEDEIROS LIMA

**MODELAGEM DA GOVERNANÇA DA ECONOMIA CIRCULAR PARA O SETOR
ELETROELETRÔNICO DE LINHA BRANCA NO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
Engenharia Civil da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito para obtenção do
título de doutor(a) em Engenharia Civil.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental e
Recursos Hídricos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Wanderli Rogério Moreira Leite

Presidente e examinador interno – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Ronaldo Faustino da Silva

Examinador externo – Instituto Federal de Pernambuco – IFPE

Profa. Dra. Érika Alves Tavares Marques

Examinadora externa – Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Ronaldo Augusto Campos Pessoa

Examinador externo – Universidade Federal do Tocantins – UFT

Profa. Dra. Janaina Accordi Junkes

Examinadora externa – Centro Universitário de Maceió – UNIMA

Dedico todo o esforço empregado na realização deste trabalho àqueles que nunca hesitaram em ser o meu maior auxílio: meus pais, Sebastião Medeiros e Zelinda Guimarães; meu esposo, Maximiliano Medeiros; e meu filho, Ícaro Guilherme.

Oh! Quão depressa passa a glória desse mundo!
Prouvera a Deus que a vida lhes concordasse com a doutrina; teriam então lido e estudado com proveito.
Quantos perecem no mundo, entregues a uma ciência vã e descuidados do serviço de Deus!
Esvaecer em suas cogitações porque antes quiseram ser grandes que humildes.
Verdadeiramente grande é aquele que tem grande caridade!
Verdadeiramente grande, aquele que, pequeno aos próprios olhos, em nada estima as maiores honras.
Verdadeiramente sábio, aquele que considera todas as coisas da terra como lodo, para ganhar a Cristo.
E verdadeiramente douto, aquele que faz a vontade de Deus e renuncia à própria.
Quanto mais o homem for humilde e submisso a Deus, tanto maior será a sua sabedoria e serenidade.
(KEMPIS, 14--., p. 20)

RESUMO

O aumento da demanda por bens, produtos e serviços eletroeletrônicos, impulsionado pelo crescimento populacional e pela elevação do padrão de vida, tem intensificado a pressão sobre o atual sistema econômico linear. Como reflexo desse modelo, a recuperação de eletroeletrônicos de uso doméstico não acompanha o ritmo acelerado da geração global desses resíduos. No Brasil, o Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, regulamenta o Sistema de Logística Reversa de aparelhos eletroeletrônicos, com o objetivo de assegurar o retorno seguro dos Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) ao ciclo produtivo. Contudo, essa regulamentação ainda está ancorada em uma abordagem linear, centrada predominantemente na reciclagem. Nesse cenário, a Economia Circular (EC) vem ganhando destaque pelo seu potencial de superação do modelo atual de produção e consumo, baseado no crescimento contínuo e uso intensivo de recursos. Ao promover padrões de produção em fluxo fechado, a EC busca aumentar a eficiência no uso dos recursos, promovendo equilíbrio, equidade e harmonia entre economia, meio ambiente e sociedade, respeitando os limites planetários. Consciente dos desafios ambientais, sociais, econômicos e das carências estruturais na organização e gestão da cadeia, e reconhecendo os REEE como recursos pós-consumo de valor, esta pesquisa tem como objetivo propor uma modelagem de governança circular para o setor de eletroeletrônicos de linha branca no Brasil. O estudo foi conduzido por meio de uma pesquisa-ação, tendo como campo empírico o *Hub* de Economia Circular Brasil (HubEC). Inicialmente, realizou-se um diagnóstico da governança da EC no país por meio de revisão sistemática estruturada com base no protocolo PRISMA. A partir desse diagnóstico e da experiência prática junto ao HubEC, foi desenvolvido um modelo de governança circular para cadeias produtivas brasileiras, estruturado em quatro etapas: engajamento, diagnóstico, planejamento e implementação. Esse modelo foi aplicado ao setor eletroeletrônico de linha branca, com a participação de empresas-membro do HubEC e organizações parceiras. Os resultados revelam que a governança circular no Brasil se encontra em estágio inicial, porém em constante evolução, sendo majoritariamente conduzida por redes colaborativas do setor privado, com apoio de organizações intermediárias. O projeto-piloto Linha Branca demonstrou a viabilidade prática do modelo proposto, identificando soluções de impacto circular, novos fluxos de materiais e sinergias intersetoriais, com benefícios econômicos, ambientais e sociais. A etapa de implementação foi realizada de forma prospectiva, com base em cenários experimentais, resultando na proposição de três novos arranjos operacionais para a logística reversa da linha branca. A modelagem circular apresentada oferece um referencial metodológico e prático passível de replicação em outras cadeias produtivas. Sua contribuição está diretamente alinhada às diretrizes do Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC), ao propor instrumentos concretos para a integração sistêmica de atores públicos e privados, bem como aos objetivos do Fórum Nacional de Economia Circular (FNEC), ao fomentar a construção de uma governança participativa voltada à transição justa e regenerativa. A tese oferece subsídios concretos para o avanço da EC no Brasil, recomendando sua aplicação em diferentes contextos produtivos do país.

Palavras-chave: governança circular; cadeia reversa circular; modelagem circular; circularidade dos resíduos eletroeletrônicos.

ABSTRACT

The growing demand for electronic goods, products, and services, driven by population growth and rising living standards, has intensified pressure on the current linear economic system. As a reflection of this model, the recovery of household electronics has not kept pace with the accelerated global generation of this waste. In Brazil, Decree No. 10,240 of February 12, 2020, regulates the Reverse Logistics System for electronic devices, with the aim of ensuring the safe return of Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) into the production cycle. However, this regulation remains anchored in a linear approach, predominantly focused on recycling. In this context, the Circular Economy (CE) has gained prominence for its potential to overcome the current model of production and consumption, based on continuous growth and intensive resource use. By promoting closed-loop production patterns, CE seeks to increase resource efficiency while fostering balance, equity, and harmony among the economy, the environment, and society, within planetary boundaries. Aware of the environmental, social, and economic challenges, as well as the structural shortcomings in the organization and management of the chain, and recognizing WEEE as valuable post-consumer resources, this research aims to propose a model of circular governance for the white goods sector in Brazil. The study was conducted through action research, using the Brazil Circular Economy Hub (HubEC) as the empirical field. Initially, a diagnosis of CE governance in the country was carried out through a systematic review structured according to the PRISMA protocol. Based on this diagnosis and the practical experience with HubEC, a circular governance model for Brazilian production chains was developed, structured into four stages: engagement, diagnosis, planning, and implementation. This model was applied to the white goods electronics sector, with the participation of HubEC member companies and partner organizations. The results reveal that circular governance in Brazil is still at an early stage but in constant evolution, being largely driven by collaborative networks from the private sector with the support of intermediary organizations. The White Goods pilot project demonstrated the practical feasibility of the proposed model, identifying circular impact solutions, new material flows, and intersectoral synergies with economic, environmental, and social benefits. The implementation stage was carried out prospectively, based on experimental scenarios, resulting in the proposal of three new operational arrangements for reverse logistics in the white goods sector. The circular governance model presented offers a methodological and practical reference that can be replicated in other production chains. Its contribution is directly aligned with the guidelines of the National Circular Economy Plan (PLANEC), by proposing concrete instruments for the systemic integration of public and private actors, as well as with the objectives of the National Forum on Circular Economy (FNEC), by fostering the construction of participatory governance aimed at a just and regenerative transition. This thesis provides concrete support for advancing CE in Brazil, recommending its application across different productive contexts in the country.

Keywords: circular governance; circular reverse chain; circular modeling; circularity of electronic waste.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Os dois tipos de governança para uma EC: pública e em rede	30
Figura 2 –	Distinção e interrelação entre governança e gestão	31
Figura 3 –	Interação entre o corretor de transição com os dois tipos de governança para uma economia circular: pública e em rede.	35
Figura 4 –	Relação entre os sistemas econômicos linear, circular e a biosfera	37
Figura 5 –	Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável diretamente relacionados à economia circular.	38
Figura 6 –	Ciclos de materiais biológicos e técnicos em uma economia circular	39
Figura 7 –	Níveis de circularidade dos 10 R's e seus respectivos grupos	40
Tabela 1 –	Normas da série ISO 59000 de economia circular: escopo, status e contribuição com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável	41
Tabela 2 –	Levantamento dos hubs de economia circular por continente	46
Figura 8 –	<i>Hubs</i> de economia circular atuantes pelo mundo	49
Figura 9 –	Matriz de riscos lineares	51
Figura 10 –	Círculo da transição circular proposto pelo HubEC	52
Figura 11 –	As quatro dimensões para o desenvolvimento de soluções circulares	54
Figura 12 –	Planejamento estratégico: metodologia em três fases	54
Figura 13 –	Classificação das linhas de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico	58
Figura 14 –	Participação percentual dos variados tipos de materiais na composição dos Resíduos Eletroeletrônicos	59
Figura 15 –	Classificação metodológica da pesquisa	62
Figura 16 –	Diagnóstico da governança circular brasileira aplicado ao fluxograma PRISMA	64
Figura 17 –	Planejamento da pesquisa-ação	66
Figura 18 –	Delineamento do modelo de governança circular proposto	68
Figura 19 –	Linha do tempo da governança circular pública brasileira	70
Tabela 3 –	Grupo de trabalho, temas para a proposição de itinerários formativos e setores da indústria brasileira selecionados para a atuação do projeto Profissionais do Futuro	77
Figura 20 –	Linha do tempo da governança circular em rede brasileira	83
Figura 21 –	Modelo de governança circular para cadeias produtivas brasileiras	91

Tabela 4 –	Áreas envolvidas das empresas participantes por categoria de membros do projeto	105
Figura 22 –	Relação entre as governanças pública e em rede incluindo o papel do Hub de Economia Circular como corretor de transição	106
Figura 23 –	Relação da quantidade de REEE de linha branca recolhidos pelo sistema de logística reversa da ABREE em porcentagem e por região em 2021	111
Figura 24 –	Esquema ilustrativo do macroprocesso do SLR	115
Figura 25 –	Macrofluxo operacional detalhado aplicado aos REEE	117
Figura 26 –	Municípios Pernambucanos atendidos pelo SLR da ABREE	123
Figura 27 –	Processo de produção do aço em rota semi-integrada e integrada	129
Figura 28 –	Processamento de REEE de linha branca recolhidos pela empresa ‘A’ no shredder da empresa ‘B’	130
Figura 29 –	Gravimetria dos REEE enviados pela empresa ‘A’ no shredder da empresa ‘B’	131
Figura 30 –	Soluções de impacto circular propostas pelo piloto linha branca	132
Figura 31 –	Ilustração do processo linear e processo circular do piloto linha branca	138
Figura 32 –	Proposição 1: Sistema de Logística Reversa Individual	144
Figura 33 –	Proposição 2: Sistema de Logística Reversa Misto	146
Figura 34 –	Proposição 3: Sistema de Logística Reversa integrativo	148
Figura 35 –	Levantamento das usinas siderúrgicas da empresa ‘B’ e dos recicladores que operam no SLR modelo coletivo	151
Figura 36 –	Sucata mista recebida pela empresa ‘B’ para teste operacional de caracterização	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Fontes e definições de economia circular mais citadas na literatura	23
Quadro 2 –	Princípios da economia circular encontrados na literatura revisada	27
Quadro 3 –	Subgrupos de trabalho do HubEC com seus objetivos e status	57
Quadro 4 –	Normas ABNT aplicáveis aos eletroeletrônicos de linha branca	60
Quadro 5 –	Atividades previstas do ciclo de capacitação de docentes em EC	79
Quadro 6 –	Enquadramento dos membros do piloto linha branca de acordo com o modelo de trabalho estabelecido pelo HubEC	108
Quadro 7 –	Descrição do segmento de atuação dos membros do piloto linha branca	108
Quadro 8 –	Quantitativo de REEE coletado individualmente por região e volume total consolidado nos anos de 2021 e 2022	112
Quadro 9 –	Políticas públicas aplicáveis ao setor de eletroeletrônicos de linha branca	113
Quadro 10 –	Cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente pelo SLR	114
Quadro 11 -	Atendimento aos requisitos impostos pelo art. 56 do Decreto nº 10.240/2020 pela ABREE	120
Quadro 12 –	Municípios de Pernambuco atendidos pelo SLR da ABREE	121
Quadro 13 –	Empresa listada como recicladora e pontos de recebimento de REEE no SLR da ABREE em Pernambuco	124
Quadro 14 –	Resultados e projeções do SLR da ABREE de acordo com o Decreto 10.240/2020	126
Quadro 15 –	Meta do SLR individual a ser alcançada pela empresa ‘A’ de acordo com o cronograma do Decreto 10.240/2020	127
Quadro 16 –	Fundos e programas para captação de recursos financeiros no âmbito da EC	141
Quadro 17 –	Quadro resumo dos cenários de impacto circular propostos	149
Quadro 18 –	Quadro resumo dos princípios da EC que os cenários de impacto circular propostos atendem	152
Quadro 19 –	Sucata de linha branca presente na sucata mista em teste operacional realizado pela empresa ‘B’	156

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAEC	Aliança Africana sobre Economia Circular
ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABEE	Associação Brasileira de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos
ABIPLAST	Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRALATA	Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio
ABREE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
ACEN	<i>África Circular Economy Network</i>
ACV	Avaliação de Ciclo de Vida
ADCT	Ato das Disposições Constitucionais Transitórias
AFM	Análise do Fluxo de Materiais
AFNOR	<i>Association Française de Normalisation</i>
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APEX- BRASIL	Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos
ASDF	<i>Americas Sustainable Development Foundation</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BSI	<i>British Standards Institution</i>
CAS	Comissão de Assuntos Sociais
CDESS	Conselho de Desenvolvimento Econômico Social Sustentável
CE	<i>Circle Economy</i>
CEBDES	Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável
CEC	<i>Circular Economy Coalition</i>
CEID	<i>Circular Economy Initiative Deutschland</i>
CELC	<i>Circular Economy Leadership Coalition</i>
CEP	<i>Circular Electronics Partnership</i>
CMA	Comissão de Meio Ambiente
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

CPAP	Circular Plastics in The Americas Program
CRN	Central de Reciclagem do Nordeste
CT	Comitê Técnico
CTCN	Centro de Tecnologia Climática
DS	Desenvolvimento Sustentável
E4CB	<i>Exchange4Change</i> Brasil
EC	Economia Circular
ECESP	<i>European Circular Economy Stakeholder Platform</i>
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EEE	Equipamentos Eletroeletrônicos
EL	Economia Linear
ELETROS	Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos
EMF	<i>Ellen MacArthur Foundation</i>
ENEC	Estratégia Nacional de Economia Circular
EPR	<i>Extended Producer Responsibility</i>
EPCT	Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica
EPT	Educação Profissional e Tecnológica
E-WASTE	<i>Electronic waste</i>
FAPEAL	Fundação de Amparo à Pesquisa de Alagoas
FIEB	Federação das Indústrias do Estado da Bahia
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FNEC	Fórum Nacional de Economia Circular
GA	Gestão Ambiental
GAP	Grupo de Acompanhamento e Performance
GEE	Gases do Efeito Estufa
GIZ	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i>
GT	Grupo de Trabalho
GOPA	<i>Worldwide Consultants GmbH</i>
HUBEC	<i>Hub</i> de Economia Circular
IBEC	Instituto Brasileiro de Economia Circular
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFPE	Instituto Federal de Pernambuco

INBEC	Instituto Brasileiro de Educação Continuada
IRP	<i>International Resource Panel</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
KAS	Fundação Konrad Adenauer
LR	Logística Reversa
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MCom	Ministério das Comunicações
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
MIDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
MEC	Ministério da Educação
MEMP	Ministério do Empreendedorismo, da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte
MMA	Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima
MME	Ministério de Minas e Energia
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
MPGA	Mestrado Profissional em Gestão Ambiental
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NDA	<i>Non-Disclosure Agreements</i>
NEC	Núcleo de Economia Circular
NIB	Nova Indústria Brasil
NUSEC	Núcleo de Sustentabilidade e Economia Circular
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
ONUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
PACE	<i>Platform for Accelerating the Circular Economy</i>
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PNEC	Política Nacional de Economia Circular
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PL	Projeto de Lei

PLANEC	Plano Nacional de Economia Circular
PLEN	Plenário do Senado Federal
PP	Polipropileno
PPGEC	Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PU	Poliuretano
PUC	Pontifícia Universidade Católica
REC	Rota da Economia Circular
REEE	Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos
REP	<i>Extended Producer Responsibility</i>
RIDEDF	Polo Cerrado Circular
RMR	Região Metropolitana de Recife
RVM	<i>Recycling Vending Machine</i>
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SETEC	Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
SUASA	Sistema Unificado de Atendimento à Sanidade Agropecuária
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TCU	Tribunal de Contas da União
TEM	Ministério do Trabalho e Emprego
TR	<i>Technical Report</i>
UE	União Europeia
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNIT	Universidade Tiradentes
UNU	Universidade das Nações Unidas
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
WCEF	<i>World Circular Economy Forum</i>
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>

WEEE	<i>Waste Electrical and Electronic Equipment</i>
WEF	<i>World Economic Forum</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	APRESENTAÇÃO DA AUTORA	14
1.2	JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA	15
1.3	HIPÓTESE	17
1.4	OBJETIVOS.....	18
1.4.1	Objetivo geral	18
1.4.2	Objetivos específicos.....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR.....	19
2.2	GOVERNANÇA NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR.....	29
2.2.1	Governança pública	32
2.2.2	Governança em rede	34
2.3	A TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	36
2.4	HUBS DE ECONOMIA CIRCULAR	44
2.5	HUB DE ECONOMIA CIRCULAR BRASIL	50
2.5.1	Modelo de trabalho	53
2.5.2	Eixos de atuação do Hub.....	55
2.5.2.1	Educação	55
2.5.2.2	Comunicação	55
2.5.2.3	Engajamento	56
2.5.2.4	Soluções	56
2.6	ELETROELETRÔNICOS DE LINHA BRANCA.....	58
3	METODOLOGIA	61
3.1	DIAGNÓSTICO DA GOVERNANÇA CIRCULAR BRASILEIRA	62
3.2	MODELO DE GOVERNANÇA CIRCULAR	65
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4.1	DIAGNÓSTICO DA GOVERNANÇA CIRCULAR BRASILEIRA	69
4.1.1	Diagnóstico da governança circular pública.....	69
4.1.2	Diagnóstico da governança circular em rede.....	82
4.2	MODELO DE GOVERNANÇA CIRCULAR PARA CADEIAS PRODUTIVAS BRASILEIRAS	89
4.2.1	ENGAJAMENTO	90
4.2.1.1	Engajamento dos atores.....	90
4.2.1.2	Análise estratégica contínua e integrada	91

4.2.1.3	Definição das fronteiras: setor de atuação e área geográfica	92
4.2.1.4	Enquadramento e alinhamento de todos os atores do sistema.....	93
4.2.2	DIAGNÓSTICO	93
4.2.2.1	Análise do cenário público: visão externa sobre políticas públicas	94
4.2.2.2	Análise operacional do sistema linear: mapeamento dos critérios.....	95
4.2.2.3	Análise do cenário organizacional: visão interna sobre compromissos setoriais, questões tributárias e fiscais	96
4.2.2.4	Análise de impacto circular: novos atores, processos e possibilidades.....	97
4.2.3	PLANEJAMENTO	98
4.2.3.1	Mudança cultural: mindset circular	98
4.2.3.2	Formação de parcerias.....	98
4.2.3.3	Definição das diretrizes operacionais.....	99
4.2.3.4	Avaliação de novos modelos econômicos.....	99
4.2.4	IMPLEMENTAÇÃO	100
4.2.4.1	Experimentação e mensuração	100
4.2.4.2	Avaliação e adaptação	101
4.2.4.3	Valor compartilhado.....	101
4.2.4.4	Uma nova régua econômica	102
4.3	MODELO DE GOVERNANÇA CIRCULAR APLICADO AO SETOR DE ELETROELETRÔNICOS DE LINHA BRANCA NO BRASIL	103
4.3.1	Etapa 1: Engajamento.....	103
4.3.1.1	Engajamento dos atores.....	103
4.3.1.2	Análise estratégica contínua e integrada	105
4.3.1.3	Enquadramento e alinhamento com os atores do sistema	106
4.3.1.4	Definição das fronteiras do projeto: setor de atuação e área geográfica	110
4.3.2	Etapa 2: Diagnóstico	112
4.3.2.1	Análise do cenário público: visão externa sobre políticas públicas	112
4.3.2.2	Análise operacional do sistema linear: mapeamento dos critérios.....	115
4.3.2.3	Análise do cenário organizacional: visão interna sobre compromissos setoriais, questões tributárias e fiscais	118
4.3.2.4	Análise de impacto circular: novos atores, processos e possibilidades.....	133
4.3.3	PLANEJAMENTO	135
4.3.3.1	Mudança cultural: <i>mindset</i> circular	135
4.3.3.2	Formação de parcerias.....	137
4.3.3.3	Definição das diretrizes operacionais.....	138

4.3.3.4	Avaliação de novos modelos econômicos.....	140
4.3.4	IMPLEMENTAÇÃO	143
4.3.4.1	Experimentação e mensuração	144
4.3.4.2	Avaliação e adaptação	151
4.3.4.3	Valor compartilhado	155
4.3.4.4	Uma nova régua econômica	157
5	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	160
5.1	CONCLUSÃO.....	160
5.2	RECOMENDAÇÕES	163
	REFERÊNCIAS.....	164

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DA AUTORA

Graduada em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Universidade Tiradentes (UNIT) (2017), atuou por dois anos como bolsista de Iniciação Científica da Fundação de Amparo à Pesquisa de Alagoas (FAPEAL) em dois projetos de pesquisa distintos na área de resíduos sólidos, que versavam sobre a valorização de resíduos minerais de empresas e/ou cooperativas do estado de Alagoas, interdisciplinaridade e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (2014-2016), resultando no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) como tema: Utilização de Lodo de ETA como matéria-prima alternativa para a indústria cerâmica.

Realizou curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental, pelo Instituto Brasileiro de Educação Continuada (INBEC) (2018), com TCC intitulado: Economia Circular aplicada no setor de Resíduos Sólidos Industrial Brasileiro.

Foi integrante do Clube do Gestor (2018), obtendo certificados complementares a sua formação de: auditor interno do Sistema de Gestão Integrada, auditora ambiental, auditora interna das ISOs: 14001/2015: Sistema de Gestão Integrada, 9001/2015: Sistema de Gestão de Qualidade e 45001/2018: Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional.

Cursou Mestrado Acadêmico em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Pernambuco (MPGA/IFPE) (2020), onde estudou o uso da fibra do coco verde na produção de tijolos ecológicos. O trabalho analisou o comportamento de tijolos ecológicos confeccionados com fibra de coco verde de modo a atender aos critérios de um tijolo de cunho ecológico propício para o sistema construtivo de alvenaria sem função estrutural.

Logo em seguida, ingressou no Doutorado pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC) (2020), com ênfase em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), desenvolvendo pesquisa com a temática de Economia Circular, voltada ao setor de resíduos sólidos. Foi Bolsista Capes de pesquisa (2020-2024) e Colaboradora do Grupo de Pesquisa de Gestão Ambiental (GA), liderado pela Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral. Dentro das atividades de doutoramento, foi Coordenadora educacional do Laboratório de Inovação em Economia Circular, contribuindo ativamente com a formulação, implementação e execução do projeto que promoveu capacitação profissional a Jovens de comunidades assistidas pelo Complexo Industrial Portuário Governador Eraldo Gueiros –(SUAPE), em parceria com UFPE e a empresa SMS soluções ambientais. Nestes 4 anos de doutorado, publicou 3 artigos em periódicos, sendo um deles A3, 3 capítulos de livro,

4 trabalhos completos em anais de congresso e 1 artigo em revista especializada de Economia Circular (AGNI.CE).

Participou da Diretoria de Comunicação da Associação de Engenheiros Ambientais e Sanitaristas de Pernambuco (AEAMBS/PE), realizando trabalhos de planejamento e execução de campanhas, eventos, promovendo divulgação interna e externa, com o intuito de aumentar a atuação e a representatividade da Engenharia Ambiental junto ao Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco (CREA-PE).

Integrante do Núcleo de Economia Circular (NEC-E4CB), grupo de estudo que reuniu vários voluntários interessados em estudar as bases da transição circular, por meio da troca de conhecimento internacional. Colaboradora da 3ª edição da Revista AGNI.CE, que divulga conhecimento teórico, projetos em desenvolvimento e eventos de Economia Circular no mundo. Participa ativamente das reuniões trimestrais e publicações como o Relatório de Atividades do HubEC. Todas as iniciativas citadas são desenvolvidas pela *Exchange4Change* Brasil (E4CB).

Durante os 8 anos de graduada, buscou conhecimento interdisciplinar, realizando formação em: *Lean Manufacturing*, *World Class Manufacturing* (WCM), *Lean 6 sigma green Belt*, Gestão e Licenciamento Ambiental, Direito e Legislação Ambiental e outros cursos de curta duração, de modo a agregar valor e ampliar a interação, mercado de trabalho e pesquisa científica, pois acredita que o conhecimento acadêmico é válido quando ultrapassa os muros das universidades. Atualmente, está como Pesquisadora do Hub de Economia Circular Brasil e do Instituto de Economia Circular (IBEC).

1.2 JUSTIFICATIVA, MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA

A rápida inovação e a redução de custos aumentaram drasticamente a produção deliberada de produtos, bens e serviços, e o acesso a produtos eletrônicos nos mais variados segmentos do mercado. Resultando no elevado consumo de equipamentos eletrônicos e na geração de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEE) (PACE, 2019). Os níveis crescentes de consumo de recursos têm provocado mudanças negativas no curso do desenvolvimento humano (Circle Economy, 2023). Nosso atual modelo econômico opera em uma abordagem linear, também conhecido como “*take-make-dispose*” (Blomsma; Brennan, 2017), onde os recursos são extraídos na natureza, manufaturados/utilizados e descartados, o qual atingiu seus limites físicos e ultrapassa as fronteiras seguras do funcionamento do planeta (Circle Economy, 2023).

Atualmente a sociedade consome os recursos naturais a uma taxa 50% mais rápida do que a capacidade que os ecossistemas têm de se regenerar, se esse padrão de produção e consumo se perpetuar até 2030, a demanda de recursos naturais será superior a de dois planetas e até de três planetas em 2050, sendo, portanto, um modelo econômico totalmente insustentável (Esposito *et al.*, 2018).

O REEE, também conhecido como *e-waste*, é o fluxo de resíduos que mais cresce no mundo, representando 2% dos fluxos de resíduos sólidos. Seu descarte atualmente não é bem administrado, sendo 70% dos resíduos perigosos dispostos em aterros sanitários (CEP, 2023). Em 2022, foram geradas 62 bilhões de toneladas métricas de REEE de uso doméstico no mundo inteiro, desse quantitativo apenas 22,3% foram tratados devidamente como resíduos, de forma a serem documentados, recolhidos e recuperados para seu retorno à cadeia produtiva, sendo o Brasil, o maior gerador de REEE da América do Sul, com a marca de 2,4 milhões de toneladas ano (Baldé *et al.*, 2024).

Como reflexo de uma economia linear, a recuperação dos eletroeletrônicos de uso doméstico, não está acompanhando o crescimento global de geração desses resíduos (Forti *et al.*, 2020; Baldé *et al.*, 2024). É necessária uma nova visão para a produção e consumo de bens eletroeletrônicos. *Designers*, fabricantes, investidores, comerciantes, mineradores, produtores de matérias-primas, consumidores, formuladores de políticas entre outras partes interessadas, possuem um papel crucial a desempenhar na redução dos REEE, retenção de valor dentro do sistema, prolongando a vida econômica e física dos aparelhos, bem como sua capacidade de ser reparado, reciclado e reutilizado (PACE, 2019).

A gestão ambientalmente saudável dos REEE é um desafio devido ao vasto tamanho do país e ao amplo envolvimento do setor informal em atividades precárias de coleta, reforma e reciclagem. A maior parte desse resíduo é gerenciado fora dos sistemas formais de coleta, como resultado do gerenciamento não conforme, tem-se um impacto direto e severo no meio ambiente e na saúde das pessoas (Baldé *et al.*, 2024). Uma solução crucial para enfrentar esse desafio é a implementação de uma Economia Circular (Circle Economy, 2023). A EC representa uma oportunidade para transformar nosso modelo econômico de produção e consumo (IFC, 2025).

Uma proposta de condução da economia que é restauradora e regenerativa por *design*, mantém uma perspectiva de sistemas, visando dissociar o crescimento econômico do uso de recursos virgens. Apoiada por uma transição para fontes de energia renováveis, constrói economia, capital natural e social. Baseia-se em três princípios: eliminar resíduos e poluição; manter produtos e materiais em uso; e regenerar sistemas naturais (EMF, 2018).

No Brasil, o Decreto nº 10.240, publicado em 12 de fevereiro de 2020, regulamenta o Sistema de Logística Reversa (SLR) de aparelhos eletroeletrônicos, uma forma de garantir que o REEE retorne de maneira segura para a cadeia produtiva, porém, sua abordagem permanece com uma perspectiva linear, com foco na reciclagem dos materiais. Uma EC vai além de apenas reciclar, o aumento no uso de materiais secundários é acompanhado por uma abordagem sistêmica de toda a cadeia para o gerenciamento inteligente de materiais que permite fazer mais com menos, usar por mais tempo e substituir por materiais regenerativos geridos de forma sustentável. Ao promover uma transição para um modelo circular que maximiza o valor que extraímos de nossos preciosos materiais, pode-se garantir o bem-estar das gerações presentes e futuras, respeitando os limites do nosso planeta (Circle Economy, 2023).

Apesar de seu poder de mercado, os fabricantes, comerciantes e importadores, representantes do setor eletroeletrônico, não possuem força suficiente para agir sozinhos na transição para a circularidade. Dada a natureza global da cadeia de fornecimento de eletrônicos, faz-se necessário uma ‘coalizão de vontade’ entre empresas e segmentos da cadeia de valor além de parcerias com o setor público e a sociedade civil (CEP, 2023). Consciente dos desafios ambientais e sociais criados até agora, da carência estrutural no tocante à organização e gestão da cadeia produtiva e reconhecendo o REEE como valioso recurso pós-consumo, esta pesquisa propõe a modelagem de uma governança circular do setor eletrônico de linha branca no Brasil.

Devido à sua expressiva representatividade de 75,2% no total de REEE brasileiro (ABREE, 2022), foram escolhidos como recorte de pesquisa os aparelhos da modalidade linha branca (refrigeradores e congeladores, fogões, lavadoras de roupa e louça, secadoras e condicionadores de ar, entre outros). Dentro de uma abordagem sistêmica, com olhar voltado a cada etapa de valor da cadeia, desde o *design* até a reciclagem, foi desenvolvido um *framework* de governança circular a partir de uma pesquisa-ação realizada durante o acompanhamento das atividades dentro do Hub de Economia Circular Brasil (HubEC), um ecossistema único e inovador que reúne empresas de referência, trabalhando em conjunto para transpor barreiras, quebrar paradigmas e viabilizar projetos com o intuito de acelerar a implementação da Economia Circular no Brasil (E4CB, 2021).

1.3 HIPÓTESE

A modelagem da governança contribui para a transição da Economia Circular no setor de eletroeletrônicos de linha branca no Brasil.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Propor modelo de governança da Economia Circular no setor de eletroeletrônicos de linha branca no Brasil.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar a governança da Economia Circular no Brasil.
- Propor modelo de governança circular no Brasil.
- Aplicar o modelo de governança circular para eletroeletrônicos de Linha Branca no Brasil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico deste estudo, explora a formulação dos alicerces que sustentam a definição das relações teóricas propostas. Esses elementos oferecem respaldo ao embasamento teórico da hipótese de pesquisa e do arcabouço teórico delineado nesta investigação. Neste segmento, são contemplados os seguintes temas: i) Os conceitos e princípios mais pertinentes e difundidos na literatura acadêmica e no contexto corporativo, ii) A governança na ótica da Economia Circular, em esferas públicas e em redes de atuação, iii) A transição para uma Economia Circular e seu impacto na sociedade para o alcance do desenvolvimento sustentável, iv) Os Hubs de EC e seus diferentes casos de aplicação ao redor do mundo, v) O papel do Hub de EC Brasil como agente impulsionador da transição no contexto brasileiro e, vi) Eletroeletrônicos de linha branca, definições, características, desafios e oportunidades associadas a este setor.

2.1 CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA ECONOMIA CIRCULAR

O conceito de EC teve origem do trabalho de Pearce e Tuner (1990, p.35), onde o termo foi cunhado pela primeira vez em seu livro “Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente” (Andersen, 2007; Su *et al.*, 2013; Ghisellini, 2016). Nele, as funções dos ambientes naturais dentro da Economia Linear tradicional são abordadas como fornecedoras de insumos para o sistema produtivo e sumidouro de resíduos.

No entanto, sob a luz das leis da termodinâmica, em especial a primeira, onde a energia total e a matéria permanecem constantes em um sistema fechado, o sistema aberto e linear deve ser convertido para um sistema fechado e circular, considerando as relações entre o uso de recursos e os materiais residuais. Em outras palavras, enfrentando problemas ambientais existentes e escassez de recursos, os autores alertaram a necessidade de contemplar a Terra com um sistema de interação ambiente-economia, no qual o descarte de resíduos, em termos de quantidade e qualidade, seja compatível com a capacidade de assimilação do meio, replicando assim o potencial de regeneração dos sistemas naturais (Pearce; Tuner, 1990).

Apesar da EC ser baseada em muitos outros conceitos estabelecidos há décadas, conhecidos como escolas de pensamento, como a economia de desempenho; do berço ao berço; ecologia industrial; biomimética; entre outros, sua ampla aceitação e aplicação em nível global ocorreram apenas recentemente (EMF, 2013; Kalmykova, 2018). A produção de pesquisas sobre o tema foi indiscutivelmente impulsionada pela *Ellen MacArthur Foundation* (EMF),

com a publicação de seu relatório sobre o tema em 2012 (Kirchherr; Santen, 2019), onde expõe o termo como uma economia industrial na qual os fluxos de materiais continuam circulando em uma alta taxa sem entrar na biosfera, a menos que sejam nutrientes de composição biológica (Kalmykova, 2018 *apud* EMF, 2012).

Embora a relevância da EC ocupe temas centrais em debates políticos e econômicos atuais, seu conceito permanece aberto às interpretações (Ghisellini *et al.*, 2016; Kirchherr *et al.*, 2017; Kalmykova *et al.*, 2018; Korhonen *et al.*, 2018). Blomsma e Brennan (2017), abordam EC como um conceito guarda-chuva, termo utilizado para descrever um conceito amplo que abrange e engloba uma variedade de subconceitos, temas ou áreas relacionadas. Ajuda a conectar outros conceitos pré-existentes, que não se relacionavam anteriormente, ou eram relacionados de maneira diferente da que o conceito guarda-chuva propõe, centrando a atenção em uma qualidade específica ou característica dos conceitos que abrange, permitindo uma visão robusta e integrada do assunto em questão (Hirsch; Levin, 1999).

A percepção de que, enquanto as várias estratégias de recursos agrupadas sob a bandeira da EC não são individualmente novas (reutilização, reciclagem, remanufatura, transformação de resíduo em energia), seu conceito oferece um novo enquadramento para essas estratégias, destacando sua capacidade em prolongar o uso dos recursos, bem como para promover a relação entre essas estratégias (Blomsma; Brennan, 2017). Um conceito que não é coerente e bem definido corre o risco de entrar em colapso ou permanecer em um impasse devido à contenção conceitual permanente, não apenas na área acadêmica, mas também, na prática, uma vez que o desenvolvimento de conhecimento cumulativo sobre ele se torna limitado.

A EC é frequentemente vista como uma operacionalização para as empresas implementarem outro termo amplamente discutido, o Desenvolvimento Sustentável (DS), apesar disso, semelhanças e diferenças entre os dois conceitos permanecem ambíguas (Kirchherr *et al.*, 2017). Geissdoerfer *et al.* (2017) investigaram suas semelhanças, diferenças e relações. Descobriram que ambos possuem compromissos intra e intergeracionais motivados por riscos ambientais, regulamentação e incentivos que são ferramentas fundamentais para uma efetiva implementação. Também possuem um caráter de aplicação global, destacando problemas planetários que enfatizam a importância da responsabilidade compartilhada e da coordenação entre múltiplos agentes. A contribuição fundamental do estudo é a afirmação de que a EC é vista como uma condição para a sustentabilidade, uma relação benéfica, ou um *trade-off* na literatura.

Para criar transparência em relação aos entendimentos atuais do conceito de EC e DS, Kirchherr *et al.* (2017), analisaram sistematicamente 114 definições de EC e propuseram uma

definição complementar. Como resultado, as descobertas indicaram que a EC é mais frequentemente descrita como uma combinação de atividades de redução, reutilização e reciclagem, ao passo que muitas vezes não é destacado que a EC necessita de uma mudança sistêmica. Também foi observado que as definições apresentam poucas ligações explícitas entre elas. É considerado como principal objetivo da EC a prosperidade econômica, seguida da qualidade ambiental, seu impacto na equidade social e nas gerações futuras quase não são mencionados. Além disso, os autores destacam que nos artigos revisados, os modelos de negócios e os consumidores não são frequentemente descritos como facilitadores da EC e que pesquisas futuras de EC precisam ser baseadas em uma conceituação deliberada, de modo que possam promover o desenvolvimento do conhecimento cumulativo sobre este assunto.

Várias definições foram declaradas, e muitos artigos revisando EC foram publicados (Kirchherr, 2017; Acerbi; Taisch, 2020; Centobelli *et al.*, 2020; Sarja *et al.*, 2021; Schoggl *et al.*, 2020; Nobre; Tavares, 2021). Nobre e Tavares (2021) pesquisaram as definições mais clássicas de EC que são utilizadas como linhas de base para estudos e criaram um *framework* baseado no conceito 5W1H: o quê, onde, por que, quando, quem e como, onde é apresentado seu significado, lugar em que se desenvolve, importância, área de aplicação e como pode ser implementado, além de uma nova definição integrando esses fatores.

Outra abordagem amplamente difundida de EC é a voltada para os negócios, traz consigo uma série de desafios práticos para as empresas. Bocken *et al.* (2016) formularam uma estrutura de estratégias para orientar *designers* e administradores de empreendimentos nessa jornada, com base na terminologia de desaceleração, fechamento e estreitamento de *loops* de recursos. O objetivo de desacelerar os ciclos é estender o período de utilização dos produtos, enquanto o objetivo de fechar *loops* é efetuar o ciclo contínuo entre o pós-uso e a produção (ou seja, reciclagem). Para o sucesso desta transição o modelo de negócios e as estratégias de *design* precisarão seguir de mãos dadas. São necessários diversos modelos de negócios e estratégias de *design*, abordagens, métodos, e ferramentas para apoiar a mudança para uma EC, as formas híbridas dessas estratégias são possíveis e as estratégias de desaceleração e fechamento/estreitamento dos fluxos de recursos se reforçam mutuamente.

Prieto-Sandoval *et al.* (2018) defendem que o sucesso da EC está diretamente ligado àsecoinovações desenvolvidas para esse fim, uma vez que sua implementação requer inovações na forma como as indústrias produzem, a sociedade consome e os formuladores de políticas legislam. Desta forma, a ecoinovação evoluiu ao longo do tempo junto com a EC. Além disso, os autores propõem quatro componentes principais a serem incluídos em uma definição de EC: 1) a recirculação de recursos e energia, a minimização da demanda de recursos e a recuperação

do valor dos resíduos, 2) uma abordagem multinível, 3) sua importância como um caminho para alcançar o DS, e 4) sua estreita relação com a forma como a sociedade inova.

A renomada *International Organization for Standardization* (ISO) por meio do Comitê Técnico TC/323 desenvolve uma série de normas no âmbito da EC. A família de normas ISO 54000, estabelecem uma linguagem comum e uma estrutura conceitual para restringir o conjunto de termos, medidas e indicadores, cobertos pelo conceito guarda-chuva da EC. Nelas, são apresentadas quadros, orientações, ferramentas de apoio e requisitos de implementação das atividades de todas as organizações envolvidas, a fim de maximizar a contribuição para o DS (ISO, 2018). Resultando dos esforços do ISO/TC 323, a organização publicou sua primeira certificação da série, a ISO 59004 de 2024.

A ISO 59004:2024 oferece orientações abrangentes que podem ser aplicadas a qualquer tipo de organização. Seu conteúdo apresenta a definição de termos e conceitos-chave, a formulação de uma visão para uma EC, a exposição de princípios fundamentais e a apresentação de orientações práticas para ações concretas em prol da sustentabilidade. Tem como objetivo apoiar as organizações no cumprimento da Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, auxiliando a transição para um uso circular dos recursos (ISO, 2024).

Ainda no campo das certificações, a Associação Francesa de Normatização (AFNOR), com o intuito de ser uma referência internacional para todas as empresas que queiram adotar soluções circulares na sua cadeia de valor, nos seus sistemas de produção ou na prestação de serviços publica o seu padrão XP X 30-901:2018 Economia circular - Sistema de gestão de projetos de economia circular - Requisitos e diretrizes. O conceito do tema é abordado compreendendo as três dimensões da sustentabilidade, ambiental, econômica e social, atrelado a sete metas do desenvolvimento da EC (AFNOR, 2018).

Apesar das inúmeras definições publicadas até hoje, o senso comum sobre o real significado de EC ainda é objeto de estudos (Nobre; Tavares, 2021). Após revisar 327 artigos científicos, Homrich *et al.* (2018) apontaram a falta de consenso sobre terminologias e definições para EC entre acadêmicos, políticos e profissionais que investigam as tendências, lacunas e convergência da literatura. O termo “Economia Circular” foi, portanto, vinculado a uma gama de significados de diversos autores, mas o que todos têm em comum é o entendimento de um sistema cíclico em malha fechada (Murray, 2015). Para evitar desvios do desenho de pesquisa que será apresentado, este trabalho assume a definição dada por Kirchherr *et al.* (2017). Todas as definições publicadas pelos autores abordados neste capítulo estão dispostas a seguir (Quadro 01).

Quadro 1 – Fontes e definições de Economia Circular mais citadas na literatura.

Nº	Autor	Citações	Ano	Definição de Economia Circular
1	GEISSDOERFER, Martin <i>et al.</i>	4.527	2017	Sistema regenerativo em que a entrada de recursos e resíduos, emissões e vazamento de energia são minimizados pela desaceleração, fechamento, estreitamento de malhas de materiais e energia. Pode ser alcançado por uso prolongado, manutenção, reparo, reutilização, remanufatura, reforma e reciclagem.
2	KIRCHHERR, Julian <i>et al.</i>	4.426	2017	Sistema econômico que se baseia em modelos de negócios que substituem o 'fim da vida' conceito de redução, alternativamente reutilização, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de produção/ distribuição e consumo, atuando assim no nível micro (produtos, empresas, consumidores), nível meso (parques ecoindustriais) e nível macro (cidade, região, nação e além), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, o que implica a criação de qualidade ambiental, prosperidade econômica e equidade social, em benefícios das gerações atuais e futuras.
3	GHISELLINI, Patrizia <i>et al.</i>	3.815	2016	Novo modelo de desenvolvimento econômico que promove a máxima reutilização e reciclagem de materiais, bens e componentes de forma a diminuir ao máximo a geração de resíduos. Tem como objetivo inovar toda a cadeia de produção, consumo, distribuição e recuperação de materiais e energia de acordo com uma visão do berço ao berço.
4	BOCKEN, Nancy <i>et al.</i>	2.258	2016	Abordagem circular que contrasta com o tradicional modelo de negócio linear de produção e descarte e um sistema industrial amplamente dependente de combustíveis fósseis, porque o objetivo do negócio muda de gerar lucros com a venda de artefatos, para gerar lucro com o fluxo de materiais e produtos ao longo tempo (<i>apud BAKKER et al.</i> , 2014).

5	MURRAY, Alan <i>et al.</i>	1.928	2017	Modelo econômico em que planejamento, recursos, aquisição, produção e reprocessamento são projetados e gerenciados em processo e saídas, para maximizar o funcionamento dos ecossistemas e o bem-estar humano.
6	KORHONEN, Jouni <i>et al.</i>	967	2018	Iniciativa de desenvolvimento sustentável com o objetivo de reduzir a linearidade dos sistemas sociais de produção-consumo, fluxos de transferência de material e energia pela aplicação de materiais cíclicos, energia renovável e em cascata, promove ciclos de materiais de alto valor juntamente com mais reciclagem tradicional e desenvolve abordagens sistêmicas para a cooperação de produtores, consumidores e outros atores sociais no trabalho de desenvolvimento sustentável.
7	PRIETO-SANDOVAL, Vanessa <i>et al.</i>	778	2018	Sistema econômico que representa uma mudança de paradigma na forma como a sociedade humana se relaciona com natureza e visa evitar o esgotamento de recursos, fechar ciclos de energia e de materiais facilitando o desenvolvimento sustentável por meio de sua implantação no micro (empresas e consumidores), meso (agentes econômicos integrados em simbiose) e macro (cidade, regiões e governos). Atingir esse modelo circular requer inovações ambientais cíclicas e regenerativas na forma como a sociedade legisla, produz e consome.
8	HOMRICH, Aline <i>et al.</i>	526	2018	Estratégia que surge para se opor ao sistema aberto tradicional, visando enfrentar o desafio da escassez e desperdício de recursos em uma abordagem ganha-ganha com perspectiva econômica e de valor. O aspecto circular deste conceito é central, baseado na compreensão dos vários possíveis loops biológicos e técnicos, que difere de outras abordagens de desenvolvimento sustentável. Como a EC baseada em princípios como extensão de ciclo de vida, compartilhamento, reutilização, reciclagem, remanufatura e reforma, sua implementação viável depende de repensar a gestão das operações, principalmente os ciclos de vida dos

				produtos e serviços (início da vida, meio da vida, e fim da vida), processos de fabricação e gerenciamento de atividades da cadeia de suprimentos.
9	ANFOR XP X 30-901	-	2018	Sistema econômico de troca e produção que, em todas as fases do ciclo de vida do produto (bens e serviços) visa utilizar os recursos de forma mais eficiente e diminuir o impacto ambiental, promovendo o bem-estar do indivíduo, e no qual o valor dos produtos, materiais e recursos é mantido na economia o maior tempo possível e a produção de resíduos é minimizada.
10	NOBRE, Gustavo; TAVARES, Elaine.	117	2021	Sistema econômico que visa zero desperdício e poluição ao longo dos ciclos de vida dos materiais, desde a extração do meio ambiente até a transformação industrial e aos consumidores finais, aplicando-se a todos os ecossistemas envolvidos. Ao final de sua vida útil, os materiais retornam a um processo industrial ou, no caso de um resíduo orgânico tratado, de volta ao meio ambiente com segurança como em um ciclo natural de regeneração. Atua criando valor nos níveis macro, meso e micro e explora ao máximo o conceito aninhado de sustentabilidade. As fontes de energia utilizadas são limpas e renováveis. O uso e o consumo de recursos são eficientes. As agências governamentais e os consumidores responsáveis desempenham um papel ativo, garantindo a operação correta do sistema a longo prazo.
11	ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.	-	2019	Modelo econômico que é restaurador e regenerativo por <i>design</i> . Com uma perspectiva sistêmica, visa dissociar o crescimento econômico do uso de recursos virgens. Apoiado por uma transição para fontes de energia renováveis, constrói economia, capital natural e social. Baseia-se em três princípios: projetar resíduos e poluição; manter produtos e materiais em uso; e regenerando sistemas naturais.

12	ISO 59004: 2024	-	2024	Sistema econômico que usa uma abordagem sistêmica para manter um fluxo circular de recursos regenerando, retendo ou agregando seu valor, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento sustentável.
----	-----------------	---	------	--

Fonte: A autora (2024).

Esta EC é fundamentada em alguns princípios que norteiam suas práticas (EMF, 2013, 2017; BSI, 2017; Kalmykova, 2018; Romero-Hernandez; Romero, 2018; Skene, 2018). Princípios podem ser definidos como abordagens que servem como base fundamental para tomada de decisões ou comportamento (BSI, 2017).

A Fundação Ellen MacArthur (2013) elenca três princípios básicos que prezam o aumento do capital natural, a otimização da produção de recursos e o fomento da eficácia do sistema. O primeiro princípio busca preservar e aumentar o capital natural controlando estoques finitos e mantendo o equilíbrio entre os fluxos de recursos renováveis, começando pela desmaterialização dos produtos e serviços; selecionando e escolhendo os recursos a serem utilizados com sensatez, dando prioridade às tecnologias e processos que fazem uso de renováveis ou aquelas que apresentam melhores desempenhos (EMF, 2017).

O segundo princípio busca a otimização da produção fazendo com que os produtos mantenham um fluxo de circulação de modo que, componentes e materiais permaneçam no mais alto nível de utilidade por mais tempo possível, tanto no ciclo técnico, projetados para a remanufatura, reforma e reciclagem, quanto no biológico, prolongando o ciclo de vida dos produtos e acentuando sua reutilização (EMF, 2013). O terceiro princípio tem o objetivo de fomentar a eficácia do sistema, analisando as externalidades negativas e as incluindo no projeto, reduzindo a probabilidade de possíveis danos a produtos e serviços (EMF, 2016).

O *British Standards Institution* (BSI) aborda seis princípios para uma EC: pensamento sistêmico; inovação; administração; colaboração; otimização de valor e transparência. Eles são respectivamente descritos como: Abordagem holística para entender como as decisões e atividades individuais interagem dentro dos sistemas mais amplos dos quais fazem parte; inovação contínua para criar valor, permitindo a gestão sustentável dos recursos através do desenho de processos, produtos/serviços e modelos de negócio; administração por meio da gerência dos impactos diretos e indiretos de suas decisões e atividades dentro dos sistemas mais amplos dos quais fazem parte; colaboração interna e externa por meio de arranjos formais e/ou informais para criar valor mútuo; otimização do valor, mantendo todos os produtos,

componentes e materiais em utilidade a todo momento e; transparência nas decisões e atividades que afetam sua capacidade de transição para um modo de operação mais circular, sustentável e dispostas a comunicá-las de maneira clara, precisa, oportuna, honesta e completa (BSI, 2017).

Outros princípios de EC também foram encontrados na literatura revisada. Além dos mais conhecidos como fechamento de ciclo (Geisendorf; Pietrulla, 2018; Skene, 2018) e fluxo de materiais (EEA, 2016; Romero-Hernández, 2018), a literatura sustenta a maximização do valor dos recursos, otimização dos estoques, ecoeficiência¹ e ecoefetividade² (Kalmykova et al., 2018). O presente estudo utilizará como base os princípios estabelecidos pela ISO 59004:2024. Todos os princípios encontrados na literatura analisada estão descritos no quadro resumo apresentado a seguir (Quadro 2).

No âmbito da ISO, os seis princípios orientadores da economia circular incluem: 1- pensamento sistêmico, que propõe uma visão de ciclo de vida e de longo prazo, considerando os impactos interdependentes nos sistemas ambientais, sociais e econômicos; 2- criação de valor, voltada à recuperação, retenção e adição de valor aos recursos, gerando benefícios socioeconômicos e ambientais; 3- partilha de valor, que destaca a importância da colaboração inclusiva e equitativa entre os diversos atores das cadeias de valor; 4- gestão de recursos, relacionada ao uso sustentável de estoques e fluxos, priorizando estratégias de fechamento, desaceleração e estreitamento dos ciclos de recursos; 5- rastreabilidade de recursos, que preconiza a coleta, manutenção e compartilhamento de dados ao longo das cadeias de valor, garantindo transparência e responsabilidade; e, 6- resiliência do ecossistema, que busca preservar e regenerar os ecossistemas e sua biodiversidade, respeitando os limites planetários e prevenindo impactos ambientais negativos (ISO, 2024).

Quadro 2 – Princípios da Economia Circular encontrados na literatura revisada.

Referências	Princípios
<i>Ellen Macarthur Foundation</i> (2013, 2017)	• Preservar e aumentar capital natural • Manter produtos e materiais em ciclos de uso • Regenerar sistemas naturais

<i>British Standards Institution</i> (2017)	• Pensamento sistêmico • Inovação • Administração • Colaboração • Otimização de valor • Transparência
Skene (2018)	• Vida útil prolongada • Aumento de ecoeficiência • Reciclagem • Restauração • Uso de energia renovável • Eliminação de resíduos e produtos tóxicos • Ciclagem biológica de nutrientes • Crescimento econômico
Kalmykova <i>et al.</i> (2018)	• Maximização de valor dos recursos • Otimização de estoque • Ecoeficiência¹ • Ecoeficácia²
<i>European Environment Agency</i> (2016); Romero-Hernandez; Romero (2018)	• Fluxo de materiais
Geisendorf; Pietrulla (2018)	• Fechamento de ciclo
ISO 59004 (2024)	• Pensamento sistêmico • Criação de Valor • Partilha de Valor • Gestão de recursos • Rastreabilidade de recursos • Resiliência do ecossistema

Fonte: A autora (2022).

¹Ecoeficiência é o aumento da produtividade utilizando uma menor quantidade de recurso natural, acarretando a minimização de resíduos.

²Ecoeficácia é a abordagem de minimização e desmaterialização, que se baseia na minimização do volume, velocidade e toxicidade do sistema de fluxo de material.

Pelo fato de a ecoeficiência poder ser alcançada dentro de um sistema linear, é preferível que dentro de uma EC seja adotado o princípio da ecoeficácia, pois ela implica na transformação dos produtos e seus fluxos de materiais associados de tal forma que eles formem uma relação de apoio com sistemas ecológicos e futuro crescimento econômico. Seu objetivo não se limita a minimizar o fluxo de materiais, vai além, criando metabolismos cíclicos, permitindo que os materiais mantenham seu status de recursos (Kalmykova *et al.*, 2012).

2.2 GOVERNANÇA NO CONTEXTO DA ECONOMIA CIRCULAR

A complexidade e o tamanho das organizações modernas, da sociedade e de suas relações de propriedade, são características que requerem regras para que haja convívio harmônico entre todos. Governar significa dar direção para um destino, o agente que concebe a direção desejada, frequentemente é o mesmo que implementa as ações necessárias para seguir adiante. Assim sendo, espera-se que haja coerência entre a direção definida, a ação para segui-la e o resultado obtido (Brasil, 2020). Governança envolve a elaboração e implementação de decisões coletivamente obrigatórias por meio da participação de atores estatais e não estatais, públicos e privados (Borzel; Panke, 2007).

Diversos estudos sobre EC tratam da governança no contexto da circularidade como um campo de pesquisa emergente, em que pode ser definida como um conjunto de atividades programáticas e de tomada de decisão de modo a orientar as organizações em direção às metas e objetivos desejados (Morseletto, 2020).

Governança será aqui abordada como estruturas, processos, regras e tradições que determinam o modo que os integrantes de uma sociedade tomam decisões, compartilham o poder, efetivam responsabilidade e asseguram a prestação de contas (Patterson *et al.*, 2017). Ela determina como o poder é exercido na administração dos recursos econômicos e sociais, possuindo capacidade de formular e implementar políticas sólidas e estabelecendo o respeito dos cidadãos e do Estado pelas instituições que governam as interações econômicas e sociais entre eles (World Bank, 2020).

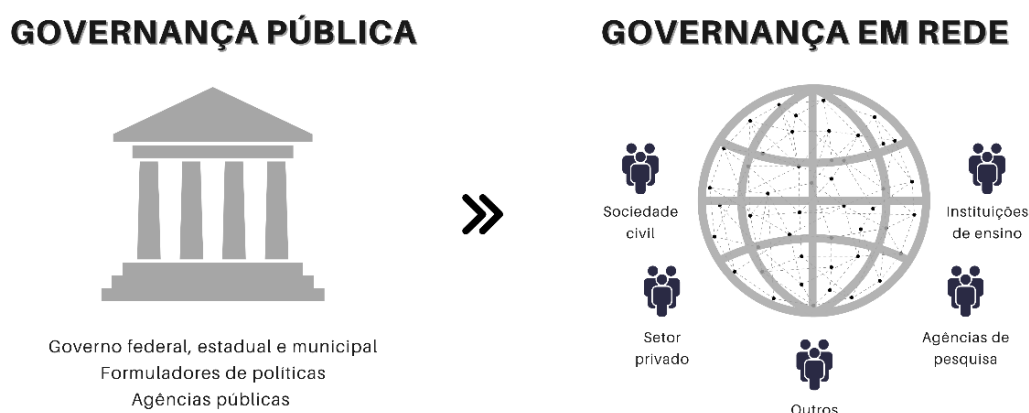
A Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABINEE) entende que para superar os desafios enfrentados pelo setor eletroeletrônico, como, por exemplo — destinação ambientalmente inadequada dos REEE e a alta geração de passivo ambiental, ambas resultantes de uma produção/consumo linear — a governança tem papel fundamental e indispensável,

sendo essa a responsável por envolver os principais atores, governos, empresas e sociedade. Além disso, aborda a dimensão da governança como eixo da sustentabilidade nos planos institucionais, político, econômico e social. Nesse sentido, busca-se a interação aprimorada da participação dos principais agentes, de modo que as leis e regras estabelecidas sejam incorporadas às ações desenvolvidas e que a sustentabilidade seja de fato alcançada (CNI; ABINEE, 2012).

A governança da EC implica em uma reformulação radical dos sistemas de consumo e produção (Gregson *et al.*, 2015). Para lidar com o complexo processo de transição de uma economia linear para circular, Cramer (2020a) apresenta duas formas de governança, a pública e a em rede (Figura 1). A governança pública representa o papel convencional do governo como guardião do bem comum, salvaguardando o meio ambiente. A governança em rede trata da colaboração entre os atores envolvidos, das pessoas que estão dispostas a contribuir com a mudança transformacional e que precisam de troca e interação mútua.

Os dois tipos de governança para uma EC abordam perspectivas diferentes, uma não possui mais relevância que a outra, nem são substitutivas, são complementares e se fortalecem mutuamente na transição circular. Enquanto a governança pública estabelece o quadro regulatório e político, a governança em rede estimula a inovação, a colaboração e o engajamento de diversos atores. Ambas desempenham um papel fundamental na criação de um ambiente propício para o desenvolvimento e implementação de práticas circulares, visando alcançar benefícios ambientais, econômicos e sociais de longo prazo (Cramer, 2020a).

Figura 1 – Os dois tipos de governança para uma economia circular: pública e em rede.



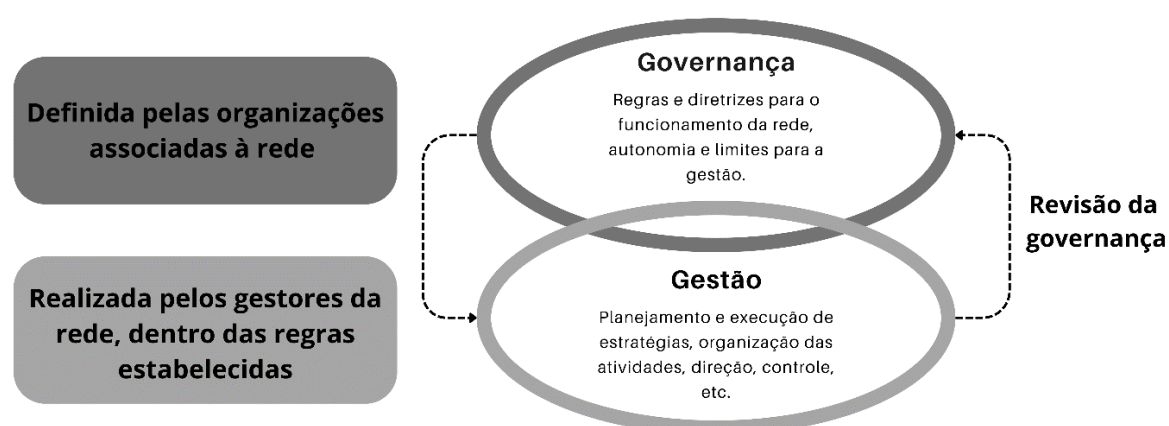
Fonte: A autora, adaptado de Cramer (2020b).

A ausência de padrões globais consistentes para investimentos circulares tem gerado uma lacuna na governança de recursos materiais. Assim como o clima conta com instituições internacionais de apoio, a EC requer uma estrutura equivalente. É recomendado o estabelecimento de normas globais e um organismo internacional dedicado à governança, reforçando a importância de articulações multissetoriais e multiníveis para orientar os fluxos de capital rumo à circularidade (Circle Economy, 2025).

Além da governança, que trata de aspectos formais de estruturação e dos processos de decisão e representação das partes interessadas (regras, incentivos, sanções, restrições, prestação de contas), os resultados dos atores são potencializados por meio de práticas de gestão, as quais viabilizam o alcance dos propósitos definidos, assim como a melhoria de desempenho de cada participante (Figura 2). A gestão possui o papel de apoio à governança, tem como meta atingir os objetivos propostos pelas organizações, influenciando positivamente a busca dos resultados (Roth *et al.*, 2019).

É atributo da governança constituir normas, regras, autonomia e balizar o funcionamento da rede, e à gestão a prática de atos gerências. Dessa maneira, a governança é elemento principal que deve anteceder a gestão, não possui função de gerir, mas o de delimitar a gestão, tarefa incumbida aos gestores da rede. Obedecendo aos limites estabelecidos pela governança, os gestores têm a liberdade de utilizarem de suas expertises para planejar e executar estratégias favoráveis aos objetivos determinados (Roth *et al.*, 2012).

Figura 2 - Distinção e interrelação entre governança e gestão.



Fonte: A autora, adaptado de Roth *et al.* (2012).

A governança tem caráter menos flexível e tende a não ser modificada com tanta frequência pelos atores quanto a gestão, que por sua vez, é dinâmica e moldada com mais facilidade às necessidades circunstanciais. Ainda assim, se a rede apresentar um nível de eficiência considerado insatisfatório, pode surgir a necessidade de revisar e adaptar a governança, implementando novas regras de atuação, de autonomia ou de limites para a gestão. Ambas possuem relação de influência mútua, em que a gestão também impacta diretamente a governança da rede (Roth *et al.*, 2012).

2.2.1 Governança pública

O governo federal, estadual e municipal são, como guardiões do bem comum, responsáveis pelas políticas ambientais às quais todas as partes interessadas devem atender. Seu papel é o de estabelecer políticas e formular os instrumentos apropriados, como medidas regulatórias, econômicas e sociais. Isso tradicionalmente pertence ao domínio da governança pública (Teixeira; Gomes, 2019). Quando se trata de grandes mudanças, como a transição de uma economia linear para circular, é esperado que o governo seja o primeiro agente a propor e implementar meios de governança, considerando sua autoridade em efetuar mudanças por meio de políticas e legislações.

De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU), a governança pública compreende fundamentalmente a efetivação dos mecanismos de liderança, estratégia e controle, objetivando avaliar, direcionar e monitorar a atuação da gestão, de forma a conduzir políticas públicas e a prestação de serviços de interesse da sociedade (Brasil, 2020). Pode ser entendida como um sistema que estabelece o equilíbrio de poder entre todos os envolvidos de uma organização, sejam esses: governantes, gestores, servidores, cidadãos, proporcionando a prevalência do bem comum sobre os interesses individuais ou de grupos (Matias-Pereir, 2010).

A governança adotada pelas instituições públicas tem um grande impacto na forma como as empresas e os cidadãos se comportam e nas escolhas que fazem. Implementando uma ampla variedade de instrumentos políticos, como políticas circulares de compras públicas e rotulagem de produtos, os governos informam, incentivam e desenvolvem os mercados para produtos, serviços e sistemas circulares (EMF, 2021).

Para aumentar a escala e estender a transição circular para os outros setores da sociedade, a governança pública possui um papel fundamental a desempenhar, criando normativas que eliminem o uso de recursos naturais críticos e problemáticos em toda a economia, fomentando a inovação, facilitando os sistemas de coleta para reciclagem e o

financiamento necessário, estável e recorrente, incentivando cada vez mais o retorno dos materiais ao ciclo produtivo. Tais iniciativas de políticas e lideranças governamentais são indispensáveis para ajudar a dar escala à transição em todos os setores (EMF, 2021).

Nesse sentido, a Alemanha foi pioneira na integração da EC nas leis nacionais, desde 1996, com a promulgação do “Ciclo de Substâncias Fechadas e Lei de Gerenciamento de Resíduos” (Su *et al.*, 2013). Seguido pelo Japão em 2002 com a “Lei Básica para Estabelecer uma Sociedade Baseada na Reciclagem” (Meti, 2004), e da China em 2009 com a “Lei de Promoção da Economia Circular da República Popular da China” (Lieder; Rashid, 2016). Órgãos supranacionais também incorporaram questões de EC e mais notavelmente a Estratégia de Economia Circular da União Europeia (UE) de 2015 (European Commission, 2015; Geissdoerfer *et al.*, 2017).

Em 2015, a Comissão Europeia consolidou o conceito na sua decisão de adotar o Pacote da EC intitulado ‘Fechando o ciclo: um plano de ação para uma Economia Circular’, um conjunto de documentos de política e propostas legislativas que o acompanha, visando estimular a transição para uma EC em seus países membros (European Commission, 2015). Sucedendo o Pacote citado de 2015, foi lançado em 2020 o novo Plano de Ação para a Economia Circular, esse documento reforça a importância de reduzir o desperdício e criar mercados para matérias-primas secundárias. Também fortalece as políticas de produtos voltadas para *design* circular, reutilização de produtos e responsabilidade estendida do produtor ‘*Extended Producer Responsibility*’ (EPR) (European Commission, 2020).

Concomitantemente, um número crescente de países europeus tem desenvolvido estratégias nacionais complementares, desde a Finlândia, ao Norte, em 2016, até a Espanha, ao Sul, em 2020 (EMF, 2021). A Holanda é outro grande exemplo de governança circular, estabelecendo metas para que a economia do país possa se tornar totalmente circular até 2050 (Cramer, 2020b).

A China e a Europa são as maiores representantes globais na transição para a EC, o desenvolvimento de suas estratégias de circularidade tem influência no resto do mundo. Outros países e continentes que adotam a EC podem se beneficiar do intercâmbio de conhecimentos e melhores práticas, transferências de tecnologia e apoio financeiro dos pioneiros por esquemas de cooperação internacional e diálogo político.

Na América do Norte, o governo do Canadá atribuiu ao Conselho de Academias Canadenses a avaliação das oportunidades para uma EC nacional, e o Comitê de Crise Climática da Câmara dos Estados Unidos recomendou a criação de um roteiro para a EC no país (EMF, 2021). Na América Latina e no Caribe, uma coalizão entre os governos nacionais, instituições

internacionais e parceiros estratégicos está sendo desenvolvida para compartilhar as boas práticas e acelerar a transição em todo o continente (CEC, 2022).

O estágio de desenvolvimento de um país afeta diretamente a sua governança e em como a circularidade é compreendida e abordada. A EC apresenta um conjunto específico de desafios e oportunidades para os países que estão em desenvolvimento, especificamente em relação ao setor informal, o acesso ao desenvolvimento tecnológico e à capacidade institucional e financeira. O continente africano é um exemplo de região em desenvolvimento que protagoniza um aumento de iniciativas relacionadas com a circularidade. A Aliança Africana sobre Economia Circular (AAEC), formada em 2016 e liderada pelos governos de nações africanas, instituiu secretariado organizado pelo Banco Africano de Desenvolvimento para liberar recursos para o desenvolvimento alinhado aos princípios da EC, com foco em políticas e dimensionamento de negócios e projetos de EC (WEF, 2021).

Na Ásia e na Oceania, diversas iniciativas governamentais nacionais estão integrando uma abordagem de EC com objetivos de políticas relacionadas à produção e ao consumo sustentável, bem como desenvolvimento econômico e melhora do bem-estar. A governança de uma EC possui uma relevância acentuada nessa região em resposta aos desafios globais de gestão de resíduos, incluindo o resíduo plástico marinho (EMF, 2021).

2.2.2 Governança em rede

Uma rede pode ser caracterizada por grupos de três ou mais organizações juridicamente autônomas que trabalham em conjunto para alcançar um objetivo coletivo. A governança dessas organizações é necessária para garantir que os participantes se envolvam em ações coletivas e de apoio mútuo, que os problemas sejam solucionados e que os recursos da rede sejam adquiridos e utilizados de forma eficiente e eficaz (Provan; Kenis, 2008).

A governança de rede é um acréscimo indispensável à governança pública convencional. O governo como protetor do bem comum, possui o importante papel de direcionar as mudanças por meio da implementação de instrumentos de política, porém, o modelo de governança convencional sozinho não é suficiente para promover a complexa transição para uma EC (Cramer, 2020a, 2022). Apesar de ser entendida como um tipo de governança sem a presença direta do governo (Borzel; Panke, 2007), dentro de uma governança em rede o governo exerce a função de facilitador (Khan, 2013).

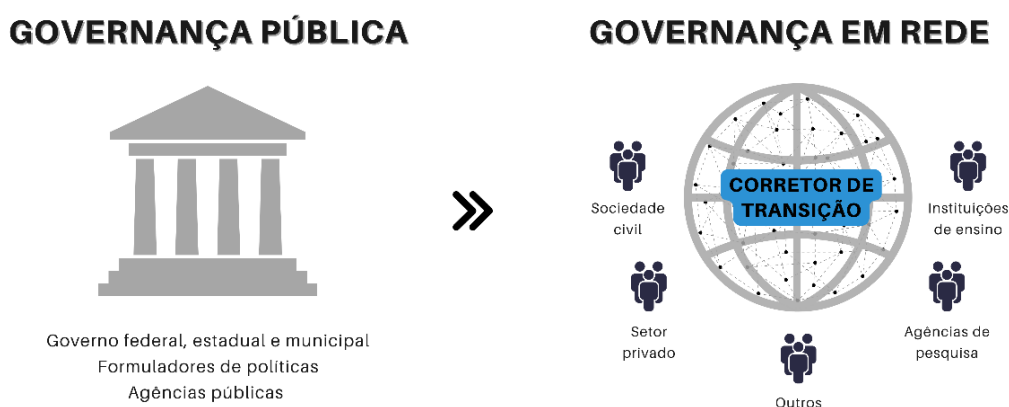
Para concretizar e maximizar os benefícios de uma economia é necessário o envolvimento de vários atores de diferentes setores, como o setor privado, sociedade civil,

instituições de ensino, agências de pesquisa, bem como agências públicas e formuladores de políticas (Singh, 2017). Nenhuma empresa, instituição ou cidadão pode realizar uma grande mudança circular agindo isoladamente, a colaboração com objetivos claros, acordos definidos e divisão de funções é a chave de uma governança em rede (Cramer, 2020a, 2022). Ela permite que vários atores em contextos diferentes possam formar uma cadeia interligada com base em suas necessidades e metas a serem alcançadas (Eisenreich; Fuller, 2023).

Soluções circulares com alto impacto de circularidade geralmente estão inseridas em uma rede complexa de partes interessadas internas e externas (Aminoff; Pihlajamaa, 2020). Uma abordagem adequada para lidar com essa situação complexa de *stakeholders* é a governança em rede (Cramer, 2020b). Essa abordagem colaborativa é alcançada por meio de coordenação, comunicação, tomada de decisão compartilhada, negociação, compartilhamento de recursos. No entanto, muitas empresas não estão acostumadas com trajetórias coevolutivas, assim como com a inovação circular, que em sua maioria é novidade para seus negócios (Eisenreich; Fuller, 2023).

Ao colocar a governança de rede em prática, pode ocorrer o surgimento de dificuldades entre as partes interessadas sobre seus papéis e responsabilidades particulares (Cramer, 2020b). Por isso, faz-se necessário a figura de um orquestrador entre as redes, alguns estudos sobre a governança da EC enfatizam a importância de um intermediário neutro, dotado da capacidade de alinhar todos os atores relevantes e acelerar o processo de transição em uma direção orientada a objetivos (Kivimaa *et al.*, 2019, Rohe; Chlebna, 2021). O intermediário também pode ser encontrado na literatura como “corretor de transição” (Cramer, 2020a, 2020b, 2022) ou “Organização Administrativa da Rede” (Provan; Kenis, 2008) (Figura 3).

Figura 3 – Interação entre o corretor de transição com os dois tipos de governança para uma economia circular: pública e em rede.



Fonte: A autora, adaptado de Cramer (2020b).

A governança em rede requer a presença de corretores de transição (ECESP, 2021). A ideia básica é que suas ações sejam criadas especificamente para governar as atividades, desempenhando o papel principal na coordenação e sustentação da rede (Provan; Kenis, 2008). O intermediário/corretor de transição é o orientador no processo de transição e atua como um líder servidor com objetivos claros e definidos. Estimula e inspira outros a cooperação, a pensar e agir de uma perspectiva sistêmica, no interesse coletivo, tem uma ampla base de conhecimento, expertise e é capaz de abrir portas em todos os níveis políticos (Cramer, 2020b).

São consideradas como competências chave de um corretor de transição o engajamento de *stakeholders* e *matchmaking*; compartilhamento de conhecimento e realização de capacitações; mapeamento de ações e iniciativas que possam gerar resultados significantes, direcionamento dos setores empresariais para opções de financiamento; fomento a mudanças positivas nas políticas, regulamentações e modelos de governança, assim como a contribuição para o bem-estar dos consumidores de produtos circulares como um todo (ECESP, 2021).

2.3 A TRANSIÇÃO PARA UMA ECONOMIA CIRCULAR E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O avanço das tecnologias facilitando a produção de bens e o consumo em massa proporcionaram a redução dos preços dos produtos, banalizando e desvalorizando sua contribuição para o bem-estar por parte dos consumidores. Pela facilidade de acesso, a sociedade mergulhou em um período de descuido em relação aos recursos, adotando padrões de consumo lineares ‘pegar-produzir-usar-jogar fora’, em resposta às consequências desse modelo, estão as práticas circulares, que se preocupam com o meio ambiente, com a crescente igualdade e estabilidade econômica, ou seja, por preocupação com a sustentabilidade (Velenturf; Purnell, 2021).

A sustentabilidade está enraizada nas preocupações em torno da superexploração dos recursos naturais e do declínio ambiental provocado pelo crescimento acelerado da sociedade, a EC tem origem na mesma literatura fundadora (Velenturf; Purnell, 2021), porém, reúne múltiplos conceitos, atribuindo-a uma definição pluralista, tendo como foco coletivo o uso aprimorado dos recursos (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Ghisellini *et al.*, 2016; EMC, 2019; Nobre; Tavarez, 2021).

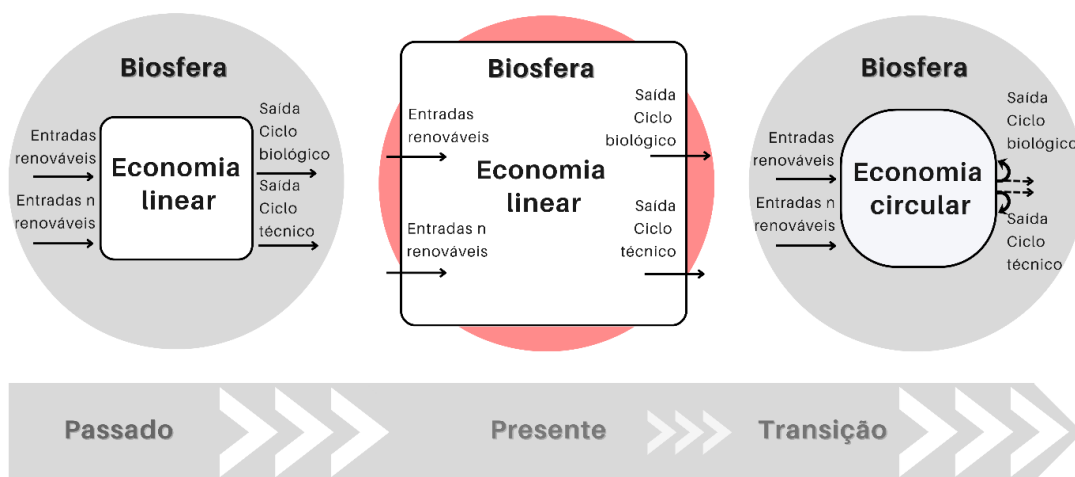
Em sua definição mais tradicional o DS é aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em atenderem às suas próprias necessidades (WCED, 1987). Fundamentada nesta declaração, surgiram duas formas de

abordagem: sustentabilidade fraca e sustentabilidade forte. A primeira, pressupõe que o capital natural pode ser substituído pelo capital produzido pelo homem, enquanto a segunda afirma que é necessário manter o capital natural, pois, não é possível a substituição total desse recurso pelo capital produzido (Andersen, 2007; Bond *et al.*, 2011).

Semelhante ao DS, a EC é um conceito fluido que caminha em constante evolução (Velenturf; Purnell, 2021). EC e DS se apresentam como disciplinas coerentes e até interdependentes, sendo a EC uma ferramenta para o alcance do efetivo DS (Suárez-Eiroa, 2018). Bonviu (2014) sugere que o DS aborda problemas atuais, mas não as suas causas, ao contrário da EC. Em outras palavras, o DS define metas a serem alcançadas para a resolução de problemas e de suas consequências, enquanto a EC é uma ferramenta para abordar as causas desses problemas.

No passado, o tamanho do sistema de economia linear permanecia dentro dos limites da biosfera. Atualmente, esse sistema extrapola a capacidade de extração/regeneração de recursos e absorção de resíduos, emissões e vazamento de energia do planeta. A EC no âmbito do DS visa o ajuste no tamanho do sistema econômico, respeitando os limites aceitáveis para o funcionamento equilibrado da biosfera (Figura 4).

Figura 4 – Relação entre os sistemas econômicos linear, circular e a biosfera.



Fonte: A autora, adaptado de Suárez-Eiroa (2018).

Dessa forma, o objetivo da EC sob a estrutura de DS deve ser extinguir a relação de desenvolvimento econômico, da utilização de recursos finitos, geração de resíduos e emissões, estabilizando as taxas de extração de recursos, as taxas de geração de resíduos e emissões em valores adequados para os limites planetários (Suárez-Eiroa, 2018).

A EC possui o potencial de alcançar o DS, enquanto dissocia o crescimento econômico do esgotamento de recursos e degradação ambiental (EMF, 2019). A dinâmica da transição para uma EC pode ser vista como a quebra das formas de gestão que foram estabelecidas ao longo do tempo, permitindo o surgimento de processos interativos e a construção de um novo sistema (Loorbach *et al.*, 2017).

As pressões para a transformação exercida sobre o regime já existente aumentam, levando à desestabilização, concomitantemente, os ‘negócios’ recém-chegados ao mercado ganham destaque, emergindo e crescendo em um novo regime (circular). Nesse processo, elementos de um antigo regime que não se transformam são quebrados e eliminados (Loorbach *et al.*, 2017). Nesse contexto, são crescentes as cobranças de *stakeholders* para que sejam realizadas as transições dos modelos de negócios, de forma a implementar as práticas circulares em detrimento às lineares (SENAI, 2022).

A EC potencializa os benefícios econômicos e ambientais, principalmente por meio do fornecimento de soluções técnicas, entregando automaticamente benefícios nas três esferas da sustentabilidade (Korhonen *et al.*, 2018). É considerada como parte integrante do cumprimento de vários ODS da ONU, isto é, para alcançar os objetivos de DS, as práticas de EC devem ser implementadas, sendo mais atuantes para os ODS 12: consumo e produção responsáveis, ODS 6: água potável e saneamento, ODS 7: energia limpa e acessível, ODS 8: trabalho decente e crescimento econômico, ODS 9: indústria, inovação e infraestrutura e, ODS 13: ação contra a mudança global do clima (European Commission, 2015; Schroeder; Anggraeni; Weber, 2018, Schoggl *et al.*, 2020, Velenturf; Purnell, 2021) (Figura 5).

Figura 5 – Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável diretamente relacionados à economia circular.



Fonte: A autora (2023).

Desvincular o desenvolvimento econômico do uso de recursos finitos é um objetivo presente na EC (Ghisellini *et al.*, 2016; Korhonen *et al.*, 2017). Considerando a EC como ferramenta para o alcance do DS, é necessário distinguir dois tipos de insumos: renováveis e não renováveis (Suárez-Eiroa, 2018). A taxa de retirada dos recursos renováveis deve ser inferior à taxa de regeneração desses recursos e a taxa de exploração dos recursos não renováveis também deve ser inferior à taxa de criação de substitutos renováveis, sendo preferível em um DS o consumo de recursos renováveis, e o uso dos não renováveis minimizado ou eliminado (Daly, 1990).

Assim como no DS a minimização dos resíduos é objetivo de uma EC (Kalmykova, 2018; EMF, 2019). A EC utiliza de estratégias nas quais o valor dos produtos, materiais e recursos são mantidos o maior tempo possível (Cramer, 2020b). Nesse sentido, é importante a distinção dos dois tipos de saídas, resíduos de ciclos técnicos ‘restaurativos’ e resíduos de ciclos biológicos ‘regenerativos’ (EMF, 2017; SENAI, 2022). Materiais pertencentes aos ciclos técnicos são restaurados para serem novamente utilizados e os sistemas vivos integrantes dos ciclos biológicos estão habilitados a regenerar recursos consumidos (BSI, 2017).

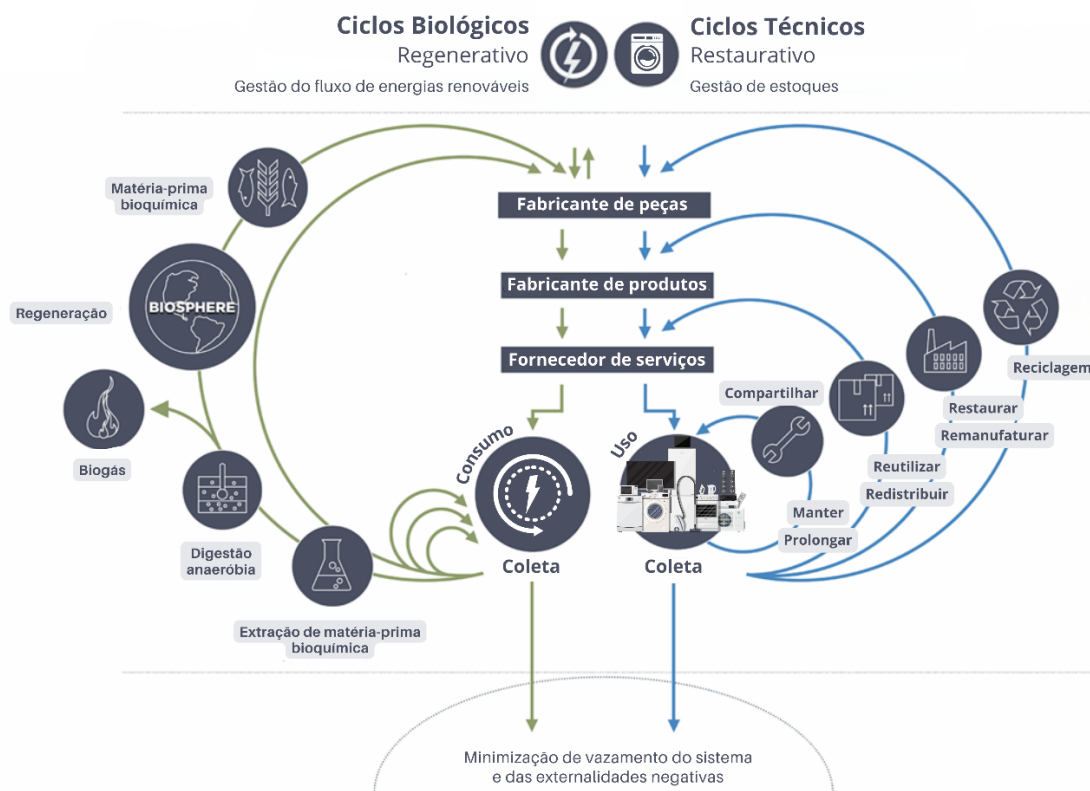
Os resíduos do ciclo biológico consistem em compostos biodegradáveis, que fluem através dos ciclos biogeoquímicos. Por meio de um manejo adequado, podem ser retornados à biosfera com segurança, sendo convertidos em capital natural, seja diretamente ou em uma sucessão de usos consecutivos. Já os resíduos do ciclo técnico são compostos por materiais não biodegradáveis, incluindo metais, plásticos e produtos químicos sintéticos. Esses materiais são fabricados pelo ser humano e são feitos de recursos finitos e não renováveis, os quais não podem ser naturalmente reabastecidos na mesma velocidade em que são consumidos (EMF, 2013, 2017, 2018; Cramer, 2020b) (Figura 6).

As práticas de transição em uma EC vão além da reutilização, reparação, renovação e reciclagem, a partir da percepção do valor do resíduo, agora tratado como recurso, atua transformando a perspectiva de práticas isoladas em um sistema abrangente como a minimização do consumo de recursos naturais, a redução do consumo de energia, a prevenção da geração de resíduos, a maximização da valorização social e ambiental, entre outras, moldando todo o processo de forma sustentável, desde a sua concepção na fase de *design* até seu fim de vida, retornando o recurso de forma segura à cadeia produtiva (EMF, 2017).

A transição para uma EC necessita de esforços em três níveis de sistemas: o macro, o meso e o micro. O macro pode ser descrito como as implicações realizadas por governos e formuladores de política (global, nacional, regional, municipal), o meso como iniciativas relacionadas à colaboração entre cadeias e setores (simbiose industrial, parques ecoindustriais)

e micro como ações específicas de uma pessoa ou empresa (individual, produto) (Fang *et al.*, 2007; Sakr *et al.*, 2011; Jackson *et al.*, 2014).

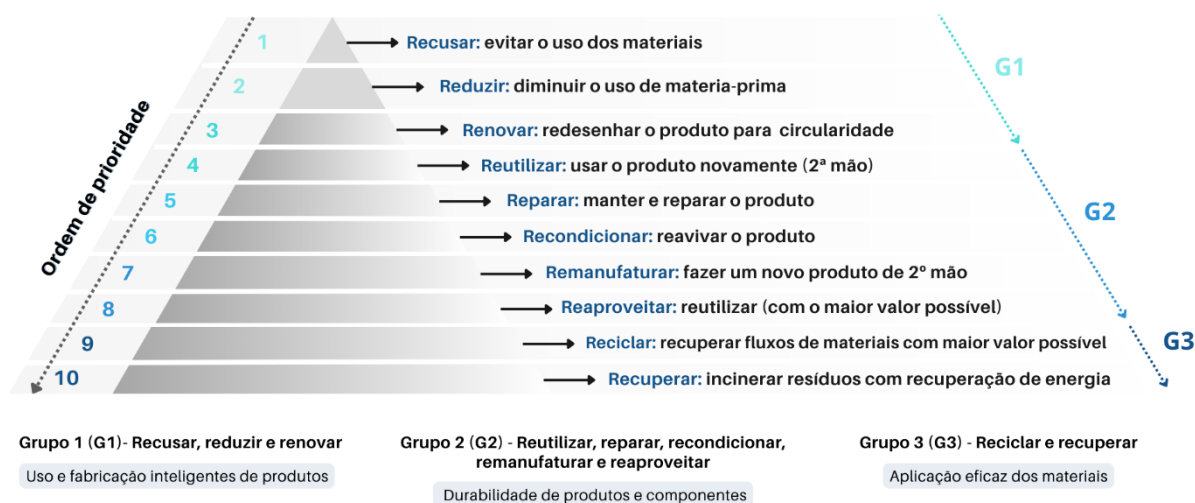
Figura 6 – Ciclos de materiais biológicos e técnicos em uma economia circular.



Fonte: A autora, adaptado de EMF (2018).

Dentro de uma EC, os processos podem ser reprojatados de modo a estender a vida útil dos materiais, reduzir os impactos ambientais e aumentar o retorno financeiro (Barros *et al.*, 2021). Vários autores consideram a estrutura R como o ‘como fazer’ e fator indissociável da EC, assim como a perspectiva de sistema (Zhu *et al.*, 2010; Reh, 2013, Kirchherr *et al.*, 2017). Para refletir a ambição hierárquica nos níveis de estratégias circulares, a escada dos 10 R's é utilizada para aumentar a consciência de que a EC não está apenas ligada à reciclagem de fluxos de resíduos e que as estratégias mais altas na escada têm maior preferência atreladas a menores impactos ambientais, o seguimento dessa hierarquia evita desperdício e cria valor potencial (Cramer, 2017). Potting *et al.*, (2017) categoriza os R's da sustentabilidade em três grupos diferentes, voltados ao uso e fabricação inteligentes de produtos, ao prolongamento da durabilidade dos produtos e seus componentes e aplicação eficaz dos materiais. (Figura 7).

Figura 7 – Níveis de circularidade dos 10 R's e seus respectivos grupos.



Fonte: A autora, adaptado de Cramer (2017, p.15), Potting *et al.*, (2017, p.5).

De acordo com os níveis de circularidade, a prioridade deve ser dada às estratégias do Grupo 1 - fabricação e o uso de produtos mais inteligentes, com a recusa do uso, seguida por repensar-renovar, que implica em tornar a utilização dos produtos mais intensiva, por exemplo, por compartilhamento, e pela redução da quantidade de material utilizada por unidade de produto. No Grupo 2 - extensão da vida útil são consideradas opções como reutilização, reparo, reforma, remanufatura e reaproveitamento, estratégias de circularidade que prolongam a durabilidade de produtos e componentes. Em última instância e pertencentes ao Grupo 3 - aplicação eficaz de materiais, a reciclagem é uma alternativa a ser explorada. No entanto, caso reste algum resíduo que não possa ser reciclado, a incineração com recuperação de energia pode ser considerada, embora essa prática não seja comumente adotada dentro de uma economia circular (Cramer, 2020b; Potting *et al.*, 2017).

Para auxiliar na transição para o uso circular de recursos e apoiar as organizações no cumprimento da Agenda 2030 das Nações Unidas, o Comitê Técnico TC/323 da *International Organization for Standardization* desenvolve uma série de normas da família ISO 59000 voltadas à EC, a saber: ISO 59004: Terminologia, estrutura e princípios chave da EC, ISO 59010: Orientação sobre modelos de negócios e redes de valor relacionadas à EC, ISO 59020: Medição e avaliação da circularidade, ISO 59040: Ficha Técnica de Circularidade do Produto destinada para fins de certificação, ISO 59014: Materiais secundários – Princípios, requisitos de sustentabilidade e Rastreabilidade, ISO 59031: Abordagens baseadas no desempenho, ISO 59032: Revisão da implementação do modelo de negócios.

A família de normas ISO 59000 foi concebida para harmonizar a compreensão EC e facilitar sua implementação e medição. Essas normas promovem diretamente a efetivação da EC no contexto dos ODS, considerando governos, organizações privadas e sem fins lucrativos, na contribuição para a realização da Agenda 2030 das Nações Unidas (ONU) para o DS (ISO, 2024) (Tabela 1).

Tabela 01 – Normas da série ISO 59000 de Economia Circular: escopo, status e contribuição com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Normas da série ISO 59000 de Economia Circular	
ISO 59004 Economia circular - Vocabulário, princípios e orientações para a implementação	Escopo Define termos-chave, estabelece uma visão e princípios para uma EC e fornece orientações, incluindo possíveis ações, para uma organização implementar. É aplicável a organizações de qualquer tipo, tamanho ou setor, sejam privados ou públicas, que desejam compreender e contribuir para uma economia circular e o desenvolvimento sustentável, independentemente de sua localização ou posição na cadeia de valor.
	Status – Em vigor Ano: 2024
	Contribui para os seguintes ODS 
ISO 59010 Economia circular - Orientações sobre a transição de modelos de negócio e redes de valor	Escopo Fornece orientações para uma organização que procura fazer a transição dos seus modelos de criação de valor e redes de valor de lineares para circulares. Aplicável a qualquer organização, independentemente do tamanho, setor ou região.
	Status – Em vigor Ano: 2024
	Contribui para os seguintes ODS 
ISO 59020	Escopo

	Especifica requisitos e dá orientação às organizações para medir e avaliar um sistema económico definido para determinar o seu desempenho de circularidade num momento específico. A medição e avaliação são realizadas através da recolha e cálculo de dados com a ajuda de indicadores de circularidade obrigatórios e opcionais.
Economia circular - Medição e avaliação da circularidade	Status – Em vigor Ano: 2024 Contribui para os seguintes ODS 
ISO 59040 Economia circular - Ficha Técnica de Circularidade do Produto destinada a fins de certificação	Escopo Fornece uma metodologia geral para o intercâmbio de informações que garante a interoperabilidade das informações relacionadas com a economia circular, com base na utilização de uma Ficha de Dados de Circularidade de Produtos (FDCP). Especifica os requisitos para o preenchimento de um FDCP por uma organização, os requisitos para o formato de relatório a ser utilizado na criação de um modelo FDCP, fornece orientações sobre como gerenciar e compartilhar um FDCP, bem como orientações sobre como criar um modelo de FDCP. Status – Em vigor Ano: 2025 Contribui para os seguintes ODS 
ISO 59014 Economia circular - Materiais secundários: Princípios, requisitos de sustentabilidade e rastreabilidade	Escopo Fornece princípios, requisitos e orientações para organizações na promoção da sustentabilidade e rastreabilidade de atividades e processos para a recuperação de materiais secundários. Status – Em vigor Ano: 2024 Contribui para os seguintes ODS 
ISO TR 59031 Economia circular - Abordagens baseadas em desempenho	Escopo Em desenvolvimento Status – Em desenvolvimento

ISO TR 59032 Economia circular - Revisão das redes de valor existentes	Contribui para os seguintes ODS
	Por ser uma ISO TR (<i>Technical report</i>), não possui vinculação com ODS.
	Escopo
	Analisa as características e estruturas de algumas redes de valor existentes como exemplos de aceleração de um processo de transição para a economia circular. Fornece orientação sobre um aspecto crítico na transição do modelo de negócios e processos de uma organização de linear para circular e na transformação do ecossistema de negócios de uma organização em uma rede de valor. complementa a ISO 59010, fornecendo mais informações sobre redes de valor.
	Status – Em vigor Ano: 2024
	Contribui para os seguintes ODS
	Por ser uma ISO TR (<i>Technical report</i>), não possui vinculação com ODS.

Fonte: Autora, adaptado de (ISO, 2024).

A EC atua como um motivador para as empresas, organizações, sociedades que desejam ter funcionamento e modelos de negócios mais sustentáveis (Barros *et al.*, 2021). Embora possa contribuir positivamente para a maioria das metas de DS, os dois conceitos não devem ser confundidos como sinônimos, visto que a agenda que trata do DS coloca as pessoas à frente como protagonistas e no centro a prosperidade econômica reconhecida como um meio para se ter qualidade de vida em harmonia com a natureza, por sua vez, a EC tem como foco soluções tecnológicas, cuja implementação é impulsionada pelo crescimento econômico, qualidade ambiental e, de modo mais discreto, os benefícios sociais (Velenturf; Purnell, 2021).

2.4 HUBS DE ECONOMIA CIRCULAR

Um *Hub* de EC representa uma infraestrutura central estrategicamente projetada para liderar a transição de uma economia linear para circular. Funciona como um ponto de convergência para variados atores, seu propósito é promover a utilização mais eficiente e sustentável dos recursos disponíveis. Além disso, facilita a colaboração e a troca de conhecimento entre seus membros, fomentando a inovação e a criação de novos modelos de negócios alinhados aos princípios da EC. Ao integrar diversos setores e otimizar o ciclo de vida dos produtos, desempenham um papel crucial na construção de uma economia mais sustentável e resiliente (WEF, 2014).

Os *hubs* conectam vertical e horizontalmente quatro grupos de partes interessadas: governos, empresas, instituições de ensino e sociedade. Aceleram a transição, indicam as trajetórias viáveis, ajudando na erradicação de barreiras e desbloqueando oportunidades. Possuem fortes competências em EC atuando em atividades como: engajamento de *stakeholders* e *matchmaking* (parcerias nas quais ambos podem se beneficiar da troca de experiências); organização de eventos, *workshops* e mesas redondas; compartilhamento das melhores práticas e as lições aprendidas com os empresários; mapeamento de potenciais que possam gerar resultados mais impactantes; transmissão de conhecimento e capacitação; orientação ao setor empresarial para os regimes de financiamento; propulsor de mudanças positivas na política, regulamentação e governança (Vesna; Freek, 2023).

Os *hubs* de EC espalhados pelo mundo são exemplos de governança de rede, a qual representa uma adição crucial para a governança pública tradicional em uma complexa transição para uma EC (Figura 8 e Tabela 2). Enquanto o governo realiza mudanças nas direções desejadas, por meio da implementação de políticas e instrumentos, movimentos de baixo para cima com iniciativas pioneiras e com diferentes práticas, os *Hubs* surgem demonstrando que a EC está ao nosso alcance (Cramer, 2020; ECESP, 2021).

Segundo a *European Circular Economy Stakeholder Platform* (2021), o sucesso de um *hub* depende de vários fatores, necessita ter uma imagem clara, bem definida, fortemente retratada com sua missão incorporada, com isso poderá estabelecer bases para o êxito do *hub*. Outro fator relevante de sucesso é o apoio de instituições públicas e privadas que podem lançar as bases para a consolidação bem-sucedida da EC, este apoio público ou privado pode vir na forma de normativas, financiamento, acesso a mercados, entre outros. Quanto mais parceiros interdisciplinares e complementares aos projetos, mais o *hub* se beneficiará do sistema.

A visão de um *hub* deve ser transparente desde o princípio, com objetivos, metas e marcos bem definidos em curto, médio e longo prazo. Sua forte declaração de missão/modelo de trabalho/metodologia adotada (vai depender do *hub* em questão) é ampliada quando incorporada em suas ações concretas. Isso se traduz em impacto, com práticas e soluções tangíveis que podem demonstrar e conduzir a transição.

É preciso ter uma abordagem sistêmica, compreendendo e abordando o contexto e as áreas de interesse. O bom funcionamento de um *hub* depende do nível de entendimento das necessidades das partes interessadas e a dinâmica do contexto, apenas assim o *hub* será capaz de ofertar serviços adequados e produzir um impacto real para seu ecossistema. Outro ponto fundamental e não menos importante é a estruturação de uma rede forte, isso inclui a presença

de atores nacionais e internacionais, aumenta o horizonte de consciência das ações e o campo de aprendizado por meio de *cases* de sucesso de outros parceiros (ECESP, 2021).

Tabela 2 – Levantamento dos *hubs* de Economia Circular por continente.

AMÉRICA DO NORTE	HUBS
Canadá	• <i>Circular Economy Leadership</i>
Estados Unidos da América	• <i>USA Hub Circulars</i> - ICLEI
México	• AUSMEX Hub de EC
AMÉRICA DO SUL	HUBS
Aruba	• <i>Circular Economy Platform</i>
Brasil	• <i>Hub de Economia Circular Brasil</i> • <i>Circular Action Hub</i>
Chile	• <i>Centro de Innovación y EC</i>
Paraguai	• <i>Circular Economy Innovation Hub</i>
Argentina, Colômbia e Brasil	• <i>South America Hub, Circulars</i> – ICLEI
AMÉRICA LATINA E CARIBE	HUBS
Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Equador, El Salvador, Guatemala, Guiana, Haiti, Honduras, Jamaica, México, Nicarágua, Panamá, Paraguai, Peru, República Dominicana, Suriname, Trindade e Tobago, Uruguai, Venezuela.	• <i>Hub de Resíduos Sólidos y Economía Circular</i>
EUROPA	HUBS
Eslovênia	• <i>Circular Change</i>
Finlândia	• <i>CircHubs</i> • SITRA
Holanda	• <i>Chemelot Circular Hub</i> • <i>Knowledge Hub</i> • PACE
Montenegro	• <i>Circular Economy Hub Montenegro</i>
Reino Unido	• <i>Circular Economy Hub (CE-Hub)</i> UKRI
Suécia	• <i>Cradlenet</i>

Noruega, Suécia, Dinamarca, Finlândia, Holanda e Islândia	• <i>Nordic Circular Hotspot</i>
Europa	• <i>Hubs4Circularity</i>
OCEANIA	HUBS
Austrália	• Australian Circular Economy Hub (ACEHub) • Hub de EC RMIT University
ÁFRICA	HUBS
Gana	• <i>Circular Economy Hub</i>
Acra, Cidade do Cabo, Nairóbi, Entebbe, Rabat, Kampala, Lilongwe, Blantyre, Makinde, Joanesburgo e Cairo	• <i>África Hub, Circulars - ICLEI</i>
Argélia, Angola, Benin, Botsuana, Burquina Faso, Burundi, Camarões, Cabo Verde, Chade, Comores, Costa do Marfim, República Democrática do Congo, Egito, Essuatíni, Etiópia, Gabão, Gâmbia, Gana, Guiné Conacri, Quênia, Lesoto, Madagáscar, Mali, Mauritânia, Maurícia, Moçambique, Marrocos, Namíbia, Níger, Nigéria, Ruanda, São Tomé e Príncipe, Senegal, Seicheles, Serra Leoa, Somália, África do Sul, Tanzânia, Togo, Tunísia, Uganda, Zâmbia e Zimbabué	• <i>African Circular Economy Network (ACEN)</i>
ÁSIA	HUBS
China	• <i>China Hub, Circulars - ICLEI</i>
Japão	• <i>Circular Economy Hub</i>
Libano	• <i>Circular Hub</i>
Vietnã	• <i>Viet Nam Circular Economy</i>
Bangladesh, Butão, Brunei, Camboja, China, Hong Kong, Índia, Indonésia, Japão, Laos, Macau, Malásia, Mongólia, Myanmar, Nepal, Paquistão, Filipinas, Cingapura, Coreia, Sri Lanka, Taiwan, Tailândia, Timor-Leste e Vietnã	• <i>Circular Economy Asia Inc.</i>
Ásia	• <i>Circular Cities Asia</i>

Fonte: A autora (2024).

A crescente consolidação dos *hubs* de EC ao redor do mundo representa um avanço significativo nas estratégias de transição de modelos lineares para modelos circulares. De acordo com o levantamento realizado, a Europa lidera em número de iniciativas, com onze *hubs*, entre eles o SITRA na Finlândia, o *Circular Economy Hub* UKRI no Reino Unido e o *Chemelot Circular Hub* na Holanda, evidenciando um ecossistema robusto de articulação regional e nacional. Em seguida, a Ásia aparece com seis *hubs*, incluindo o *Circular Economy Asia Inc.*, que alcança mais de 20 países do continente. A América do Sul apresenta seis iniciativas, entre elas o HubEC e o *Centro de Innovación y EC* no Chile. A América do Norte conta com três *hubs*, localizados no Canadá, Estados Unidos e México. Na África, três redes se destacam, especialmente o ACEN, que atua de forma abrangente em diversos países do continente. A região da América Latina e Caribe é contemplada por um *hub* regional que integra 26 países, enquanto a Oceania é representada por dois *hubs* australianos. No total foram identificados 32 *hubs* especializados em EC distribuídos pelos seis continentes.

Figura 8 – *Hubs* de Economia Circular atuantes pelo mundo.



Fonte: A autora (2025).

2.5 HUB DE ECONOMIA CIRCULAR BRASIL

O *Hub* de Economia Circular Brasil (HubEC) é um ecossistema único e inovador que reúne empresas de referência, trabalhando em conjunto para transpor barreiras, quebrar paradigmas e viabilizar projetos com o intuito de acelerar a implementação da Economia Circular no Brasil. Tendo como base referências internacionais acompanha uma tendência global de iniciativas em formato de rede de empresas decididas a unir esforços, promover engajamento, criar lideranças e gerar escala para a transição circular, adaptada à realidade brasileira (E4CB, 2021, 2022a).

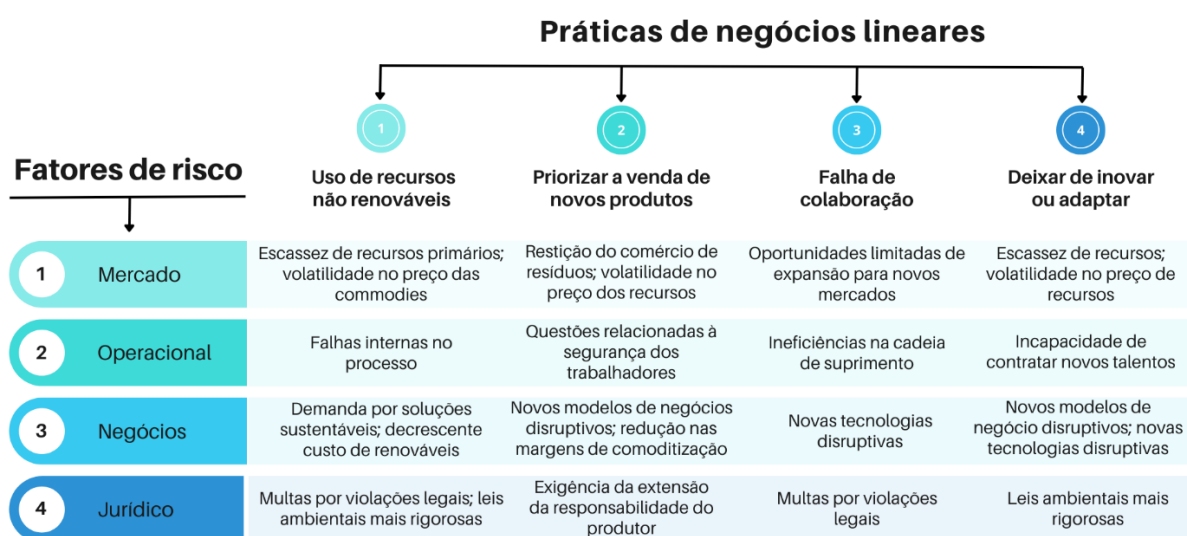
Referências internacionais:

- PACE - *Platform for Accelerating the Circular Economy* - WEF, (PACE, 2018);
- *Circular Economy Leadership Coalition* (CELC, 2018);
- *Factor 10* (WBCSD, 2018) e
- *Circular Economy Germany Initiative – SYSTEMIQ and Acatech* (CEID, 2019).

A necessidade de uma mudança de rota surge a partir da observação das crises enfrentadas pelo planeta, resultantes de um modelo econômico linear, de decisões políticas e de negócios que ignoram os limites planetários e, por consequência, fracassam em proporcionar bem-estar. O *hub* acompanha as transformações sistêmicas, tais como a revolução tecnológica e o agravamento das mudanças climáticas e das desigualdades sociais, que causam impactos profundos nas formas de relacionamento, trabalho, economia e na sociedade como um todo (E4CB, 2021).

O modelo econômico linear em que nossa economia atual opera está ameaçado pelos riscos de suprimento: devido à dependência dos recursos não renováveis que causam escassez de oferta e volatilidade dos preços da matéria-prima; risco de competitividade: como por exemplo, em processos produtivos baseados na obsolescência programada, os quais precisam ser substituídos por processos de qualidade e durabilidade em consequência do olhar crítico de um consumidor mais exigente; risco de conflitos: quando há uma segregação de uma cadeia com atores isolados, carentes de colaboração e transparência, não permitindo a geração de conhecimento e provocando conflitos entre os elos produtivos, e; risco de sobrevivência: pela falta de uma visão sistêmica, inovadora e a não adaptação à uma nova realidade que serão fatores críticos para a competitividade das organizações e sua longevidade (E4CB, 2021) (Figura 9).

Figura 9 – Matriz de riscos lineares.



Fonte: A autora, adaptado de E4CB (2021).

Atualmente, reúne 24 empresas-membro em torno de uma missão, são elas: Abit, Capricórnio Textil, Cebri, Cempre, Cipriano e Castilho Advocacia Ambiental, Covestro, EcoGlass, Electrolux, Eletros, FibeCycle, FiosGood, Fit/Flex/Sintronics, Fixcomm, Gerdau, Hubplast, Hyundai, Ideal Work, Plastweber, Purcom, RCR Ambiental, Senai Cetiqt, Tomra, Voolt3d, Wise (Figura 10). O modelo único desenvolvido pela *Exchange4Change* Brasil visa capacitar a todos com o *mindset* circular, fortalecendo o engajamento da cadeia e facilitando a estruturação de projetos. Ao unir diversos elos da cadeia em uma nova governança de trabalho, é possível valorizar ainda mais a diversidade, criatividade e capacidade científica brasileiras na construção de soluções que, se realizadas de forma particular e separadas, seriam muito mais difíceis, custosas e demoradas.

Proporcionando ambiente para criação de *benchmark* brasileiro, o *hub* desenvolve negócios circulares que são caracterizados pela geração de valor, com ênfase na durabilidade, modularidade, remanufatura e reúso, no desenvolvimento de serviços, no compartilhamento e no uso de matéria-prima renovável. Com isso, espera-se orientar a reconstrução econômica em bases circulares, com a implementação de modelos de negócios que estabeleçam um novo equilíbrio entre os recursos sociais, econômicos e naturais, favorecendo a regeneração dos sistemas naturais e o desenvolvimento industrial inclusivo e sustentável (E4CB, 2021).

O *hub* possui cinco princípios norteadores: atuação em redes, *mindset* circular, integração da cadeia de valor, colaboração e inteligência coletiva (E4CB, 2021, 2022a).

Atuação em redes, permite o compartilhamento de informações e experiências entre os integrantes do sistema, assim como articulações empresariais ao redor do mundo, exercendo seu protagonismo de forma positiva na sociedade.

O *mindset* circular, traz uma nova abordagem à cultura de negócios, a partir de valores e relações comerciais embasadas nos princípios da EC. Gera valor com ênfase na durabilidade, modularidade, remanufatura e reúso, no desenvolvimento de serviços, no compartilhamento e no uso de matéria-prima renovável.

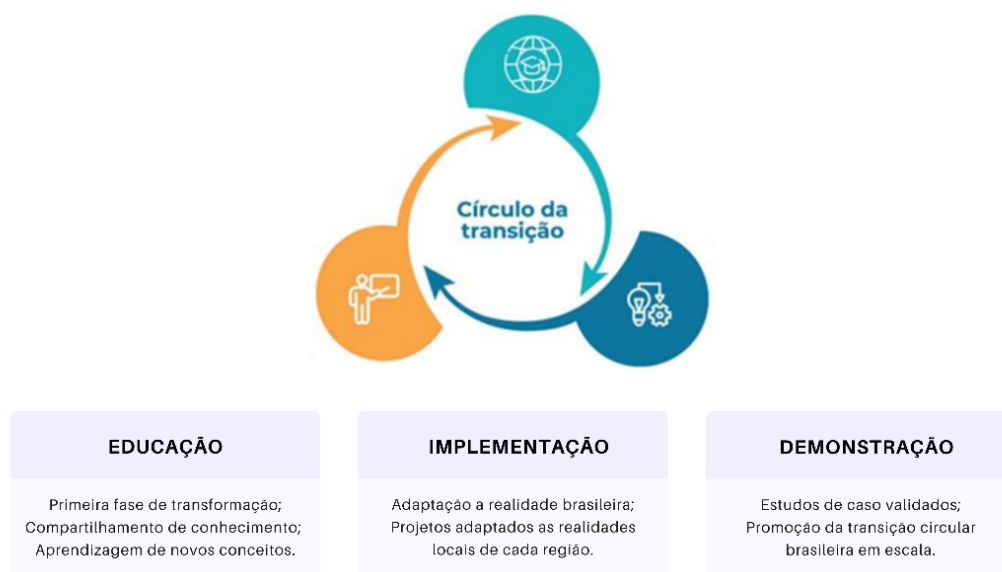
Integração da cadeia de valor, desenvolve dentro do ecossistema os três princípios básicos da EC: eliminar resíduos e poluição desde o princípio; manter produtos, materiais em uso pelo maior período, e regenerar sistemas naturais.

Colaboração, coloca em prática ações articuladas e coordenadas para avançar da gestão de resíduos na planta para a gestão compartilhada da cadeia de valor (ciclos de valor). Pautando as relações em um novo equilíbrio econômico, por meio do diálogo e da geração de valor compartilhado entre os diferentes elos da cadeia de valor.

Inteligência coletiva, atua cocriando soluções que são trabalhadas em conjunto, com foco em desafios comuns a várias empresas e na articulação com governos e agentes reguladores.

De forma complementar aos princípios, o *hub* estabelece “O círculo da transição”, um modelo utilizado para o desenvolvimento de suas atividades, que capacitam, inspiram e aceleram a mudança (Figura 10).

Figura 10 – Círculo da transição circular proposto pelo Hub de Economia Circular Brasil.



A primeira fase da transformação é sobre Educação. É preciso adquirir conhecimento para mudar, crescer e se desenvolver. A transição começa a partir do compartilhamento do conhecimento e da aprendizagem de novos conceitos, valores e atitudes. A discussão internacional e a participação em debates são cruciais para colocar o Brasil no cenário global.

Durante a implementação, os conceitos devem ser adaptados à realidade brasileira, a cultura e as prioridades através de projetos feitos sob medida. Sistemas que funcionam em determinados países podem não ser necessariamente aplicáveis à realidade brasileira. A cocriação é essencial para acelerar a mudança e ajudar o crescimento e desenvolvimento da EC no Brasil.

Para inspirar novos parceiros, a demonstração é utilizada apresentando estudos de caso reais em *workshops* e palestras, mapeados e validados com o intuito de potencializar e cocriar soluções de EC na prática no Brasil. Desta forma, é possível mostrar que a transição já acontece no nosso país em escala e de forma lucrativa e assim através do exemplo, estimula o mercado no caminho da transição.

2.5.1 Modelo de trabalho

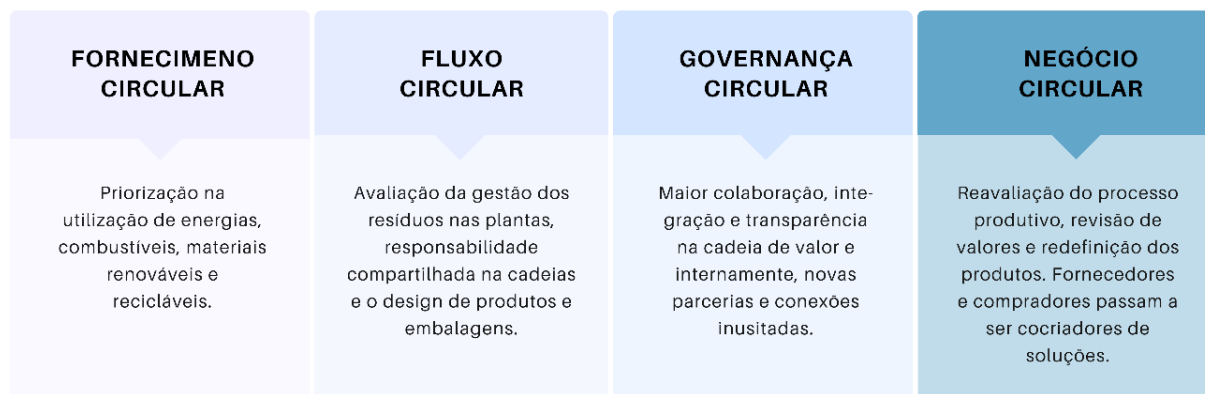
Após uma extensa avaliação de inúmeros *benchmarks* internacionais, o *Hub* de Economia Circular Brasil criou seu modelo de trabalho exclusivo, adequado à realidade brasileira, que considera diferentes categorias de membros, utilizando uma metodologia única de análise de circularidade individual e coletiva, estabelecendo princípios norteadores e eixos de atuação. Seus membros são divididos em três categorias: ativadores, provedores e apoiadores

Os ativadores, são empresas pioneiras que já estão liderando a transição através de seus produtos e serviços e são capazes de influenciar a sua cadeia de valor. Os provedores são as empresas que trazem soluções circulares para auxiliar novas práticas e viabilizar novos modelos de negócios. Já os apoiadores são representados pelos centros de pesquisas, institutos, ongs e órgãos públicos que juntos podem acelerar a transição através de seu *network* e sua expertise, podem ser internos, membros efetivos do HubEC ou externos, quando apoiam certos projetos ou ações específicas sem filiação direta com o Hub (E4CB, 2021).

O ecossistema de impacto do *hub* se diferencia pelo valor das relações interpessoais, pela inteligência coletiva gerada durante o compartilhamento de experiências, quando são reunidos vários setores/departamentos da empresa na mesa de discussão, e pelos resultados que podem ser alcançados pelo surgimento de conexões inusitadas entre diferentes cadeias

produtivas. Além disso, busca-se trazer para o processo de análise de oportunidades, a visão das quatro dimensões da EC para o desenvolvimento de soluções (Figura 11).

Figura 11 – As quatro dimensões para o desenvolvimento de soluções circulares.



Fonte: A autora, adaptado de E4CB (2022a).

Para identificar oportunidades de colaboração sistêmica entre os membros, é utilizada metodologia própria que transita em um modelo de 3 fases de atuação: a execução tem início com um olhar individualizado para cada membro, passando por uma análise crítica das diversas cadeias de valor e, finalmente, chegando nas soluções sistêmicas, por meio de um processo de articulação estratégica que integra os diversos atores e cria uma inteligência coletiva específica ao grupo (Figura 12).

Figura 12 - Planejamento estratégico: metodologia em três fases.



Fonte: Autora, adaptado de E4CB (2022a).

2.5.2 Eixos de atuação do Hub

O HubEC estrutura sua atuação com base em quatro pilares estratégicos que orientam suas ações em prol da transição para a economia circular no Brasil: educação, comunicação, engajamento e soluções.

2.5.2.1 Educação

A Educação é o primeiro passo para o avanço da teoria e chegarmos na prática. O conhecimento apresentado de diversas formas ganha escala, promove novas habilidades e incentiva um novo olhar para o desenvolvimento de pesquisas, soluções e projetos.

Para mostrar a importância do tema, promover um alinhamento conceitual e servir como referencial de inspiração e transformação, foi criado o Guia de *Mindset* Circular, material disponibilizado exclusivamente aos membros do HubEC e dividido em quatro partes-chaves de aprendizado (E4CB, 2020): 1ª) Conceitos e princípios de uma Economia Circular; 2ª) Tendências globais e os oito passos para impulsionar a transição com base na experiência da Holanda; 3ª) Novos modelos de negócios a partir de referências internacionais com uma breve análise dos desafios e oportunidades para o Brasil; 4ª) Visão estratégica no âmbito da EC, orientando o leitor a como influenciar o desenvolvimento de um modelo de inovação circular em seu próprio negócio.

Produzido em versão digital, o guia auxilia as lideranças no comprometimento e na determinação em se adequar às novas práticas, garantindo assim um diferencial competitivo no mercado diante do cenário atual, apresentando os princípios básicos da EC, suas escolas de pensamento, o contexto global, a visão de negócios da circularidade e os pontos-chaves para se desenvolver uma estratégia circular.

2.5.2.2 Comunicação

Base da comunicação externa e atuações estratégicas, o plano de comunicação do *hub* possui três objetivos que estruturam uma narrativa robusta de posicionamento: 1º Ser o primeiro ponto de contato, sendo um ecossistema de referência para as empresas que desejam realizar a transição para a EC no Brasil e/ou adaptar estratégias globais às realidades locais. 2º Criar lideranças, engajando todas as partes da cadeia produtiva, acelerando a implementação de projetos sistêmicos com ganho de escala e viabilidade econômica, criando modelos de sucesso e lideranças de mercado. 3º Transformar o *mindset* dos negócios, educar o mercado para o

modelo circular de produtividade e torná-lo a nova cultura de negócios, aspirando o desenvolvimento sustentável e a geração de valor para todos (E4CB, 2021).

2.5.2.3 Engajamento

A força e o engajamento de todos os ecossistemas integrantes do *hub* acontecem graças a uma articulação dedicada, independente e qualificada. É fundamental a figura do articulador, que não só tem a habilidade de pensar e agir com uma visão sistêmica, mas também é pragmático, proativo e persistente, para inspirar e trazer a todos para o caminho da transição. O *hub* assumindo o papel de articulador, atua com resiliência e coragem, de modo a tirar seus membros da zona de conforto e estimulá-los a desafiar o *status quo*, além de promover o pensamento de longo prazo, com a visão de perenidade e sobrevivência dos negócios (E4CB, 2022a).

Com participações em fóruns de debates internacionais, o *hub* conduz seus membros a compartilharem as experiências brasileiras para o mundo. Além disso, leva a EC a outras iniciativas de impacto e contribui com pesquisas técnicas. Com isso, marca posição em um cenário de constante aprendizado e mudanças, e torna-se uma ponte direta para entender a evolução do tema em nível global, traduz as metas do novo plano de ação circular e seu impacto na América Latina, garantindo que a jornada brasileira seja construída em sintonia com o cenário mundial (E4CB, 2021).

2.5.2.4 Soluções

Os resultados obtidos pelo HubEC mostram que redes de empresas que se formam com um propósito comum, com um facilitador independente capaz de estimular o compartilhamento de experiências, sendo elas positivas ou negativas, e promover relações de confiança, favorecem as trocas de informações de forma direta e transparente, acelerando o processo de aprendizado e cocriação de soluções. (E4CB, 2021).

As atividades do HubEC são desenvolvidas em seis subgrupos de trabalho que foram formados ao final do primeiro ano de sua criação, resultantes das primeiras conclusões dos diagnósticos individualizados, das discussões entre os membros e das conexões inusitadas identificadas pela metodologia de trabalho (Quadro 3). Os trabalhos são desenvolvidos com compromisso de confidencialidade, respeitando padrões éticos e estruturas legais, para a obtenção e análise de dados, com a assessoria qualificada da Cipriano e Castilho Advocacia Ambiental, que traz na sua bagagem a expertise de relações contratuais, aspectos de governança e visão do mercado internacional.

Quadro 3 – Subgrupos de trabalho do HubEC com seus objetivos e status de andamento.

Subgrupo	Objetivo	Status
Plástico filme	Construir novas cadeias de fornecimento para o plástico filme, potencializando a circularidade do material com escala e viabilidade econômica.	Finalizado
Linha Branca	Promover a governança circular dos eletroeletrônicos de linha branca, mostrando que a EC pode ser implementada com mais agilidade e efetividade por meio de um olhar ampliado da cadeia produtiva, do engajamento de diversos departamentos e da possibilidade de trabalhar em parceria com outras cadeias produtivas.	Em andamento
7º Recurso	Desenvolver um plano técnico-econômico para a aplicação de resina reciclada de alta qualidade em produtos, a fim de atender metas globais de aumento de conteúdo reciclado nas empresas em geral. Transformar uma relação de compra e venda em uma relação de parceria e cocriação de longo prazo.	Finalizado
<i>Design Circular</i>	Demonstrar o potencial de circularidade de materiais por meio de produtos que trazem <i>design</i> e performance agregados ao uso da matéria-prima secundária.	Finalizado
Têxteis	Construir possíveis rotas circulares para a cadeia têxtil, identificando gargalos e oportunidades para o mercado brasileiro.	Em andamento
Energias	Promover a circularidade das energias renováveis abordando as questões de quais mecanismos poderiam ser implementados nos investimentos de projetos futuros no Brasil.	Em andamento

Fonte: E4CB (2024, 2022a).

Os subgrupos direcionam a busca por soluções aos desafios comuns dos membros, objetivando o compartilhamento de riscos e benefícios. Dentro desses ecossistemas controlados, surgem oportunidades inesperadas gerando grandes resultados pela união de esforços, dedicação, comprometimento e participação ativa nas reuniões, destacando a aplicabilidade do *mindset* circular para a realidade brasileira. Durante todo o percurso e com o avançar dos projetos é possível a criação de novos subgrupos como a entrada de novos membros, com o intuito de agregar valor e contribuir com o alcance das soluções (E4CB, 2021, 2022a)

2.6 ELETROELETRÔNICOS DE LINHA BRANCA

O setor eletroeletrônico compreende uma extensa gama de produtos e componentes no mercado brasileiro e mundial. Esses produtos possuem funcionamento dependente do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos (ABINEE, 2017). Para uma melhor ideia desta dimensão, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) classifica os eletroeletrônicos de uso doméstico em quatro diferentes linhas, personalizadas pelas cores: verde, marrom, branca e azul, nas quais são levadas em consideração para cada classificação a vida útil, o porte e a composição principal dos aparelhos (ABDI, 2013) (Figura 13).

Figura 13 – Classificação das linhas de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico.



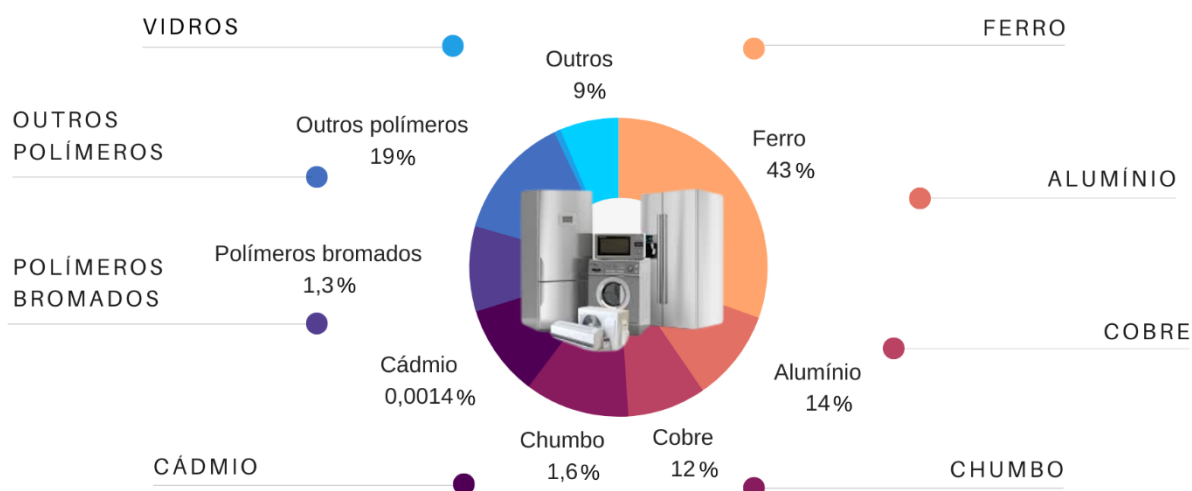
Fonte: Adaptado ABDI (2013).

Segundo a Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos (ELETROS), o setor de linha branca, que engloba produtos essenciais para a rotina doméstica, registrou um crescimento de 16% nas vendas no primeiro semestre de 2024. Foram comercializadas 7.300.118 unidades, em comparação com 6.276.847 unidades no mesmo período de 2023 (ELETROS, 2024).

Estes diversos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEEs), que vão desde componentes pequenos (partes e peças), até equipamentos de grande porte (refrigeradores, fogões e lava-

roupas), são compostos por uma grande variedade de materiais como: plástico, vidro, metais ferrosos/não ferrosos e metais pesados (Figura 14).

Figura 14 – Participação percentual dos variados tipos de materiais na composição dos REEE.



Fonte: A autora, adaptado Rocha *et al.* (2009).

Ao fazer uma generalização dos materiais que constituem a linha branca dos EEEs, tem-se que os metais representam a maior parte do peso total dos equipamentos, chegando a aproximadamente 70% de sua composição, sendo 43% deste do tipo ferroso. O plástico e o vidro estão presentes com uma menor representatividade nesta porcentagem, podendo representar 21% do peso dos EEEs. No entanto, por se tratar de um setor com grande diversidade de produtos e de fabricantes, cada um deles possui particularidades em relação aos materiais e substâncias presentes em sua composição.

Os REEE são definidos como qualquer eletroeletrônico com plugue, cabo elétrico ou bateria, de *smartphones* a geladeiras, que tenha atingido o fim de sua vida útil, assim como todos os componentes que compõem esses produtos (PACE, 2019). Apesar de grande parte desses materiais serem de interesse para a reciclagem, alguns elementos presentes nos REEE são perigosos à saúde e ao meio ambiente quando não destinados adequadamente no seu ciclo final de vida, devendo receber atenção especial. Metais como cádmio, cobre e chumbo encontrados nos resíduos de eletroeletrônicos de linha branca, podem ocasionar problemas pulmonares, renais e neurológicos (EMF, 2018; Fonseca; Bueno, 2013). Outros materiais como os polímeros, quando incinerados, liberam poluentes na atmosfera, podendo causar doenças respiratórias e degradação da camada de ozônio.

Devido às características citadas, esses materiais e compósitos requerem padrões para a identificação e monitoramento nos processos de remoção e tratamento dos compósitos

perigosos, assegurando o manuseio e destinação ambientalmente adequada, devendo atender às legislações voltadas aos resíduos sólidos e aos eletroeletrônicos, assim como aos métodos e procedimentos estabelecidos pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (Quadro 4).

Quadro 4 – Normas ABNT aplicáveis aos eletroeletrônicos de linha branca.

Norma	Ano	Título	Objetivo
ABNT 15960	2021	Fluidos refrigerantes - Recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) - Procedimento.	Estabelece os métodos e os procedimentos a serem adotados na execução dos serviços de manutenção quanto ao recolhimento, reciclagem, armazenagem, regeneração e disposição final de fluidos refrigerantes em equipamentos e instalações de refrigeração e ar-condicionado.
ABNT 16156	2013	Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos - Requisitos para atividade de manufatura reversa.	Estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos.

Fonte: A autora (2024).

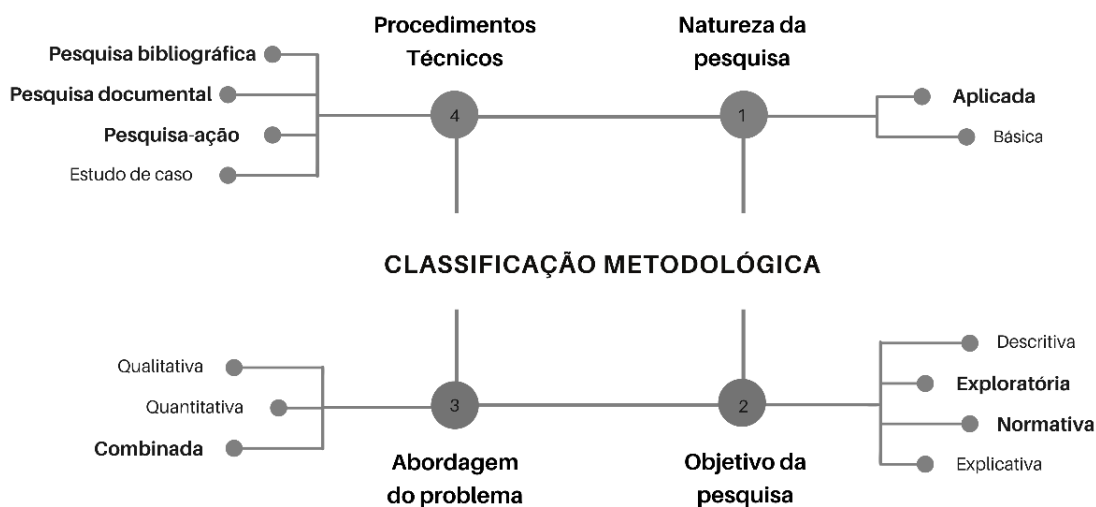
Assim como as outras atividades de manufatura, a fabricação dos EEEs necessita da extração de recursos naturais do meio ambiente, quando não há a possibilidade de reaproveitamento/reciclagem na cadeia produtiva. A necessidade de novos modelos de negócio é uma preocupação para o setor, que registrou o aumento de 60% na extração de recursos naturais nas últimas duas décadas, acarretando a disponibilidade de metais para a fabricação de novos equipamentos. Esta tendência já está acontecendo em diversas empresas, onde há investimentos crescentes em projetos inovadores que adotam os princípios da EC, recuperando e mantendo o valor para toda a cadeia produtiva (ABINEE, 2017).

Existe uma oportunidade significativa na transição deste modelo linear, para um modelo circular, baseado numa abordagem que desassocia gradualmente a economia da extração dos recursos naturais e elimina os resíduos do sistema. A aplicação dos princípios da EC para mudar a forma que os EEE são concebidos, fabricados e utilizados, exigirá inovação nas áreas como *design* (permitindo a reutilização econômica dos ativos), modelos de negócio e logística reversa (aumentando a circularidade dos produtos). Esta abordagem representa uma visão inicial de como o setor eletroeletrônico pode se enquadrar em uma EC (EMF, 2018).

3 METODOLOGIA

A identificação dos métodos e das atividades de pesquisa escolhidas com o intuito de compreender e propor soluções aos problemas neste trabalho é realizada com base em uma breve caracterização no que concerne aos fundamentos metodológicos de pesquisa aplicados em estudos de carácter interdisciplinar (Figura 15).

Figura 15 – Classificação metodológica da pesquisa.



Fonte: A autora, adaptado de Miguel (2012); Gil (2023).

A primeira classificação trata-se de situar a pesquisa em relação à sua natureza: básica ou aplicada. A primeira é quando a pesquisa é dirigida à formulação de novas conjecturas teóricas, já a segunda é voltada à produção de conhecimento prático para a solução de problemas específicos (Gil, 2023). Esta pesquisa assume natureza aplicada por ter o intuito de criar e implementar um modelo de governança circular capaz de desenvolver produtos e processos orientados para as necessidades do mercado.

Já a classificação de pesquisa em relação aos objetivos, assume carácter exploratório pois visa proporcionar uma maior familiaridade com o problema, por meio de etapas combinadas de fundamentação teórica e análise de campo. De forma complementar também assume carácter normativo, pois possui o interesse no desenvolvimento de políticas, estratégias e ações para aperfeiçoar os resultados disponíveis na literatura, encontrando uma solução ótima para novas definições de problemas e comparando diferentes estratégias referentes aos problemas de pesquisa (Miguel, 2012).

Em relação à abordagem do problema, a pesquisa é de ordem combinada, pois considera a combinação dos aspectos das pesquisas qualitativas e quantitativas em todo decorrer do processo (Miguel, 2012). Quanto aos procedimentos técnicos escolhidos para organização das atividades, são empregados os métodos de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa-ação (Gil, 2023).

No atual contexto, marcado pela necessidade de transformações rápidas, e com ampla diversidade de iniciativas sociais, a aplicação da pesquisa-ação se apresenta como sendo a melhor abordagem técnica para identificar e resolver problemas coletivos, assim como, de aprendizagem dos atores e pesquisadores envolvidos (Thiollent, 2011).

Pesquisa-ação é definida por Thiollent (2022) como um tipo de pesquisa social com base empírica que é criada e executada em estreita associação com uma ação ou com uma resolução de um problema coletivo no qual o pesquisador e os componentes que representam a situação problema estão envolvidos de modo cooperativo.

Diversos pesquisadores que estudam a governança das transições de sustentabilidade destacam a relevância da pesquisa-ação (Kemmis, 2010; Loorbach *et al.*, 2017; Wittmayer *et al.*, 2014) por possuir um modo de lidar com o enfrentamento e a resolução de problemas que vão além dos métodos de pesquisa convencionais, nos quais muitas vezes se visualiza um processo vertical. Nela, os sujeitos do problema se apoderam de sua resolução, no mesmo período em que a pesquisa é realizada, contribuindo para a implementação de ações solucionadoras e para a geração de conhecimentos que levem às novas práticas transformadoras (Picheth *et al.*, 2016).

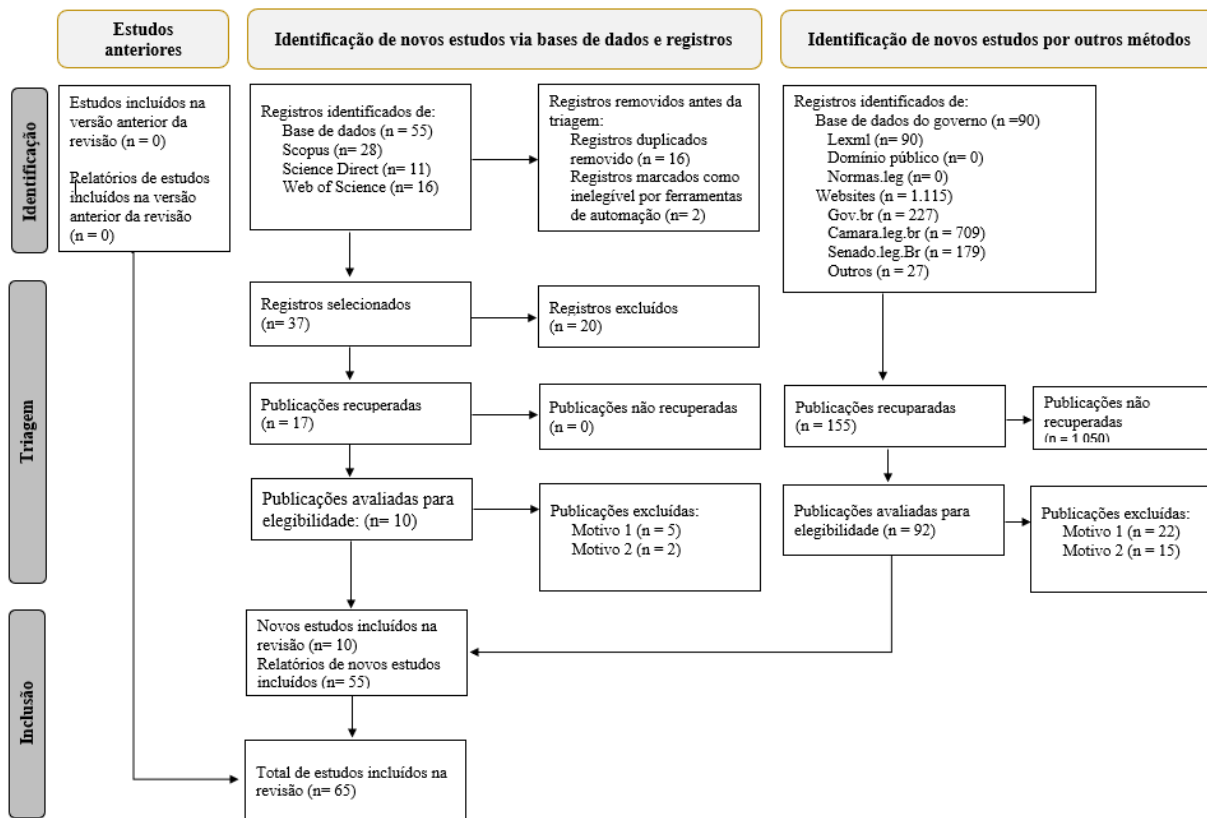
As urgências das questões tratadas em um estudo de EC frequentemente, levam a análises dos fenômenos e às soluções dos problemas mesmo antes que esses sejam totalmente compreendidos. Há uma linha tênue entre a ciência orientada para a ação e a ciência conduzida pela ação, com a pesquisa-ação é possível a realização de um estudo participativo que integra a teoria com a ciência aplicada (Kajikawa, 2007), levando a uma colaboração efetiva que vai além de operações isoladas, incluindo uma ampla gama de atores sociais, reunindo diferentes formas de aprender e conhecer em um processo simultâneo de pesquisa e implementação da pesquisa, inspirada e comprometida com a sua operacionalização (Kates, 2011).

3.1 DIAGNÓSTICO DA GOVERNANÇA CIRCULAR BRASILEIRA

A condução da pesquisa para o diagnóstico da governança foi realizada por meio de uma revisão sistemática. Para garantir maior clareza, transparência e possíveis vieses

metodológicos, o relato do estudo foi descrito seguindo as diretrizes dos *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA, 2020) (Figura 16).

Figura 16 - Diagnóstico da governança circular brasileira aplicado ao fluxograma PRISMA.



Fonte: A autora, adaptado de PRISMA (2020).

A revisão sistemática de literatura buscou analisar artigos científicos sobre economia circular voltados a instrumentos e meios de governança no Brasil. As bases utilizadas para consulta foram a Scopus, ScienceDirect e Web of Science. As *strings* utilizadas para busca foram: "circular economy" OR "circularity" OR "circular" AND ("Governance" OR "initiatives" OR "legislation" or "rede") AND "brazil", sendo que a mesma combinação de termos foi operada no idioma Português.

Foram identificados 55 artigos, sendo 16 deles removidos por duplicata e 2 inelegíveis, a identificação foi realizada com o auxílio do *Software* Mendeley. Restaram 37 registros que prosseguiram para fase de triagem, após a leitura completa dos resumos, foram excluídos 20 registros, restando 17 publicações recuperadas, dentre essas, 10 foram avaliadas para elegibilidade e 7 excluídas por não apresentarem ligação sólida como o objetivo da pesquisa (motivo 1) ou por não serem desenvolvidas especificamente no Brasil (motivo 2).

De forma complementar, uma segunda busca foi realizada com o intuito de identificar iniciativas e ações que fomentam a implementação de uma Economia Circular no Brasil, desenvolvidas pelo Governo Federal ou por entidades representativas do poder público, tendo como fonte de informação as bases de dados oficiais do governo:

- Lexml – rede de informação legislativa e jurídica que organiza, integra e dá acesso às informações disponibilizadas nos diversos portais de órgãos do governo na *Internet*.
- Domínio Público – biblioteca digital desenvolvida em *software* livre.
- NORMAS.LEG.BR – base de dados com compilação estruturada das normas constitucionais, tais como a Constituição da República e o Ato das Disposições Constitucionais Transitórias (ADCT), além do Código Civil, do Código de Processo Civil e das normas federais com força de lei.

Outros estudos foram adicionados à pesquisa, provenientes de sites oficiais do Governo Federal, Câmara dos Deputados e do Senado Federal. As *strings* utilizadas foram “*circular economy*”, com a combinação AND para “*governance*”. Foram apresentados pelas fontes pesquisadas um total de 1.205 registros dos quais foram recuperadas 155 publicações, sendo 92 extraídas e avaliadas para elegibilidade após aplicação dos critérios de triagem dos estudos. Foram utilizados como critérios de elegibilidade: Atos Normativos (resoluções, instruções normativas e portarias); Planos de Ação do Governo e como critérios de exclusão, Atos Normativos (regimento interno, provimentos, recomendações e enunciados), assim como Doutrinas, jurisprudências e outras manifestações.

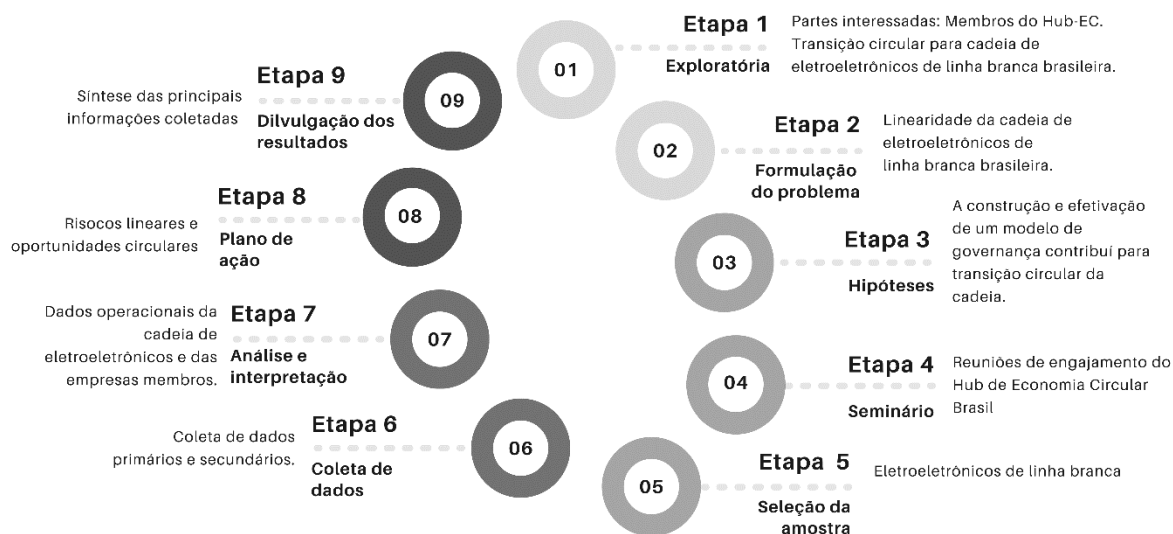
Destas 92 publicações, 37 foram eliminadas, 22 por serem duplicatas (motivo 1) e 15 por fuga do tema (motivo 2). Além de examinar os elementos diretamente ligados à formação de um portfólio teórico específico para as iniciativas iniciais do governo brasileiro, a pesquisa também possibilitou a identificação e análise do comportamento e das diretrizes adotadas pelo poder público durante a transição para uma economia circular.

No total, 65 documentos foram incluídos na revisão, dentre eles, artigos científicos, leis, decretos, atos normativos, publicações oficiais, entre outros. Após análise detalhada de cada um, foram extraídas fases de elaboração e verificação compartilhada, bem como a identificação de barreiras teóricas e metodológicas, contribuindo para estruturação e formulação teórica dos resultados da tese em questão, o diagnóstico da governança pública e em rede brasileira.

3.2 MODELO DE GOVERNANÇA CIRCULAR

A concepção de um modelo de governança para implementação em cadeias produtivas de um ecossistema circular foi desenvolvida a partir de um planejamento adotado em uma pesquisa-ação, constituído por nove etapas flexíveis, organizadas temporalmente conforme a dinâmica estabelecida entre a pesquisadora, o Hub de Economia Circular e a situação pesquisada (Figura 17).

Figura 17 – Planejamento da pesquisa-ação.



Fonte: A autora, adaptado de Gil (2023).

A fase exploratória consistiu em identificar o campo de pesquisa, as partes interessadas e suas expectativas, realizando um diagnóstico da situação, dos problemas latentes e das possíveis ações. Em seguida, foram estabelecidos, em comum acordo, os principais objetivos da pesquisa, relativos aos problemas considerados prioritários, ao campo de observação, às partes envolvidas e ao tipo de ação a ser utilizada no processo de investigação.

A colocação dos problemas foi realizada a partir de uma análise e delimitação da situação atual da cadeia linear, seguida pela projeção da situação final com base em critérios desejáveis e factíveis. Identificaram-se todos os problemas a serem solucionados, organizados em ordem de prioridade. Em seguida, foram planejadas as ações correspondentes, posteriormente executadas e avaliadas.

A formulação de hipóteses no estudo foi definida com base em suposições elaboradas sobre as possíveis soluções de EC para os problemas lineares identificados na pesquisa. Com o

avancar de cada investigação, as hipóteses foram ajustadas, modificadas, descartadas ou substituídas conforme necessário.

A etapa de seminário consistiu no exame, discussão e tomada de decisões sobre o processo de investigação, conduzido pelo HubEC pesquisado e com a participação ativa de todas as partes interessadas, empresas membros, parceiros estratégicos e governo. Durante essa fase, foi realizada uma coleta abrangente de informações sobre a cadeia produtiva e as organizações participantes, visando à elaboração de interpretações adequadas. O resultado foi a produção de materiais teóricos e empíricos, culminando em soluções e definições das diretrizes de ação.

Abordadas dentro de um campo teórico e prático e realizadas em conjunto com o seminário, a coleta de dados, seguida de sua respectiva análise e interpretação, representou uma etapa crucial na qual as partes interessadas dispuseram as informações necessárias para o prosseguimento da pesquisa. Com isso, foi possível construir um plano de ação que abrange todos os passos planejados dentro da pesquisa, especificando: os atores e as unidades de intervenção, a relação entre os atores e a cadeia produtiva; os tomadores de decisão; os objetivos da ação e; os critérios de avaliação, além de identificar riscos lineares e oportunidades circulares; controle dos processos e avaliação dos resultados.

Por fim, realizou-se a etapa de divulgação externa. Nesta, houve um retorno da informação sobre os resultados aos membros do ecossistema, organizações parceiras e sociedade civil, exercendo um efeito de síntese das principais informações coletadas e um efeito de convicção entre os participantes, promovendo uma visão colaborativa do trabalho realizado.

A pesquisa-ação possibilitou a identificação de lacunas nos contextos institucionais de cada empresa ativadora, a coleta de dados relevantes ao problema, a análise e avaliação desses dados, a identificação das necessidades de mudança, o levantamento de possíveis soluções e, por fim, a intervenção e proposição de ações realizadas a partir de teorizações prospectivas com rigor especulativo (abordagem de construção teórica orientada para o futuro). Como resultado, foi criado um modelo de governança circular para cadeias produtivas brasileiras, do qual teve aplicação no setor de eletroeletrônicos de linha branca, conciliando a pesquisa com a ação e a teorização concomitantemente.

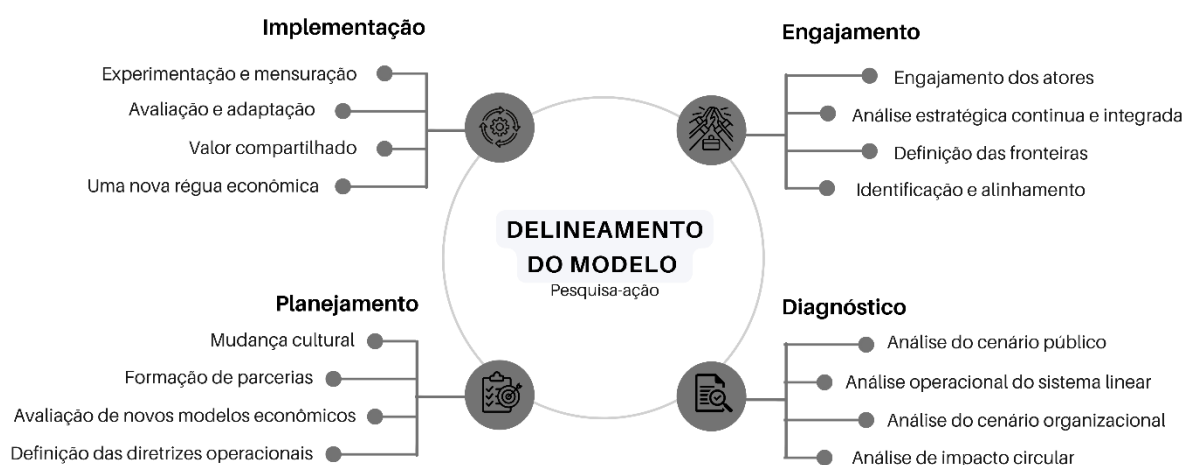
A teorização prospectiva com rigor especulativo é uma proposta metodológica inovadora que visa transformar a forma como produzimos teorias no âmbito organizacional. Em vez de olhar apenas para o passado ou o presente, a abordagem foca no olhar para o futuro, não como previsão, mas com imaginação ativa de futuros desejáveis (Gumusay; Reinecke, 2024).

Propõe um duplo salto em relação à forma tradicional de construção teórica: (i) do projetivo para o imaginativo, substituindo a extrapolação de tendências passadas pela imaginação ativa de futuros possíveis e plausíveis; e (ii) do neutro para o orientado por valores, ao romper com a pretensa neutralidade axiológica da ciência tradicional e assumir, de forma explícita, valores éticos, sociais e ecológicos na formulação de alternativas mais justas, regenerativas e sustentáveis.

Para garantir a qualidade científica da teorização futura, é utilizado o critério do rigor especulativo, fundamentado em quatro pilares: i) potência generativa, pela capacidade da teoria de gerar novas ideias, alternativas e caminhos de ação, ii) transparência do processo, com a clareza sobre como se chegou às ideias propostas, inclusive os pressupostos e valores envolvidos, iii) plausibilidade especulativa, por meio da coerência lógica interna e consonância com conhecimentos científicos existentes, e iv) desejabilidade plausível, com o alinhamento de valores éticos fundamentais, como justiça intergeracional, bem comum e sustentabilidade. A teorização prospectiva molda a realidade, influenciando desde já como imaginamos, projetamos e organizamos o futuro.

Construída para ser um processo cíclico em que o aperfeiçoamento das práticas advém da oscilação sistemática entre a ação e a investigação, a concepção do modelo de governança para ser implementado em cadeias produtivas de um ecossistema circular foi desenvolvida como um roteiro, com quatro etapas parcialmente orientadas em uma sequência no tempo, mas que são flexíveis e adaptáveis em função das dinâmicas internas entre o decorrer das ações (Figura 18).

Figura 18 – Delineamento do modelo de governança circular proposto.



Fonte: A autora (2024).

Como ponto de partida, tem-se a etapa de ‘Engajamento’, onde todos os atores são envolvidos em uma agenda comum, submetidos a uma análise estratégica contínua e integrada para a definição das fronteiras do projeto em relação ao setor e a região geográfica a qual será implementado, assim como a identificação e o alinhamento de todos os integrantes da rede.

Na segunda etapa ‘Diagnóstico’, são realizadas análises referentes à situação operacional do sistema linear atual, mapeando seus critérios de funcionamento; análise do cenário organizacional das empresas protagonistas (ativadoras), compreendendo a visão interna sobre os compromissos setoriais, questões tributárias e fiscais; análise do cenário público, considerando as políticas públicas e requisitos legais; e análise de impacto circular, com a identificação das soluções circulares de maior impacto para a indústria e setores.

Na terceira etapa ‘Planejamento’, é proposto aos participantes a mudança cultural em relação à forma de pensar e agir de suas empresas, visando a adoção de um *midset* circular; além disso, são definidas as diretrizes operacionais do projeto, realizando o desenho de uma estrutura prática; formações de parcerias necessárias para a realização bem-sucedida do piloto e a avaliação de novos modelos econômicos provenientes do processo.

Efetivando todo o modelo, a quarta etapa de ‘Implementação’ proporciona a experimentação e mensuração das ações definidas anteriormente, assim como a avaliação e adaptação de todas elas. Nesta etapa também é abordado o valor compartilhado de uma governança circular e definida uma nova régua econômica com base na teorização prospectiva de rigor especulativo fundamentada pelos aprendizados obtidos no ecossistema circular.

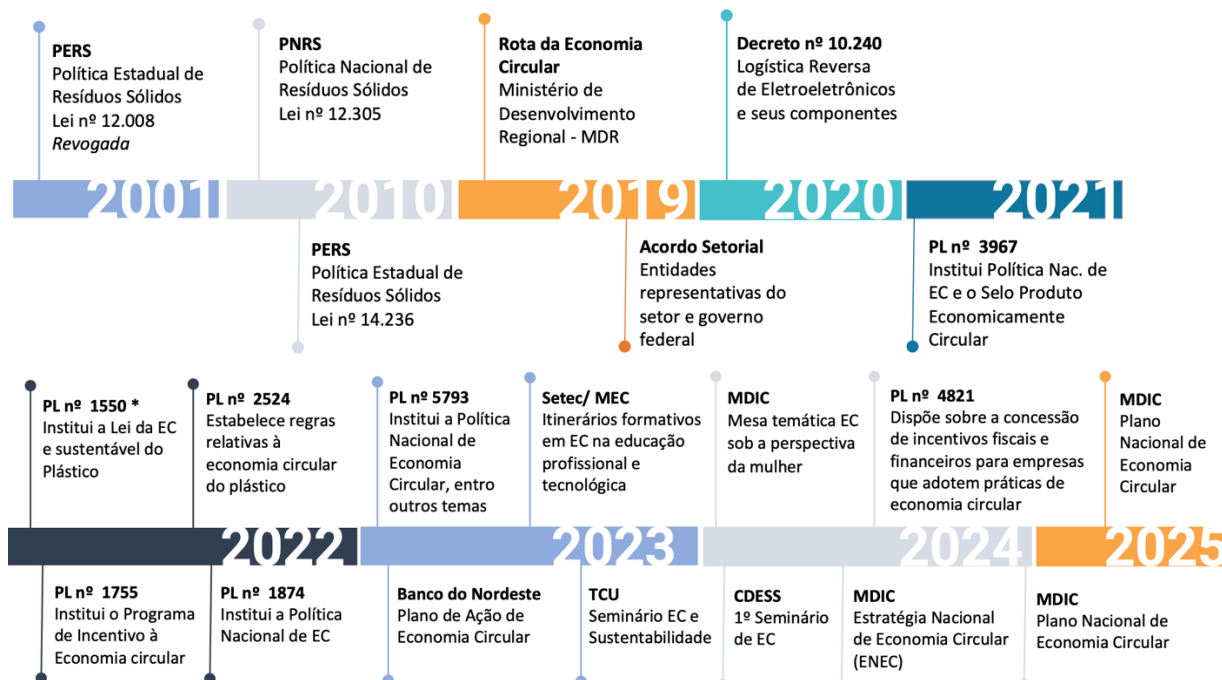
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 DIAGNÓSTICO DA GOVERNANÇA CIRCULAR BRASILEIRA

Com base na ampla literatura de EC analisada, todos os atores (governo, sociedade civil e empresas) enfrentam desafios para moldar uma transição e governança circular. Os governos possuem o potencial de organizar os principais fluxos de recursos de forma eficiente, formular estruturas legais e implementar estratégias por meio de leis e políticas públicas (Fischer; Newig, 2016). Ao contrário da direção política de cima para baixo, a governança em rede praticada pelo setor privado e sociedade civil, que fornecem cooperação entre diferentes atores, têm o papel de identificar inovações de produtos, capturar novas e diversificadas oportunidades e atender às mudanças de preferência dos clientes/consumidores (Cramer, 2020a; EMF, 2021). Deste modo, foram identificadas iniciativas que representam a governança pública e em rede que apoiam e fomentam a EC no Brasil.

4.1.1 Diagnóstico da governança circular pública

Figura 19 – Linha do tempo da governança circular pública brasileira.



Fonte: A autora (2023).

Embora o termo “Economia Circular” ainda não tenha sido cunhado na legislação brasileira, a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco, em sua primeira versão,

datada de 01 de junho de 2001, traz em seu conteúdo iniciativas de circularidade, trazendo como princípio e pressuposto a minimização de geração dos resíduos, por meio de incentivos às práticas ambientalmente adequadas de reutilização, reciclagem e recuperação; a responsabilidade pós-consumo do produtor pelos produtos e serviços ofertados; o estabelecimento de padrões sustentáveis de produção e consumo que reduzam os problemas ambientais e as desigualdades sociais; a promoção de um modelo de gestão de resíduos sólidos com uma visão sistêmica, que leve em consideração as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas e tecnológicas, entre outras (Pernambuco, 2010).

Em âmbito nacional, a primeira iniciativa circular pode ser observada na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), publicada 9 anos após a primeira versão da Política Estadual de Pernambuco (PERS), posteriormente atualizada em 2010. O Governo Federal introduz em sua política ambiental a ordem de prioridade na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos 'não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos' (Brasil, 2010).

Além disso, institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto e estabelece a LR como instrumento de desenvolvimento econômico e social por meio de descarte de resíduos ambientalmente corretos. Embora seja um começo, a abordagem da gestão de resíduos representa uma pequena parte do potencial de uma EC, que incorpora propostas eficazes de gestão de recursos, como produção mais limpa (Bass, 1995), logística reversa (Rogers; Tibben-Lembke, 1999) e responsabilidade estendida do produtor (Lindhqvist, 2000).

Seguindo a linha do tempo, pode-se observar uma lacuna de nove anos para a próxima iniciativa de governança pública. Em 2019 a Rota da Economia Circular (REC) foi estruturada no Ministério de Desenvolvimento Regional (MDR), com a justificativa de criar soluções sustentáveis de gestão e encaminhamento produtivo de resíduos, promovendo a inclusão produtiva e o desenvolvimento regional a partir do seu aproveitamento econômico. No ano de 2020, dois polos foram consolidados, o Polo Cerrado Circular (RIDE/DF) e o Polo Paraíba Circular, ambos estão em execução (MDR, 2021).

Em consonância com as iniciativas do MDR em parceria com o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), Ministério das Comunicações (MCom) e de modo a dar suporte ao desenvolvimento de funcionalidades para Cidades Inteligentes, a Rota da Economia Circular possui como segmentos de atuação: a) recuperação dos resíduos sólidos por meio do fortalecimento da cadeia produtiva da reciclagem, com a reutilização, regeneração e transformação dos resíduos, b) difusão e gestão das energias renováveis (eólica, biomassa, fotovoltaica, heliotérmica, térmica) para o desenvolvimento regional e urbano; c)

desenvolvimento e aplicação de tecnologias para melhoria do uso dos recursos hídricos (reúso de água, dessalinização, osmose reversa) (MDR, 2021).

Outro marco que apoia a estruturação de uma governança circular ocorrido em 2019 foi o Acordo Setorial para implementação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes. O documento teve sua elaboração pelas entidades representativas do setor, interessadas na efetivação da legislação sobre a reciclagem dos REEE, juntamente com o Governo Federal. Teve como desafio a implementação de um sistema de logística reversa a nível nacional, onde são estabelecidas metas acompanhadas de cronogramas específicos, definições fiscais, tributárias, ambientais, que viabilizam e proporcionam segurança técnica e jurídica à operação (MMA, 2019).

De forma suplementar à PNRS e reafirmando o Acordo Setorial de 2019, o Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020, regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. A saber:

- Art. 33: São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: inciso IV produtos eletroeletrônicos e seus componentes.
- Art. 56: A logística reversa relativa aos produtos de que tratam os incisos V e VI do caput do art. 33 será implementada progressivamente segundo cronograma estabelecido em regulamento.
- Decreto nº 9.177: Revogado pelo Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022 que regulamenta a PNRS Lei nº 12.305.

O Decreto nº 10.240/2020 é um marco legal na legislação brasileira por promover a estruturação, a implementação e a operacionalização do SLR de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico existentes no mercado interno brasileiro.

O Projeto de Lei nº 3967, de 09 de novembro de 2021, apresenta-se como o pioneiro no estabelecimento de uma política nacional direcionada à EC, trazendo consigo, a introdução do Selo Produto Economicamente Circular (Brasil, PL 3967, 2021). Atualmente em tramitação no Senado Federal, o projeto é notável por sua concisão, abrangendo apenas seis páginas. Nelas, é definido o conceito de Economia Circular, delineando seus princípios, objetivos e instrumentos, além de detalhar a implementação do Selo Produto Economicamente Circular. Este selo tem

por meta promover práticas sustentáveis de produção e consumo, bem como desencorajar a aquisição de bens que não estejam alinhados com os princípios da economia circular, da sustentabilidade ambiental e da equidade social (Brasil, PL 3967, 2021). Em fevereiro de 2022, foi requerido por um dos Senadores da casa que, antes do despacho inicial para distribuição do projeto, fosse realizada uma consulta à Comissão de Meio Ambiente (REQ nº 104/2022). Tal requerimento fundamentou-se no artigo 102-F do Regimento Interno do Senado Federal, que atribui à referida comissão a competência para emitir parecer sobre temas relacionados à preservação ambiental.

No ano seguinte, o Projeto de Lei nº 1550 visou a instituição da Lei da Economia Circular e Sustentável do Plástico, foi apresentada ao Senado Federal no dia 08 de junho de 2022 (Brasil, PL 1550, 2022). Após a realização de audiência pública pela Comissão de Meio Ambiente em busca de contribuições para a construção de projeto sobre a Economia Circular de Plástico. No dia 09 de junho, foi requerido pelo próprio autor, nos termos do art. 256 do Regimento Interno do Senado, a retirada, em caráter definitivo, do PL 1550/2022 por necessidade de aperfeiçoamento.

Ainda no mesmo ano, O Projeto de Lei nº 1755, de 24 de junho de 2022, estabelece o Programa de Incentivo à Economia Circular, com intuito, proporcionar o Selo Produto Economicamente Circular, objetivando estimular práticas de produção e consumo sustentáveis e desestimular o consumo de bens que não atendam aos princípios da EC, da sustentabilidade ambiental e da equidade social. (Brasil, PL 1755, 2022). Após dois anos desde sua apresentação à Mesa Diretora da Câmara dos Deputados, no dia 08 de abril de 2024, foi solicitada pela Comissão de Meio Ambiente do Senado sua apensação ao PL-1874/2022 (Doc. 2399308).

Após o requerimento de revisão do PL nº 3967 de 2021, a Comissão de Meio Ambiente elabora o Projeto de Lei nº 1874, de 04 de julho de 2022. Este novo projeto institui a Política Nacional de Economia Circular (PNEC) e promove alterações na Lei nº 10.332, de 19 de dezembro de 2001, na Lei nº 12.351, de 22 de dezembro de 2010, e na Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021, para adequá-las à mencionada política (Brasil, PL 1874, 2022). O texto da nova proposta apresenta-se mais conciso e robusto, abordando desde os conceitos, objetivos e instrumentos da PNEC até a criação de um fórum nacional de economia circular, a promoção de compras públicas sustentáveis, o estímulo à inovação voltada para a EC, a extensão da vida útil dos produtos e a implementação de mecanismos para uma transição justa.

Desde sua apresentação no Senado Federal, o PL recebeu um total de 20 emendas, das quais 19 foram aprovadas e incorporadas ao texto original. No dia 12 de março, o Requerimento nº 16, submetido em 10 de março pela Comissão de Assuntos Econômicos (CAE), foi aprovado,

solicitando urgência para a matéria em questão (REQ nº 16/2024). Em uma sessão deliberativa ordinária, ocorrida em 19 de março de 2024, o Plenário do Senado Federal aprovou e concluiu a tramitação do PL. Subsequentemente, foi enviado o Ofício nº 148, submetendo o Projeto de Lei nº 1.874, de 2022, de autoria da Comissão de Meio Ambiente, à revisão da Câmara dos Deputados, conforme disposto no artigo 65 da Constituição Federal (OFSF nº 148/2024).

Após ser recebido pela Mesa Diretora da Câmara dos Deputados, o Projeto de Lei (PL) 1755/2022, mencionado anteriormente, é apensado ao PL 1874. O último registro de tramitação na Câmara dos Deputados refere-se à apresentação do Requerimento de Desapensação nº 1258/2024, solicitando a desapensação do PL nº 1.874 de 2022. Este documento leva em conta todas as propostas enviadas ao Senado Federal pela Comissão de Meio Ambiente, totalizando 26 projetos de lei, incluindo o mencionado PL. As requerentes justificam sua solicitação com o argumento de que a acumulação de projetos em uma única lista, sujeita à criação de uma comissão temporária, poderia resultar em atrasos consideráveis na discussão e votação de cada um deles. Portanto, é considerado mais apropriado permitir a análise das propostas de forma independente (REQ n. 1258/2024).

A última iniciativa legislativa apresentada, refere-se ao Projeto de Lei nº 2524, de 27 de setembro de 2022, que propõe normas relacionadas à EC do plástico. Além disso, busca alterar a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para conferir coercitividade à nova legislação, incluindo tipificações de condutas relativas ao seu descumprimento. Também visa modificar a Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, com o intuito de incorporar as atividades das cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis ao Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (Brasil, PL 2524, 2022). Após ser recebido e publicado pelo Plenário do Senado Federal (PLEN), o projeto é encaminhado à Comissão de Assuntos Sociais (CAS), seguindo posteriormente para análise pela Comissão de Meio Ambiente (CMA), onde será decidido de forma terminativa. A apresentação de emendas é permitida perante a primeira comissão. No processo, foram apresentadas 11 emendas, as quais foram encaminhadas à relatoria da CAS. Esta emitiu parecer favorável a 7 emendas e parecer contrário as outras 4.

Em reunião realizada em 04 de outubro de 2023, a matéria em discussão foi retirada de pauta, em decorrência da aprovação do Requerimento nº 108, de 2023-CAS, que solicitou a realização de uma audiência pública a ser realizada dia 11 de outubro (REQ n. 108/2023). O propósito dessa audiência é fornecer subsídios para a instrução do Projeto de Lei nº 2524, de 2022. O referido documento propõe a presença de diversos atores considerados relevantes para a construção do referido projeto de lei. Entre os participantes sugeridos estão representantes de

entidades como a Confederação Nacional da Indústria e o movimento de catadores de materiais recicláveis. Além disso, foi solicitada a presença de órgãos governamentais como a Secretaria Nacional de Meio Ambiente e a Secretaria da Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria do Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). Também estão previstos representantes de setores industriais específicos, como a Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (ABRALATA), a Indústria Brasileira de Árvores (Ibá), Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST) e a Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM). A sociedade civil organizada também será representada por entidades como o Oceana Brasil e a participação de um advogado especialista em direito ambiental, visando garantir uma abordagem jurídica adequada ao tema em discussão.

Após a realização da audiência pública do dia 11 de outubro de 2023, um segundo requerimento, de nº 876, foi formalmente apresentado (REQ nº 876/2023). Esse novo requerimento propunha a inclusão da Comissão de Assuntos Econômicos (CAE) no processo, justificando a necessidade de abordar não apenas os impactos sociais e ambientais relacionados à produção e consumo de plástico, mas também os aspectos econômicos inerentes à cadeia produtiva desse material. A argumentação se baseia no entendimento de que os temas econômicos não devem ser relegados ao segundo plano nas discussões pertinentes. Segundo o Regimento Interno do Senado Federal (RISF), mais precisamente no artigo 99, incisos I e III, é atribuição da CAE opinar sobre propostas que abordem os problemas econômicos do país, bem como questões tributárias e tarifárias.

Com a aprovação de ambos os requerimentos e o deferimento das solicitações, o Projeto de Lei nº 2.524/2022, devidamente instruído pela Comissão de Assuntos Sociais, avança para apreciação pela Comissão de Assuntos Econômicos. Posteriormente, seguirá para análise pela Comissão de Meio Ambiente, onde será decidido de forma terminativa. Este processo legislativo continua em tramitação até a presente data.

O Banco do Nordeste com o apoio da Federação das Indústrias e dos sindicatos Quimbahia, Sindpacel, Sindifit e Sindvest, lançou em abril de 2023 um Plano de Ação Territorial (PAT) da Economia Circular da Região Metropolitana de Salvador. Promovido pelo Programa de Desenvolvimento Territorial do Banco do Nordeste (Prodeter) e com a coordenação dos diversos atores que participaram da formação do Comitê Gestor da atividade. O PAT da Economia Circular nasce a partir de uma demanda das instituições, parceiros institucionais e econômicos da região metropolitana, que identificaram na economia circular a atividade a ser priorizada e fortalecida por meio de uma governança local. As ações estão pautadas no crescimento da cadeia, na formação e capacitação dos catadores de materiais

recicláveis e incorporação de inovações tecnológicas que, concomitantemente, atendem aos pilares da política Ambiental, Social e de Governança (FIEB, 2023).

O mercado de trabalho desempenha um papel crucial na promoção da transição circular, aproveitando as competências, conhecimentos e habilidades dos indivíduos. Para maximizar esse potencial, a EC pode ser incorporada à educação e às estratégias de desenvolvimento da força de trabalho. Uma EC demandará um grande contingente de mão-de-obra, especialmente em setores específicos, e exigirá requalificação e aprimoramento de habilidades para muitos trabalhadores (Circle Economy, 2024).

A EC tem sido objeto de intensos debates, especialmente no que diz respeito aos métodos de desenvolvimento de novos elementos nos programas educacionais. Nesse contexto, a Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica do Ministério da Educação (Setec/MEC), realizou a ‘Chamada pública para o *workshop* para elaboração de itinerários formativos em economia circular na Educação Profissional e Tecnológica’ Edital nº 15 de junho de 2023 (Brasil, Edital nº 15, 2023).

Essa iniciativa está prevista no âmbito da Cooperação Técnica e Financeira Brasil/Alemanha, "Educação Profissional para o Desenvolvimento Econômico Verde e Empregos", sendo uma ação liderada pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) com execução da *GOPA Worldwide Consultants GmbH*, atuando no âmbito do Projeto “Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde” (Brasil, edital nº15, 2023; GIZ, 2022).

Teve como objetivo, selecionar professores vinculados à Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (EPCT) e professores ou instrutores de nível superior vinculados ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) para participação no *workshop* para elaboração de itinerários formativos em EC na Educação Profissional e Tecnológica (EPT), com base nos resultados em pesquisa de demanda por competências na EC conduzida pela GIZ/GOPA (Brasil, edital nº15, 2023).

O estudo de demanda por competências para transição do modelo econômico linear atual para um modelo de economia circular, apresenta os desafios enfrentados para a indústria brasileira. Ao identificá-los, fornece a EPT base concreta para o planejamento de cursos e proposição de currículos para a formação de profissionais capazes de promover as práticas relacionadas à temática nas empresas e em outros setores, como administração pública e educação (GIZ, 2023).

Os cursos/módulos a serem elaborados, deverão ter curta duração de 40 a 60 horas, direcionados a alunos e professores da rede federal de ensino, conforme termo de referência.

De acordo com o estudo de demanda realizado, as áreas temáticas propostas englobam conceitos básicos em EC; pensamento do ciclo de vida; *ecodesign/Design* de produtos; novos modelos de negócios e cadeias de valor circulares; logística reversa; novos processos e novas matérias-primas para a Economia Circular; Cooperativismo para gestão de resíduos urbanos. Além dos seguintes setores a serem contemplados: têxtil, eletroeletrônicos, alimentos e bebidas, plásticos e resíduos urbanos (Albarello; Almeida, 2023; GIZ, 2023).

Seguindo as orientações mencionadas pelo estudo de demanda, foram selecionados 31 educadores para comporem o quadro docente da formação em questão, sendo estes, 20 da EPCT, 8 do SENAI e 3 convidados de outras instituições federais (Brasil, Divulgação do resultado final, 2023). Para dar início ao trabalho em grupo e a definição das agendas de trabalho, foram formados 7 Grupos de Trabalho (GT). A organização dos grupos se deu de modo que seis GTs compreendiam quatro participantes cada, enquanto um GT era composto por seis membros. Em seguida, cada grupo foi designado para abordar um tópico específico, conforme orientado à equipe docente (Albarello; Almeida, 2023).

Com as diretrizes apontadas, o trabalho realizado contou com a participação de aproximadamente trinta educadores que foram distribuídos em sete grupos de estudo inicialmente. Os agrupamentos ocorreram de forma que havia seis grupos com quatro integrantes e um grupo com seis membros, e a partir daí cada grupo foi direcionado a tratar de um tema específico, por meio do direcionamento dado à equipe de professores (Tabela 3).

Tabela 3 - Grupo de trabalho, temas para a proposição de itinerários formativos e setores da indústria brasileira selecionados para a atuação do projeto Profissionais do Futuro.

Grupo de Trabalho	Temas para a proposição de itinerários formativos	Setores da indústria selecionados para atuação do projeto
GT 1 (transversal)	Conceitos Básicos em Economia Circular	• Alimentos e Bebidas • Eletroeletrônicos • Plástico • RSU • Têxtil
GT 2 (RSU, Plástico e Eletroeletrônicos)	Pensamento do ciclo de vida	• Eletroeletrônicos • Plástico • RSU
GT 3 (transversal)	Ecodesign/design de produtos	• Alimentos e Bebidas • Eletroeletrônicos • Plástico • RSU • Têxtil

GT 4 (transversal)	Novos modelos de negócios e cadeias de valores circulares	• Eletroeletrônicos • Plástico • RSU
GT 5 (focado em têxtil)	Novos processos e novas matérias-primas para a economia circular	• Alimentos e Bebidas • Têxtil
GT 6 (focado em alimentos e bebidas)		
GT 7 (transversal)	Cooperativismo para gestão de resíduos urbanos	• Alimentos e Bebidas • Eletroeletrônicos • Plástico • RSU • Têxtil

Fonte: A autora, adaptado de Albarello; Almeida (2023).

De modo geral, os GTs são formados por formadores especialistas de variadas áreas de atuação, como engenheiros ambientais, *designers*, economistas, cientistas de alimentos, especialistas em reciclagem, e outros profissionais afins. Essa multiplicidade de saberes e visões foi essencial para abordar os desafios da economia circular de forma mais holística. Importa destacar que a gestão desses grupos e os resultados almejados em suas diversas vertentes são embasados em futuras políticas públicas que facilitem a criação das estruturas necessárias para o modelo circular e para o manejo dos resíduos produzidos pela população, além de estimular a geração de empregos (Albarello; Almeida, 2023).

A partir dos trabalhos dos GTs, englobando variados setores e tópicos relacionados à EC, aumentando assim a disponibilidade de cursos e capacitar professores em diferentes aspectos da EC, com o objetivo de garantir a qualidade e a sustentabilidade desses cursos em locais onde a demanda é alta, sete currículos foram desenvolvidos, são eles: Fundamentos básicos de economia circular; Práticas da economia circular e da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) aplicadas aos resíduos plásticos; Cooperativismo e economia circular na reciclagem de resíduos urbanos; Novos modelos de negócios e cadeias de valor circular; *Design* de produtos circulares; Iniciação em economia circular aplicada ao setor têxtil; e Iniciação em economia circular aplicada ao setor de bebidas e alimentos.

Como desdobramento da iniciativa do chamamento público do Edital Nº 15/2023, firmou-se o compromisso, com apoio da GIZ/GOPA, de promover a multiplicação do conhecimento produzido com a oferta dos cursos de capacitação propostos no *workshop* para professores da RFEPCT, das redes estaduais e do Senai que atuam na EPT na área da EC, resultando na oferta de 50 vagas para cada capacitação integrante da primeira fase do ciclo de capacitações a serem realizadas no primeiro semestre de 2024 (Quadro 5).

Quadro 5 – Atividades previstas do ciclo de capacitação de docentes em economia circular.

Atividades			
Cronograma da capacitação de docentes nos seguintes currículos da EC:			
18/03 a 29/03/2024	08/04 a 20/04/2024	03/06 a 14/06/2024	03/06 a 04/06/2024
Fundamentos básicos da EC.	Práticas da EC e da ACV aplicadas ao setor Plástico.	Cooperativismo e EC na Reciclagem de RSU.	Novos Modelos de Negócios e Cadeias de Valor Circular.
Especificações			
Participantes: Docentes de unidades da Rede Federal EPCT, redes estaduais de ensino, Senai, Senar, Senat e Senac.			
Carga Horaria: 30 horas cada capacitação.			
Formato <i>online</i> , com encontros síncronos online e atividades assíncronas			
Responsáveis			
SETEC e GIZ/GOPA: Organização e realização, em conjunto com os consultores contratados.			

Fonte: A autora, adaptado de Brasil (2024).

A primeira fase do ciclo de capacitações ocorreu de março a agosto de 2024, com os quatro currículos: Fundamentos básicos de economia circular; Práticas da economia circular e da ACV aplicadas aos resíduos plásticos; Cooperativismo e economia circular na reciclagem de resíduos urbanos; e Novos modelos de negócios e cadeias de valor circular. Considerando a necessidade identificada durante a implementação da primeira fase dos treinamentos, foi executado uma segunda fase direcionada aos demais planos de estudo, no segundo semestre de 2024 (Brasil, Ofício Circular Nº 19/2024/GAB/SETEC/SETEC-MEC, 2024).

Marcando o início do mês da sustentabilidade, a Rede Legislativa Sustentável, formada pela Câmara dos Deputados, Senado Federal, Tribunal de Contas da União e mais 50 instituições legislativas, promoveu em junho de 2023 o seminário ‘Economia Circular e Iniciativas para a Sustentabilidade’. Na ocasião, foram compartilhadas boas práticas realizadas na gestão pública, destacando-se alguns frutos da parceria entre o Tribunal e a Rede nos últimos anos, e o anunciou da aprovação do desenvolvimento de um novo curso *online* sobre Plano de Gestão de Resíduos Sólidos. Outras atividades promotoras da EC realizadas no TCU, como a coleta seletiva com a separação dos resíduos, adequação das instalações de esgoto para sistema à vácuo e instalação de usinas fotovoltaicas também foram abordadas no evento (TCU, 2023).

Em comemoração ao Mês da Mulher e em alusão ao Dia do Catador e da Catadora de Materiais Recicláveis, o MDIC realizou a Mesa Temática “Mulheres na Política”. Nesta edição,

o encontro reuniu lideranças femininas, além de representantes de empresas, governo e sociedade civil, para debater os principais desafios enfrentados pelas mulheres no contexto da Economia Circular. Durante o evento, também foram realizadas contribuições significativas para a construção da Estratégia Nacional de Economia Circular, com o objetivo de garantir que essa política pública reflita as reais necessidades, vivências e perspectivas das mulheres brasileiras (MDIC, 2024).

Economia Circular é estratégica para o desenvolvimento nacional, e a indústria precisa se adaptar, nessa perspectiva, o Conselho de Desenvolvimento Econômico Social Sustentável (CDESS) da Presidência da República em parceria com a Fundação Ellen MacArthur, realizou em abril de 2024 o 1º Seminário Economia Circular: promovendo diálogos para novas políticas públicas. Este evento teve como objetivo oferecer subsídios sobre mecanismos e estratégias de transição da economia linear para a economia circular, a partir da visão de diferentes atores para fortalecer e qualificar o debate e formulações de grupos de trabalhos (Ministério da Fazenda, 2024).

O número de regulamentações e iniciativas políticas no âmbito da EC está aumentando rapidamente (EMF, 2020). Com o lançamento da Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) o MDIC pretende incentivar a transição para a ruptura com o modelo produtivo linear de extração, produção, consumo e descarte, considerando que a extração e o beneficiamento dos recursos naturais se aceleraram nas últimas duas décadas e são responsáveis por grande parte da perda de biodiversidade, estresse hídrico e muitos dos impactos atrelados às mudanças climáticas (MDIC, 2024).

O Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024 que institui essa estratégia é fruto de uma articulação entre órgãos do governo, entidades da sociedade civil, iniciativa privada e cria o Fórum Nacional de Economia Circular (FNEC). Este fórum será responsável por elaborar e propor um Plano Nacional de Economia Circular. O plano deverá ser apresentado em até 120 dias após a realização da primeira reunião do fórum. Durante essa reunião inicial, espera-se a elaboração de um plano preliminar, contendo metas e ações concretas para a implementação das diretrizes. Em seguida, o plano será submetido a consulta pública, possibilitando a participação de entidades, empresas e cidadãos, que poderão contribuir com sugestões e aprimoramentos.

A presidência do fórum é exercida pelo MDIC enquanto a Secretaria Executiva ficará a cargo do MMA. O núcleo inicial de planejamento do decreto da ENEC inclui a participação ativa do Ministério da Fazenda, da Fundação Ellen MacArthur, do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI),

do MEC (Ministério da Educação) e da Casa Civil. É planejado o envolvimento de cerca de dez outros ministérios, como o Ministério de Minas e Energia (MME), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), Ministério do Trabalho e Emprego (TEM), Ministério do Empreendedorismo, da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte (MEMP), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), dentre outros. O objetivo é superar as barreiras regulatórias que impedem a efetivação da circularidade.

As diretrizes da estratégia incluem: i) eliminação da poluição, a redução da geração de resíduos, ii) manutenção do valor dos materiais, a regeneração dos sistemas naturais, iii) redução da dependência de recursos naturais, iv) promoção da produção e consumo sustentáveis, v) aumento do ciclo de vida dos produtos.

A estratégia propõe um plano abrangente, envolvendo estados e municípios, interação indispensável para efetivar a transição de um sistema linear para um circular. A ENEC aborda vários eixos de atuação, como o ambiente normativo, o incentivo ao *design* circular, a educação, a inovação e a pesquisa. O eixo de financiamento desenhará produtos específicos para apoiar a economia circular. Além disso, a articulação Inter federativa e o envolvimento de trabalhadores serão incentivados para manter o valor dos materiais (MDIC, 2024).

Estruturado a partir da ENEC, e com abrangência de 9 anos, o Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC) 2025-2034 representa a principal diretriz estratégica do Brasil para a transição circular brasileira. O plano visa promover a eficiência no uso de recursos, a regeneração ambiental e a justiça social, estabelecendo um novo paradigma para a produção e o consumo no país (BRASIL, 2025).

Fundamentado em três princípios universais de não geração de resíduos e poluição, manutenção dos materiais em seu mais alto valor pelo maior tempo possível e regeneração da natureza, dos quais são permeadas pela premissa de uma transição justa, que assegure inclusão social, geração de empregos decentes e equidade de gênero, raça e classe. A PLANEC destaca o papel da EC não apenas como solução ambiental, mas também como vetor de inovação, competitividade e desenvolvimento sustentável, estando organizado em cinco eixos estratégicos que se desdobram em macro-objetivos com suas respectivas ações:

- Eixo 1 - Ambiente normativo e institucional: cria bases legais para o avanço da circularidade, define metas, indicadores e normas técnicas e articula com compromissos internacionais.
- Eixo 2 - Inovação, educação e competências: promove capacitação técnica, pesquisa e redesenho circular de produtos e sistemas, além de valorizar o conhecimento tradicional e local.

- Eixo 3 - Redução de recursos e resíduos: estimula práticas de *design* sustentável, logística reversa e valorização de resíduos em setores-chave da economia.
- Eixo 4 - Instrumentos financeiros: propõe incentivos fiscais, linhas de crédito e estímulo a compras públicas sustentáveis.
- Eixo 5 - Articulação Inter federativa e inclusão social: reconhece o papel de catadores e trabalhadores informais, promovendo sua formalização e valorização.

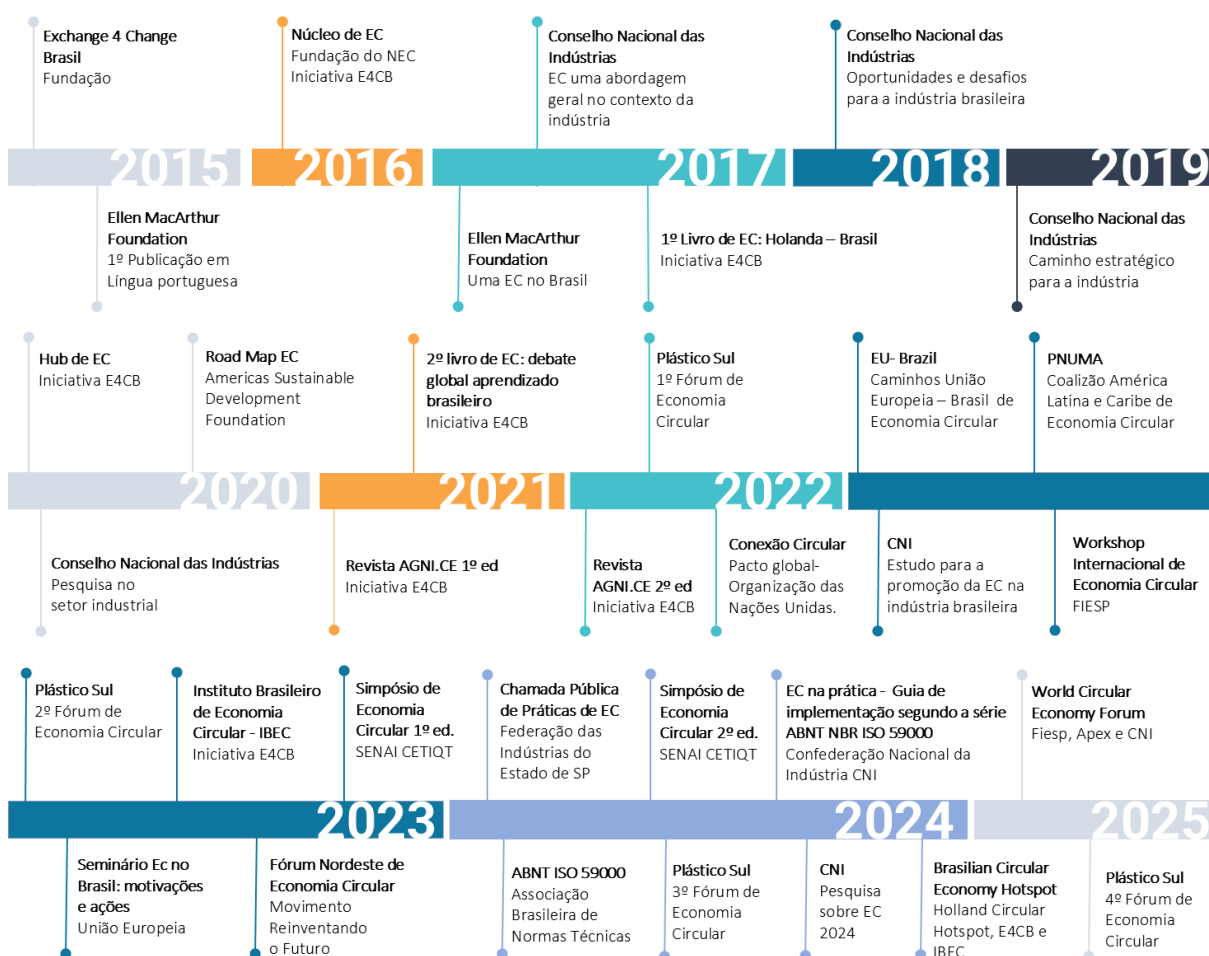
O processo de construção do plano incluiu uma consulta pública nacional com mais de 1.600 contribuições, envolvendo setor público, iniciativa privada, terceiro setor e cidadãos. O plano também se articula com políticas estruturantes como o Plano de Transformação Ecológica, a Nova Indústria Brasil (NIB) e os compromissos do país nas agendas climática e de biodiversidade.

O PLANEC posiciona a EC como eixo estruturante de um novo modelo de desenvolvimento nacional, propondo transformações sistêmicas e intersetoriais que visam garantir prosperidade econômica aliada à preservação ambiental e à justiça social. Esse plano, portanto, constitui um marco relevante para ser efetivado, lançando luz sobre os caminhos e desafios da governança da circularidade no Brasil.

O que não retorna, não circula. Embora as políticas públicas e os decretos relacionados aos resíduos sólidos e à logística reversa tenham caráter pioneiro e apresentem grande potencial para garantir o fluxo contínuo de materiais, de forma a viabilizar o reaproveitamento como insumo para novos recursos, ainda são amplamente percebidas como obrigações onerosas. No entanto, novos instrumentos normativos voltados à implementação e ao fortalecimento da EC estão moldando as cadeias produtivas. Uma governança circular eficaz promove a construção de uma agenda comum para a transição, redefine papéis e responsabilidades e transforma custos em investimentos estratégicos. Como resultado, viabiliza a criação de novos mercados e cadeias de suprimentos, gerando valor compartilhado entre todos os atores envolvidos.

4.1.2 Diagnóstico da governança circular em rede

Figura 20 – Linha do tempo da governança circular em rede brasileira.



Fonte: A autora (2025)

Em 2015 foi fundada a *Exchange4Change* Brasil (E4CB), uma organização que tem como objetivo impulsionar a transição para a EC através da cocriação e adaptação de soluções globais à realidade brasileira. É idealizadora de diversos projetos pioneiros e de alto impacto que perpetuam no mercado até hoje, como: O Núcleo de Economia Circular (NEC), dois livros brasileiros sobre economia circular, o *Hub* de Economia Circular e a revista AGNI.

Em 2016, o NEC começou suas atividades como um grupo de estudos que reúne voluntários interessados em estudar as bases da transição circular, por meio da troca de conhecimento internacional. Desenvolve pesquisa seguindo a linha de pensamento publicada por Peter Gersen, onde aborda oito passos para alcançar o sucesso na transição circular: educação, ganho de escala, investimento, colaboração e engajamento, comunicação, incentivo e políticas públicas, resultados e renováveis (Gersen, 2016). Ao longo dos anos vem criando um ambiente de troca de conhecimento e cooperação, unindo pesquisadores brasileiros e

estrangeiros, contribuindo para a estruturação de parcerias internacionais, para a formação de uma rede nacional de multiplicadores, estimulando pesquisas na área acadêmica, a realização de cursos, eventos e projetos em colaboração.

Economia Circular Holanda-Brasil da teoria à prática (Luz, 2017), foi o primeiro livro brasileiro publicado sobre o tema. Apresenta o aprendizado obtido em uma série de debates entre os dois países, realizados com o objetivo de servir como fonte de consulta para novos debates, estudos e projetos, indo ao encontro do “futuro circular que desejamos”. O segundo livro intitulado Economia Circular: debate global, aprendizado brasileiro (Luz, 2021), reúne 16 especialistas internacionais de 10 países, que compartilharam suas trajetórias, inspirando novos projetos públicos e privados em nosso país e ainda apresenta 10 estudos de caso brasileiros.

Com o intuito de criar um ecossistema multissetorial que acelere a EC no país, foi criado em 2020 o Hub de Economia Circular Brasil (E4CB, 2022). Reúne empresas líderes de mercado, trabalhando juntas para superar barreiras, quebrar paradigmas e viabilizar projetos inovadores. O modelo acompanha uma tendência global de iniciativas em formato de rede de empresas, determinadas a unir esforços, promover engajamento, criar lideranças e gerar escala para a transição circular.

Concebida para divulgar conhecimento teórico, projetos em desenvolvimento e eventos de EC no mundo, a AGNI é uma revista de divulgação virtual que tem o propósito de circular informação, gerando, assim, o interesse necessário para que surjam mais projetos inovadores, saindo do mundo das ideias para o mundo da prática, inspirando o mercado brasileiro à ação transformadora e necessária. Sua primeira edição (AGNI.CE, 2021) abordou os 8 eixos de transição da economia circular, que é utilizado como base de estudo do NEC. A Segunda edição (AGNI.CE, 2022), abordou o tema Educação como fator primordial para se entender profundamente do assunto e antes de partir para a prática, caso contrário, a discussão teria como foco a otimização de processos e o uso eficiente de recursos, pauta comum de estratégias de sustentabilidade.

Outra iniciativa de EC pioneira e de âmbito internacional, mas que só teve conteúdo direcionado ao Brasil em 2015 é a Fundação Ellen MacArthur. Atualmente possui 11 publicações traduzidas para a língua portuguesa (EMF, 2023), porém apenas uma é dedicada ao contexto brasileiro (EMF, 2017), e outras três citam exemplos de práticas circulares desenvolvidas no país (EMF, 2021; 2020; 2019). O documento intitulado ‘Economia circular no Brasil’ apresenta uma visão inicial de atividades de economia circular já existentes no país e identifica possíveis oportunidades de dar escala a essas atividades. Os três setores explorados foram: agricultura, construção e equipamentos eletroeletrônicos (EMF, 2017).

Representando o setor industrial brasileiro a Confederação Nacional das Indústrias (CNI) entende que a EC como parte de um processo evolutivo em que o melhor uso dos recursos naturais e a perspectiva de valor econômico somam esforços para atender às demandas do desenvolvimento sustentável. Sua primeira publicação voltada ao tema foi em 2017 com o relatório intitulado ‘Economia circular: uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0’, teve como objetivo realizar uma primeira avaliação de caráter exploratória sobre os dois temas, com foco principal no primeiro, mas buscando relacioná-lo com o segundo (CNI, 2017).

Em 2018 veio a segunda publicação, ‘Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira’. O estudo trouxe uma revisão sobre os limites dos atuais modelos lineares de desenvolvimento, as oportunidades que podem ser geradas por uma EC e o processo de transição de um mundo baseado em modelos lineares para circulares (CNI, 2018). Na sequência, foi publicado em 2019 o relatório ‘Economia circular: caminho estratégico’ o qual propõe um caminho estratégico para valorização dos recursos naturais, potencializando assim a competitividade da indústria brasileira (CNI, 2019).

Em 2020, a CNI publicou pesquisa realizada em 2019 com diversas indústrias brasileiras a fim de identificar como o tema vem sendo tratado pelo setor, identificou que 76,5% dos entrevistados já utilizam algumas práticas de EC, embora a maior parte ainda não saiba que suas iniciativas se enquadram nesse conceito. Entre as principais práticas elencadas, estão a otimização de processos (56,5%), o uso de insumos circulares (37,1%) e a recuperação de recursos (24,1%). Ainda que a indústria já tenha incorporado algumas práticas de EC em seus processos, a CNI reconhece que falta um longo caminho pela frente para conseguir manter, de forma efetiva, o fluxo circular dos recursos, tornando a indústria brasileira de fato circular (CNI, 2020).

No ano de 2020 a *Americas Sustainable Development Foundation* (ASDF) em conjunto com a *Factor Ideais Integral Services* e com o apoio do MCTI, elaboraram uma série de estudos que fundamentaram a criação de diretrizes para a elaboração de um Roteiro Nacional de Economia Circular no Brasil (*RoadMap* de EC). O projeto teve como objetivo identificar e desenvolver um mapa dos principais atores interessados, iniciativas públicas e privadas, análise de oportunidades e pontos fortes do setor de Economia Circular no país para servir como uma ferramenta de gestão para a futura fase de implementação (ASDF; Factor, 2020).

O debate sobre sustentabilidade tem ganhado cada vez mais espaço e se traduzido em ações concretas em diversos setores da sociedade, com destaque para a cadeia do plástico. Nesse contexto, a revista Plástico Sul lançou, em abril de 2022, a primeira edição do Fórum de Economia Circular, com o objetivo de reforçar que a Economia Circular é uma abordagem que

integra conscientização ambiental e preservação dos recursos naturais com a busca por equilíbrio entre as demandas econômicas do setor produtivo. Diante da relevância do tema e do sucesso da iniciativa, a organização deu continuidade ao evento nos anos seguintes, com a realização da 2ª edição em 2023, da 3ª edição em 2024, e com a 4ª edição programada para junho de 2025 (FEC, 2025).

Em setembro de 2022 foi lançado o Conexão Circular, movimento do Pacto Global da Organização das Nações Unidas (ONU) Brasil. A ambição do movimento é conectar instituições e iniciativas existentes para acelerar a geração de oportunidades e investimento para a transformação de modelos de negócio para circularidade, possibilitando geração de capital econômico, natural e social, contribuindo para a redução efetiva das emissões de GEE. Criando oportunidades para que as companhias brasileiras atinjam metas que promovam a EC, como a de aterro zero, dentro da legislação vigente. O movimento está em fase inicial, suas estratégias ainda estão em fase de estruturação (Exame, 2022; Pacto Global, 2022).

Estreitando os laços entre União Europeia e Brasil, o evento Caminhos União Europeia – Brasil para um futuro sustentável, realizado em junho de 2023 marcou o comprometimento com a cooperação e o fortalecimento da relação entre ambos em prol de um desenvolvimento sustentável. Temas como transição energética, proteção da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas foram amplamente abordados na ocasião. Especialistas apresentaram estudos de caso e compartilharam melhores práticas, destacando a importância da colaboração internacional para enfrentar os desafios globais. Além das discussões, o evento promoveu a assinatura de acordos e parcerias estratégicas, reforçando o compromisso de ambos os lados em trabalhar juntos para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas. A iniciativa também buscou fomentar a inovação e o intercâmbio tecnológico, essencial para a construção de um futuro circular.

Ainda em junho de 2023, a CNI por meio do programa Profissionais do Futuro, publica o ‘Estudo para a promoção da EC na indústria brasileira: demandas por competências, formação profissional e oferta de cursos’ do qual descreve o desenvolvimento e a situação da EPT para a EC na Europa, na Alemanha e no Brasil, além disso, são apresentados os resultados da pesquisa de demanda por mão de obra com competências em economia circular pelo setor privado brasileiro em segmentos como Têxtil, Plástico, Alimentos e Bebidas, Eletroeletrônico e Gerenciamento de Resíduos. Contém também os resultados da pesquisa de oferta de cursos existentes no Brasil, voltados à EC como fundamento e idealizados para formar os profissionais com as competências requisitadas pelo setor privado (CNI, 2023).

Em setembro de 2023 o Brasil passou a fazer parte da ‘Coalizão de Economia Circular para América Latina e o Caribe’, organização que reúne 16 países engajados com a construção de um futuro sustentável. Coordenada pelo PNUMA, é apoiada por oito parceiros, o Centro de Tecnologia Climática (CTCN), a Fundação Ellen MacArthur, o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), a Fundação Konrad Adenauer (KAS) a Plataforma de Aceleração da Coalizão de Economia Circular (PACE), a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI) e o Fórum Econômico Mundial (WEF). Com seu ingresso no grupo, o Brasil, representado pelo MDIC, assume a responsabilidade de trabalhar de maneira colaborativa para a transição da EC do país (MDIC, 2023).

Realizado em outubro de 2023 pela ABNT, o ‘*Workshop* Internacional de Economia Circular – Um Mundo de Oportunidades’ reuniu especialistas e profissionais de diversos setores para explorar as vastas possibilidades oferecidas pela EC, as discussões focaram em como transformar a maneira como produzimos e consumimos, promovendo, concomitantemente um sistema econômico regenerativo (FIEB, 2023).

Durante o *workshop*, foram apresentados estudos de caso e exemplos práticos de implementação de modelos circulares em diferentes indústrias. Os participantes discutiram temas como a redução de resíduos, a reutilização de materiais, a reciclagem avançada e a inovação em produtos e processos sustentáveis, assim como a padronização no campo da economia circular promovido pela ISO/TC 323 (ABNT, 2023).

Em outubro de 2023, promovido pela União Europeia, por meio do programa *Plásticos Circulares nas Américas (CPAP)*, em parceria com a Fundação Ellen MacArthur e com o apoio da Exchange4Change Brasil, o seminário “Economia Circular no Brasil: motivações e ações” teve como principal objetivo capacitar gestores públicos e lideranças políticas brasileiras acerca dos princípios e das estratégias da economia circular. A iniciativa buscou contribuir para a formulação de políticas públicas mais alinhadas a esse novo modelo econômico. O evento contou com uma rodada de debates dedicada aos objetivos universais das políticas voltadas à economia circular, que incluem: estimular o *design* voltado para a circularidade; gerenciar recursos de forma a preservar seu valor; criar condições econômicas favoráveis à transição (ABES, 2023). A ação também desempenhou um papel importante no fortalecimento dos laços entre Brasil e Europa, promovendo a troca de experiências e a adaptação de soluções circulares ao contexto nacional.

Fundado em agosto de 2023 com a missão de transformar a maneira como os recursos são utilizados e gerenciados, proporcionando um arcabouço cada vez mais favorável à transição, por meio de iniciativas que fortaleçam o conhecimento do tema e o engajamento do

mercado, o Instituto Brasileiro de Economia Circular (IBEC) trabalha para disseminar conhecimento, fomentar inovações e apoiar a implementação de práticas sustentáveis em diversas indústrias e setores (ICS, 2023).

Além disso, o IBEC investe em educação e capacitação, oferecendo programas de formação e cursos voltados para profissionais e estudantes interessados em EC. Através de iniciativas educativas e campanhas de conscientização, o instituto procura engajar a sociedade e incentivar a adoção de práticas circulares no dia a dia. Com uma visão de futuro na qual a circularidade é o lema, o IBEC desempenha um papel crucial na construção de um Brasil mais sustentável, competitivo e preparado para os desafios ambientais e econômicos do século XXI (IBEC, 2023).

O ‘Fórum Nordeste de Economia Circular – Movimento Reinventando o Futuro’ realizado em novembro de 2023, foi uma iniciativa do Governo do Movimento Reinventando Futuros em conjunto com o Governo do Estado da Bahia, Instituto de Desenho Instrucional (IDI) e o Movimento Circular. Teve como objetivo incentivar a criação de futuros mais regenerativos e equânimes, pautados na Economia Circular, Criativa e Colaborativa, onde líderes, especialistas e profissionais se reuniram para discutir e promover a transição para uma EC fomentando o diálogo e a colaboração entre setores público e privado, academia e sociedade civil, com foco na sustentabilidade e inovação na região Nordeste do Brasil (FNEC, 2023).

Durante a realização do *Fashion Design Hub*, da faculdade SENAI CETIQT, em novembro de 2023, diversos alunos vivenciaram a importância da Economia Circular atualmente. Com uma série de palestras, o 1º Simpósio de Economia Circular contou com a participação de especialistas no assunto, palestras com representantes da Pontifícia Universidade Católica (PUC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade das Nações Unidas (UNU), *Upcycle* Brasil e do Núcleo de Sustentabilidade e Economia Circular (NUSEC) do SENAI CETIQT. O evento teve como objetivo despertar o interesse dos alunos por esse tema atual e frequente. O SENAI CETIQT, como promotor da indústria, da educação, fomentou um rico diálogo entre a academia e as empresas (Senai CETIQT, 2023).

Com o objetivo de divulgar as inovações e transformações promovidas pelas indústrias do Brasil, América Latina e Caribe, a fim de ampliar o acesso e inspirar ações diante de um dos maiores desafios enfrentados pela nossa sociedade, a Fiesp, em parceria com a CNI, realizou em outubro de 2024 uma Chamada Pública de Economia Circular. A iniciativa busca dar visibilidade aos melhores casos e exemplos práticos no setor industrial, com a possibilidade de integração ao *World Circular Economy Forum 2025*, o maior evento global de economia circular, que será realizado pela primeira vez no Brasil (FIESPE, 2024).

Ainda em outubro de 2024, a CNI com apoio da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN) e da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), lança um Guia de Implementação da EC na prática com base na série de normas ABNT NBR ISO 59000 recém-publicadas. Fornece de forma simples e acessível, orientação e apoio para a implementação de uma EC bem-sucedida para as empresas. O documento favorece as discussões com os demais setores da sociedade sobre a evolução da EC Brasileira. Assim, oferece uma contribuição para a formulação de políticas públicas que viabilizem a transição, no país, dos modelos lineares de produção e consumo para outros mais circulares e alinhados aos objetivos do desenvolvimento sustentável (CNI, 2024a).

Pesquisa realizada pela CNI em novembro de 2024 divulga o estado atual da adoção da EC por parte da indústria brasileira. Com uma amostra de 253 estabelecimentos da indústria de transformação e da construção civil, o estudo oferece um panorama robusto, com margem de erro de 5,2% e 90% de confiabilidade. Os resultados mostram que 8 em cada 10 indústrias já adotam pelo menos uma prática de EC, evidenciando que o tema está presente, ainda que de forma desigual, no ecossistema industrial. Entretanto, apenas 35% monitoram e avaliam o desempenho dessas práticas, gerando fragilidades na mensuração de impactos e na gestão com base em dados. A percepção da EC como uma estratégia de mitigação das mudanças climáticas é crescente, muitas das empresas que possuem práticas circulares reconhecem suas contribuições para a redução das emissões de GEE (CNI, 2024b).

A pesquisa também revela que o conhecimento sobre o tema ainda é incipiente. Cerca de 60% dos entrevistados afirmam conhecer o termo EC, mas apenas 19% declaram ter conhecimento profundo e experiência prática, enquanto outros 30% relatam conhecimento limitado. Entre os principais desafios retratados para a expansão da circularidade estão: a falta de conhecimento técnico com 48%, a escassez de recursos financeiros com 40% e a ausência de mão de obra qualificada com 34%.

As práticas de circularidade identificadas são elencadas em três eixos: Adição de valor, onde 41,5% desenvolvem produtos voltados à recuperação, e 39,5% para aumento da durabilidade; Retenção de valor durante o uso, onde 39,5% oferecem manutenção ou reparo, 18,5% adotam modelos de compartilhamento e 12,2% oferecem produtos como serviço e; Recuperação pós-uso, onde 53% reutilizam materiais na produção, 30,8% praticam reciclagem e 26,4% implementam logística reversa. Esses dados são fundamentais para compreender a maturidade das indústrias brasileiras no tema e para orientação de estratégias para implementação e desenvolvimento da EC em nível nacional.

O evento *Circular Economy Hotspot*, de origem Holandesa e realizado desde 2016 em diversos países do mundo, teve a sua primeira versão brasileira em novembro de 2024 na cidade do Recife. O encontro reuniu governos, academia e empresas em torno da EC, tem estimulado a transformações no modelo de produção em diversos setores do mercado. O ‘*Brasilian Circular Hotspot 2024*’ atuou como uma plataforma para a criação de redes de colaboração e parcerias estratégicas, facilitando o intercâmbio de ideias e a cooperação entre diferentes atores. O evento enfatizou a importância da economia circular para o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a inclusão social, destacando iniciativas bem-sucedidas que podem ser replicadas em outras regiões (ECO21, 2022).

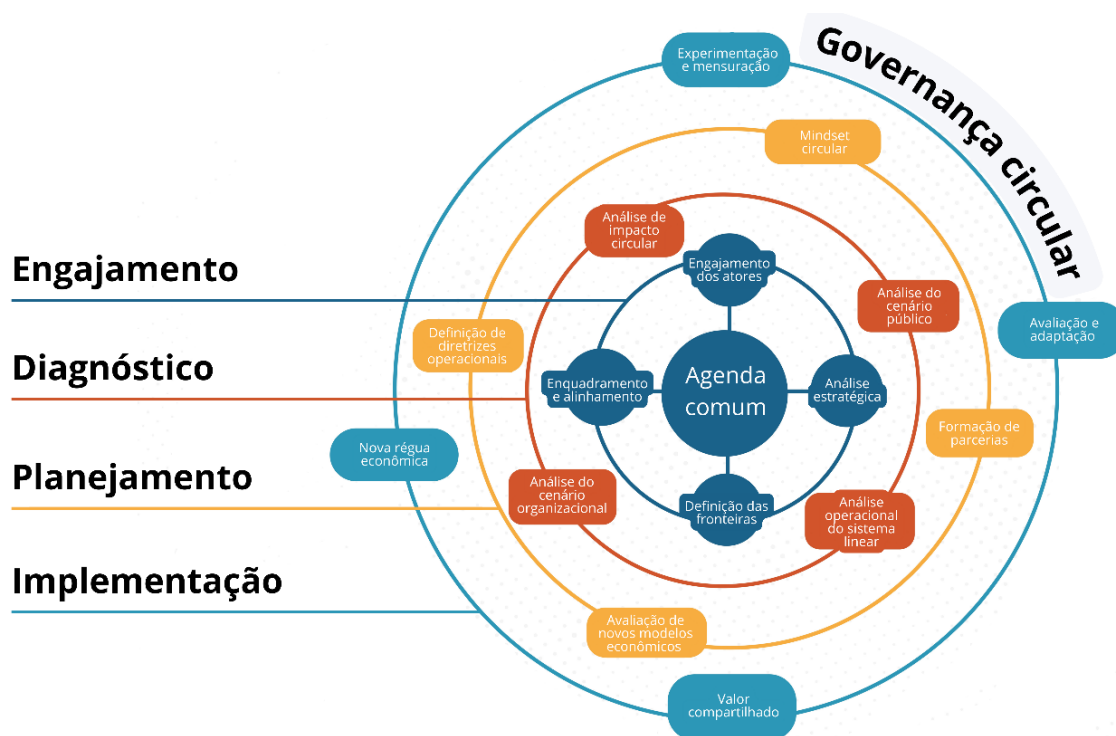
O *World Circular Economy Forum 2025* (WCEF) será realizado no Brasil tendo sua primeira edição na América Latina. Organizado em conjunto pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (Apex-Brasil), Confederação Nacional da Indústria do Brasil (CNI) e pelo Fundo de Inovação Finlandês e Sitra, o evento promoverá negociações sobre clima e biodiversidade, oferecendo uma oportunidade para fortalecer a colaboração global e envolver as empresas na construção de um futuro na perspectiva de uma EC (Veja, 2024).

Todas as iniciativas levantadas demonstram que a governança em rede é um elemento essencial para impulsionar a economia circular no Brasil, ao integrar diversos atores: empresas, consultorias, institutos, associações, federações, confederações, entre outros, alinham interesses e fomentam a colaboração em prol de soluções eficazes e sustentáveis. Esses esforços reforçam a importância de estratégias coordenadas, que promovam a troca de conhecimentos, a inovação e o auxílio na implementação de políticas públicas capazes de transformar os modelos de produção e consumo, contribuindo de maneira significativa para a transição rumo a uma economia mais resiliente, alinhada aos princípios do desenvolvimento sustentável.

4.2 MODELO DE GOVERNANÇA CIRCULAR PARA CADEIAS PRODUTIVAS BRASILEIRAS

A partir da pesquisa-ação realizada com o HubEC Brasil, desenvolveu-se a estruturação de um modelo de governança circular que pode ser implementado em diversos tipos de cadeias produtivas. Composto por quatro etapas que seguem uma sequência temporal, mas que são flexíveis e adaptáveis conforme as dinâmicas observadas ao longo de sua implementação. Dessa forma, a metodologia do modelo é constituída como um processo cíclico, onde o aperfeiçoamento das práticas surge da alternância sistemática entre a ação e a investigação, possuindo como finalidade a governança de uma cadeia circular em rede (Figura 21).

Figura 21 – Modelo de governança circular para cadeias produtivas brasileiras.



Fonte: E4CB em colaboração com a autora (2022).

4.2.1 ENGAJAMENTO

A etapa de engajamento é crucial para garantir a participação ativa e o compromisso dos *stakeholders* no processo de transição para a EC. O envolvimento proativo e o engajamento das partes interessadas mostram que a colaboração e a cooperação são essenciais para implementar mudanças sustentáveis nas cadeias produtivas. Isso é alcançado por meio da análise estratégica contínua e integrada; da definição das fronteiras especificando o setor de atuação e a área geográfica; e do enquadramento e alinhamento de todos os atores do sistema.

4.2.1.1 Engajamento dos atores

Identificação e a reunião de todos os intervenientes relevantes para garantir a colaboração, alinhamento de objetivos e comprometimento com as ações subsequentes. Mapeamento de todas as partes interessadas ao longo da cadeia produtiva, incluindo fornecedores, produtores, distribuidores, consumidores e reguladores.

Cada ator possui um papel específico e um conjunto de interesses que devem ser compreendidos para facilitar o engajamento efetivo e eficaz. A identificação adequada assegura

que todos os pontos de vista sejam considerados e que a governança seja inclusiva. É fundamental a criação de um ambiente propício para a colaboração, onde os atores se sintam confortáveis e motivados para participar. Isso pode ser alcançado por meio da realização de encontros, *workshops*, reuniões de engajamento, presenciais ou em plataformas de comunicação, de forma a promover a troca de ideias e experiências. Um ambiente colaborativo ajuda a construir confiança e facilita o diálogo aberto entre as organizações participantes.

Manter o engajamento de todos os atores no decorrer de todas as 4 etapas é um desafio, especialmente em projetos de médio, longo prazo como aqueles voltados a transição para a EC. Por isso, é necessário estabelecer mecanismos para garantir o comprometimento contínuo, como incentivos, reconhecimento de contribuições, selos de engajamento, e atualização regular sobre os progressos e benefícios alcançados. A sustentabilidade do engajamento pode ser reforçada através da criação de dinâmicas que promovam a participação ativa e a responsabilidade compartilhada.

Além disso, a comunicação eficaz e transparente é vital para o engajamento. Todos devem ter acesso a informações claras e precisas sobre os processos, decisões e resultados esperados. Ferramentas de comunicação digital, relatórios regulares e reuniões periódicas podem ser utilizados para garantir que a comunicação seja constante e aberta.

4.2.1.2 Análise estratégica contínua e integrada

Avaliação contínua e sistemática do ambiente interno e externo, identificando oportunidades e ameaças, bem como pontos fortes e fracos, para garantir que a transição circular da cadeia seja bem-sucedida e sustentável. A análise estratégica começa com a avaliação do ambiente interno (forças e fraquezas) e externo (oportunidades e ameaças) das cadeias produtivas e, se possível, de cada ator integrante do ecossistema. Isso possibilita que os atores entendam a situação atual e planejem ações estratégicas para enfrentar desafios e aproveitar oportunidades de forma conjunta.

A transição para a EC é um processo dinâmico que requer monitoramento contínuo para responder rapidamente às mudanças no ambiente de negócios, regulamentações, avanços tecnológicos e preferências dos consumidores. Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo permite que todos acompanhem o progresso, identifiquem desvios e ajustem as estratégias conforme a necessidade observada.

Uma análise estratégica eficaz deve integrar as perspectivas de todos os atores envolvidos na cadeia produtiva. Isso inclui coleta e análise de dados de diferentes fontes, sejam

essas primárias, secundárias, como *feedback* dos consumidores, relatórios de sustentabilidade, tendências de mercado e *insights* tecnológicos. A integração dessas perspectivas garante uma visão holística e abrangente do cenário estratégico.

A análise estratégica deve estar alinhada com os objetivos de sustentabilidade e princípios da EC. Isso inclui a identificação de práticas que promovam a redução de resíduos, reutilização de materiais, reciclagem e eficiência energética. Alinhar a estratégia com esses objetivos garante que a transição seja não apenas econômica, mas também ambiental e socialmente sustentável.

4.2.1.3 Definição das fronteiras: setor de atuação e área geográfica

Estabelece os limites dentro dos quais as estratégias e ações serão desenvolvidas e implementadas, garantindo foco e eficiência no processo de transição, definindo claramente o setor de atuação referente a cadeia produtiva assim como os setores internos envolvidos de cada organização participante. Cada setor possui suas influências, características específicas, desafios e oportunidades únicas no contexto da EC. Por exemplo, no âmbito de cadeias produtivas, os setores têxtil e eletroeletrônico têm diferentes fluxos de materiais, ciclos de vida de produtos e requisitos regulatórios. A identificação precisa do setor ajuda a direcionar as estratégias de engajamento e as ações subsequentes de forma mais relevante e eficaz.

A definição da área geográfica onde a governança será implementada com o detalhamento da região de cada ação específica é igualmente importante. As condições locais, incluindo recursos naturais, infraestrutura, políticas governamentais e culturais, influenciam significativamente a aplicação dos princípios da EC. Delimitar o território de atuação permite que as estratégias sejam adaptadas às especificidades regionais, garantindo maior pertinência e impacto. Por exemplo, estratégias que funcionam na região Sudeste do país, podem precisar ser ajustadas quando aplicadas a outras regiões, como Norte, Nordeste, devido a diferenças na disponibilidade de recursos e infraestrutura.

Uma vez definido o setor de atuação e a área geográfica, é essencial mapear os recursos disponíveis e a infraestrutura existente. Isso inclui identificar fontes de matérias-primas secundárias, instalações de produção, centros de reciclagem, redes de transporte e logística. Um mapeamento detalhado ajuda a identificar pontos críticos e oportunidades para maximizar a utilização de recursos dentro das fronteiras definidas.

A definição das fronteiras deve incluir o envolvimento das comunidades locais. As comunidades são partes interessadas essenciais que podem influenciar e serem impactadas pela

transição circular. O engajamento das comunidades ajuda a garantir que as estratégias desenvolvidas atendam às necessidades e expectativas da região, promovendo aceitação e apoio às iniciativas de EC.

4.2.1.4 Enquadramento e alinhamento de todos os atores do sistema

Garante que todos os envolvidos estejam cientes de seus papéis, responsabilidades e objetivos comuns, promovendo uma colaboração eficaz e coesa. Identificar todos os atores integrantes do ecossistema circular, enquadrando-os nas categorias de membros estabelecidas pelo HubEC ‘ativadores, provedores e apoiadores’, facilitando a definição dos papéis e responsabilidades de cada ator é crucial para o alinhamento e a coordenação. Esses atores podem ser:

- Distribuidores: Entidades responsáveis pela logística e distribuição dos produtos;
- Fornecedores: Empresas que fornecem matérias-primas e componentes;
- Governo e Reguladores: Instituições que estabelecem políticas e regulamentações;
- ONGs e Comunidades Locais: Grupos que representam interesses sociais e ambientais;
- Produtores: Indústrias e manufaturas que transformam matérias-primas em produtos acabados;
- Recicladores e Gerenciadores de Resíduos: Organizações que lidam com o fim de vida dos produtos, promovendo a reciclagem e a reutilização;
- Varejistas: Pontos de venda ao consumidor final.

Cada ator possui interesses e influências distintas dentro do sistema. É essencial mapear esses interesses para entender como cada parte pode contribuir e ser impactada, facilitando a identificação de possíveis áreas de conflito e sinergia.

Para assegurar uma governança eficaz, é necessário alinhar os objetivos individuais dos atores com os objetivos coletivos do sistema. Isso envolve a construção de confiança e de um consenso para garantir que todos estejam trabalhando em direção às mesmas metas. O alinhamento de objetivos pode ser facilitado através de acordos formais, memorandos de entendimento e documentos estratégicos.

4.2.2 DIAGNÓSTICO

A etapa de diagnóstico envolve uma análise detalhada do estado atual das cadeias produtivas para identificar oportunidades e desafios na implementação da economia circular.

Esse processo inclui a análise do cenário público, averiguando a visão externa sobre políticas públicas e requisitos legais; a análise operacional do sistema linear, com o mapeamento dos critérios a serem considerados; a análise do cenário organizacional, com a visão interna sobre compromissos setoriais, questões tributárias e fiscais; e a análise de impacto circular, definindo os critérios básicos da cadeia circular, incluindo novos atores, processos e indicadores.

4.2.2.1 Análise do cenário público: visão externa sobre políticas públicas e requisitos legais

Proporciona uma compreensão das obrigações regulamentares e das oportunidades oferecidas pelo governo, com o levantamento das políticas públicas que influenciam a viabilidade e o sucesso da transição para a EC.

A identificação e o mapeamento de todas as políticas públicas que impactam direta ou indiretamente as ações circulares devem ser listadas. Isso inclui legislações, programas governamentais de incentivo, atos normativos, entre outros. Compreender os requisitos legais é crucial para assegurar a conformidade e evitar penalidades. Isso envolve analisar as obrigatoriedades específicas que as organizações devem cumprir em termos fiscais, de gestão de resíduos, eficiência energética, emissões de carbono, e uso de recursos naturais. A avaliação deve incluir leis federais, estaduais e municipais, bem como regulamentações e acordos setoriais que podem variar de acordo com o tipo de cadeia produtiva.

Os governos frequentemente disponibilizam incentivos e subsídios para promover práticas sustentáveis e a adoção da Economia Circular. Esses podem incluir isenções fiscais, financiamentos de projetos, e subsídios para tecnologias limpas. Buscar e examinar a viabilidade do uso desses incentivos é importante para otimizar os benefícios e reduzir os custos de implementação de práticas circulares.

Além dos incentivos, é essencial identificar as barreiras regulatórias que podem dificultar as ações. Isso pode incluir burocracia excessiva, falta de clareza nas regulamentações, e políticas contraditórias. Compreender essas barreiras permite que os atores desenvolvam estratégias para superá-las, seja através de *advocacy*, parcerias ou inovação.

O engajamento contínuo com autoridades governamentais e outros *stakeholders* representantes do setor público é vital para influenciar políticas e obter apoio. A participação em fóruns, consultas públicas, e comitês de regulamentação permite que as organizações contribuam para o desenvolvimento de políticas mais favoráveis e adaptadas à cadeia.

O cenário regulatório está em constante mudança. Portanto, é importante estabelecer mecanismos para o monitoramento contínuo das políticas e regulamentações. Isso inclui

acompanhar propostas legislativas, projetos de lei, mudanças nas regulamentações e novas iniciativas governamentais.

A política abrange as regras, diretrizes e leis estabelecidas pelos governos que têm o poder de moldar as ações dos cidadãos, das empresas e de economias inteiras. As políticas e os quadros jurídicos «estabelecem as regras do jogo» e podem incentivar práticas sustentáveis e circulares, ao mesmo tempo que penalizam as prejudiciais, moldando assim a natureza e a escala das atividades económicas nas indústrias e nas nações. Em muitos casos, porém, a aplicação da legislação continua a ser um desafio: a monitorização e as sanções devem ser suficientemente rigorosas para que os indivíduos e as empresas cumpram as regras (Circle Economy, 2024).

4.2.2.2 *Análise operacional do sistema linear: mapeamento dos critérios*

Auxilia no entendimento de como os sistemas produtivos lineares funcionam atualmente, identificando por meio de mapeamento dos fluxos de materiais os pontos críticos, ineficiências e oportunidades para a transição para um modelo circular. Mapear o fluxo de materiais ao longo da cadeia produtiva linear, abrange desde a extração de matérias-primas primárias, passando pela manufatura, distribuição, consumo, até o descarte final. Identificar todas as entradas (matérias-primas, energia) e saídas (produtos, resíduos, emissões) é crucial para compreender o ciclo de vida dos produtos e gaps do processo que necessitam de soluções circulares.

Avaliar os processos produtivos existentes da cadeia é essencial para identificar onde podem ser implementadas práticas de EC. Uma análise detalhada deve ser feita para detectar ineficiências e desperdícios. Isso inclui erros de *design*, perdas de matéria-prima durante a produção, energia desperdiçada, excesso de embalagens, e produtos lineares que se tornam resíduos rapidamente ou que não possuem qualidade suficiente para retorno a cadeia produtiva. A avaliação deve considerar não apenas a eficiência económica, mas também os impactos ambientais e sociais.

Entender a estrutura de cada vertente é crucial para identificar oportunidades de circularidade. Isso envolve mapear os fornecedores, distribuidores e parceiros logísticos. Analisar a origem das matérias-primas, a localização das fábricas assim como o tipo de transportes utilizados para escoamento dos materiais, ajuda a identificar pontos de mudança.

Definir critérios de sustentabilidade pontuais para a análise do sistema linear, podendo incluir indicadores como a pegada de carbono, consumo de água, geração de resíduos, e

eficiência energética. Esses critérios devem ser usados para avaliar o desempenho da cadeia no momento e, a partir daí, estabelecer metas para a transição para a EC.

Identificar pontos críticos onde a transição do sistema linear para um circular pode ter maior impacto. Considerando etapas da cadeia produtiva com altos níveis de desperdício, processos altamente poluentes, ou áreas onde a reutilização de materiais pode ser facilmente implementada. Focar nesses pontos críticos ajuda a priorizar ações e maximizar os benefícios da circularidade.

É importante ressaltar que o constante envolvimento dos *stakeholders* internos (colaboradores, gerentes, engenheiros, técnicos) na análise operacional é fundamental. Por possuírem o conhecimento prático dos processos e podem fornecer *insights* valiosos sobre ineficiências e oportunidades de melhoria. *Workshops*, reuniões e questionários podem ser utilizados para coletar essas informações. A necessidade de repensar o sistema é clara, mas as soluções apresentadas até agora mostraram-se limitadas. A EC apresenta uma visão e um caminho viável a seguir (EMF, 2018).

4.2.2.3 *Análise do cenário organizacional: visão interna sobre compromissos setoriais, questões tributárias e fiscais*

Auxilia no entendimento de como as empresas e setores estão preparados e comprometidos para a transição para a EC, e quais são os desafios e oportunidades fiscais e tributárias que influenciam direta e indiretamente este processo. Para avaliar os compromissos setoriais, é importante entender as iniciativas e compromissos que a organização e seu setor têm assumido em relação à sustentabilidade e EC. Isso inclui:

- Acordos e Padrões Setoriais: Participação em acordos voluntários setoriais, como pactos de sustentabilidade e iniciativas de responsabilidade social corporativa;
- Certificações e Normas: Adesão a certificações e normas internacionais e nacionais, como ISO 14001 (gestão ambiental) e ISO 50001 (gestão de energia);
- Metas de Sustentabilidade: Metas e objetivos estabelecidos pela empresa ou setor para reduzir impactos ambientais, aumentar a eficiência dos recursos e promover a circularidade.

Examinar as práticas atuais da organização e do setor em relação à gestão de resíduos, uso de recursos, eficiência energética, e outras práticas de sustentabilidade. Isso ajuda a identificar o ponto de partida para a transição para a EC e as lacunas que precisam ser solucionadas.

A análise das questões tributárias e fiscais envolve a compreensão de como os regulamentos fiscais atuais impactam a operação da empresa. Isso inclui a identificação de incentivos fiscais disponíveis para práticas sustentáveis, como deduções, créditos fiscais e isenções para investimentos em tecnologias limpas e iniciativas de reciclagem; análise de impostos específicos sobre a geração e disposição de resíduos, e como eles incentivam ou desincentivam práticas de EC e; avaliação dos custos tributários associados a práticas lineares comparadas com as práticas circulares, incluindo comparações de impostos sobre matérias-primas virgens e materiais reciclados.

Além dos compromissos setoriais, é importante analisar as políticas internas da organização que apoiam ou dificultam a transição, é importante a observação das políticas de compras, gestão de resíduos, *design* de produtos e práticas de sustentabilidade corporativa.

Identificar barreiras internas que possam impedir a implementação de práticas de EC, como resistências culturais, falta de conhecimento técnico e formação dos colaboradores ou limitações financeiras. Compreender essas barreiras é crucial para desenvolver estratégias eficazes de superação. Também é importante a realização de benchmarking interno, utilizando como referência as práticas e políticas de organizações com as melhores práticas do setor. Isso pode ajudar a identificar oportunidades de melhoria e inspirar ações inovadoras.

4.2.2.4 *Análise de impacto circular: novos atores, processos e possibilidades*

Fundamenta os critérios básicos que nortearão a transição para uma EC, estabelecendo as bases que definirão a constituição de uma cadeia produtiva verdadeiramente circular. Esses critérios servirão como diretrizes ao longo das etapas seguintes do modelo metodológico.

Ao analisar o impacto circular da cadeia produtiva, é necessário identificar tanto os atores já envolvidos quanto os potenciais novos participantes que podem contribuir para a implementação de práticas circulares. Deve-se não apenas as empresas diretamente envolvidas na cadeia, mas também organizações governamentais, instituições de pesquisa, ONGs e consumidores. Além disso, é importante ter em mãos o mapeamento dos processos existentes para identificar oportunidades de introduzir novos processos que promovam a circularidade.

Para avaliar o progresso em direção às metas estabelecidas, é crucial desenvolver processos e possibilidades de desempenho adequados. Estes podem abranger uma variedade de áreas, incluindo eficiência no uso de recursos, redução de resíduos, circularidade dos produtos, entre outros. A definição e a medição desses processos permitirão uma avaliação objetiva do impacto das iniciativas circulares ao longo do tempo.

4.2.3 PLANEJAMENTO

A etapa de planejamento compreende a definição de estratégias e ações concretas para promover a economia circular nas cadeias produtivas, incentivando a mudança cultural para um mindset circular; a formação de parcerias; a avaliação de novos modelos econômicos; e a definição das diretrizes operacionais, criando uma estrutura prática e efetiva.

4.2.3.1 *Mudança cultural: mindset circular*

Transformação de valores, quebra de padrões de comportamento, crenças e práticas lineares, adotando uma mentalidade circular que enfatiza a sustentabilidade e a reutilização contínua de recursos. Antes de iniciar qualquer plano de ação, é crucial que os atores envolvidos na cadeia produtiva compreendam plenamente o que significa adotar um mindset circular. Isso implica uma mudança fundamental na forma como os negócios e as operações são concebidos e conduzidos, priorizando a redução, reutilização e reciclagem de materiais, em contraposição ao modelo linear tradicional de produção e consumo.

Uma vez que os conceitos e princípios da EC tenham sido internalizados, é necessário implementar estratégias de sensibilização e capacitação para promover a mudança cultural dentro da cadeia produtiva. Além de sensibilizar os colaboradores, é fundamental incorporar o mindset circular em todas as áreas de atuação da cadeia produtiva, desde o *design* de produtos e processos até a gestão de resíduos e a logística reversa. Isso requer uma revisão completa das práticas existentes e o desenvolvimento de novas abordagens que promovam a circularidade em todos os aspectos da operação.

4.2.3.2 *Formação de parcerias*

Formalização do envolvimento e compromisso entre os atores, incluindo empresas, governos, ONGs, instituições e centros de pesquisas e comunidades locais. Identificar todos os atores contribuintes, e se necessário, novos atores, que tenham interesse e capacidade de apoiar a transição para a EC na cadeia produtiva. Isso pode incluir empresas que compartilham valores semelhantes de sustentabilidade, instituições acadêmicas com experiência em pesquisa de materiais e processos circulares, governos locais interessados em promover políticas de economia circular, entre outros.

Uma vez identificados os potenciais parceiros, é importante estabelecer objetivos claros, expectativas compartilhadas para a colaboração e a função específica de cada ator dentro do processo. Isso pode envolver a definição de metas específicas de circularidade, o compartilhamento de recursos e conhecimentos, e o estabelecimento de indicadores de desempenho para monitorar o progresso da parceria ao longo do tempo.

Com os objetivos e expectativas alinhados, os parceiros podem trabalhar juntos para desenvolver estratégias de colaboração que maximizem o impacto positivo da transição para a EC. Isso pode incluir o desenvolvimento conjunto de novas tecnologias e soluções, a criação de cadeias de suprimentos circulares, o compartilhamento de melhores práticas e a realização de projetos-piloto em conjunto.

4.2.3.3 Definição das diretrizes operacionais

Estabelecer uma estrutura prática que orientará a implementação eficaz das estratégias de EC na cadeia produtiva, identificando os objetivos específicos que pretende alcançar na transição para a EC, considerando metas quantitativas, bem como objetivos qualitativos relacionados à melhoria da eficiência operacional e à criação de valor compartilhado.

É importante o desenvolvimento de políticas e procedimentos detalhados que orientem as atividades operacionais em direção à circularidade. Isso pode incluir a definição de padrões de *design* de produtos, diretrizes para o gerenciamento de resíduos e instruções para a implementação de práticas circulares em toda a cadeia de suprimentos.

Além das políticas e procedimentos, é fundamental estabelecer métricas de desempenho específicas e mecanismos de monitoramento para avaliar o progresso em direção aos objetivos operacionais definidos. Isso pode incluir indicadores de eficiência no uso de recursos, taxas de reciclagem, custos operacionais relacionados à circularidade e outras métricas que venham a ser consideradas relevantes ou indispensáveis.

4.2.3.4 Avaliação de novos modelos econômicos

Auxilia na viabilidade economicamente para os diferentes atores da cadeia produtiva. Análise detalhada da viabilidade financeira das práticas e estratégias circulares propostas pela avaliação dos custos associados à implementação de novas tecnologias e processos, bem como a identificação de possíveis fontes de financiamento e incentivos disponíveis.

Uma vez determinada a viabilidade econômica geral, é importante realizar uma modelagem financeira e de negócios mais detalhada para entender melhor o impacto das mudanças propostas nas operações e nos resultados financeiros do setor e das organizações participantes.

Uma parte essencial da avaliação de novos modelos econômicos é a identificação de oportunidades de valorização de resíduos que possam gerar novas fontes de receita para a empresa. Isso pode incluir a reutilização de subprodutos ou resíduos como matéria-prima em outros processos, a venda de produtos reciclados ou recondicionados e a participação em mercados de créditos de carbono ou outros mecanismos de compensação ambiental.

4.2.4 IMPLEMENTAÇÃO

A etapa de implementação foca na execução das estratégias e ações planejadas para promover a economia circular nas cadeias produtivas. Nesse contexto, a experimentação e mensuração, a avaliação e adaptação, o valor compartilhado e a definição de uma nova régua econômica desempenham papéis fundamentais para garantir o sucesso das iniciativas circulares.

4.2.4.1 Experimentação e mensuração

A experimentação envolve a implementação de soluções inovadoras e práticas circulares em escala piloto. Isso pode incluir a introdução de novos processos de produção, o lançamento de produtos reimaginados com base em princípios circulares e a exploração de novos modelos de negócios que promovam a circularidade. A experimentação irá permitir o teste da viabilidade e da eficácia das soluções propostas antes de sua implementação em larga escala.

Paralelamente à experimentação, é crucial estabelecer sistemas robustos de mensuração para avaliar o impacto e o desempenho das iniciativas circulares propostas. Isso pode envolver a coleta de dados sobre indicadores-chave relacionados à eficiência no uso de recursos, redução de resíduos, economia de custos e outros aspectos relevantes. A mensuração permitirá avaliar o progresso em direção aos objetivos estabelecidos e identificar áreas de melhoria contínua.

Com base nos resultados da experimentação e mensuração do piloto, é necessário promover uma cultura de aprendizado e adaptação contínuos dentro da cadeia produtiva. Isso envolve a análise dos dados coletados, a identificação de lições aprendidas e a realização de

ajustes conforme o decorrer do processo. O ciclo de aprendizado contínuo permite otimizar as iniciativas circulares ao longo do tempo e maximizar seu impacto positivo.

4.2.4.2 Avaliação e adaptação

Garantirá que as estratégias e ações planejadas para promover a EC na cadeia produtiva sejam eficazes e sustentáveis a longo prazo. A avaliação do progresso requer análise sistemática e periódica do desempenho das iniciativas circulares implementadas, como a revisão dos indicadores-chave de desempenho, a comparação com os objetivos estabelecidos e a identificação de áreas de sucesso e desafio. A avaliação permite uma compreensão clara de como as estratégias funcionarão na prática e onde podem ser necessários ajustes.

Com base nos resultados da avaliação, é importante identificar oportunidades de melhoria e adaptação. Será um processo de melhoria contínua da revisão de práticas operacionais, o refinamento das políticas e procedimentos, e a implementação de novas estratégias para superar desafios específicos. A identificação de oportunidades de melhoria contínua permitirá a otimização do impacto das iniciativas circulares ao longo do tempo.

Compreendendo os resultados da avaliação e as oportunidades de melhoria, os atores podem adaptar suas estratégias e planos de ação para melhor atender aos objetivos em comum. Isso pode envolver a realocação de recursos, a revisão de metas e prioridades, e o desenvolvimento de abordagens mais eficazes para promover a circularidade em toda a cadeia produtiva. A adaptação contínua das estratégias é essencial para garantir a relevância e eficácia das iniciativas circulares ao longo do tempo.

4.2.4.3 Valor compartilhado

Promove a sustentabilidade ambiental, gerando benefícios econômicos e sociais para todas as partes interessadas. Identificação de oportunidades que criam valor tanto para as organizações quanto para outras partes interessadas, como fornecedores, clientes, comunidades locais e a sociedade civil em geral. Isso pode incluir a redução de custos, a geração de novas fontes de receita, a melhoria da reputação da marca e a criação de empregos e oportunidades econômicas nas comunidades onde a empresa opera.

Para capturar o valor compartilhado, é importante desenvolver parcerias colaborativas com outras partes interessadas que possam se beneficiar das iniciativas circulares implementadas. Isso pode incluir colaborações com fornecedores para otimizar a gestão de

recursos e resíduos, parcerias com clientes para oferecer produtos e serviços circulares, e engajamento com comunidades locais para promover o desenvolvimento econômico inclusivo e sustentável.

Com isso, é fundamental mensurar e comunicar de forma transparente o valor compartilhado gerado pelas iniciativas circulares implementadas. Por meio de relatórios de sustentabilidade, Reports, documentos estratégicos que demonstrem o impacto econômico, social e ambiental das práticas circulares adotadas, bem como a divulgação ativa dessas informações para todas as partes interessadas relevantes.

4.2.4.4 Uma nova régua econômica

Destaca a necessidade de repensar os sistemas de medição e avaliação econômica para refletir de forma mais precisa e abrangente os valores e impactos da EC na cadeia produtiva. É necessário realizar uma reavaliação dos indicadores tradicionais de desempenho econômico, que por diversas vezes falham em capturar adequadamente os custos e benefícios ambientais e sociais das atividades econômicas. Deve-se considerar o desenvolvimento de novos indicadores, que possam de fato aferir o progresso genuíno, tomando fatores como uso de recursos, qualidade ambiental e bem-estar humano.

Além de reavaliar os indicadores tradicionais, é importante incorporar métricas específicas de EC na nova régua econômica. Isso pode incluir indicadores relacionados à eficiência no uso de recursos, circularidade de produtos, minimização de resíduos e geração de valor compartilhado. Ao mensurar e valorizar esses aspectos, as empresas podem melhorar sua capacidade de tomar decisões informadas e promover a circularidade em toda a cadeia produtiva.

Por fim, é crucial promover políticas e incentivos que incentivem a adoção da nova régua econômica e apoiem a transição para a Economia Circular. Isso pode incluir a implementação de incentivos fiscais para práticas circulares, subsídios para investimentos em inovação e tecnologia verde, e a criação de mercados de créditos de carbono e outros mecanismos de compensação ambiental. Ao alinhar os incentivos econômicos com os princípios da Economia Circular, os governos podem catalisar a transformação sustentável da economia.

4.3 MODELO DE GOVERNANÇA CIRCULAR APLICADO AO SETOR DE ELETROELETRÔNICOS DE LINHA BRANCA NO BRASIL

A ABDI considera como Equipamentos Eletroeletrônicos todos aqueles produtos cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos que são divididos em quatro categorias, entre elas está a linha branca, composta por equipamentos como: geladeiras, refrigeradores, fogões, lava-roupas e ar-condicionado (ABDI, 2013).

Coalizões multissetoriais promovem ambientes pré-competitivos que possibilitam a governança setorial e a padronização de dados, rastreabilidade e processos circulares (WEF, 2024), deste modo, o piloto “Linha Branca” demonstrou que a EC no contexto da gestão dos eletroeletrônicos desse segmento pode ser significativamente acelerada e potencializada em termos de efetividade quando há uma abordagem ampliada da cadeia produtiva, envolvendo o engajamento interdisciplinar de diferentes departamentos organizacionais e a construção de parcerias colaborativas com outras cadeias produtivas. Com o acompanhamento ativo das atividades realizadas pelo piloto dentro do HubEC, foi possível a modelagem de uma governança circular única e inovadora, que promove a geração de valor em diferentes cadeias produtivas, reduz custos e permite o fluxo reverso de materiais de forma pioneira e prática para a realidade brasileira, com ganhos econômicos, ambientais e sociais.

4.3.1 Etapa 1: Engajamento

4.3.1.1 Engajamento dos atores

O projeto teve seu início em novembro de 2020 com os pontos focais da área de sustentabilidade da empresa ‘A’ em conjunto com a área de responsabilidade socioambiental da empresa ‘B’. Foi identificado a possibilidade de sinergia entre o interesse da empresa ‘A’ em atender o Decreto 10.240/2020 estabelecido para o setor de eletroeletrônico e o interesse da empresa ‘B’ em acessar novas fontes de sucata metálica.

Além disso, após o levantamento das possíveis áreas para implementação do piloto e estruturação das conversas internamente das empresas-membro, deu-se início ao engajamento com os atores locais para definição do escopo. Com o avançar das etapas e a necessidade de expandir o processo de coleta de dados e tomada de decisão, outras áreas das duas empresas ativadoras (A e B) foram participando das reuniões. Outras organizações e instituições foram se engajando nas discussões ao longo de 2021 e 2022 (empresas C, D, E, F, G) além da UFPE. Em resumo, o piloto linha branca envolve diversas áreas de 7 organizações (Tabela 4).

Tabela 4 – Áreas envolvidas das empresas participantes por categoria de membros do projeto.

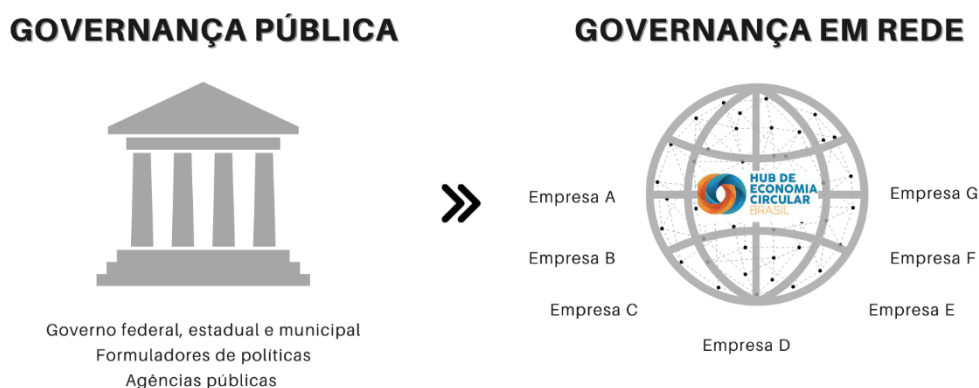
Categoria	Empresa	Áreas
Ativadores	Empresa ‘A’	• Responsabilidade Ambiental • Logística • Marketing • Comunicação
	Empresa ‘B’	• Responsabilidade socioambiental • Planejamento • Metálicos – novos materiais • Marketing • Comunicação
Provedores	Empresa ‘C’	• Desenvolvimento de mercado • Representante comercial • Comunicação
	Empresa ‘D’	• Diretoria e Estratégia • Comercial
	Empresa ‘E’	• Comercial
Apoiadores	Empresa ‘F’	• Comercial • Técnico
	UFPE	• Pesquisa

Fonte: A autora (2023).

Outra questão deve ser considerada quanto à complexidade de engajamento dos atores em uma governança em rede quando os membros estão localizados em regiões geográficas diferentes, dificultando o contato direto e a interação presencial dos participantes.

Uma transição circular envolve interações constantes entre atores públicos e privados, ativada por intermediários, que atuarão entre diferentes lógicas organizacionais (Cramer, 2020). A solução estrutural para esse problema é centralizar as atividades de governança em torno de um intermediário, um corretor de transição capaz de acomodar números maiores de participantes, uma vez que o envolvimento direto de todas as organizações não é mais necessário para muitas decisões de rede. Ao centralizar a governança no corretor de transição, os participantes não precisam mais interagir diretamente uns com os outros, mas podem interagir diretamente com o intermediário (Provan; Kenis, 2008) (Figura 22).

Figura 22 – Relação entre as governanças pública e em rede incluindo o papel do Hub de Economia Circular como corretor de transição.



Fonte: A autora, adaptado de Cramer (2020b).

A construção de valor na transição circular depende diretamente da participação coordenada entre mercado financeiro, reguladores e formuladores de políticas públicas (Circle Economy, 2025). O HubEC atua como corretor de transição ao desempenhar um papel central na mediação, articulação e orquestração das relações entre múltiplos atores, fabricantes, recicladores, cooperativas de catadores, operadores logísticos, entes públicos e qualquer outro tipo de organização que venha a colaborar com o piloto. Inspirado pela lógica da *Network Governance* (Cramer, 2020b) o HubEC não assume o controle direto das operações, mas cria as condições relacionais, institucionais e técnicas necessárias para a construção prática de novos fluxos circulares, alinhando interesses distintos e promovendo uma visão comum sobre circularidade, com vista a consolidar uma governança circular adaptativa no setor eletroeletrônico.

4.3.1.2 Análise estratégica contínua e integrada

Como lideranças do piloto linha branca estão as empresas ‘A’ e ‘B’. A primeira é a segunda maior fabricante de eletrodomésticos do mundo e uma das líderes de mercado no Brasil, entre suas metas de trabalho está o alcance da neutralidade de carbono e obtenção de um negócio circular até 2030. A segunda é a maior empresa brasileira produtora de aço e uma das principais fornecedoras de aços longos nas Américas e de aços especiais no mundo, sendo a maior recicladora de sucata de aço da América Latina, chegando a 11 milhões de toneladas anuais, 71% da sua produção é proveniente desse material.

Por ser uma empresa produtora de aparelhos eletroeletrônicos, a empresa ‘A’ deve atender às normas estabelecidas pelo Decreto nº 10.240/2010, que regulamenta a

implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes, tendo que retornar à cadeia produtiva em 2022, 1% do percentual colocado no mercado em 2018, aumentando a porcentagem de retorno com o passar dos anos (3% em 2022, 6% em 2023, 12% em 2024). O atendimento às metas previstas em lei e o estabelecimento de um sistema de logística reversa que esteja de acordo com a política de EC da empresa, foi identificado como desafio e gargalo a serem solucionados.

Por ser a maior recicladora de sucata metálica ferrosa da América Latina e utilizar um elevado percentual de material reciclado como matéria-prima na sua produção, tendo como fonte principal os resíduos domésticos eletroeletrônicos descartados pela sociedade, como fogões e geladeiras, seguido de sucata proveniente de resíduos da indústria, como máquinas e equipamentos de grande porte. Um dos maiores desafios identificados a ser superado pela empresa ‘B’ é o mapeamento e captação de novas fontes de sucata e a eliminação da produção de resíduos de baixo valor agregado (*fluff*), durante o processo de reciclagem.

A geração de resíduos e coprodutos em grande volume durante os processos, é uma das características presentes na indústria do aço. Em consonância com os princípios da EC, os coprodutos garantem alto valor agregado por meio da recuperação, do reúso, da remanufatura e da reciclagem dos materiais. Apesar dos esforços para o desenvolvimento de rotas tecnológicas que permitam o reaproveitamento desses materiais nas suas próprias usinas ou para outros fins produtivos, de maneira a reduzir a necessidade de aterros e depósitos, a empresa consegue retornar cerca de 97% do resíduo processado como coproduto, restando 3% de rejeito, sendo um gargalo atual da cadeia produtiva.

4.3.1.3 Enquadramento e alinhamento com os atores do sistema

À medida que a quantidade de membros que participam de uma rede cresce, o número de relacionamentos potenciais aumenta exponencialmente e com ela, o nível de complexidade da governança (Provan; Kenis, 2008). Desse modo, os membros do piloto são enquadrados em arranjos de categorias, facilitando a acomodação e coordenação das necessidades e atividades das várias organizações e o entendimento da função de cada uma dentro do sistema (Quadro 6).

Quadro 6 - Enquadramento dos membros do piloto linha branca de acordo com o modelo de trabalho estabelecido pelo HubEC.

Categoria Ativadores	Categoria Provedores	Categoria Apoiadores
Empresa ‘A’	Empresa ‘C’	Empresa ‘F’

	Empresa ‘D’	
Empresa ‘B’	Empresa ‘E’	UFPE

Fonte: A autora (2023).

As empresas ‘A’ e ‘B’ ocupam a categoria de ativadores por serem pioneiras no mercado, por possuírem forte representatividade na transição circular, através de suas políticas, metas, posicionamento, produtos e serviços, sendo capazes de impulsionar e direcionar a sua cadeia de valor. As empresas ‘C’, ‘D’ e ‘E’ estão na categoria de provedores por oferecerem soluções circulares de modo a auxiliar novas práticas e viabilizar novos modelos de negócios. Já a empresa ‘F’ e a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) se enquadram na categoria apoiadores por representarem instituições que juntas possuem o papel de acelerar a transição através de seu *network* e sua expertise. O quadro 7 a seguir mostra a descrição do segmento de atuação de cada uma delas (Quadro 7):

Quadro 7 – Descrição do segmento de atuação dos membros do piloto linha branca.

Membros	Categoria	Descrição
A	Ativador	Segunda maior fabricante de eletroeletrônicos do mundo
B	Ativador	Maior multinacional brasileira produtora de aço
C	Provedor	Uma das principais fabricantes mundiais de materiais poliméricos de alta qualidade e seus componentes
D	Provedor	Resinas recicladas, 100% pós-consumo e industriais
E	Provedor	Fornece soluções de alta tecnologia fabricando maquinário industrial com sistemas avançados de coleta e classificação que otimizam a recuperação de recursos
F	Apoiador externo	Desenvolve projetos que envolvam poliuretano de alta qualidade e performance, oferecendo conhecimento e as soluções mais inovadoras
UFPE	Apoiador externo	Uma das melhores universidades do País, em ensino (graduação e pós-graduação) e pesquisa científica, sendo a melhor do Norte-Nordeste segundo avaliações dos Ministérios da Educação (MEC) e de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Fonte: A autora (2023).

Em uma EC os processos podem ser projetados para eliminar os impactos ambientais ao passo que trazem retorno financeiro (PACE, 2019). Com base nisso, são empregados esforços para a prática de estratégias que estendam o ciclo de vida dos materiais, recuperem produtos, recursos e desenvolvam novas tecnologias baseadas no conceito da circularidade. Neste sentido atuam as empresas provedoras, conduzindo as organizações que utilizam seus serviços a um caminho sustentável.

A empresa-membro ‘C’ é uma líder global em materiais de alto desempenho, com forte atuação no desenvolvimento de soluções circulares e sustentáveis para a indústria química e de plásticos. Sua principal contribuição ao mercado está no fornecimento de polímeros inovadores que atendem setores como automotivo, construção civil, eletroeletrônicos, móveis e embalagens. Sua atuação no mercado é marcada pelo foco em EC, inovação em materiais, parcerias estratégicas e compromissos ambientais.

Promove a transição para modelos de negócios circulares, investindo em tecnologias que permitam o reaproveitamento de resíduos poliméricos, a substituição de matérias-primas fósseis por alternativas renováveis e o desenvolvimento de produtos projetados para reciclagem. Trabalha a inovação dos materiais com o desenvolvimento de poliuretanos, policarbonatos e revestimentos com alto desempenho técnico, buscando constante reduzir sua pegada de carbono e aumentar a durabilidade e reciclabilidade dos materiais.

Além disso, realiza parcerias estratégicas atuando em conjunto com outros players da cadeia de valor, promovendo projetos colaborativos com foco em sustentabilidade, como parte de sua agenda de transformação industrial circular, tudo isso respeitando os compromissos ambientais com metas ambiciosas de neutralidade de carbono e circularidade, buscando não apenas reduzir emissões em suas operações, mas também ajudar seus clientes a alcançarem metas ambientais.

A empresa-membro ‘D’ atua na área de circularidade do plástico, de resinas recicladas (100% pós-consumo e industriais), que substituem a resina plástica virgem (de fontes não renováveis). Oferta peças com alta tecnologia de engenharia, produzidas com plástico reciclado. Peças como dormentes, passagens de nível, e de pedestres e calços, com foco principal em ferrovias, áreas portuárias, logística, entre outras. Compósitos de plástico para substituir a madeira, concreto, aço, fibra de vidro e outros materiais, conciliando o aumento de performance e a redução de impacto ao meio ambiente.

Possui foco na gestão de resíduos, aplicando seu conceito de valorização do plástico usado e cuidado com o meio ambiente. Recolhe resíduos gerados por indústrias, comércio e grandes geradores, garantindo o retorno desse insumo valioso à cadeia produtiva e assegurando

o descarte correto apenas do que for mínimo e estritamente necessário. Como parte desse processo, a empresa oferta resinas recicladas de Polipropileno (PP) e Polietileno de Alta Densidade (PEAD) de alta qualidade, produzidas 100% a partir de resíduos plásticos pós-consumo, com origem totalmente rastreada e certificação global *Recyclclass*.

A empresa-membro ‘E’ é globalmente conhecida por sua liderança em tecnologias de separação e coleta automatizada voltadas para a EC. Desenvolve soluções baseadas em sensores avançados para triagem de resíduos, reciclagem, mineração e alimentos, com o objetivo de otimizar o uso de recursos naturais e reduzir desperdícios.

No setor de reciclagem, a empresa é referência mundial em sistemas de coleta reversa, especialmente em máquinas de depósito de embalagens pós-consumo *reverse vending machines* (RVM), amplamente utilizadas em programas de logística reversa e sistemas de depósito-retorno. Sua tecnologia permite uma triagem precisa de materiais recicláveis, como plásticos e metais, garantindo maior pureza dos materiais recuperados e viabilidade econômica para a reinserção desses insumos na cadeia produtiva.

Pesquisa e desenvolvimento têm sido tratados como estratégia de explorar vantagens competitivas e inovações, a fim de competir em um ambiente cada vez mais globalizado (Barros, 2021). Com sua expertise, a categoria de apoiadores representada pela empresa ‘G’ e pela Universidade Federal de Pernambuco auxilia toda a rede na criação de soluções circulares.

A empresa-membro ‘F’ é referência em solucionar problemas no setor industrial em projetos que envolvam Poliuretano (PU), além de ter ampla visão e capacidade de implementação de novas aplicações deste material. Por sua equipe técnica altamente qualificada, apta a estudar as aplicações junto a seus clientes e a desenvolver qualquer tipo de projeto que utilize o PU, a empresa teve papel fundamental no desenvolvimento de novos campos de aplicação para este elastômero de propriedades ricas no Brasil.

A incorporação de uma EC requer um conhecimento dos contextos locais para conceber intervenções tecnológicas, sociais e econômicas consideráveis. Neste sentido a UFPE desempenhou um papel estratégico no piloto, atuando como parceira científica e institucional. Com reconhecida excelência acadêmica e experiência aplicada em projetos de sustentabilidade e inovação tecnológica na região, a UFPE contribuiu com a modelagem metodológica da transição circular e com a articulação de conhecimentos interdisciplinares necessários à experimentação. Sua atuação também possibilitou a integração entre as soluções técnicas desenvolvidas pela empresa ‘F’ e os objetivos sistêmicos do piloto, fortalecendo o vínculo entre academia, indústria e sociedade.

Ficou evidente, nas diversas reuniões realizadas pelos membros do piloto, que conexões inusitadas entre diferentes setores podem trazer soluções inovadoras. Através do conhecimento compartilhado, da combinação de interesses e do reconhecimento do valor desta integração ampla de atores, é possível viabilizar a recuperação de insumos valiosos, garantindo a logística reversa de produtos ao final da sua vida útil e permitindo a remanufatura, recondicionamento e a formação de ciclos fechados de valor para diferentes materiais. Para isso o compartilhamento de informações e dados se faz indispensável.

A confiança é um dos fatores principais para desempenho e sustentabilidade de uma governança em rede (Provan; Kenis, 2018). Com intuito de garantir a confiabilidade entre os membros e pela necessidade de viabilizar o desenvolvimento de projetos conjuntos, com a interação de processos internos, coleta e troca de dados sobre especificações técnicas e comerciais de acesso restrito, as empresas integrantes do piloto linha branca assinaram documentos *Non-Disclosure Agreements* (NDAs), formalizando o compromisso com a discrição e os cuidados necessários com a divulgação de dados confidenciais (E4CB, 2022b).

A validação do interesse entre as partes interessadas demonstra um comprometimento genuíno das empresas na busca de soluções integradas com transparência e segurança. A assinatura dos NDAs permite o trabalho com dados e informações além daquelas disponíveis no domínio público, possibilitando avanços práticos e direcionados às necessidades do projeto.

4.3.1.4 Definição das fronteiras do projeto: setor de atuação e área geográfica

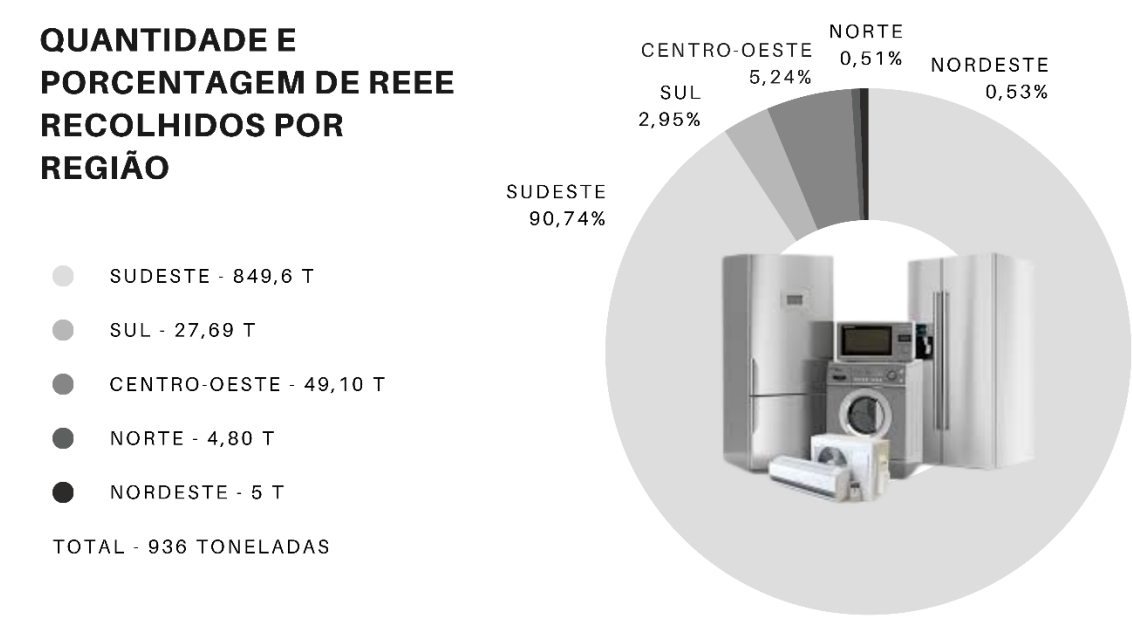
Como visto anteriormente as etapas do projeto podem ocorrer de forma cíclica e simultânea, sendo assim, a escolha da região em que o piloto é desenvolvido foi realizada entre os membros concomitantemente a etapa de engajamento. O setor de linha branca foi escolhido por ser o campo de atuação da empresa ‘A’.

Para a escolha da Região Metropolitana de Recife (RMR), sendo a região geográfica de atuação do piloto, alguns pontos estratégicos foram levados em consideração, são eles:

- i) Representar o segundo maior mercado de vendas da empresa ‘A’;
- ii) Presença de uma planta da empresa ‘B’ com 100% da sua produção proveniente de sucata metálica; e
- iii) Estar localizada no Nordeste, o qual possui grande potencial e necessidade de investimentos no desenvolvimento de soluções tecnológicas para o setor de resíduos eletroeletrônicos.

Segundo a Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE), a região Nordeste ocupou o 4º lugar das 5 regiões brasileiras no tocante ao quantitativo total de produtos eletroeletrônicos recuperados no ano de 2021 pelo SLR estabelecido pelo Decreto nº 10.240 (Figura 23).

Figura 23 – Relação da quantidade de REEE de linha branca recolhidos pelo SLR da ABREE em porcentagem e por região em 2021.



Fonte: A autora (2024).

No segundo relatório anual de atividades publicado pela associação, referente as atividades do ano de 2022, o Nordeste subiu uma posição, ocupando agora a 3ª região com maior volume total coletado (Quadro 8).

Quadro 8 – Quantitativo de REEE coletado individualmente por região e volume total consolidado nos anos de 2021 e 2022.

Região	Quantidade coletada (%)	
	2021	2022
Sudeste	90,74	59,1
Sul	2,95	35,3
Centro-oeste	5,24	1,7
Norte	0,51	0,1
Nordeste	0,53%	3,8%
Volume total	936t	15.350,03t

Fonte: A autora, adaptado de ABREE (2022, 2023).

Essa melhoria pode ser interpretada como resultado de ações incrementais de articulação, engajamento de atores locais, fortalecimento de infraestrutura e amadurecimento institucional (ABREE, 2022, 2023). Ainda que o SLR vigente continue apresentando limitações estruturais, a ascensão de posição evidencia o potencial da região Nordeste de ampliar sua contribuição à circularidade nacional, e reforça a necessidade de estruturas de governança territorializadas e adaptativas, capazes de induzir maior equidade e eficácia regional no cumprimento das metas de logística reversa.

4.3.2 Etapa 2: Diagnóstico

4.3.2.1 *Análise do cenário público: visão externa sobre políticas públicas e requisitos legais*

Políticas bem-sucedidas para a gestão dos REEE exigem cooperação e coordenação entre governos, setor privado, sociedade civil e consumidores. O desenvolvimento de parcerias multissetoriais é essencial para criar sistemas eficazes de governança (Baldé *et al.*, 2024). Políticas públicas, requisitos legais e normatizações são instrumentos da governança pública (de cima para baixo) que possibilitam o alinhamento dos papéis e expectativas das partes interessadas para as transições da EC. Apesar de existirem políticas públicas relacionadas à gestão de REEE, muitas ainda carecem de maturidade e efetividade. Nesse sentido é crucial a análise dos possíveis efeitos de tais instrumentos durante todo o processo de implementação do modelo de governança circular (Quadro 9).

Quadro 9 - Políticas públicas aplicáveis ao setor de eletroeletrônicos de linha branca.

Instrumento	Ano	Especificação
Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)	2010	- Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos - Logística Reversa
Acordo Setorial	2019	Estruturação, implementação e operação de Sistema de Logística Reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes
Decreto nº 10.240	2020	Replica o conteúdo do Acordo Setorial
Decreto nº 10.936	2022	Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos

Fonte: A autora (2023).

A Lei nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), regulamenta a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, entre todos os atores da cadeia (município, consumidor, comerciante, distribuidor, importador e fabricante); a logística reversa; além de estabelecer metas e incentivos para a gestão de resíduos sólidos, incluindo os REEE.

O cidadão no papel de consumidor como usuário dos produtos, possui a responsabilidade pelo descarte ambientalmente adequado dos REEE nas condições estabelecidas e nos locais indicados pelos sistemas de logística reversa. O setor privado, representados pelos comerciantes, distribuidores, importadores e fabricantes é responsável pelo gerenciamento ambientalmente adequado dos REEE, o que inclui, sua reincorporação na cadeia produtiva, implementação de inovações que gerem benefícios socioambientais, assim como o uso racional dos materiais e adoção de medidas que previnam a poluição do meio ambiente. Para o Poder Público cabe a responsabilidade na fiscalização do processo e, em conjunto com os demais atores responsáveis pelo sistema, promover a conscientização e educação da população.

O Acordo Setorial de 2019 representa a concretização de um importante instrumento previsto no art. 8.º, Inciso XVI da PNRS. Possui natureza contratual de formalização das responsabilidades compartilhadas entre União, por intermédio do MMA, organizações (empresas, associações e entidades gestoras) e sociedade civil, no qual todos se comprometem a realizar uma série de ações específicas para atender à PNRS, entre as quais estão a estruturação, implementação e operacionalização do gerenciamento dos produtos eletroeletrônicos.

Em isonomia com o Acordo Setorial e criando regras mais específicas à PNRS, o Decreto 10.240/2020 de natureza normativa, regulamenta o inciso VI do *caput* do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305/2010, e complementa o Decreto nº 9.177/2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico. Em suma, seu conteúdo não difere do Acordo Setorial, os deveres impostos pelos dois documentos são os mesmos, porém, se diferenciam em relação a natureza jurídica, alcance e obrigatoriedade, representando o Decreto um meio de reforçar as obrigações estabelecidas pelo acordo.

A ENEC representa um marco nas políticas públicas brasileiras voltadas à transição para modelos produtivos pautados na circularidade. O setor de eletroeletrônicos de linha branca, possui o papel estruturante ao promover diretrizes que articulam *design* sustentável, produção limpa, consumo responsável e gestão adequada do pós-consumo desses bens.

Sua aplicação ocorre, sobretudo, por meio do incentivo à incorporação de princípios de circularidade desde a fase de concepção dos produtos. Isso envolve estimular o ecodesign, com foco em durabilidade, modularidade, eficiência energética e facilidade de desmontagem e reparo. Além disso, reforça a importância da rastreabilidade e da reutilização de materiais críticos e metais presentes nos eletrodomésticos, articulando o setor industrial com cadeias de reuso e reciclagem.

Outro aspecto relevante é sua conexão com políticas públicas anteriores, com a PNRS, o Decreto nº 10.240/2020, que regulam a logística reversa no Brasil e o Decreto nº 10.936/2022 que regulamenta a Lei nº 12.305/2010. A estratégia nacional amplia a abordagem desses instrumentos ao trazer uma visão sistêmica e de ciclo fechado para os produtos eletroeletrônicos, estimulando modelos de negócio como ‘produto como serviço’, recondicionamento e remanufatura, que prolongam a vida útil dos equipamentos e reduzem a extração de recursos naturais.

Com a construção da PNEC (2025–2034), espera-se que a ENEC seja desdobrada em ações específicas para o setor de linha branca, promovendo a territorialização das metas e o fortalecimento de capacidades locais para implementação de soluções circulares. Nesse sentido, a ENEC representa uma oportunidade para alinhar o setor eletroeletrônico brasileiro às melhores práticas internacionais e às exigências de mercados que já adotam critérios ambientais, sociais e de circularidade em suas cadeias globais.

Por ser o principal instrumento normativo do qual serão pautadas as ações no piloto linha branca, faz-se necessário lançar luz sobre alguns pontos relevantes estabelecidos pelo Decreto nº 10.240/2020, em seu modelo de adesão e cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente.

Em relação à estruturação e implementação do SLR, fica a critério das empresas a escolha do modelo que melhor se encaixe em seu perfil, podendo esse ser coletivo (operacionalizado por entidade gestoras que respondem legalmente por uma rede de empresas associadas), ou podendo ser individual (operacionalizado pela própria empresa ou por terceiros, excluindo-se a participação de entidades gestoras).

O cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente, refere-se ao quanto o sistema terá que coletar, tendo como base de cálculo a quantidade de produtos eletroeletrônicos colocados no mercado interno pelas empresas-membro da entidade gestora do SLR coletivo ou pela empresa adepta ao SLR individual, no ano de 2018 (Quadro 10).

Quadro 10 – Cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente pelo SLR.

Ano 1 - 2021	Ano 2 – 2022	Ano 3 - 2023	Ano 4 - 2024	Ano 5 - 2025
1%	3%	6%	12%	17%

Fonte: Brasil (2020).

Nota: Os demais pontos relevantes do decreto referentes às ações do projeto são especificados e analisados no decorrer do documento.

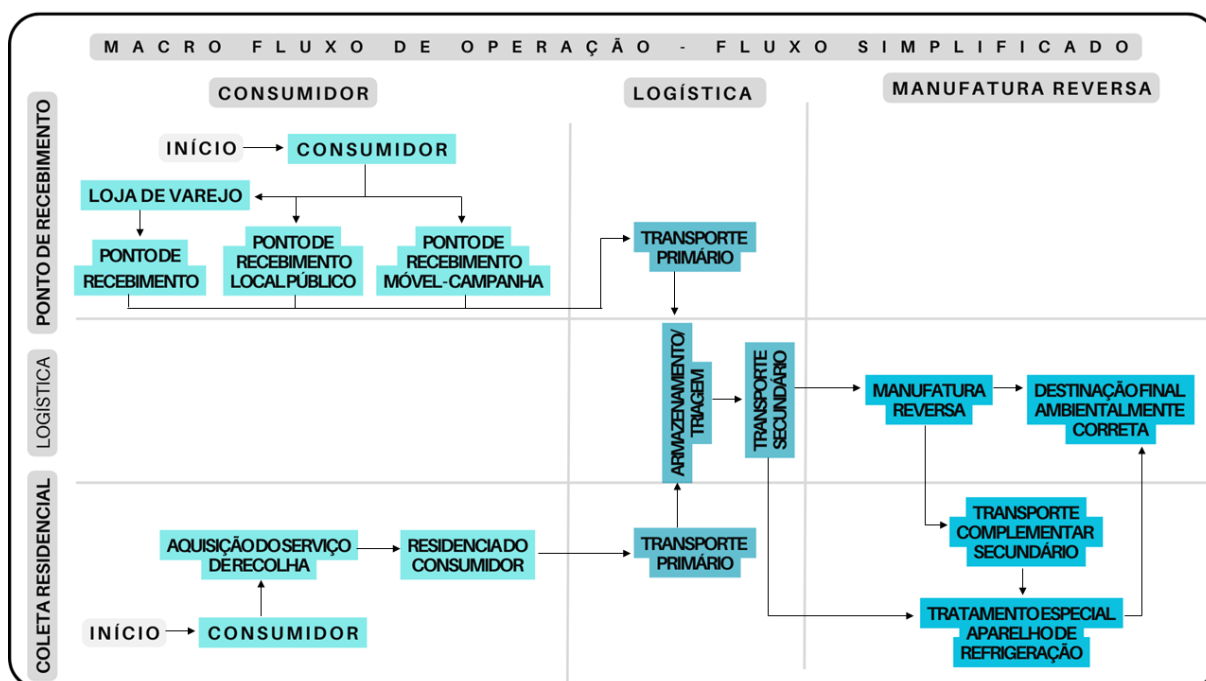
4.3.2.2 *Análise operacional do sistema linear: mapeamento dos critérios*

A análise operacional do sistema linear foi realizada com base no Manual Operacional Básico disponibilizado no sítio eletrônico do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos (SINIR). Este documento contém diretrizes e orientações técnicas para manuseio, transporte e armazenamento correto dos produtos eletroeletrônicos dentro de um SLR. O SLR pode variar de acordo com o tipo de produto que está sendo retornado. Como o piloto é aplicado aos eletroeletrônicos de linha branca, essa alteração só será necessária aos aparelhos de refrigeração. De forma geral o SLR apresenta como um macrofluxo de operação as seguintes etapas (Figura 24):

- 1- O descarte do REEE é realizado pelo consumidor em um dos pontos de recebimento, seja esse em loja de varejo, local público ou em alguma campanha itinerante. A depender do fabricante ou do SLR da região o consumidor também pode realizar o descarte pelo serviço de coleta residencial;
- 2- No campo logístico, é realizado o transporte primário para uma unidade de armazenamento/triagem de produtos eletroeletrônicos, assim como a gestão do volume dos produtos para solicitação de retirada (transporte secundário) feita por um agente logístico;
- 3- No campo da manufatura reversa, os REEE podem seguir diretamente para a destinação ambientalmente correta ou, no caso de aparelhos de sistema de refrigeração, ser encaminhados para tratamento especial, requisito preliminar a uma destinação ambientalmente adequada.

O documento descreve a etapa de reciclagem e destinação final ambientalmente adequada como a realização da separação dos produtos coletados pelo SLR. Consiste na segregação por linha, tipo de produto e/ou tecnologia específica para destinação final onde apenas os acessórios poderão ser removidos. A desmontagem pode ser realizada de forma manual, mecânica ou mista, ficando a critério da eficiência obtida a cada tipo de REEE a ser tratado. As empresas responsáveis por essas atividades devem cumprir as legislações vigentes.

Figura 24 – Esquema ilustrativo do macroprocesso do SLR.



Fonte: A autora, adaptado de Manual Operacional Básico SLR (2019).

O atual SLR proposto pelo manual e firmado pelo Decreto nº 10.240/2020 é aqui submetido a uma análise operacional do sistema linear, pois apresenta a destinação final ambientalmente adequada em seu quadro de soluções de forma vaga, geral e sem especificar como pode ser efetivado com a adoção de melhores práticas. Ressalta-se que de acordo com a PNRS a destinação ambientalmente adequada compreende as etapas de reutilização, reciclagem, recuperação e aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes, não excluindo a possibilidade da disposição final em aterro sanitário. Vale observar também que a mesma lei estabelece uma ordem de prioridades em relação à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, a qual não é citada e considerada pelo SLR.

De forma complementar e com o intuito de ampliar a compreensão do macrofluxo operacional, agora aplicado ao SLR do REEE, a Figura 25 apresenta o fluxo atual de maneira detalhada, facilitando futuras comparações com os novos fluxos que serão propostos pela governança circular. O Fluxo linear operacionalizado atualmente está incorporado ao Sistema Coletivo de Logística Reversa. Nele, 58 empresas que representam 194 marcas no mercado nacional são representadas pela Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos (ABREE) entidade gestora constituída por fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, e que atende aos requisitos técnicos de gestão, estrutura, implementa e operacionaliza o sistema de logística reversa de que trata o Decreto nº 10.240.

Figura 25 – Macrofluxo operacional detalhado aplicado aos REEE.



Fonte: A autora (2025).

A entidade gestora possui 4.997 pontos de recebimento, entre eles: lojas das empresas varejistas parceiras; centrais de LR e ecopontos dos municípios conveniados; plantas dos prestadores de serviço parceiros (recicladores e cooperativas); coleta domiciliar em determinados raios de CEP; e campanhas itinerantes de arrecadação, com atuação distribuída em 1.360 municípios do Brasil.

Os REEE coletados são encaminhados via atores logísticos para recicladores e empresas de manufatura reversa parceiras, que por sua vez, realizam a destinação ambientalmente adequada e prestam contas do volume de REEE recuperado pelo sistema à entidade gestora ABREE, é importante ressaltar a falta de representatividade desses atores da ponta da cadeia na região nordeste, onde apenas 2 de todos os 23 parceiros encontram-se no Rio Grande do Norte e na Paraíba.

A ABREE consolida todas as informações de volume reciclado, por tipo de equipamento e por região, fazendo o cruzamento entre o volume recebido x metas definidas (com base no peso médio dos produtos comercializados no ano de 2018), volume efetivamente reciclado x volume coletado, pesos comprovadamente reciclados x limites por empresa associada. Com esses dados, são produzidos os relatórios técnicos que são encaminhados para o Grupo de Acompanhamento de Performance (GAP) e ao MMA. Como resultados, todos os anos são disponibilizados via plataforma do SINIR o Relatório Anual de Desempenho da entidade gestora em questão, comprovando à sociedade o atendimento às necessidades legais dos seus associados.

4.3.2.3 Análise do cenário organizacional: visão interna sobre compromissos setoriais, questões tributárias e fiscais

Por ser uma das líderes mundiais na fabricação de eletroeletrônicos de linha branca, a empresa ‘A’ possui a responsabilidade legal em atender à legislação pertinente ao setor. Desde a assinatura do Acordo Setorial em 2019 até a vigência do Decreto nº 10.240/2020, a empresa optou pela estruturação e implementação de um Sistema de Logística Reversa no formato coletivo, cuja operacionalização é delegada a uma entidade gestora.

O art. 33. do referido decreto traz como obrigações a serem realizadas pelos fabricantes:

- Realizar destinação final ambientalmente adequada, preferencialmente para reciclagem, a totalidade dos produtos eletroeletrônicos que forem recebidos pelo sistema;
- Conceder informações ao Grupo de Acompanhamento de Performance os critérios objetivos para a realização do cálculo do balanço de massa de produtos eletroeletrônicos, observados os parâmetros estabelecidos no art. 48, especialmente no tocante à estimativa do peso médio unitário de cada um dos produtos comercializados no mercado interno no ano-base de 2018; e a atualização periódica das estimativas de acordo com a evolução do peso dos produtos em diferentes anos-base;
- Participar da execução dos planos de comunicação e de Educação Ambiental;
- Conceder aos órgãos integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), quando solicitado, o relatório para verificação do cumprimento das ações de sua responsabilidade previstas no Decreto.

Vale ressaltar que, as obrigações dos fabricantes participantes de SLR coletivo são cumpridas por meio de entidades gestoras, em conformidade com instrumento jurídico aplicável.

A empresa 'A' é uma das 58 empresas representadas pela ABREE. A entidade gestora tem como responsabilidade o gerenciamento do sistema, realizando a contratação, fiscalização e auditoria dos serviços prestados por terceiros para a implementação e operacionalização do sistema coletivo de logística reversa em questão.

É ela quem oferece às associadas a garantia da destinação ambientalmente adequada para os produtos eletroeletrônicos de uso doméstico, gera informação para todos os atores do ecossistema, busca redução de custos operacionais/logísticos e a obtenção de economia de escala, além de propor soluções inovadoras, eficientes e eficazes, na busca das melhores práticas para o atendimento da PNRS.

Segundo o Decreto nº 10.240/2020 em seu art. 27 compete às unidades gestoras, as seguintes funções:

- Declarar de forma coletiva os resultados do SLR, especificando os produtos eletroeletrônicos comercializados no mercado interno (ano-base de 2018) e dos produtos encaminhados à destinação final ambientalmente adequada, de forma a evidenciar o cumprimento das metas por suas empresas associadas;
- Assistir continuamente a estruturação, a implementação, a operação e a gestão do SLR, representando os interesses das empresas associadas; e
- Apresentar relatórios para fins de verificação do cumprimento das ações de sua responsabilidade previstas no decreto, resguardado o sigilo das informações, caso solicitação e justificativa das empresas.

Esses relatórios são apresentados anualmente ao MMA até o dia 31 de março de cada ano, com as informações e os dados obtidos no período de 1º de janeiro a 31 de dezembro do ano anterior, também devem ser fornecidos pelas empresas que optarem por operar em um sistema de modelo individual. O relatório deve ter como conteúdo mínimo:

- A relação dos Municípios atendidos pelo sistema de logística reversa;
- A relação com a identificação e os endereços dos pontos de recebimento;
- O peso dos produtos eletroeletrônicos recebidos pelo sistema de logística reversa;
- A média ponderada do peso unitário por tipo de produto no ano-base de 2018;
- A relação das empresas recicladoras utilizadas, incluído o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), o peso dos produtos eletroeletrônicos recepcionados e a situação das empresas perante o órgão de controle ambiental;
- As informações sobre o *status* do cumprimento das metas pactuadas;
- Os dados e as informações sobre a execução dos planos de comunicação e de Educação Ambiental não formal;

- E outros aspectos relevantes para o acompanhamento da performance do sistema de logística reversa (Art. 56, BRASIL, 2020).

Nesse contexto, o MMA ciente da necessidade de estruturação dos conteúdos dos relatórios de resultados para o SLR, dispõe em seu sítio eletrônico um modelo apresentando as orientações básicas, com intuito de direcionar as entidades gestoras e os sistemas individuais para a elaboração dos relatórios anuais de forma padronizada, mas que assegura o respeito às especificidades de cada sistema específico.

A ABREE atendendo o previsto no art. 56 do Decreto n. 10.240/2020, divulgou 2 Relatórios Anuais de Desempenho do SLR de eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico, relativo aos anos de 2021 e 2022, contendo a comprovação e resumo das ações e metas cumpridas pelas empresas, apresentação de dados, informações e outros aspectos relevantes para o acompanhamento e avaliação da performance do SLR da entidade (Quadro 11).

Quadro 11 – Atendimento aos requisitos impostos pelo art. 56 do Decreto nº 10.240/2020 pela ABREE.

Conteúdo mínimo para elaboração do relatório de acordo com o Decreto nº 10.240/2010	Informações apresentadas no Relatório de Acompanhamento Anual da ABREE	
	2021	2022
Relação dos Municípios atendidos pelo Sistema de Logística Reversa	Cobertura em todo território nacional estando presente em 1.224 municípios (vide anexo III p.40, relatório)	Presença em 1.370 municípios, nos 26 estados e no Distrito Federal
Relação com a identificação e os endereços dos pontos de recebimento	Mais de três mil pontos de recebimento (vide anexo II p.40, relatório)	4.997 pontos de recebimento (vide anexo IV p.19, relatório)
Peso dos produtos eletroeletrônicos recebidos pelo SLR	1.245 toneladas de resíduos eletroeletrônicos e eletrodomésticos	15.350 toneladas de eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico
Média ponderada do peso unitário por tipo de produto no ano-base de 2018	Não conforme	Não conforme
Relação das empresas recicladoras utilizadas, incluído CNPJ, o peso dos produtos eletroeletrônicos recepcionados e a situação das empresas	7 empresas recicladoras distribuídas na região Sul e Sudeste (Vide p.30, relatório)	23 parceiros de manufatura reversa distribuídos nas regiões: Nordeste,

perante o órgão de controle ambiental		Centro-oeste, Sul e Sudeste (Vide p.26, relatório)
Informações sobre o <i>status</i> do cumprimento das metas pactuadas	Declarou que cumpriu parcialmente a meta anual estabelecida (Vide p.21, relatório)	Declarou que cumpriu parcialmente a meta anual estabelecida (Vide p.4, relatório)
Dados e informações sobre a execução dos planos de comunicação e de Educação Ambiental não formal	Presentes no relatório, porém não atendem todos os requisitos previsto no art. 42 do decreto que trata do conteúdo mínimo para elaboração do plano de comunicação (Vide p.36, relatório)	Aprovado sem ressalvas. (Vide p.32, relatório)
Outros aspectos relevantes para o acompanhamento da performance do SLR	De forma complementar ao exigido, os relatórios concluem falando sobre desafios perspectivas e visão de futuro.	

Fonte: A autora (2023).

Nota: os termos ‘recicladores’ e ‘parceiros de manufatura reversa’ utilizados nos relatórios, referem-se à mesma categoria de agentes responsáveis pela reciclagem dos resíduos.

A ABREE trouxe como destaque a estruturação de mais de 3.000 pontos de recebimento em mais de 1.200 municípios para o ano de 2021 e 4.997 pontos de recebimento em 1.370 municípios, nos 26 estados e no Distrito Federal no ano de 2022.

Destes, 26 municípios dos estados de Pernambuco receberam um total de 90 Pontos de Entrega Voluntária (PEV) (Figura 26) atendendo uma população de mais de 5 milhões de pessoas. A lista com as informações detalhadas dos municípios, número de PEVs e a população atendida encontra-se a seguir (Quadro 12).

Quadro 12 – Municípios de Pernambuco atendidos pelo SLR da ABREE.

Cód. Município IBGE	Município	Nº de PEV's		População estimada
		2021	2022	
2601102	Araripina	1	2	85.301
2601201	Arcoverde	1	1	75.295
2601706	Belo Jardim	1	1	76.930
2602100	Bom Conselho	1	1	48.975

2602902	Cabo de Santo Agostinho	1	2	210.796
2603454	Camaragibe	1	2	159.945
2604007	Carpina	2	2	85.131
2604106	Caruaru	6	10	369.343
2605202	Escada	1	1	69.701
2606002	Garanhuns	2	3	141.347
2606200	Goiana	3	3	80.345
2606408	Gravatá	1	1	85.309
2607208	Ipojuca	1	2	99.101
2607653	Itambé	1	1	36.495
2607901	Jaboatão dos Guararapes	3	7	711.330
2611101	Petrolina	4	5	359.372
2611606	Recife	22	29	1.661,017
2609600	Olinda	2	4	393.734
2610707	Paulista	2	3	336.919
2610806	Pedra	1	1	22.716
2612208	Salgueiro	1	1	61.561
2612505	Santa Cruz do Capibaribe	2	3	111.812
2613909	Serra Talhada	1	1	87.467
2614501	Surubim	1	1	66.192
2615409	Toritama	1	1	47.088
2616407	Vitória de Santo Antão	1	2	140.389
TOTAL	26	64	90	5.623,611

Fonte: A autora, adaptado de IBGE (2021); ABREE (2022).

Considerando que o estado de Pernambuco possui 184 municípios com uma população de 9.539,029 habitantes, sendo o segundo estado mais populoso da região Nordeste e o sétimo do Brasil (IBGE, 2024), o SLR operante na região abrange apenas 14,13% do território estadual,

atendendo pouco mais da metade da população pernambucana (52,41%). Esses números evidenciam uma desigualdade territorial significativa na implementação da logística reversa, em desacordo com os princípios de equidade, universalização e eficiência previstos no Decreto nº 10.240/2020.

Apesar do estado possuir densos centros urbanos e relevante capacidade logística instalada, o sistema vigente mostra-se concentrado em áreas economicamente mais atrativas, mais especificamente na RMR, deixando grandes regiões, à margem das políticas de circularidade. Esse desequilíbrio revela limitações estruturais e de governança do modelo coletivo atualmente adotado.

A sub-representação territorial da coleta seletiva formalizada compromete não apenas o alcance das metas quantitativas, mas sobretudo a efetividade dos objetivos socioambientais do sistema. Além disso, o fato de 47,59% da população ainda não dispor de pontos de entrega voluntária ou sistemas equivalentes fragiliza os esforços de engajamento e educação ambiental, dificultando a consolidação de uma cultura circular em escala estadual.

O Anexo II presente no relatório de desempenho anual da ABREE disponibiliza uma extensa relação contendo todos os pontos de recebimento cadastrados pela associação. Esses pontos de recebimento também podem ser verificados pelo site da ABREE. A associação disponibiliza além de vários pontos comerciais que recebem os REEE a opção de uma empresa de manufatura reversa que atua na Região Metropolitana de Recife. Outras 6 empresas que exercem suas atividades como recicladoras são listadas no Anexo IV como PEVs. Essas possuem o potencial de constar na relação das empresas de manufatura reversa utilizadas pelo sistema da ABREE, porém no momento estão apenas disponíveis como pontos de recebimento (Quadro 13).



Nota: As cores do mapa acima correspondem às microrregiões do estado de Pernambuco.

Quadro 13 – Empresa listada como recicladora e pontos de recebimento de REEE no SLR da ABREE em Pernambuco.

Nome do PEV	Tipo do PEV	CEP	Localização
CRN – Centro de Reciclagem do Nordeste	Ponto de recebimento em consolidação e manufatura	50.090-070	São José - Recife
Cooperativa Central de Comercialização	Ponto de recebimento	54.335-160	Prazeres – Jaboatão dos Guararapes
CTR Caruaru	Ponto de recebimento	55.002-970	Distrito Lajedo do Cedro - Caruaru
ECODMAIS	Ponto de recebimento	50.090-000	São José - Recife
Fênix Reciclagem	Ponto de recebimento	54.495-235	Barra de Jangada - Jaboatão dos Guararapes
Fênix Reciclagem Bongí	Ponto de recebimento	22.611-606	Bongí - Recife
Recology	Ponto de recebimento	52.111-030	Bomba do Hemetério - Recife

Fonte: A autora, adaptado de ABREE (2024).

Essa lacuna deve ser revista pelo sistema, pois, se caso as seis empresas listadas como ponto de recebimento estão atuando não só na coleta dos materiais, mas também na reciclagem, precisam estar obrigatoriamente em conformidade com o art.13 do Decreto nº 10.240/2020, o qual fala que apenas integrarão o SLR os recicladores que:

- Obtiverem licença dos órgãos ambientais competentes integrantes do Sisnama;
- Forem habilitados pelas empresas ou pelas entidades gestoras e, quando necessário, pelos órgãos do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atendimento à Sanidade Agropecuária (SUASA);
- Atenderem às normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT NBR 16156:2013 e NBR 15833:2018, quando cabíveis.

Devido às características dos materiais e compósitos presentes em aparelhos de linha branca, seu manuseio e tratamento requerem padrões para a identificação e monitoramento nos processos de remoção dos compósitos perigosos, assegurando destinação ambientalmente adequada, sendo indispensável o atendimento dos métodos e procedimentos estabelecidos pelas

normas ABNT 16156:2013 Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos — Requisitos para atividade de manufatura reversa e ABNT 15960:2021 Fluidos refrigerantes — Recolhimento, reciclagem e regeneração (3R) — Procedimento.

Durante um levantamento de informações realizado por telefone com as recicladoras (listadas como ponto de recebimento no site da entidade gestora) foi questionado se recebiam resíduos de equipamentos eletroeletrônicos como ar-condicionado, fogões e geladeiras, e se eram associadas à ABREE. Todas as recicladoras consultadas confirmaram ambas as informações. Em seguida, foi indagado sobre a habilitação conforme as normas ABNT NBR 16156:2013 e NBR 15833:2018, sendo que apenas uma delas declarou operar em conformidade com essas normativas.

Este dado revela uma dissonância crítica entre a formalidade institucional promovida pela entidade gestora e os critérios técnicos exigidos para assegurar a rastreabilidade, segurança e qualidade do processo de reciclagem, especialmente para produtos de linha branca, dos quais contém componentes potencialmente perigosos e de alto valor agregado. A baixa aderência às normas ABNT, que estabelecem os requisitos para o desmonte e o tratamento adequado dos resíduos eletroeletrônicos, indica fragilidades na governança técnica/operacional do sistema vigente, e compromete os princípios da EC ao permitir fluxos de materiais sem o devido controle normativo eficaz.

Além disso, os resultados corroboram que o modelo atual carece de mecanismos robustos de monitoramento, auditoria e certificação técnica das agentes credenciados, o que fragiliza a confiabilidade do SLR perante consumidores, órgãos públicos e atores da cadeia reversa. A concentração de recicladoras declaradamente associadas à entidade gestora, mas em desconformidade com os marcos técnicos nacionais, reforça a necessidade de revisão dos critérios de homologação e fiscalização, promovendo maior alinhamento entre os compromissos declarados e a capacidade técnica operacional real dos seus serviços.

Ainda levando em consideração o Decreto nº 10.240/2020, em seu art. 51 e 52 referentes aos objetivos e metas, é cobrada a definição do peso dos produtos eletroeletrônicos comercializados no mercado interno no ano-base de 2018 considerando os dados declarados pelas entidades gestoras, para os modelos coletivos; e individualmente, para os modelos individuais. O artigo seguinte cita que a equivalência entre o peso dos produtos eletroeletrônicos descartados no SLR e o peso dos produtos eletroeletrônicos comercializados será obtida de acordo com o tipo do produto, conforme o resultado da média ponderada do peso unitário multiplicado pela quantidade comercializada no mercado interno (Brasil, 2020).

Respondendo aos referidos artigos, a quantidade total de eletroeletrônicos colocada no mercado em 2018 pelas empresas aderentes ao sistema de logística reversa da ABREE foi de 1.092.400t no ano 1 de 2021 e 1.905.743t no ano 2 de 2022. Essa variação no volume total decorre da mudança no número de empresas que aderem ao Sistema de Logística Reversa Coletivo a cada balanço anual. Com base no volume de 2022, foi realizada projeções para atendimento das metas nos anos subsequentes (Quadro 14).

Quadro 14 – Resultados e projeções do SLR da ABREE de acordo com o Decreto 10.240/2020.

Ano	1	2	3	4	5
Meta	1%	3%	6%	12%	17%
Vol. ABREE	10.924t	32.872t	65.744,58t	131.489,16t	186.276,31t
Vol. coletado	1.245t	15.350t	-	-	-
Alcance da meta ABREE	11,40%	46,70%	-	-	-

Fonte: A autora (2024).

Levando em conta possíveis projeções para o sistema de logística reversa de modelo individual, foram realizadas estimativas com dados disponibilizados pela empresa ‘A’, que colocou no mercado interno no ano de 2018, o volume de 252.078 toneladas de aparelhos eletroeletrônicos de linha branca, sendo 53 kg o peso unitário de cada produto. Adequando os dados internos ao cálculo de equivalência estabelecido pelo art. 52 temos:

- Média ponderado do peso unitário dos produtos de linha branca: 53kg;
- Quantidade comercializada no mercado interno: 4.756.200 milhões de produtos;

Resultado da média ponderada do peso unitário multiplicado pela quantidade comercializada no mercado interno:

- $53\text{kg} \times 4.756.200 \text{ unidades} = 252.078.600 \text{ kg}$
- $252.078.600 \text{ kg} / 1000 = 252.078 \text{ toneladas}$

Aplicando o resultado de acordo com o cronograma para atendimento da meta percentual a ser coletada e destinada anualmente, a empresa ‘A’, caso optasse por migrar do modelo coletivo para o modelo individual, deveria comprovar o seguinte quantitativo de produtos recuperados (Quadro 15):

Quadro 15 – Meta do SLR individual a ser alcançada pela empresa ‘A’ previsto no cronograma do Decreto 10.240/2020.

Ano 1 - 2021	Ano 2 - 2022	Ano 3 - 2023	Ano 4 - 2024	Ano 5 - 2025
1%	3%	6%	12%	17%
2.520,78t	7.562,34t	15.125,68t	30.249,36t	42.853,26t

Fonte: A autora (2023).

Considerando a quantidade de 1.092,400 de toneladas de eletroeletrônicos colocados no mercado pelas 58 empresas participantes do sistema coletivo da ABREE, a empresa ‘A’ com o quantitativo de 252.078 toneladas representa 23,07% do setor. Mesmo que o SLR operado no ano de 2021 pela ABREE trabalha-se apenas para atender à meta individual da empresa ‘A’, estaria em não conformidade, pois, das 10.924 toneladas REEE que deveria coletar para atender ao sistema coletivo, cumpriu somente 11, 39% da sua meta, recuperando 1.245 toneladas de REEE.

Na hipótese de descumprimento, sem justa causa, das obrigações previstas, a parte infratora fica sujeita às sanções administrativas, civis e penais previstas na legislação. Assim como a responsabilidade das empresas e das entidades gestoras será aferida de forma individualizada, com a avaliação do cumprimento das respectivas obrigações, observadas as competências fiscalizatórias do órgão competente do SISNAMA (Art 65;66, Brasil, 2020)

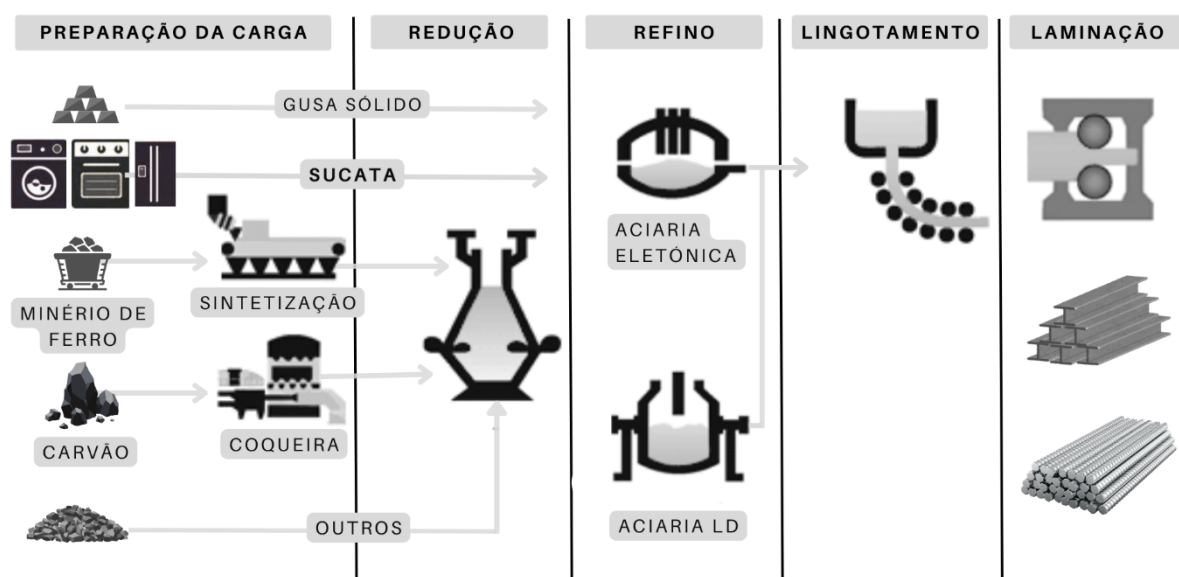
Em dezembro de 2022 o Ministério do Meio Ambiente, após avaliação do Relatório Anual de Desempenho de 2021 da ABREE, informou por meio de Ofício nº 7273, endereçado ao presidente da Associação, que a entidade gestora cumpriu as metas estabelecidas relativas à instalação de PEVs e à quantidade de embalagens coletadas (22% da quantidade colocada no mercado em 2018), porém não alcançou a meta relativa à quantidade de eletroeletrônicos coletados para destinação, portanto, em relação às metas estabelecidas, a entidade gestora e as empresas associadas que contam apenas com os resultados da ABREE estão em desconformidade perante o Decreto nº 10.240/2020.

No que se refere à apresentação do relatório de atividades, este foi apresentado tempestivamente, contudo o Plano de Comunicação apresentado não foi considerado satisfatório, necessitando de adequações e melhorias. Deste modo, o relatório foi aprovado com ressalvas (Ofício 7273/MMA, Brasil, 2022). O Relatório Anual de Desempenho do ano subsequente de 2022, apresentando os resultados do SLR de 2021 da entidade gestora foi aprovado pelo MMA sem ressalvas.

Incentivos são cruciais para mudar comportamentos dos consumidores e, em última análise, evitar que matérias-primas virgens sejam utilizadas cada vez mais (Circle Economy, 2024). Além de ser integrante do Sistema Coletivo de Logística Reversa, a empresa ‘A’ disponibiliza aos seus clientes, na compra de um novo eletroeletrônico, a aquisição do serviço de coleta e descarte consciente (*Take Back*). A empresa se responsabiliza por toda a logística de retirada do produto antigo no momento da entrega do novo e o encaminha para reciclagem em um de seus parceiros autorizados.

Para a realização do diagnóstico organizacional da empresa ‘B’, representante do setor siderúrgico, é importante primeiramente entender que no Brasil, existem duas rotas tecnológicas para a produção de aço: a rota integrada e a semi-integrada. A primeira produz aço a partir do minério de ferro e reúne três fases básicas de produção: redução, refino e laminação. A segunda tem sua produção a partir de sucata, e não possui a etapa de redução em seu processo (Figura 27).

Figura 27 – Processo de produção do aço em rota semi-integrada e integrada.



Fonte: A autora, adaptado IAB (2020).

Diversos benefícios são apreendidos de uma rota semi-integrada, a utilização de sucata como matéria-prima alternativa ao minério de ferro permite não só reduzir o consumo de recursos naturais não renováveis como também as emissões de GEE, geradas na etapa de redução realizada em uma rota integrada. Uma vez que o aço é produzido, seu ciclo de vida é infinito, sem perda de qualidade do material. Sua produção via rota semi-integrada sujeita-se à

disponibilidade de sucata e esta, por sua vez, está diretamente relacionada ao consumo de aço de cada região (IAB, 2020).

A empresa ‘B’ é a maior produtora brasileira de aço, uma das principais fornecedoras de aços longos nas Américas e de aços especiais no mundo. Em suas operações no Brasil, produz aços planos e minério de ferro para consumo próprio. A empresa também lidera o *ranking* de maior recicladora de sucata de aço da América Latina, chegando a 11 milhões de toneladas anuais, sendo 71% do aço produzido a partir de matéria-prima secundária reciclada.

Tem como fonte principal a obsolescência, a sucata descartada pela sociedade, como fogões, geladeiras, carros velhos, que são captadas pelos sucateiros parceiros, seguida pela sucata proveniente da atividade industrial, rejeitos da indústria metalmeccânica, de infraestrutura, automobilística, peças, máquinas e equipamentos.

A utilização de matérias-primas recicláveis no processo produtivo do aço traz diversos benefícios e reflete o compromisso da empresa com o desenvolvimento sustentável. Com a utilização de sucata como matéria-prima alternativa ao minério de ferro, reduz sua demanda pelo consumo de recursos naturais não renováveis, assim como as emissões GEE.

A fabricação de aço em uma rota semi-integrada exige versatilidade para processar os diferentes tipos de sucata, de modo a abastecer o forno elétrico, garantindo sua produtividade (toneladas de aço produzidas por unidade de tempo) assim como o custo competitivo do aço (John, 2009). Deste modo, faz-se necessário o conhecimento do tipo de sucata, suas características e o desenho de possíveis rotas de processamento para garantir a maior quantidade de ferro possível no processo.

Tendo em vista que as sucatas de obsolescência recebidas nos pátios de metálicos da unidade de estudo são constituídas por elementos dos mais variados possíveis, como lataria de automóveis, geladeiras, fogões, máquinas de lavar, dentre outros, foi realizado pela empresa ‘B’ um teste de gravimetria com uma carga de 758 kg de resíduos eletroeletrônicos de linha branca (geladeiras, fogões e máquinas de lavar) coletados a partir do programa *Take Back* da empresa ‘A’. O objetivo foi de conhecer as características físicas do resíduo em relação a cada componente presente na amostra total analisada, após seu processamento no triturador *shredder* (Figura 28).

O equipamento responsável pelo processamento da sucata é o triturador *shredder*, cujo a função é densificar a sucata para (i) reduzir o número de carregamentos no forno elétrico (ii) remover residuais que poderão contaminar o aço. O resíduo sólido gerado neste processamento é denominado de *fluff*, difere de acordo com sua granulometria (gráudo e miúdo), sendo sua geração relevante tanto em volume quanto em custo de destinação (Batista, 2014).

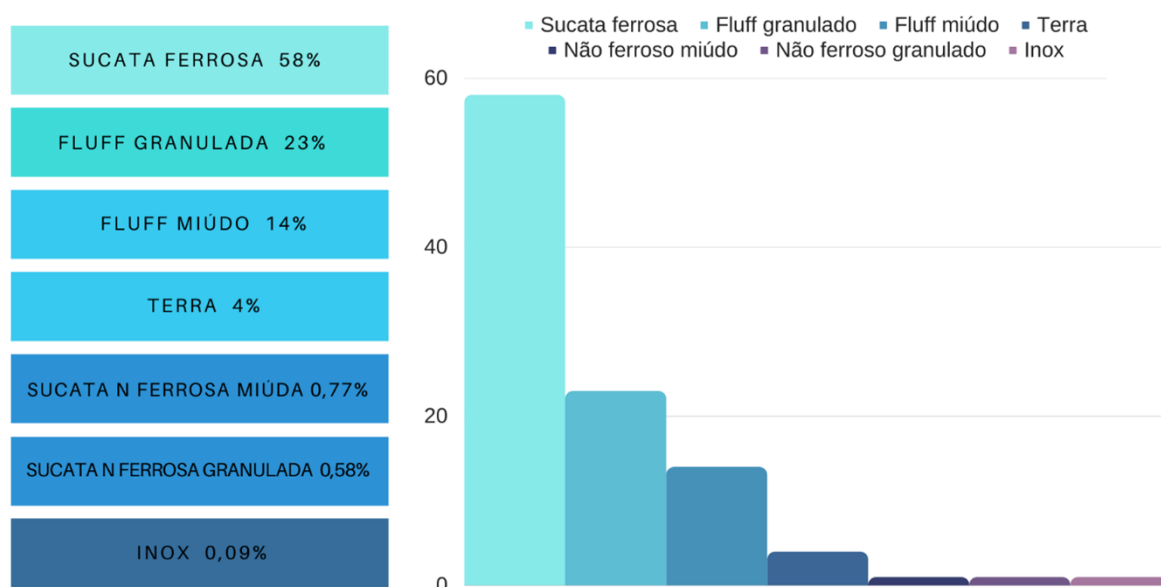
Figura 28 – Processamento de REEE de linha branca recolhidos pela empresa ‘A’ no *shredder* da empresa ‘B’.



Fonte: A autora (2023).

Como resultado do processamento, foi obtido um a partir 758 kg de material de linha branca: 439,64 kg de sucata ferrosa (58%), 174,34 kg de *fluff* granulado (23%), 106,12 kg de *fluff* miúdo (14%), 5,83 kg de sucata não ferrosa miúda (0,77%), 4,39 kg de sucata não ferrosa granulada (0,58%), 0,68 kg de inox (0,09%) e 30,32 kg de impurezas (4%) (Figura 29).

Figura 29 – Gravimetria dos REEE enviados pela empresa ‘A’ no *shredder* da empresa ‘B’.



Fonte: A autora (2023).

O resultado comprova a potencialidade do resíduo de linha branca para a obtenção de sucata ferrosa, sendo esse superior a 50% da composição do material. Porém, deve-se levar em consideração o segundo maior material gerado, 37% é composto por *fluff* (miúdo e granulado), amostras de frações dos resíduos foram encaminhadas a um laboratório parceiro, empresa ‘G’ para realização de análise que determinem a composição precisa e específica do material.

O *fluff* gerado apresenta características físicas e químicas variáveis em decorrência de sua composição complexa consequente da origem diversa da sucata, sendo normalmente um rejeito disposto em aterros sanitários. Isto gera custos de disposição e perdas de material que poderia ser reutilizado. Neste contexto, faz-se necessário o desenvolvimento de métodos de segregação, tratamento e/ou reaproveitamento eficiente visando à readequação e até mesmo a não produção do *fluff* no processo de reciclagem dos REEE, resultando em benefícios econômicos e ambientais para empresa ‘B’.

4.3.2.4 Análise de impacto circular: novos atores, processos e possibilidades

A EC representa um caminho estratégico para mitigar impactos ambientais, sociais e econômicos, ao manter produtos e materiais em circulação. Essa abordagem contribui para a redução das emissões de carbono, evita o descarte inadequado de REEE e ajuda a enfrentar a escassez de recursos na cadeia de suprimentos (CEP, 2022). Com base nessa lógica e a partir das etapas realizadas anteriormente, aliadas à escolha da região para o desenvolvimento do piloto, foi possível estruturar três soluções de impacto circular (Figura 30), das quais foram moldadas a partir de perguntas-chave que orientaram o desenho de alternativas alinhadas à proposta de circularidade.

Figura 30 – Soluções de impacto circular propostas pelo piloto linha branca.



Fonte: A autora (2024).

Q1. De que maneira o SLR, no modelo individual, pode sustentar um arranjo de governança circular para a cadeia de eletroeletrônicos de linha branca, considerando a atuação da empresa 'B' como recicladora dos REEE?

Q2. Em que medida o SLR individual pode complementar e fortalecer as operações do sistema coletivo coordenado pela entidade gestora?

Q3. Como os volumes de REEE reciclados pela empresa 'B' podem ser integrados ao SLR coletivo da entidade gestora, de forma a contribuir com os objetivos e metas do modelo coletivo?

No primeiro cenário considera-se a implementação de um SLR individual em que a empresa ‘A’ assume integralmente a responsabilidade da operação do sistema, ela ativará o seu ator logístico (transporte primário) para direcionar o REEE coletado diretamente a empresa ‘B’ que atuará como empresa recicladora. Neste cenário podemos observar os seguintes pontos: realização de uma governança descentralizada, onde a empresa fabricante assume a operação do piloto, sem depender da entidade gestora. Alinhamento direto entre fabricante, reciclador, indústria de base (siderurgia), criando uma cadeia mais curta e eficiente. Potencial de rastreabilidade e controle mais refinado dos REEE que irá exigir maior capacidade de articulação individual e investimentos próprios e o desafio da escalabilidade e compatibilidade com o sistema coletivo vigente.

O segundo cenário apresenta o piloto como reforço operacional da entidade gestora. Os procedimentos iniciais a serem realizados serão os mesmos do primeiro cenário, porém nele o volume reciclado pela empresa ‘B’ será disponibilizado a entidade gestora como complemento para alcance das metas estabelecidas no SLR coletivo. Neste cenário podemos observar os seguintes pontos: Integração colaborativa entre iniciativas individuais e o sistema coletivo. Otimização dos recursos já existentes com aumento da eficiência do SLR sem necessidade de ampliação de infraestrutura paralela. Aumento da flexibilidade e capilaridade do sistema coletivo, podendo ser replicado com outros atores do setor siderúrgico. Valorização das iniciativas individuais dentro de um sistema maior, incentivando sinergias em ações já existentes.

No terceiro cenário, a empresa ‘B’ homologará suas plantas semi-integradas junto ao SLR, passando a atuar como prestadora de serviço parceira na função de recicladora. Com isso, contribuirá para o fortalecimento da cadeia coletiva coordenada pela entidade gestora, que poderá redirecionar para a empresa ‘B’ os REEE coletados em todo o sistema. Neste cenário podemos observar os seguintes pontos: Formalização e institucionalização da cadeia reversa com inclusão de novos atores no sistema. Novas oportunidades de mercado para a recicladora (empresa ‘B’), aumentando sua atratividade econômica. Expansão da infraestrutura homologada da entidade gestora, fortalecendo o modelo coletivo, além de favorecer a padronização de processos e indicadores, possibilitando inovação e investimento em tecnologia.

Além disso, foram estabelecidos entre os membros alguns postos-chaves a serem considerados em cada solução proposta, são eles: interesse em discutir os desafios de forma colaborativa; busca por áreas de convergência; acesso às novas fontes de matéria-prima secundária; redução do uso de recursos naturais e fortalecimento de ciclos reversos; ações

aliadas a visão NETZERO; construção de uma agenda positiva conjunta; oportunidades de negócio em escala; integração de cooperativas e/ou recicladores; geração de emprego e renda. A análise de impacto circular é realizada considerando diversos fatores, sociais, econômicos, ambientais, setoriais, de ESG (do inglês *Environmental, Social and Governance*), entre outros a serem observados na execução do piloto.

Impacto social: potencial para geração de valor social ao promover empregos qualificados nas regiões de desenvolvimento do piloto, sobretudo com associações de reciclagem e catadores. Impacto econômico: redução de custo da empresa ‘B’ devido a não geração do *fluff*, resíduo proveniente de *shredder* que gera custo de disposição para a empresa, levando em consideração que outras empresas membros do HubEC possuem o interesse em adquirir os materiais poliméricos presente no REEE de linha branca, aumento da receita pela ampliação do volume de matéria-prima secundária. Impacto ambiental: ao remodelar o projeto com o objetivo de recuperar os materiais de forma separada, pode-se quantificar o valor residual dos materiais e estimar o novo equilíbrio econômico da cadeia reversa transformando custos em investimentos e minimizando a geração de resíduos no meio ambiente.

São considerados também outros fatores de impacto como a liderança setorial, pela redução de custo e posicionamento estratégico para as empresas ativadoras ‘A’ e ‘B’, ao promover o desenvolvimento tecnológico e geração de *baseline* para quantificação do valor da cadeia reversa. Atendimento às metas ESG, ao quantificar o valor do projeto em termos significativos de impacto ambiental, social e de governança, obtendo argumentos concretos que demonstram a diferença entre construir um projeto baseado na criação de uma agenda comum entre várias empresas de diferentes setores, com articulação, engajamento e ações que têm como foco a circularidade com um compromisso legal e nas negociações entre fornecedores.

4.3.3 PLANEJAMENTO

4.3.3.1 Mudança cultural: *mindset circular*

A mudança na forma de pensar não é uma tarefa trivial, especialmente para empresas com operações e cadeias de valor bem estabelecidas. No entanto, trata-se de um fator indispensável para que a EC atinja todo o seu potencial. No cenário brasileiro, observa-se que apenas uma pequena parcela das empresas iniciou a transição circular, motivada por demandas de mercado, necessidades de adaptação e volatilidade de preços. Além disso, havia poucas

referências e metodologias com processos definidos que orientassem essa mudança (CEBDS, 2024).

Manter sistemas antigos significa, muitas vezes, perpetuar mentalidades ultrapassadas. Para engajar todos os envolvidos e convencer diferentes níveis da indústria sobre os benefícios da circularidade, é fundamental adotar uma abordagem personalizada, de baixo para cima, que promova uma mudança cultural genuína (Pyxera Global, 2024). Entendendo essa necessidade o HubEC desenvolveu o material didático intitulado ‘Guia de *Mindset* Circular’, disponibilizado e trabalhado junto aos membros com o intuito de orientar e inspirar os colaboradores das empresas sobre a importância da transição circular de oferecer subsídios para transformar conhecimento em prática, estimulando novas formas de pensar, agir e produzir dentro de um modelo regenerativo.

Seu conteúdo aborda quatro partes-chaves de aprendizado: 1ª Conceitos e princípios de uma EC; 2ª Tendências globais e os oito passos para impulsionar a transição com base na experiência da Holanda; 3ª Novos modelos de negócios a partir de referências internacionais com breve análise dos desafios e oportunidades para o Brasil; 4ª Visão estratégica no âmbito da EC, orientando o leitor a como influenciar o desenvolvimento de um modelo de inovação circular em seu próprio negócio (E4CB, 2020).

O guia auxilia as lideranças no comprometimento e na determinação em se adequar às novas tendências de mercado, possibilitando um diferencial competitivo diante do cenário atual, apresentando os princípios básicos da EC, suas escolas de pensamento, contexto global, a visão de negócios da circularidade e os pontos-chaves para se desenvolver uma estratégia circular.

Ações de conscientização são fundamentais para transformar comportamentos e práticas arraigadas no modelo linear. A mudança de percepção dos resíduos de REEE para recursos valiosos, constitui um dos pilares de uma governança eficaz (Baldé *et al.*, 2024; CEP, 2022). Nesse sentido, a adoção do *mindset* circular por meio de iniciativas educativas, como o referido guia, contribui diretamente para a construção de uma nova cultura organizacional voltada à circularidade.

Mudanças culturais alinhadas a processos estruturados de experimentação e aprendizagem coletiva são essenciais para viabilizar a transição de sistemas lineares para modelos regenerativos e resilientes (CEP, 2024). Quando articulada às demais etapas do modelo de inovação circular, como o mapeamento de fluxos, a integração de novos atores e o redesenho operacional, o *mindset* circular permitiu não apenas identificar gargalos sistêmicos nas cadeias produtivas envolvidas no piloto, mas também idealizar soluções colaborativas e integradas.

4.3.3.2 *Formação de parcerias*

A transição para uma EC requer uma abordagem holística que contemple grandes mudanças em investimentos, regulamentação e comportamento. Para ganhar tração e alcançar a escala desejada, é essencial a atuação coordenada de múltiplas partes interessadas (IFC, 2025). O HubEC configura-se como um espaço privilegiado para a promoção da colaboração e o desenvolvimento de propostas conjuntas. As parcerias são estabelecidas ao longo de todo o projeto, refletindo o caráter dinâmico e cooperativo do ecossistema.

As primeiras parcerias foram firmadas entre as empresas ‘A’ e ‘B’, a partir da identificação de sinergias em seus fluxos de materiais e resíduos. Em seguida, foram integradas as empresas ‘C’ e ‘D’, motivada pelo interesse na reciclabilidade do resíduo plástico gerado após o processamento da sucata metálica pela empresa ‘B’. Na sequência, a empresa ‘E’ passou a participar das discussões do piloto, contribuindo como fornecedora de tecnologia e maquinário apropriado para a separação e valorização do material residual, atualmente considerado um rejeito de grande volume e baixo valor agregado para a empresa ‘B’.

A empresa ‘F’, pertencente à categoria de apoiadores, foi convidada pela empresa ‘C’ a integrar o projeto. Ambas compartilham o interesse em materiais poliméricos oriundos da linha branca e desenvolveram, em conjunto, testes para avaliar possibilidades de tratamento desses materiais. Nesse contexto, foram realizadas visitas técnicas, nas quais especialistas da empresa ‘F’ estiveram na planta da empresa B para identificar potenciais aplicações do material processado. Posteriormente, uma segunda visita permitiu uma análise mais aprofundada das características e da disponibilidade do resíduo.

No segundo ano de execução do projeto-piloto Linha Branca, a UFPE passou a atuar como instituição parceira, a partir da pesquisa de doutorado da autora, que adota o piloto como objeto de estudo para evidenciar a importância da governança circular em uma iniciativa prática e pioneira no contexto brasileiro. A UFPE contribuiu com atividades de pesquisa, fornecendo subsídios técnico-científicos que fortaleceram a conexão entre teoria e prática, permitindo a construção de um projeto robusto, a criação e o monitoramento de indicadores de circularidade adaptados à realidade brasileira, bem como a validação científica dos benefícios da governança circular.

A última parceria estabelecida no âmbito do piloto foi com uma Associação Nacional, entidade representativa do setor eletroeletrônico no Brasil. A colaboração fortaleceu significativamente o diálogo institucional do projeto, ampliando sua legitimidade e conectando as ações desenvolvidas no piloto às estratégias e desafios do setor como um todo. Sua

contribuição foi fundamental para engajar fabricantes em torno das pautas da circularidade, facilitar a articulação com outras iniciativas setoriais e fomentar discussões sobre diretrizes de logística reversa e reciclagem de produtos da linha branca. Além disso, a parceria permitiu o alinhamento dos objetivos do projeto com as políticas públicas e marcos regulatórios vigentes, contribuindo para a construção de uma governança circular sólida e estruturada.

4.3.3.3 *Definição das diretrizes operacionais*

A definição das diretrizes operacionais constitui um marco estratégico na construção de um modelo circular sistêmico e colaborativo. Esse modelo visa superar as limitações e inconformidades observadas no processo linear vigente, em que a empresa ‘A’ integra um SLR coletivo que não atende às metas estabelecidas pelo Decreto nº 10.240/2020. Entre os principais pontos críticos identificados estão a baixa representatividade da operação na região Nordeste, a falta de transparência e a ocorrência de irregularidades operacionais.

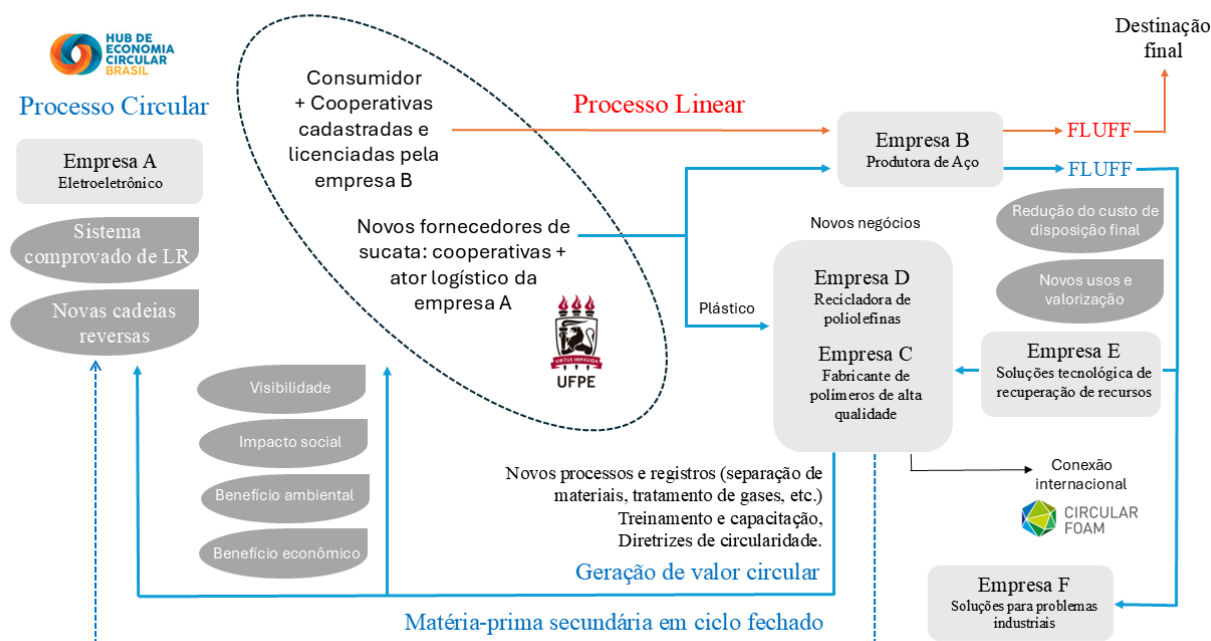
Paralelamente, a empresa ‘B’, que atua na retirada de aço para ser utilizado como matéria-prima secundária proveniente de REEE, gera um rejeito, denominado *fluff* de baixo valor agregado, composto por materiais poliméricos e heterogêneos. Essa combinação de ineficiência sistêmica e perda de valor de recursos materiais evidencia a necessidade de um redesenho operacional sob a ótica da EC.

A formalização do setor informal de coleta e reciclagem de REEE, por meio de incentivos financeiros, inclusão social e capacitação técnica, representa um novo modelo econômico inclusivo e resiliente (Baldé *et al.*, 2024). As diretrizes operacionais propostas visam a transição para um modelo circular eficiente e regionalizado, com exemplificado na Figura 31. Esse novo arranjo propõe a implementação de um SLR com operação piloto na Região Metropolitana do Recife (RMR), cuja inovação central está na integração das associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis locais como operadores diretos da cadeia reversa. Entre os principais objetivos e benefícios considerados destacam-se:

- A promoção da inclusão socioeconômica de associações e cooperativas de catadores, reconhecendo e fortalecendo sua atuação na cadeia reversa;
- A expansão territorial da cobertura do sistema, possibilitando o aumento do volume de REEE recolhido;
- O acesso a novas fontes de sucata e matéria-prima secundária, incluindo materiais anteriormente classificados como rejeitos;

- A ampliação da capacidade de cumprimento das metas estabelecidas pelo Decreto nº 10.240/2020 e pelo Decreto nº 11.413/2023;
- A valorização da fração não metálica dos resíduos e a consolidação de um ciclo fechado de matéria-prima secundária.

Figura 31 – Ilustração do processo linear e processo circular do piloto linha branca.



Fonte: A autora (2024).

Para validar a viabilidade técnica e econômica do novo sistema, foi estruturado um conjunto de três ações práticas, que constituem a fase experimental do projeto piloto.

Ação 1 – Diagnóstico e seleção das cooperativas parceiras.

Visa identificar, mapear e selecionar as cooperativas/associações e recicladoras aptas a integrar o piloto. Incluindo as seguintes atividades:

- Levantamento e visitas técnicas às organizações da RMR;
- Verificação de conformidades legais e documentais;
- Levantamento da necessidade de capacitação técnica com base nas normas ABNT NBR 15960, NBR 15833 e NBR 16156;
- Estimativa da capacidade mensal de processamento de REEE pelas organizações mapeadas, ainda que não formalmente registrada;
- Estabelecimento de canais com os atores da cadeia para definição de valor potencial e estímulo ao *market pull*.

Nota: *Market pull* é uma abordagem em que a empresa busca gerar demanda por seus produtos ou serviços, atraindo clientes para eles de forma orgânica. Na economia circular, ocorre quando consumidores ou reguladores pressionam por soluções mais sustentáveis.

Ação 2 – Valoração e desmanufatura dos REEE.

Permite testar a cadeia de desmanufatura e estabelecer parâmetros operacionais, a partir de:

- Cadastramento formal das organizações selecionadas;
- Criação das diretrizes operacionais de desmontagem específicas para os eletroeletrônicos de linha branca no âmbito da EC, complementar a ABNT NBR 16156;
- Capacitação técnica em normas ABNT aplicáveis;
- Testes operacionais para segregação por categoria de REEE;
- Mensuração de tempo de desmontagem, volume por unidade e valor estimado dos materiais secundários;
- Validação técnica pelas empresas ‘A’ e ‘B’.

Ação 3 – Estruturação da cadeia reversa e testes de viabilidade.

Busca modelar os parâmetros logísticos e econômicos mínimos necessários à replicabilidade do sistema, incluindo:

- Definição do volume mínimo de lotes do ‘*Take Back*’ da empresa ‘A’;
- Definição de volume mínimo de sucata metálica para envio à empresa ‘B’;
- Estimativa de volumes e valores para venda de materiais secundários (não ferrosos) às empresas ‘C’ e ‘D’;
- Realização de testes de gravimetria dos REEE em *shredder* com a empresa ‘B’;
- Validação dos resultados pelas empresas participantes A, B, C, D, E e F.

Todas as ações propostas englobam as mudanças nos modelos operacionais e de negócios necessárias para a transformação circular: reutilizar, reparar, reduzir, remanufaturar, regenerar e reciclar (WEF, 2024). Com a validação das ações práticas e aferição dos indicadores técnicos e econômicos, o modelo de SLR circular poderá ser consolidado e, posteriormente, expandido para outras regiões do país, respeitando as particularidades regionais e reforçando a governança inclusiva e colaborativa da EC.

4.3.3.4 Avaliação de novos modelos econômicos

O sistema econômico atual, em grande parte, se baseia em uma abordagem linear de geração de capital, fundamentada na extração de recursos naturais, manufatura, consumo e descarte. Apesar do crescimento da EC, os estudos sobre o papel dos modelos econômicos e o

potencial prospectivo dos mecanismos financeiros na aceleração da adoção de seus princípios ainda são incipientes (Kumar *et al.*, 2025).

Os investimentos em EC têm se concentrado em modelos convencionais com baixa capacidade de transformação sistêmica. Apesar de sua relevância, esses modelos não alteram estruturalmente a relação com o uso de recursos. A falta de direcionamento para aplicações de maior impacto, como inovação em processos, materiais e novos modelos de negócio, representa uma limitação significativa para o alcance do potencial regenerativo da circularidade (Circle Economy, 2025). O atual cenário é crítico e requer mobilização dos governos, setor privado e sociedade civil para construção de um novo modelo econômico, projetado para a sustentabilidade (CEBDS, 2024).

Nos últimos anos, a EC tem sido apresentada como uma forma de desenvolvimento sustentável que não limita o crescimento econômico, nessa perspectiva, é indiscutível a importância das finanças na promoção e na viabilização da EC nas operações das empresas, indústrias e setores. Além disso, o Decreto Federal nº 12.082/2024, que institui a Estratégia Nacional de Economia Circular traz em seu artigo 4º como um dos objetivos a proposição de instrumentos financeiros de auxílio à EC, incluindo meios de financiamento.

Até o momento, não existe um padrão adotado globalmente para o financiamento da EC (IFC, 2025). A ausência desses padrões consistentes ao nível global para investimentos circulares tem gerado uma lacuna na governança dos recursos materiais (Circle Economy, 2025). A avaliação de novos modelos econômicos complementa os esforços contínuos para construir um ambiente regulatório favorável e impulsionar mudanças comportamentais, identificando fundos e programas passíveis de financiar a transição circular.

Como o tema encontra-se em fase inicial, a disponibilidade de incentivos financeiros para fomentar a expansão é consideravelmente limitada. O Quadro 16 apresenta opções de fundos e programas no escopo da EC que possuem o potencial para a captação de recursos para a implementação do projeto piloto de linha branca.

Quadro 16 – Fundos e programas para captação de recursos financeiros no âmbito da EC.

Fundo/programa	Tipo	Público/privado	Foco/eixo
BNDES Fundo Clima	Crédito	Público	Produção sustentável, Economia Circular
Descrição: Fomento à fabricação de bens e à oferta de serviços com responsabilidade ambiental e foco na sustentabilidade, buscando mitigar os impactos ambientais negativos,			

diminuir as emissões de gases de efeito estufa, reduzir o uso de recursos naturais não renováveis e incentivar modelos produtivos compatíveis com os princípios do desenvolvimento sustentável, como a economia circular, além de incorporar medidas de adaptação às mudanças climáticas.			
BNDES Fundo Socioambiental	Subvenção/Cap. Giro	Público	Projetos ambientais e sociais
Descrição: Fomento às iniciativas com impacto social, abrangendo os campos da geração de trabalho e renda, saúde, educação, preservação ambiental e/ou promoção do desenvolvimento regional e social. Os recursos provenientes do BNDES Fundo Socioambiental serão direcionados com ênfase na inclusão social, dando prioridade a projetos voltados à melhoria significativa das condições de vida das populações de baixa renda.			
Finep Sustentabilidade	Financiamento P&D	Público	Inovação em circularidade
Descrição: Apoio ao desenvolvimento e a adoção de tecnologias para a redução no consumo de recursos naturais. São passíveis de apoio Planos Estratégicos de Inovação (PEIs) de desenvolvimento e/ou a adoção de tecnologias para a redução no consumo de recursos naturais, assim como o Aproveitamento de resíduos sob o conceito de EC e que diminuam o uso de recursos naturais.			
FNE/FCO/FNO (Constitucionais)	Crédito regional	Público	Indústria, inovação, economia circular
Descrição: Desenvolvimento econômico e social no nível regional, os Fundos Constitucionais de Financiamento do Nordeste (FNE), Centro-Oeste (FCO) e Norte (FNO) disponibilizam, cerca de R\$ 7,7 bilhões em linhas de crédito para a indústria em 2025. Possui como um dos eixos prioritários a EC, oferecendo incentivos para realização de levantamento de oportunidades para a indústria na regionalização de programas e regulações públicas sobre economia circular.			
Lei de Incentivo a Reciclagem (LIR)	Incentivos fiscais	Público	Atividades de reciclagem
Descrição: Incentivo às indústrias e as entidades dedicadas à reutilização, ao tratamento e à reciclagem de resíduos sólidos produzidos no território nacional. Permite que pessoas físicas e jurídicas tributadas com base no lucro real tenham a opção de deduzir parte do imposto de renda em virtude do apoio direto a projetos de reciclagem.			

Fonte: A autora (2025).

Nota: O quadro acima não tem a intenção de apresentar uma lista exaustiva de fundos e programas de captação de recursos financeiros voltados à economia circular, mas sim ilustrar algumas possibilidades existentes.

Todos os aspectos econômicos desempenham um papel importante na antecipação da transição para uma EC. As instituições de fomento financeiro possuem a escala, o alcance e a expertise para estimular e apoiar as empresas a fazerem a transição. Não se trata apenas de investir em projetos totalmente circulares, mas de se envolver e incentivar empresas de todos os setores a fazerem a transição (EMF, 2020). No contexto do piloto linha branca, esse papel se torna ainda mais evidente. O modelo de governança circular proposto possibilitou a articulação multissetorial das empresas de diferentes segmentos, com diferentes níveis de maturidade e inserção no ciclo reverso.

Por meio dessa estrutura, é possível buscar investimentos e apoio de fontes externas de financiamento, além disso, a experiência do piloto reforça a importância de se criar ambientes de governança colaborativa, capazes de conectar agentes privados com instituições de fomento, criando ambiente propício para a transição gradual e estratégica de sistemas tradicionais para circuitos produtivos, regenerativos e inclusivos.

4.3.4 IMPLEMENTAÇÃO

A etapa de implementação do modelo de governança circular para o setor eletroeletrônico de linha branca marca o momento de transição entre o planejamento estratégico e a realização prática de um sistema regenerativo, multissetorial e territorialmente ancorado. Considerando a natureza exploratória do piloto e os limites operacionais observados durante o período de pesquisa, esta etapa foi concebida como uma prática ativa de teorização prospectiva com rigor especulativo, um processo de experimentação estratégica voltado à imaginação e realização de futuros desejáveis.

É estruturada como uma ação pragmática e prefigurativa, alinhada à natureza experimental do piloto. O caráter pragmático refere-se à orientação da intervenção para soluções aplicáveis, adaptadas ao contexto territorial e institucional analisado, mesmo diante de restrições operacionais e de escala. Em vez de propor soluções ideais e distantes da realidade dos atores locais, a modelagem circular busca ativar capacidades já existentes, articular parcerias viáveis e propor fluxos circulares que possam ser operacionalizados com os recursos disponíveis. Simultaneamente, trata-se de uma ação prefigurativa, pois incorpora os valores e práticas do sistema circular desejado, como corresponsabilidade, rastreabilidade, inclusão socioprodutiva e recuperação de materiais provenientes de REEE, funcionando como protótipo real de um futuro possível, ainda que em escala piloto.

A abordagem legitima o uso da teorização prospectiva com rigor especulativo como ferramenta na construção de alternativas circulares. Nesse contexto, o futuro não é tratado como mera projeção do presente, mas como possibilidade a ser construída coletivamente. Com base nos três cenários de impacto circular (vide Figura 30), desenhados a partir das análises anteriores: operacionais, organizacionais, legais e estratégicas, foram desenvolvidas as ações da presente etapa de implementação.

4.3.4.1 *Experimentação e mensuração*

A execução foi estruturada em três frentes de ação prática, onde o sistema circular é testado em escala piloto. A experimentação foi conduzida como um exercício de rigor especulativo, a partir de quatro critérios dos quais buscam ilustrar a ampla variedade de opções que as empresas possuem ao buscar soluções para seus desafios circulares, são eles:

- Potência generativa: foram cocriados modelos de cooperação entre fabricantes e recicladoras, incorporando catadores como operadores logísticos centrais;
- Transparência de processo: todos os passos, desde a seleção de cooperativas até os testes operacionais devem ser sistematicamente documentados e validados por múltiplos atores do ecossistema circular;
- Plausibilidade especulativa: os cenários foram construídos com base em evidências empíricas aferidas no piloto (gravimetria, metas legais, capacidades produtivas...);
- Desejabilidade plausível: os modelos priorizam a justiça social (geração de renda), a integridade ambiental (eliminação de rejeitos) e a viabilidade econômica (redução de custos logísticos e matéria-prima secundária qualificada).

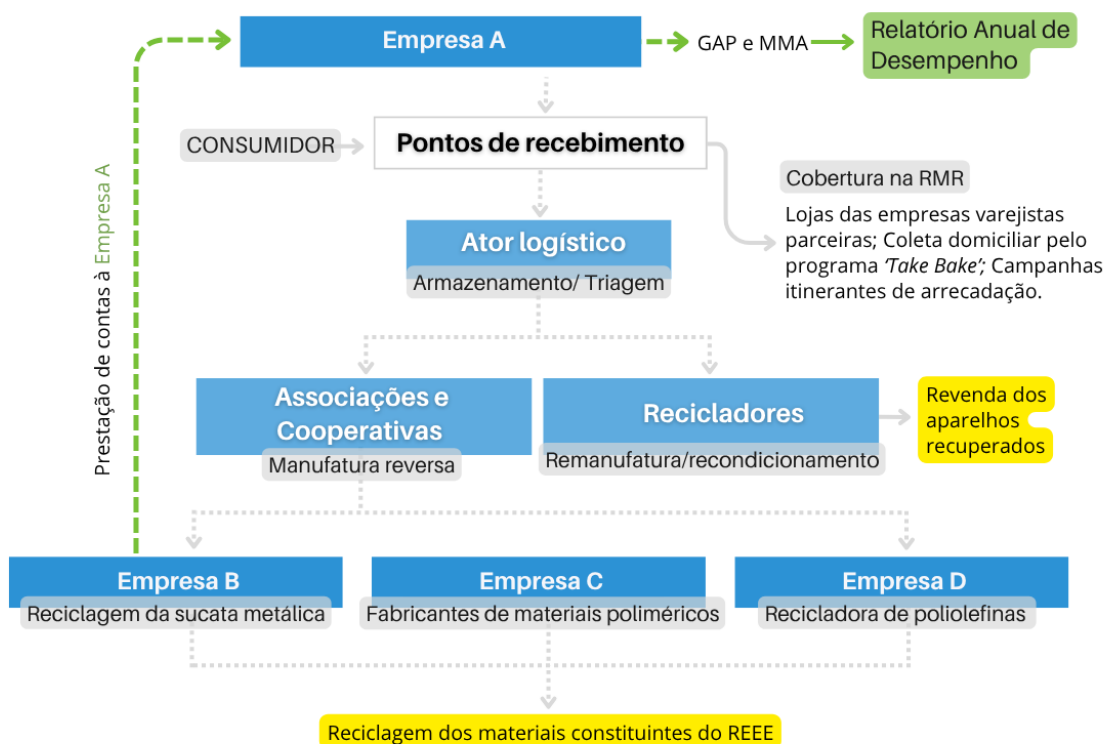
A proposta de realização do primeiro cenário de impacto circular idealizado parte da iniciativa da empresa ‘A’ em assumir a gestão do SLR no modelo individual, conforme previsto no Decreto nº 10.240/2020 (Figura 32). Neste modelo, a empresa ‘A’ estabelece pontos de recebimento acessíveis aos consumidores para o descarte adequado dos REEE de linha branca. Esses pontos estão estrategicamente localizados em estabelecimentos varejistas parceiros, campanhas itinerantes de arrecadação e no programa próprio de coleta domiciliar ‘*Take Back*’.

A operação logística, que compreende transporte, armazenamento e triagem dos REEE, é realizada por um operador contratado da empresa ‘A’, cuja função vai além da movimentação das cargas. Esse agente desempenha papel crucial na triagem inteligente dos resíduos, diferenciando equipamentos com potencial para remanufatura daqueles que, devido às

condições físico-funcionais, têm maior valor agregado em sua desmontagem e separação por tipo de material (metais, polímeros, vidros etc.).

Figura 32 – Proposição 1: Sistema de Logística Reversa Individual.

SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA INDIVIDUAL



Fonte: A autora (2025).

Nota: Segundo a ABNT ISO 59.004:2024 de EC, remanufatura é definida como o processo pelo qual um item é devolvido à condição de novo, tanto do ponto de vista de qualidade quanto de desempenho. Já o recondicionamento é caracterizado pelo processo no qual um item, durante sua vida útil esperada, é restaurado a uma condição útil para a mesma finalidade e com características de qualidade e desempenho pelo menos semelhantes.

Uma vez triados e acumulados em quantidades economicamente viáveis para transporte secundário, os REEE seguem para associações, cooperativas de catadores de materiais recicláveis e recicladores especializados. Diferentemente do modelo linear vigente, esses atores passam a exercer funções otimizadas e de maior valor agregado no contexto da EC.

Atualmente as associações e cooperativas intermediam o processo de reciclagem e não possuem o papel de desmontar produtos complexos para recuperação de peças e seus componentes, como é o caso dos REEE de linha branca, essa atividade é característica da manufatura reversa. As cooperativas e associações cadastradas no sistema realizam a manufatura reversa dos REEE com foco na maximização de valor, promovendo o

aproveitamento individualizado dos componentes, sobretudo aqueles de difícil reaproveitamento na lógica tradicional. Essa abordagem tem o potencial de fomentar um aumento expressivo na geração de empregos decentes com condições seguras para trabalhadores que antes atuavam informalmente na cadeia de valor dos resíduos eletroeletrônicos (PACE, 2019).

Os materiais metálicos, por exemplo, são encaminhados à empresa ‘B’, especializada na reciclagem de sucata metálica; já os resíduos poliméricos, como carcaças plásticas, são aproveitados pelas empresas ‘C’ e ‘D’, que incorporam esses insumos em novos ciclos produtivos, reduzindo a demanda por matéria-prima virgem. Os demais materiais serão comercializados pelas cooperativas, gerando aumento na fonte de renda.

A reciclagem pós-consumo dos resíduos eletroeletrônicos não será suficiente para enfrentar o problema do SLR atual. A sociedade precisa se beneficiar de produtos bem projetados e de longa duração. A ampliação do ciclo de vida desses produtos pode ser aumentada pela manutenção, reparo e recondicionamento (PACE, 2019). Neste ponto, os recicladores licenciados do piloto realizam processos de remanufatura/recondicionamento em equipamentos com potencial de segunda vida útil, reinserindo esses produtos no mercado por meio de canais acessíveis a novos consumidores, ampliando a vida útil dos eletrodomésticos, reduzindo emissões de carbono associadas à fabricação de novos itens e fortalecendo modelos de consumo consciente.

Como cumprimento às metas do Decreto nº 10.240/2020, a empresa ‘B’, na condição de reciclador, reporta à empresa ‘A’ os volumes recebidos e efetivamente reciclados. Como gestora do SLR individual, a empresa ‘A’ consolida esses dados para a elaboração dos Relatórios Anuais de Desempenho, que são submetidos ao GAP e ao MMA para posteriormente serem disponibilizados na plataforma do SINIR, promovendo transparência e rastreabilidade do fluxo reverso.

Essa proposição de impacto circular permite a incorporação de diversos princípios fundamentais da EC: fechamento de ciclos materiais, extensão da vida útil dos produtos, substituição de matérias-primas virgens por secundárias, fortalecimento da rastreabilidade e sobretudo, o reconhecimento e a valorização dos atores locais da cadeia de resíduos. Ao articular remanufatura, recondicionamento, reciclagem e a reintegração de materiais em novos ciclos produtivos, essa estrutura transcende a lógica linear e pavimentação o caminho para uma transição sistêmica justa, regenerativa e economicamente viável a todos.

O segundo cenário de impacto circular propõe a implementação de um modelo SLR Misto, concebido como um reforço operacional ao SLR coletivo atualmente gerido pela

ABREE (Figura 33). Nesta abordagem, a empresa ‘A’ atua de forma colaborativa com a entidade gestora, agregando valor à operação existente por meio de maior rastreabilidade, personalização do tratamento dos resíduos e integração de atores locais.

Figura 33 – Proposição 2: Sistema de Logística Reversa Misto.



Fonte: A autora (2025).

Inicialmente, o modelo preserva a estrutura vigente do SLR coletivo, utilizando os mesmos pontos de recebimento de REEE disponibilizados pela ABREE, que incluem estabelecimentos varejistas parceiros, campanhas itinerantes, pontos públicos conveniados e iniciativas de coleta domiciliar. A inovação se estabelece na fase subsequente, quando é integrado o operador logístico da empresa ‘A’ com os REEE coletados por ela.

A partir da coleta, este ator logístico executa as etapas de transporte, armazenamento e triagem dos REEE, seguindo os mesmos princípios operacionais do modelo individual proposto no primeiro cenário. Isso inclui a separação criteriosa entre equipamentos com potencial de remanufatura ou recondicionamento e aqueles cujo maior valor reside no desmonte e na segregação de materiais. A partir dessa triagem, os resíduos seguem para cooperativas,

associações de catadores e recicladores parceiros, que realizam a valorização material dos eletrodomésticos, conforme descrito no cenário anterior.

A principal diferença deste modelo está na governança ampliada e na prestação de contas. A empresa ‘B’, recicladora responsável pela transformação dos materiais metálicos, reporta os volumes e processos à empresa ‘A’, que consolida os dados operacionais e os repassa à entidade gestora. Com isso, o modelo não substitui o SLR coletivo, mas o complementa com uma camada adicional de eficiência, integração local e controle de desempenho.

O modelo misto é, portanto, uma solução híbrida que busca combinar a escala e a capilaridade do sistema coletivo com a personalização, transparência e otimização da cadeia reversa propostas pelo modelo individual. Ele potencializa a rastreabilidade dos fluxos de REEE, promove maior envolvimento de atores locais, especialmente cooperativas e recicladores regionais, e contribui para o aumento expressivo da circularidade dos materiais.

Ao incorporar elementos de logística reversa avançada, rastreamento de resíduos, valorização descentralizada e prestação de contas estruturada, o modelo misto torna-se uma estratégia viável e replicável para transições graduais rumo à economia circular. Constitui-se como um importante laboratório de inovação para a modernização do SLR coletivo brasileiro, respeitando a estrutura existente ao mesmo tempo em que a aprimora com base em evidências, controle e eficiência sistêmica para a EC.

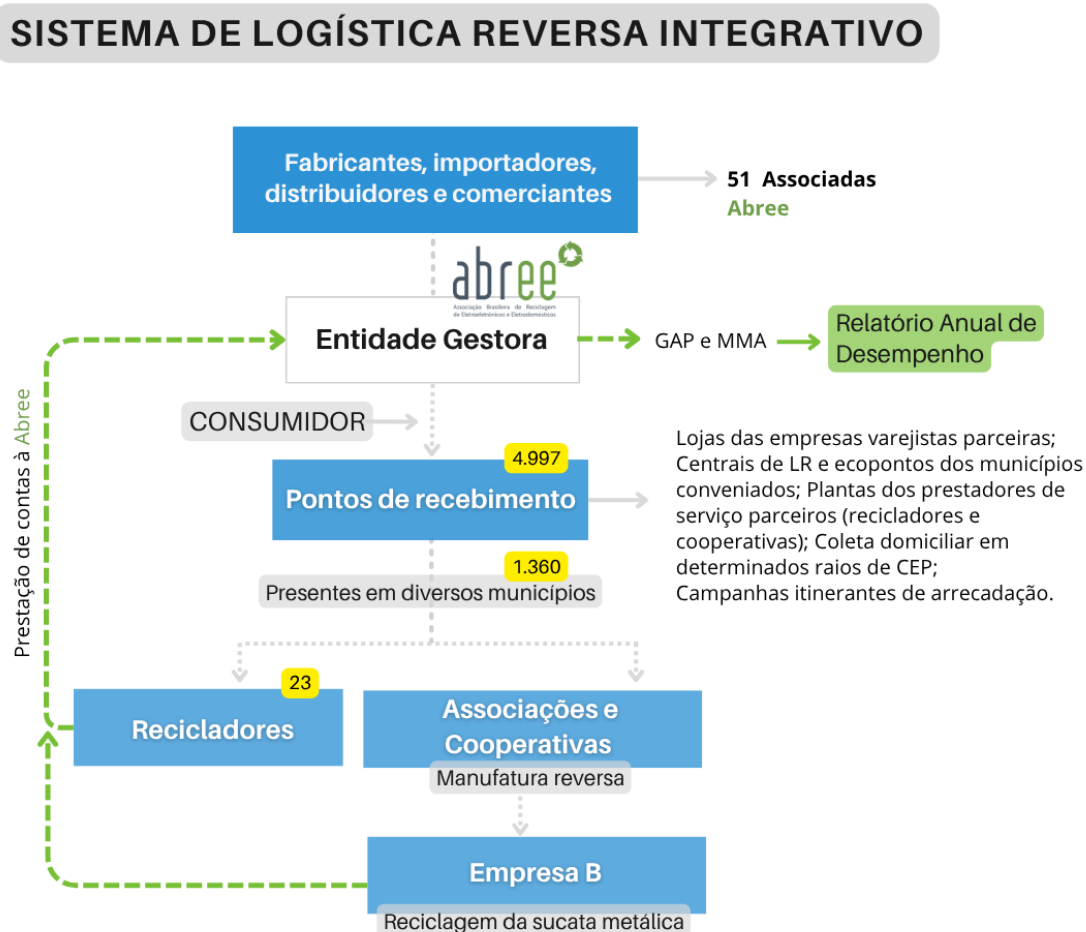
O terceiro cenário propõe um arranjo de impacto circular em que a empresa ‘B’ é formalmente integrada ao SLR coletivo da ABREE como reciclador homologado (Figura 34). Neste modelo, a inovação ocorre pela inserção institucional da empresa recicladora no sistema coletivo oficial, assegurando maior capilaridade e eficiência no reaproveitamento de materiais, dentro dos marcos regulatórios do Decreto nº 10.240/2020.

A principal diferença deste cenário em relação aos anteriores está na configuração da governança e no papel da empresa ‘A’. Aqui, a empresa ‘A’, embora associada à ABREE e, portanto, cumpridora de suas obrigações legais, não assume um papel ativo na gestão ou operação do fluxo logístico. A condução das etapas de coleta, triagem, transporte e destinação final dos REEE permanece sob a responsabilidade direta da entidade gestora.

A inovação está na atuação da empresa ‘B’, que passa a integrar oficialmente a cadeia de valorização do sistema coletivo como reciclador homologado. Por meio desse reconhecimento institucional, a empresa ‘B’ torna-se elegível para receber os resíduos coletados pelo SLR coletivo da entidade gestora, atuando de forma regular e auditável no processo de reciclagem. Essa homologação possibilita que a infraestrutura e expertise da

empresa ‘B’ sejam utilizadas para ampliar a capacidade de processamento do sistema, ao mesmo tempo em que assegura rastreabilidade e conformidade técnica.

Figura 34 – Proposição 3: Sistema de Logística Reversa integrativo.



Fonte: A autora (2025).

Embora não tenha um papel operacional direto, a empresa ‘A’ é beneficiada ao participar dessa configuração como associada à ABREE, cumprindo suas obrigações legais e podendo usufruir de ganhos decorrentes da eficiência do sistema coletivo reforçado. Além disso, esse modelo contribui para reduzir gargalos na capacidade instalada de reciclagem nacional, promovendo o fortalecimento de uma infraestrutura circular distribuída e eficaz.

Ao promover a homologação de novos recicladores como a empresa ‘B’, o SLR coletivo passa a incorporar práticas alinhadas aos princípios da EC, como a diversificação de parcerias, a descentralização das soluções e o estímulo ao uso de matéria-prima secundária. Trata-se de um modelo que fortalece o ecossistema de circularidade, aproveitando a estrutura institucional existente e aprimorando-a com a integração estratégica de novos agentes especializados.

Esses cenários não são apenas caminhos técnicos possíveis, mas expressões de futuros desejáveis, projetando formas alternativas de organização econômica baseadas em cooperação, valorização territorial, circularidade de materiais e justiça intergeracional. Um resumo comparativo dos três cenários propostos encontra-se no quadro a seguir (Quadro 17).

Quadro 17 - Quadro resumo dos cenários de impacto circular propostos.

	Aspecto	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
1	Modelo	SLR Individual	SLR Misto	SLR Integrativo
2	Gestão do SLR	Empresa 'A'	Entidade gestora, com reforço da empresa 'A' e 'B'	Entidade gestora com reforço da empresa 'B'
3	Pontos de recebimento	Pontos próprios, varejistas parceiros, campanhas, <i>Take Back</i>	Empresas varejistas, centrais de LR e ecopontos municipais, recicladores e cooperativas, coleta domiciliar e itinerantes	Empresas varejistas, centrais de LR e ecopontos municipais, recicladores e cooperativas, coleta domiciliar e itinerantes
4	Empresa A	Gestora direta do sistema	Operadora logística	Sem atuação operacional
5	Empresa B	Recicladora parceira, presta contas à empresa 'A'	Recicladora parceira, presta contas à empresa 'A'	Recicladora homologada pela entidade gestora
6	Entidade Gestora	Não participa	Aproveitamento do vol. Reciclado via empresa 'A'	Aproveitamento do vol. reciclado direta da empresa 'B'
7	Cooperativas e Recicladores	Alta: integração direta na cadeia	Alta: similar ao individual, com interface com sistema coletivo	Média: integração via homologação, sem customização do macrofluxo
8	Prestação de contas	Empresa 'B' → Empresa 'A' → GAP/MMA via SINIR	Empresa 'B' → Empresa 'A' → Entidade gestora → GAP/MMA via SINIR	Empresa 'B' → Entidade gestora → GAP/MMA via SINIR
9	Foco da Circularidade	Descentralização e rastreabilidade	Aprimoramento da eficiência do sistema coletivo	Fortalecimento da infraestrutura coletiva

Fonte: A autora (2025).

4.3.4.2 Avaliação e adaptação

Iniciativas-piloto são ferramentas valiosas para testar modelos de gestão de REEE antes de sua replicação em larga escala (Baldé *et al.*, 2024). O piloto linha branca foi desenhado com flexibilidade e modularidade, permitindo sua expansão para novos territórios. A RMR foi escolhida por reunir condições técnicas e logísticas, mas a modelagem permite replicabilidade em outros estados, respeitando especificidades locais. A proposta é que a implementação não seja uma etapa final, mas o início de ciclos contínuos de avaliação e adaptação.

A etapa de avaliação e adaptação é caracterizada por ciclos contínuos de aprendizado e adequação, essenciais para a consolidação de um sistema regenerativo e resiliente. A partir das três proposições de impacto circular, é possível testar soluções inovadoras gerando aprendizados aplicáveis à replicação, ao aprimoramento do modelo em novos territórios em consonância com os princípios da EC. O Quadro 18 a seguir apresenta a análise comparativa entre os três cenários de SLR propostos, tendo como base os seis princípios da EC presentes na ISO 59.004: 2024 (Quadro 18).

Quadro 18 – Quadro resumo dos princípios da EC que os cenários de impacto circular propostos atendem.

Princípios da EC	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
	SLR Individual	SLR Misto	SLR Misto Integrativo
Pensamento sistêmico	Atende	Atende	Atende
Criação de valor	Atende	Atende	Atende
Partilha de valor	Atende	Atende	Atende
Gestão de recursos	Atende	Atende	Atende
Rastreabilidade de recursos	Atende	Atende	Atende
Resiliência do ecossistema	Atende	Atende	Não atende

Fonte: A autora (2025).

Cada cenário contempla, em maior ou menor grau, os princípios fundamentais da EC. O SLR Individual abrange todos os princípios, sendo mais efetivo em relação ao pensamento sistêmico, ao estruturar uma cadeia reversa territorializada e integrada desde o consumidor até o reciclador; criação e partilha de valor, com o aproveitamento dos materiais, reinserção no mercado e valorização das cooperativas de catadores de reciclados; gestão e rastreabilidade de recursos, com o detalhamento do sistema de triagem, remanufatura, recondicionamento e

prestação de contas e; resiliência do ecossistema, por meio do aproveitamento de componentes e extensão da vida útil dos produtos.

O SLR Misto mantém os pontos fortes do SLR individual, também atende plenamente os seis princípios da EC, agrega abrangência sistêmica e nacional com a rastreabilidade reforçada e estimula a colaboração multissetorial. Apesar de atender a maioria dos princípios, não contempla plenamente a resiliência do ecossistema, pois a empresa ‘A’ deixa de atuar diretamente no fluxo logístico, enquanto a atuação da empresa ‘B’ se dá sob a governança centralizada da entidade gestora, limitando as iniciativas locais de customização da cadeia de valor e apresenta menor participação ativa na regeneração ativa do ecossistema e na promoção dos impactos ambientais positivos direto.

As três frentes de ação propostas ofereceram subsídios práticos e teóricos para a avaliação dos impactos reais da governança circular. Os critérios adotados, potência generativa, transparência de processo, plausibilidade especulativa e desejabilidade plausível, fornecem um arcabouço robusto de análise. A partir da coleta sistemática de dados operacionais (ex. volumes triados, rotas logísticas, aproveitamento material), indicadores-chave devem ser criados, registrados e analisados para mensurar a eficiência no uso de recursos, a redução de rejeitos e os ganhos econômicos gerados pela revalorização descentralizada dos REEE de linha branca.

Com base nessas evidências, são identificadas oportunidades de melhoria nos processos logísticos, na articulação entre os atores da cadeia e na infraestrutura de triagem e processamento, na governança como um todo. Um dos principais resultados a ser observado é o fortalecimento da rastreabilidade e da integração dos catadores e recicladores locais, apontando para a relevância de estruturas descentralizadas e adaptáveis. Além disso, a remanufatura e recondicionamento de equipamentos com potencial de segunda vida revelaram-se estratégicas para ampliar a vida útil dos produtos, reduzir as emissões de carbono e promover inclusão socioeconômica.

As lições aprendidas devem ser incorporadas ao modelo por meio de ajustes incrementais nas diretrizes operacionais, validação participativa com os atores envolvidos e reconfiguração das rotas de valoração conforme as capacidades locais. Essa abordagem iterativa de testagem, avaliação e adaptação contínua reforça a lógica de transição circular como um processo aberto, colaborativo, em constante diálogo com os territórios onde se pretende ser consolidada.

Um exemplo concreto do processo de avaliação e adaptação encontra-se na análise da escalabilidade territorial do piloto, considerando o potencial da empresa ‘B’ como recicladora em âmbito nacional (Figura 35). Embora o piloto tenha sido realizado na planta localizada na

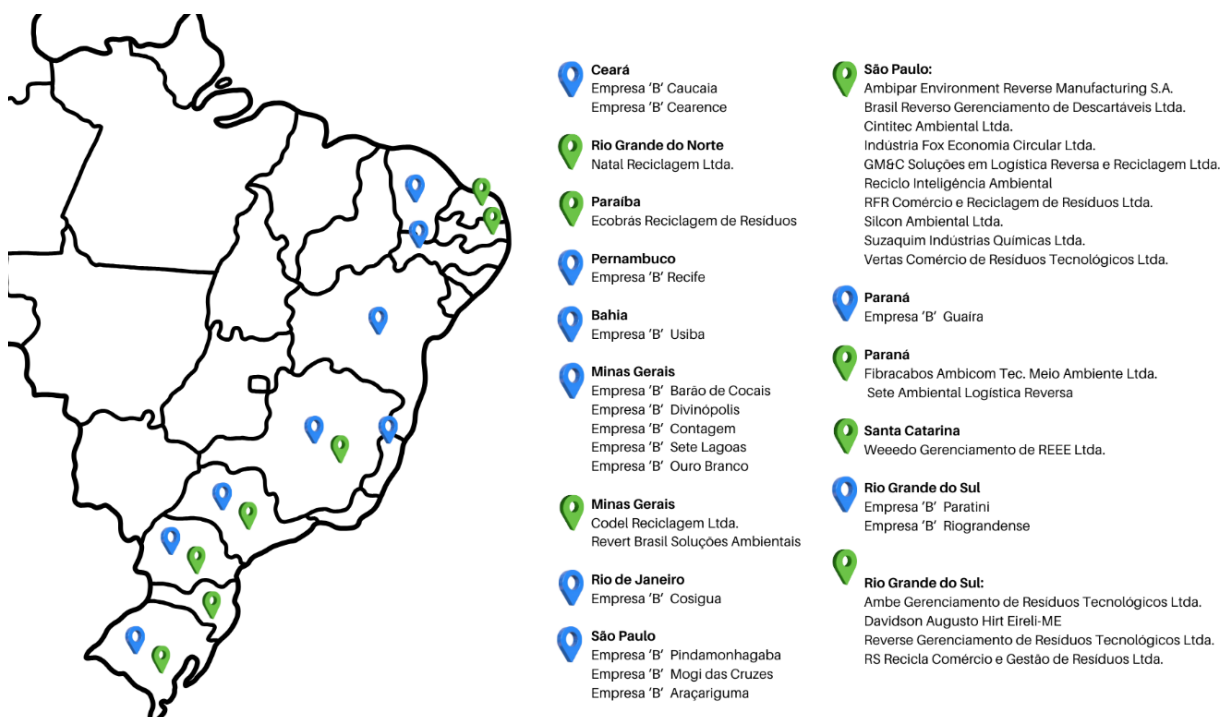
cidade do Recife, a empresa possui no total, 16 plantas industriais distribuídas em 7 estados da federação brasileira, sendo 11 *mini-mills* (produção a partir de sucata metálica reciclada).

Esse arranjo logístico e operacional reforça a viabilidade de replicação da proposta em outros territórios, respeitando as especificidades regionais e as capacidades instaladas de cada unidade industrial. A figura a seguir mostra a localização das usinas siderúrgicas da empresa ‘B’ e a localização dos recicladores que operam no SLR de modelo coletivo, associados a entidade gestora.

Paralelamente, um teste operacional conduzido pela empresa ‘B’ permitiu avaliar o potencial de captação REEE de linha branca a partir de dois de seus fornecedores, (sucateiros parceiros) de pequeno e médio porte. O objetivo foi medir a incidência de REEE de linha branca dentro do volume geral de sucata mista adquirida (Figura 36).

Em apenas dois dias de arrecadação, os dois fornecedores entregaram 57,81t de sucata, das quais 6,96 t correspondiam especificamente a REEE de linha branca, representando 24% do volume total de resíduos (Quadro 18) Esses resultados não apenas atestam a expressiva presença desses resíduos no fluxo dos materiais informalmente comercializados, como também evidenciam a oportunidade de integração desses agentes ao sistema circular desenhado.

Figura 35 – Levantamento das usinas siderúrgicas da empresa ‘B’ e dos recicladores que operam no SLR modelo coletivo.



Fonte: A autora (2024).

Figura 36 – Sucata mista recebida pela empresa ‘B’ para teste operacional de caracterização.

Fornecedor 1



Fornecedor 2



Fonte: A autora (2024).

Quadro 19 – Sucata de linha branca presente na sucata mista em teste operacional realizado pela empresa ‘B’.

Fornecedor	Porte	Sucata mista	Sucata linha branca	%
1	Médio	35,51t	4,3 t	12,1
2	Pequeno	22,3 t	2,66t	11,9
Total		57,81t	6,96t	24

Fonte: A autora (2024).

As evidências empíricas reforçam a importância da avaliação e adaptação do modelo proposto, especialmente no que diz respeito à valorização de estruturas locais e à articulação com redes já existentes. A identificação de plantas operantes da empresa 'B' com capacidade de absorção de novos fluxos de REEE, associada à comprovação do potencial de coleta descentralizada via novos fornecedores como empresa ‘A’, associações e cooperativas de reciclagem e entidade gestora, sustenta a viabilidade da ampliação do piloto. Ao mesmo tempo, permite adaptar o sistema às realidades territoriais, com vistas à consolidação de um modelo circular replicável em escala nacional.

4.3.4.3 Valor compartilhado

A construção de valor compartilhado no contexto da governança circular articula os interesses econômicos, sociais e ambientais dos diversos atores envolvidos na cadeia, gera empregos, reduz danos à saúde, ao meio ambiente e oportuniza a recuperação de materiais críticos (Baldé *et al.*, 2024). Segundo o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2024), redes de valor circulares que estabelecem de forma clara os benefícios e as responsabilidades de cada stakeholder fortalecem a capacidade do valor compartilhado, se adaptando e respondendo de maneira eficaz, aos desafios regulatórios e de mercado.

A partir das experiências práticas do piloto, observou-se que a geração de valor não se restringe à captura de ganhos econômicos por parte das empresas, mas à criação de externalidades positivas para o território e para os agentes que tradicionalmente se encontram à margem das cadeias produtivas formais, como catadores, cooperativas e recicladores. A incorporação de cooperativas e recicladoras locais na cadeia reversa amplia o impacto social e qualifica o sistema como uma rede distribuída de valor compartilhado. Assim, o piloto deixa de ser apenas um teste técnico para se tornar um exercício de *prefiguração* de uma economia circular inclusiva, viável e escalável.

Para a empresa ‘A’, a participação no piloto representa uma oportunidade estratégica de gerar valor compartilhado sob múltiplas dimensões. Atuando como fabricante de eletrodomésticos de linha branca, a empresa passa a integrar um ecossistema colaborativo que permite não apenas o cumprimento de suas obrigações legais de logística reversa, conforme o Decreto nº 10.240/2020, mas também a construção de um diferencial competitivo baseado na circularidade.

Do ponto de vista econômico, possibilitou a identificação de novos fluxos de valor a partir de resíduos anteriormente considerados custos operacionais. O redirecionamento de materiais como aço, plásticos e componentes eletroeletrônicos para as empresas parceiras ‘B’, ‘C’ e ‘D’, resulta em retorno financeiro por meio da comercialização de resíduos, além de economia no consumo de matérias-primas virgens. Essa lógica de reaproveitamento contribuiu para a redução da pegada ambiental de seus produtos e processos.

Sob a ótica institucional, a empresa fortalece sua atuação em rede, estabelecendo parcerias com cooperativas, recicladores, operadores logísticos e entes públicos. Ao colaborar na construção de um sistema de governança transparente e regionalmente representativo, a empresa contribui para ampliar o alcance do SLR, especialmente na Região Nordeste área até

então subtendida pelo atual SLR. Essa atuação alinhada ao território conferiu legitimidade social à marca, consolidando seu papel como agente de transformação sustentável.

Adicionalmente, a participação das lideranças das empresas no piloto, amplia sua capacidade de aprendizado organizacional, oferecendo insumos técnicos e operacionais para o aprimoramento de seus produtos com foco em *design* circular, durabilidade, facilidade de desmontagem e reúso de componentes. Ao antecipar tendências regulatórias e expectativas de mercado, a empresa ‘A’ se posiciona como referência no setor, associando sua marca a atributos de inovação, responsabilidade ambiental e compromisso com a EC.

A empresa ‘B’, atuante no setor de siderurgia, experimentou um processo de fortalecimento institucional e expansão operacional ao integrar o piloto em sua operação. Sua participação possibilitou o redesenho de processos, a valorização de resíduos complexos e a geração de valor compartilhado em múltiplas frentes, ampliando significativamente seu papel na cadeia produtiva circular.

Antes do piloto, a atuação da empresa ‘B’ concentrava-se na recuperação de componentes metálicos, com destaque para o aço, enquanto os resíduos heterogêneos e de baixo valor agregado, chamado *fluffy*, eram descartados ou marginalmente aproveitados. Com o piloto, foi possível não apenas mapear esses materiais com maior precisão, mas também iniciar parcerias para desenvolvimento tecnológico e testes de valorização de frações complexas, anteriormente tratadas como rejeito.

A incorporação de novas tecnologias e processos de triagem mais refinados aumenta a eficiência operacional e o valor agregado da fração reciclada. Esse ganho operacional é acompanhado pela ampliação do volume de resíduos recuperados por meio da reciclagem, consequentemente, da margem econômica das operações da empresa. Além disso, a entrada em novos circuitos de logística reversa permitiu a diversificação de suas fontes de abastecimento, com acesso regular e previsível a resíduos de linha branca.

Do ponto de vista institucional, a empresa ‘B’ passa a atuar em rede com cooperativas de catadores e operadores logísticos locais, criando vínculos mais estáveis e contratos baseados em metas de qualidade e rastreabilidade. Essa estrutura reforçou sua posição como recicladora e parceira de confiança dentro do sistema proposto. Ao mesmo tempo que fortalece sua reputação junto a entidades gestoras e fabricantes, ampliando seu protagonismo no ecossistema da EC.

O valor compartilhado gerado pelo projeto para a empresa ‘B’ também se manifesta na dimensão reputacional e estratégica. Participar de uma iniciativa coordenada, com objetivos sistêmicos e alinhados a políticas públicas de sustentabilidade, elevou sua visibilidade no setor

e gerou oportunidades de inovação conjunta com outras empresas, universidades e centros de pesquisa. Essa inserção em redes de conhecimento e inovação tem potencial de viabilizar a transição da empresa para um modelo de recicladora circular, com atuação cada vez mais sofisticada e alinhada às exigências de uma economia regenerativa.

A atuação conjunta entre empresas da indústria, cooperativas, associação de catadores e operadores logísticos especializados resulta em melhorias concretas na rastreabilidade dos resíduos, no aumento da eficiência da coleta e na elevação do grau de valorização dos materiais.

Para institucionalizar essa lógica de valor compartilhado, recomenda-se:

- Criação de indicadores integrados de desempenho ambiental, social e econômico, que permitam monitorar e reportar os impactos positivos da circularidade para todos os agentes da cadeia.
- Estabelecimento de cláusulas de repartição de valor nos contratos com operadores e cooperativas, garantindo que parte da rentabilidade gerada pelos resíduos seja reinvestida em inclusão social e desenvolvimento tecnológico.
- Fomento a arranjos territoriais de governança, nos quais governos locais, entidades gestoras e atores comunitários possam cocriar soluções logísticas, tecnológicas e regulatórias adaptadas ao contexto.
- Reconhecimento oficial das cooperativas como agentes da cadeia de valor, com incentivos fiscais, acesso a crédito e inserção nos instrumentos de política pública de resíduos e EC.

A EC se apresenta não apenas como uma resposta ambiental, mas como uma oportunidade de geração de receita por meio da valorização e uso otimizado de produtos e materiais. Empresas inseridas em cadeias circulares demonstram maior resiliência frente à volatilidade de recursos e mostram potencial para retornos financeiros superiores (Circle Economy, 2025). O valor compartilhado da proposta de governança circular é um redesenho da cadeia a partir de uma perspectiva distributiva, na qual o valor gerado pela circularidade seja repartido de forma equitativa entre os diferentes agentes, reconhecendo suas contribuições e fortalecendo sua capacidade de atuação.

4.3.4.4 *Uma nova régua econômica*

A economia linear baseada na extração e descarte se mostra cada vez mais insustentável, por outro lado, a EC introduz uma nova régua de desempenho baseada na longevidade do produto, recuperação de valor e minimização de perdas (Baldé *et al.*, 2024). As normas

contábeis e as práticas de avaliação de risco ainda refletem uma lógica linear de depreciação e subvalorizam o valor residual dos ativos em modelos circulares. Isso contribui para a percepção equivocada de que tais modelos são mais arriscados, limitando o acesso à capital e perpetuando uma cultura financeira contrária à inovação regenerativa (Circle Economy, 2025).

A transição para a EC no setor de eletroeletrônicos de linha branca demanda uma revisão das métricas que definem sucesso econômico e desempenho empresarial. O piloto revelou a insuficiência dos indicadores convencionais, baseados predominantemente em volume de vendas, retorno financeiro imediato e metas de compliance, para capturar o valor real gerado em sistemas circulares complexos, onde benefícios socioambientais e sistêmicos são tão ou mais relevantes que os resultados econômicos tradicionais.

Os modelos econômicos atuais operam sob a lógica da linearidade, premiando eficiência produtiva, escala e redução de custos como parâmetros principais. No entanto, essa abordagem desconsidera externalidades negativas, como a geração de rejeitos, a obsolescência programada e os impactos sociais da informalidade na cadeia de logística reversa. Para manter uma posição competitiva e cumprir suas metas de sustentabilidade, as empresas devem implementar estratégias audaciosas para aumentar seus esforços circulares e aproveitar as oportunidades concedidas pelos mercados em evolução (WEF, 2024).

Com base na abordagem proposta por Gümüşay & Reinecke (2024), a implementação se afasta da métrica tradicional baseada unicamente em conformidade legal e passa a adotar indicadores de valor regenerativo, como:

- Quantidade de material retornado pelo SLR versus rejeitos dispostos;
- Número de cooperativas integradas ao sistema e empregos criados;
- Redução de custos de disposição final e aquisição de matéria-prima;
- Novos usos para o *fluff* mapeados (coproduto), testados com parceiros industriais;
- Evolução das metas ESG das empresas ativadoras com base na circularidade sistêmica.

No piloto, identificou-se que práticas circulares, como a valorização de resíduos complexos, a remuneração justa de operadores da cadeia e a extensão da vida útil dos produtos, muitas vezes não encontram equivalência direta nos indicadores financeiros das empresas, o que compromete sua priorização nas decisões de investimento.

Os benefícios econômicos da implementação de um modelo econômico circular para eletroeletrônicos são diversos, tem o potencial de reduzir os custos para os consumidores em 7% até 2030 e 14% até 2040 (PACE, 2019). Diante desse cenário, propõe-se o uso de uma

régua econômica expandida, baseada em três eixos complementares: valor capturado, valor gerado e valor compartilhado.

O valor capturado inclui o retorno financeiro obtido diretamente pelas empresas, mas também contabiliza ganhos operacionais, como acesso a novos mercados, redução de riscos e economia com matéria-prima secundária. Esse valor deve ser medido a partir de indicadores como: i) Redução de custos logísticos pela circularidade; ii) Receita gerada com a comercialização de resíduos reaproveitados; iii) Diferenciação competitiva por meio de produtos circulares.

O valor gerado abrange os benefícios sistêmicos criados ao longo da cadeia e para o território, como geração de empregos, fortalecimento de cooperativas, redução de emissões de GEE e substituição de matérias-primas virgens. Indicadores incluem: i) Toneladas de resíduos desviados de aterros; ii) Empregos formais criados em cooperativas e recicladoras parceiras; iii) Volume de recursos poupados por remanufatura ou reúso.

Já o valor compartilhado integra os dois eixos anteriores a uma lógica distributiva, orientando a equidade e a corresponsabilidade entre os agentes. Nele se avalia: i) A proporção de benefícios redistribuídos entre os elos da cadeia; ii) O grau de inclusão de grupos vulnerabilizados; iii) A corresponsabilidade assumida por empresas no desempenho socioambiental do sistema.

Além disso, para que essa nova régua econômica seja operacionalizada de forma efetiva, recomenda-se: Integração dos novos indicadores aos sistemas de gestão e planejamento estratégico das empresas, vinculando metas de circularidade às metas de desempenho financeiro. Adoção de métricas híbridas de impacto (financeiro + socioambiental) nos relatórios de sustentabilidade, integrando dados auditáveis e transparentes. Reconhecimento público e regulatório dessas métricas como critérios de acesso a incentivos fiscais e certificações ambientais. E apoio técnico e financeiro à mensuração do valor sistêmico, especialmente em fases piloto evitando que a ausência de métricas inviabilize a continuidade das ações circulares.

A proposta não tem como objetivo substituir os indicadores financeiros tradicionais, mas complementá-los com parâmetros que demonstrem a complexidade e os impactos positivos da circularidade. A partir das aplicações práticas do piloto, evidenciou-se que empresas que adotam a circularidade em seus processos, ampliam sua legitimidade, reduzem riscos regulatórios e reputacionais e constroem bases mais sólidas para inovação sustentável. Trata-se, portanto, de um passo importante para realinhar o desempenho empresarial com os desafios contemporâneos de uma transição circular.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 CONCLUSÃO

A presente pesquisa propôs a modelagem de uma governança circular e sua aplicação no setor de eletroeletrônicos de linha branca no Brasil. Para operacionalizar a obtenção dos resultados necessários, foram realizados os seguintes objetivos específicos: i) Diagnóstico da governança da economia circular no Brasil, ii) Proposição de modelo de governança circular e, iii) Aplicação do modelo de governança circular para o setor de eletroeletrônicos brasileiro. Todos desenvolvidos a partir de um conjunto de procedimentos, que resultaram no atendimento e fornecimento de resposta à hipótese e aos objetivos de pesquisa desta tese.

Apesar do tema ser considerado recente, o diagnóstico da governança circular brasileira revelou avanços relevantes tanto na esfera pública quanto em arranjos em rede. No campo das políticas públicas, observou-se uma evolução normativa significativa, culminando nas proposições de 7 PLs sobre o tema, na Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC) e na elaboração do Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC 2025–2034). No entanto, por serem tão recentes, persistem lacunas importantes relacionadas à implementação, territorialização e articulação intersetorial das ações. O estudo também evidenciou que a governança circular no país é predominantemente de natureza colaborativa e multissetorial, estruturada em redes de atores que operam ‘de baixo para cima’. Essas redes são impulsionadas, em sua maioria, por iniciativas do setor privado com o apoio de organizações intermediárias especializadas na articulação da transição circular (corretores de transição), como é o caso do *Hub* de Economia Circular Brasil analisado nesta tese. Tal dinâmica evidencia o papel estratégico da governança em rede e dos corretores de transição na mobilização de capacidades e na construção de soluções circulares adaptadas ao contexto brasileiro.

Além disso, esta pesquisa propõe um modelo de governança circular com potencial de aplicação em diferentes cadeias produtivas brasileiras. O modelo foi concebido a partir da experiência prática, da observação sistemática e da interação contínua entre a pesquisadora e o HubEC. Estruturado em quatro etapas: engajamento, diagnóstico, planejamento e implementação, a validação do modelo foi efetuada por meio de sua aplicação no setor de eletroeletrônicos de linha branca, a partir da execução de um projeto piloto conduzido em parceria com as empresas-membro atuantes nesse segmento.

No piloto Linha Branca, essa estrutura revelou-se eficaz para coordenar múltiplos atores, alinhar interesses diversos e promover inovação sistêmica. O engajamento foi viabilizado por

meio de uma articulação entre sete organizações de setores distintos, destacando-se a atuação das empresas 'A' (fabricante de eletroeletrônicos) e 'B' (recicladora siderúrgica), que assumiram a liderança do projeto. A coordenação pelo HubEC, na condição de corretor de transição, demonstrou ser essencial para mediar interesses, promover alinhamento estratégico e garantir fluidez na governança em rede.

O diagnóstico revelou fragilidades importantes no sistema linear vigente, sobretudo no modelo coletivo de logística reversa atualmente operacionalizado por entidade gestora. A concentração de recicladores no eixo Sul-Sudeste, a baixa cobertura no Nordeste e a limitada rastreabilidade das operações comprometeram a efetividade socioambiental do sistema. Simultaneamente, a análise do cenário organizacional evidenciou que a empresa 'A' possui volume de comercialização suficiente para viabilizar outros modelos de SLR. A empresa 'B', por sua vez, demonstrou maturidade técnica e capacidade instalada para absorver volumes relevantes de resíduos, contribuindo para ampliação e maximização dos três SLR de impacto circular propostos.

No planejamento, destacou-se o desenvolvimento do *mindset* circular como estratégia transversal de mudança cultural e alicerce para a inovação. A construção de parcerias ao longo do piloto permitiu consolidar um ecossistema de atores com diferentes expertises e interesses complementares. As diretrizes operacionais estruturaram a integração de cooperativas, recicladores e operadores logísticos, com foco na maximização da valorização dos materiais e na inclusão produtiva.

A etapa de implementação, ainda que concebida como um exercício de teorização prospectiva de rigor especulativo, apresentou contribuições concretas para o campo da experimentação circular. Foram delineados três cenários de impacto: SLR Individual, SLR Misto e SLR Integrativo, que representam não apenas alternativas operacionais, mas expressões de futuros desejáveis. Os testes operacionais realizados, como a gravimetria e a análise de volume de REEE, validaram a pertinência técnica e econômica das propostas. Além disso, evidenciaram a viabilidade de replicação do modelo em outras regiões brasileiras.

A avaliação e adaptação contínuas do modelo, por meio da coleta de dados e da análise de critérios como potência generativa e desejabilidade plausível, permitiram ajustes iterativos que consolidam o modelo como dinâmico, escalável e sensível às especificidades territoriais. A construção de valor apresenta-se como um eixo estruturante, não apenas no sentido econômico, mas como vetor de inclusão social, fortalecimento institucional e diferenciação estratégica. Foram desenvolvidas métricas ampliadas: valor capturado, valor gerado e valor

compartilhado, capazes de redefinir os parâmetros de avaliação de impacto, propondo uma nova régua econômica que transcende a lógica financeira tradicional.

A contribuição acadêmica central da tese está na sistematização de um modelo de governança circular aplicável às cadeias produtivas complexas, com base em experiências concretas e metodologias participativas. Ao integrar elementos da governança em rede, da transição circular e da construção colaborativa de valor, a pesquisa avança significativamente no campo da circularidade. O modelo aqui proposto contribui para suprir lacunas teóricas e práticas sobre como operacionalizar de fato a EC em contextos com baixa maturidade institucional e alta fragmentação setorial.

Adicionalmente, a pesquisa oferece importantes contribuições sociais, gerenciais e práticas. No plano social, promove a inclusão produtiva e o reconhecimento de agentes tradicionalmente marginalizados nas cadeias reversas, como as cooperativas e associações de catadores de material reciclável. No plano gerencial, oferece às empresas ferramentas para integrar metas de circularidade ao planejamento estratégico, às métricas ESG e à inovação sustentável. No plano das políticas públicas, fornece subsídios concretos para a revisão de instrumentos normativos como o Decreto nº 10.240/2020, sugerindo a incorporação de práticas como remanufatura, recondicionamento e rastreabilidade, ainda pouco valorizadas.

A pesquisa conclui que a transição para a economia circular no setor de eletroeletrônicos de linha branca exige uma governança orientada por princípios de colaboração, transparência, descentralização e visão sistêmica. A modelagem proposta nesta tese confirma a viabilidade de construir um *framework* estratégico-operacional a partir de experiências práticas e metodologias participativas. Recomenda-se, como próximos passos, a institucionalização e escalabilidade do modelo, sua expansão para outras cadeias produtivas e a continuidade da implementação como ferramenta estratégica para uma transição circular justa, regenerativa e ancorada em territórios regionais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

5.2 RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, recomenda-se ações futuras para os seguintes setores:

- Ao setor privado, a criação de núcleos internos de inovação voltados à circularidade, além da adesão a plataformas colaborativas que ampliem a escala das soluções circulares.
- Ao setor público, o aprimoramento de políticas e instrumentos regulatórios para a logística reversa, o estímulo à rastreabilidade de materiais e a inclusão da EC como eixo estruturante de políticas industriais.
- Utilizar os dados e aprendizados de pilotos e da cadeia atual para propor à administração pública ajustes nas normas e decretos (como o Decreto nº 10.240/2020), de modo a reconhecer e integrar outras atividades além da reciclagem, como por exemplo: a remanufatura e o condicionamento, reconhecendo e valorizando os agentes que operam de maneira compatível com os princípios da economia circular;
- À academia e centros de pesquisa, a continuidade de estudos longitudinais que validem, em ambientes reais, os efeitos do modelo de governança sobre indicadores ambientais, sociais e econômicos.
- Ao ecossistema de inovação como um todo, a adoção de métricas de valor compartilhado e impacto regenerativo como novos parâmetros para avaliação de desempenho.

Além disso, propõe-se que a etapa de implementação do modelo seja objeto de uma pesquisa de pós-doutorado, com foco na validação empírica do *framework* em contextos reais, análise comparativa de diferentes territórios ou cadeias produtivas, e avaliação dos impactos econômicos, ambientais e sociais resultantes da adoção do modelo. Tal aprofundamento permitiria não apenas consolidar os achados desta tese, mas também contribuir com subsídios técnicos para políticas públicas e estratégias empresariais orientadas à economia circular.

REFERÊNCIAS

- ABES - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Seminário Economia Circular no Brasil: Motivações e Ações*. São Paulo: ABES, 2023. Disponível em: <https://www.abesdf.com/post/semin%C3%A1rio-economia-circular-no-brasil-motiva%C3%A7%C3%B5es-e-a%C3%A7%C3%B5es>. Acesso em: 08 abr. 2025.
- AFNOR. XP X30-901: *Circular Economy - Circular Economy Project Management System - Requirements and Guidelines*. Paris: Afnor, 2018.
- AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos: análise de viabilidade técnica e econômica*. Brasília, DF: ABDI, 2013. 179 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 15960: 2021 Fluidos refrigerantes: recolhimento, reciclagem e regeneração (3R): procedimento*. São Paulo: ABNT, 2021. 18 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 16156:2013 – resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: requisitos para a atividade de manufatura reversa*. São Paulo: ABNT, 2013. 30 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Workshop internacional de economia circular – um mundo de oportunidades*. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aSEbboB3n3M>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS. *Indicadores: Publicação periódica com os principais indicadores da indústria nacional de eletroeletrônicos: 1º semestre de 2024*. São Paulo: ELETROS, 2024. 6 p.
- ACERBI, F.; TAISCH, M. A literature review on circular economy adoption in the manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, v. 273, p. 123086, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123086.
- AGNI.CE. *Circulando ideias e ideias: governança*. 3. ed. Núcleo de Economia Circular – NEC, 2022. 51 p.
- AMINOFF, A.; PIHLAJAMAA, M. Business experimentation for a circular economy: learning in the front end of innovation. *Journal of Cleaner Production*, v.275, p.124051, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124051.
- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability science*, v. 2, n. 1, p. 133-140, 2007. DOI: 10.1007/s11625-006-0013-6.
- ASDF; FACTOR - Americas Sustainable Development Foundation; Factor Ideais Integral Services. *Diretrizes para a elaboração de um Roteiro Nacional de Economia Circular no Brasil*. Produto 6.2. 2020. 52 p.

BAAS, L. W. Cleaner production: beyond projects. *Journal of Cleaner Production*, v. 3, n. 1-2, p. 55-59, 1995.

BALDÉ, C. P. *et al.* *The Global e-waste monitor 2024*. Geneva, 2024. 148 p.

BARROS, M. V. *et al.* Circular economy as a driver to sustainable businesses. *Cleaner Environmental Systems*, v.2, 2021. DOI: 10.1016/j.cesys.2020.100006.

BRASIL. Câmara dos Deputados. *Projeto de Lei nº 1755, de 24 de junho de 2022. Institui o Programa de Incentivo à Economia Circular*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2022.

Disponível em:

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2191486. Acesso em: 12 jun. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta a estruturação e a implementação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF: Presidência da República, 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a política nacional de resíduos sólidos. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. Ministério de Desenvolvimento Indústria, Comércio e Serviços. *Plano Nacional de Economia Circular (PLANEC) 2025-2034*. Brasília, DF: MDIC, 2025. 51 p.

BRASIL, Ministério da Educação. *Chamada pública para o workshop para elaboração de itinerários formativos em economia circular na educação profissional e tecnológica*. Edital nº 15/2023. Brasília: DF: MEC, 2023. 7 p.

BRASIL, Ministério da Educação. *Divulgação de resultado – Chamada pública: itinerários formativos em economia circular*. Edital nº 15/2023. Brasília: DF: MEC, 2023. 3 p.

BRASIL, Ministério da Educação. *Ofício Circular nº 19/2024/GAB/SETEC/SETEC-MEC: Divulgação de capacitação de docentes em economia circular*. Brasília: DF: MEC, 2024. 16 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. *Ofício nº 7273/2022/MMA*. Brasília, DF: Secretaria de Qualidade Ambiental, 20 dez. 2022.

BRASIL. Senado Federal. *Projeto de Lei nº 1550, de 08 de junho de 2022. Institui a Lei da Economia Circular e Sustentável do Plástico e dá outras providências*. Brasília: Senado Federal, 2022.

BRASIL. Senado Federal. *Projeto de Lei nº 1874, de 04 de julho 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, para adequá-las à nova política*. Brasília, DF: Senado Federal, 2022.

BRASIL. Senado Federal. *Projeto de Lei nº 3967, de 09 de novembro de 2021. Institui a Política Nacional de Economia Circular e o Selo Produto Economicamente Circular*. Brasília, DF: Senado Federal, 2021.

BRASIL. Senado Federal. *Projeto de Lei nº 5224, de 27 de setembro de 2022. Institui regras relativas à economia circular do plástico e dá outras providências*. Brasília, DF: Senado Federal, 2022.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. *Referencial básico de governança operacional para organizações públicas e outros entes*. 3. ed. Brasília: TCU, Secretaria de Controle Externo da Administração do Estado, 2020. 242 p.

BLOMSMA, F; BRENNAN, G. The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity. *Journal of Industrial Ecology*, v. 21, n. 3, p. 603-614, 2017. DOI: 10.1111/jiec.12603.

BOCKEN, N. *et al.* Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of industrial and production engineering*, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016. DOI: 10.1080/21681015.2016.1172124.

BOND, A. J. *et al.* Learning how to deal with values, frames and governance in sustainability appraisal. *Regional Studies*, v. 45, n. 8, p. 1157-1170, 2011. DOI: 10.1080/00343404.2010.485181.

BONVIU, F. The European economy: from a linear to a circular economy. *Romanian Journal of European Affairs*, v. 14, 2014.

BORZEL, T. A.; PANKE, D. Network governance: effective and legitimate?. Theories of democratic network governance. *Springer*, p.153-166, 2007.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. BSI 8001: *Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations – guide*. London: BSI, 2017. 90 p. ISBN: 9780580926440.

CIRCLE ECONOMY. *Circularity Gap Report: Finance – Tracking global financial flows in the circular economy*. Amsterdam: CGR, 2025. 84 p.

CIRCLE ECONOMY. *The Circular Gap Report 2023*. Amsterdam: Circle Economy Foundation, 2023. 39 p.

CIRCLE ECONOMY. *The Circularity Gap Report 2024: A circular economy to live within the safe limits of the planet*. Amsterdam: Circle Economy Foundation, 2024. 86 p.

CIRCULAR ECONOMY COALITION. *Economia circular na América Latina e no Caribe: uma visão compartilhada*. 2022. 31 p.

CIRCULAR ECONOMY INITIATIVE DEUTSCHLAND. *SystemiQ and Acatech*. CEID, 2019. Disponível em: <https://www.circular-economy-initiative.de/en-circular-economy-initiative-deutschland>. Acesso em: 29 ago. 2022.

CIRCULAR ECONOMY LEADERSHIP COALITION. *Scaling circular economy innovation in Canada*. 2018. Disponível em: <https://circulareconomyleaders.ca>. Acesso em: 29 ago. 2022.

CIRCULAR ELECTRONICS PARTNERSHIP. *Circular Electronics Roadmap: An Industry Strategy Towards Circularity*. Switzerland: CEP, 20021. 38 p.

CIRCULAR ELECTRONICS PARTNERSHIP. *Circular Electronics Design Guide (CEDG)*. Switzerland: CEP, 2024. 616 p.

CIRCULAR ELECTRONICS PARTNERSHIP. *Circular electronics system map: an industry blueprint for action*. Switzerland: CEP, 2022. 40p.

CENTOBELLI, P. *et al.* Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 4, p. 1734-1749, 2020. DOI: 10.1002/bse.2466.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA. *A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade*. Brasília: CNI, 2012. 41p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Economia circular: uma abordagem geral no contexto da indústria 4.0*. Brasília: CNI, 2017. 98p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira*. Brasília: CNI, 2018. 70p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Economia circular: caminho estratégico*. Brasília: CNI, 2019. 76p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Economia circular na prática: guia de implementação segundo a série ABNT NBR ISO 59000*. Brasília: CNI, 2024a. 50 p. ISBN 9 788579 572807

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Estudo para a promoção da economia circular na indústria brasileira: Demandas por competências, formação profissional e oferta de cursos*. CNI, 2023. 88p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Pesquisa sobre economia circular 2019*. Brasília: CNI, 2020. 6p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. *Pesquisa sobre Economia Circular 2024: Principais Resultados*. CNI, 2024b.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. UPCYCLE BRASIL. *Modelos de Negócios Circulares e Práticas Empresariais*. Rio de Janeiro: CEBDS, 2024. 51 p.

CRAMER, J. Effective governance of circular economies: an international comparison. *Journal of Cleaner Production*, v. 343, p. 130874, 2022. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.130874.

CRAMER, J. Implementing the circular economy in the Amsterdam Metropolitan Area: the interplay between market actors mediated by transition brokers. *Business Strategy and the Environment*, v. 29, n. 6, p. 2857-2870, 2020a. DOI: 10.1002/bse.2548.

CRAMER, J. The raw materials transition in the Amsterdam metropolitan area: Added value for the Economy, Well-Being, and the Environment. *Environment Science and Policy for Sustainable Development*, v. 59, n. 3, p. 14-21, 2017. DOI: 10.1080/00139157.2017.1301167.

CRAMER, J. How Network Governance Powers the circular economy: Ten Guiding Principles for Building a circular economy, Based on Dutch Experiences. 1. ed. *Amsterdam: Economic Board*, 2020b. 176 p. ISBN: 9789090339283.

DALY, H. E. Sustainable development: from concept and theory to operational principles. *Population and development review*, v. 16, p. 25-43, 1990. DOI: <https://doi.org/10.2307/2808061>.

ECO21. *Brasil é escolhido para sediar o Circular Economy Hotspot em 2024*. 2022. Disponível em: <https://eco21.eco.br/economia-circular/brasil-e-escolhido-para-sediar-o-circular-economy-hotspot-em-2024/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

EXCHANGE4CHANGE BRASIL. *Circularidade na prática no Brasil: Aprendizados e Recomendações do Hub de Economia Circular 2020/2023*. 2024. 68p.

EXCHANGE4CHANGE BRASIL. *Guia de Mindset Circular*. Hub de Economia Circular Brasil: E4CB, dez. 2020. 42 p.

EXCHANGE4CHANGE BRASIL. *Hub de Economia Circular Brasil: Relatório de atividades 2020*. E4CB, fev. 2021. 36 p.

EXCHANGE4CHANGE BRASIL. *Hub de Economia Circular Brasil: Relatório de atividades 2021*. E4CB, mai. 2022a. 40 p.

EXCHANGE4CHANGE BRASIL. *Manifesto para a transição circular*. E4CB, abril. 2022b.

EXCHANGE4CHANGE BRASIL. *NDAs entre nove empresas para a construção de projetos conjuntos*. E4CB, dez. 2022c. Disponível em: <https://e4cb.com.br/hub-de-economia-circular-brasil-inicia-o-ano-com-a-assinatura-de-ndas-entre-nove-empresas-para-a-construcao-de-projetos-conjuntos/>. Acesso em: jan. 2023.

EUROPEAN CIRCULAR ECONOMY STAKEHOLDER PLATFORM. *The power of circular economy hubs european circular economy stakeholder platform (eces) coordination group leadership group on network governance and circular economy hubs*. ECESP, 2021.

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. *Circular economy in Europe: developing the knowledge base*. Luxemburgo: EEA, 2016.

EISENREICH, A.; FULLER, J. You can't go circular alone: a stakeholder approach to circular innovation. *Circular Economy*, 2023. DOI: 10.55845/HKKE5160.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Circular consumer electronics: an initial exploration*. 2018. 17 p.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Circularity indicators: an approach to measure circularity. Methodology*. EMF. Cowes, UK, 2019.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Financing the Circular Economy: capturing the opportunity*. EMF, 2020. 102 p.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Publicações*. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/pt/publications>. Acesso em: 11 ago. 2023.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition*. Isle of Wight: EMF, v.1, 2013.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Uma Economia Circular no Brasil: uma abordagem exploratória inicial*. The Circular Economy 100 (CE100), 2017.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Universal circular economy policy goals: Enabling the transition to scale*. EMF, 2021. 68 p.

EUROPEAN COMMISSION. *Circular Economy Action Plan: For a Cleaner and More Competitive Europe*. Brussels, 2020. 28 p.

EUROPEAN COMMISSION. *Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy COM/2015/0614 final*. Bruxelas, 2015. 24 p.

ESPOSITO, M. *et al.* Introducing a Circular Economy: New Thinking with New Managerial and Policy Implications. *California Management Review*, v. 60, n. 3, p. 5-19, 2018.

EXAME. *Economia Circular: empresas e academia se unem em novo movimento do pacto global da ONU no Brasil*. 2022. Disponível em: <https://exame.com/esg/economia-circular-empresas-e-academia-se-unem-em-novo-movimento-do-pacto-global-da-onu-no-brasil/>. Acesso em: 20 set. 2022.

FANG, Y.; CÔTÉ, R. P.; QIN, R. Industrial sustainability in China: Practice and prospects for eco-industrial development. *Journal of environmental management*, v. 83, n. 3, p. 315-328, 2007. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.03.007.

FÓRUM DE ECONOMIA CIRCULAR. *Construir um futuro sustentável depende de iniciativas imediatas*. FEC, 2025. Disponível em: <https://www.forumdeeconomiacircular.com/>. Acesso em: 08 abr. 2025.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Economia Circular na indústria*. FIESP, 2024. Disponível em: <https://economiacircular.fiesp.com.br/economia-circular.html>. Acesso em: 24 nov. 2024.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. *Banco do Nordeste lança Plano de Ação de Economia Circular*. FIEB, 2023. Disponível em: <https://www.fieb.org.br/noticias/banco-nordeste-estimula-economia-circular-bahia/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DA BAHIA. *Economia circular no foco da normalização internacional*. FIEB 2023. Disponível em: <https://www.fieb.org.br/noticias/economia-circular-foco-normalizacao-internacional/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

FISCHER, L.; NEWIG, J. Importance of actors and agency in sustainability transitions: a systematic exploration of the literature. *Sustainability*, v.8, n.5, 476 p, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/su8050476>.

FORTI, V. *et al.* *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. Geneva: International Solid Waste Association (ISWA), 2020.

FÓRUM NORDESTE DE ECONOMIA CIRCULAR. *Newsletter*. 2023. Disponível em: <https://nordesteekonomiacircular.com.br/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GEISENDORF, S; PIETRULLA, F. The circular economy and circular economic concepts: a literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*, v. 60, n. 5, p. 771-782, 2018.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy—A new sustainability paradigm?. *Journal of cleaner production*, v. 143, p. 757-768, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

GERDAU. *Relatório anual 2021*. Disponível em: <https://www2.gerdau.com.br/relatorio-anual-2021/>. Acesso em: 13 fev. 2023.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 7. ed. Atlas, 2022. 208 p. ISBN: 6559771636.

GHISELLINI, P; CIALANI, C; ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner production*, v. 114, p. 11-32, 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.09.007.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Negócios Internacionais Participa De Evento Com União Europeia Para Discutir Investimentos Em Economia Circular*. 2023. Disponível em: <https://www.negociosinternacionais.sp.gov.br/negocios-internacionais-participa-de-evento-com-uniao-europeia-para-discutir-investimentos-em-economia-circular/>. Acesso em: 30 nov. 2023.

GUMUSAY, A; REINECKE, J. Imagining Desirable Futures: A call for prospective theorizing with speculative rigour. *Organization Theory*, SAGE. V. 5, 2024. DOI: 10.1177/26317877241235939

HIRSCH, P. M.; LEVIN, D. Z. Umbrella advocates versus validity police: A life-cycle model. *Organization Science*, v. 10, n. 2, p. 199-212, 1999. DOI: 10.1287/orsc.10.2.199.

HOMRICH, A. S. *et al.* The circular economy umbrella: Trends and gaps on integrating pathways. *Journal of Cleaner Production*, v. 175, p. 525-543, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.11.064.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. *Harmonized Circular Economy Finance Guidelines*. IFC, 2025. 83p.

INTERNATIONAL RESOURCE PANEL. REDEFINING VALUE. *The manufacturing revolution: remanufacturing, refurbishment, repair and direct reuse in the circular economy*. IRP Report, 2018. 272p. ISBN: 978-92-807-3720-2.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *Technical Committees ISO/TC 323 Circular Economy*. 2018. Disponível em: <https://www.iso.org/committee/7203984.html>. Acesso em: ago. 2022.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 59004:2024 Circular economy - Vocabulary, principles and guidance for implementation*. 2024. 51 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 59010:2024 Circular economy - Guidance on the transition of business models and value networks*. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 59020:2024 Circular economy - Measuring and assessing circularity performance*. 2024 Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:59020:ed-1:v1:en>. Acesso em: 28 mai. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/DIS 59040 Circular economy - Product circularity data sheet*. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO/TR 59032:2024 Circular economy - Review of existing value networks*. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA CIRCULAR. *Missão, visão e atividades*. IBEC, 2023. Disponível em: <https://www.circular.org.br/>. Acesso em: 26 dez. 2023.

INTITUTO CLIMA E SOCIEDADE. *Instituto Brasileiro de Economia Circular*. ICS, 2023. Disponível em: <https://climaesociedade.org/donativos/instituto-brasileiro-de-economia-circular/>. Acesso em: 26 dez. 2023.

JACKSON, M.; LEDERWASCH, A.; GIURCO, D. Transitions in theory and practice: Managing metals in the circular economy. *Resources*, v. 3, n. 3, p. 516-543, 2014. DOI: 10.3390/resources3030516.

KAJIKAWA, Y. *et al.* Creating an academic landscape of sustainability science: an analysis of the citation network. *Sustainability Science*, v. 2, p. 221-231, 2007.

KALMYKOVA, Y.; SADAGOPAN, M.; ROSADO, L. Circular economy: from review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, conservation and recycling*, v. 135, p. 190-201, 2018. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.034.

KATES, R. W. *et al.* Sustainability science. *Science*, v. 292, n. 5517, p. 641-642, 2001.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation and recycling*, v. 127, p. 221-232, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

KIRCHHERR, J.; SANTEN, V. R. Research on the circular economy: A critique of the field. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 151, 2019. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104480.

KEMMIS, S. What is to be done? The place of action research. *Educational action research*, v. 18, n. 4, p. 417-427, 2010. DOI: 10.1080/09650792.2010.524745.

KHAN, J. What role for network governance in urban low carbon transitions?. *Journal of Cleaner Production*, v. 50, p. 133-139, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.11.045.

KIVIMAA, P. *et al.* Towards a typology of intermediaries in sustainability transitions: a systematic review and a research agenda. *Research Policy*, v. 48, n. 4, p. 1062-1075, 2019.

KOERICH, M. S. *et al.* Pesquisa-ação: ferramenta metodológica para a pesquisa qualitativa. *Revista Eletrônica de Enfermagem*, v. 11, n. 3, 2009. DOI: 10.5216/ree.v11.47234.

KORHONEN, J. *et al.* Circular economy as an essentially contested concept. *Journal of cleaner production*, v. 175, p. 544-552, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.111.

LINDHQUIST, T. *Extended producer responsibility in cleaner production: Policy principle to promote environmental improvements of product systems*. Lund University, 2000.

LOORBACH, D.; FRANTZESKAKI, N.; AVELINO, F. Sustainability transitions research: transforming science and practice for societal change. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 42, n. 1, p. 599-626, 2017. DOI: 10.1146/annurev-environ-102014-021340.

MATIAS-PEREIRA, J. A governança corporativa aplicada no setor público brasileiro. *Administração Pública e Gestão Social*, v. 2, n. 1, p. 109-134, 2010.

MINISTÉRIO DA FAZENDA. *Plano é tema de debates no 1º Seminário Economia Circular, que discute novas políticas públicas*. Disponível em: <https://www.gov.br/fazenda/pt-br/assuntos/noticias/2024/abril/plano-e-tema-de-debates-no-1o-seminario-economia-circular-que-discute-novas-politicas-publicas>. Acesso em: 21 abr. 2024.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. *Brasil passa a integrar fórum regional de economia circular*. MIDIC, 2023. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202309/brasil-passa-a-integrar-forum-regional-de-economia-circular>. Acesso em: 30 nov. 2023

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. *MDIC debate economia circular sob a perspectiva da mulher*. MDIC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/noticias/2024/marco/mdic-debate-economia-circular-sob-a-perspectiva-da-mulher>. Acesso em: 08 abr. 2025.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL. *Rota da Economia Circular*. 2021. Disponível em: <http://portalrotas.avaliacao.org.br/rota/rota-da-economia-circular/5>. Acesso em: 12 jul. 2022.

MIGUEL, P. A. C. *et al.* Metodologia da pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. 265 p.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS. *A transversalidade da Agenda Ambiental*. Secretaria de Economia Verde, Descarbonização e Bioindústria – SEV. Brasília: MDIC, 2024. 13 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. *Acordo Setorial para implementação do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes*. Brasília: MMA, 2019. 31 p.

MORSELETT, P. Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 153, p. 104553, 2020. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104553

MURRAY, A.; SKENE, K.; HAYNES, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of business ethics*, v. 140, n. 3, p. 369-380, 2017. DOI: 10.1007/s10551-015-2693-2.

NILSSON, M. *Organizational development as action research, ethnography, and beyond*. In: Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans: LA. 2000.

NOBRE, G. C; TAVARES, E. The quest for a circular economy final definition: A scientific perspective. *Journal of Cleaner Production*, v. 314, p. 127973, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127973.

PLATFORM FOR ACCELERATING THE CIRCULAR ECONOMY. *About global goal*. *World Economy Forum*. PACE, 2018. Disponível em: <https://pacecircular.org>. Acesso em: 29 ago. 2022.

PLATFORM FOR ACCELERATING THE CIRCULAR ECONOMY. *A New Circular Vision for Electronics: Time for a Global Reboot*. World Economic Forum. 2019. 24 p.

PACTO GLOBAL. *Economia circular: empresas e academia se unem em novo Movimento do Pacto Global da ONU no Brasil*. Disponível em: <https://pactoglobal.org.br/noticia/599/economia-circular-empresas-e-academia-se-unem-em-novo-movimento-do-pacto-global-da-onu-no-brasil>. Acesso em: dez. 2022.

PATTERSON, J. *et al*. Exploring the governance and politics of transformations towards sustainability. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, v. 24, p. 1-16, 2017. DOI: 10.1016/j.eist.2016.09.001.

PEARCE, D. W; TURNER, R. K. *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. 1990. ISBN: 0-8018-3986-6.

PERNAMBUCO. *Lei nº 12.008, de 01 de junho de 2001. Dispõe sobre a política estadual de resíduos sólidos e dá outras providências*. Pernambuco: Palacio do Campo das Princesas, 2001.

PERNAMBUCO. *Lei nº 14.236, de 13 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências*. Pernambuco: Palacio do Campo das Princesas, 2010.

PICHETH, S. F. *et al*. Analisando a pesquisa-ação à luz dos princípios intervencionistas: um olhar comparativo. *Educação*, v. 39, p. 3-13, 2016. DOI: 10.15448/1981-2582.2016.s.24263.

POTTING, J. *et al*. *Circular economy: measuring innovation in the product chain*. The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, n. 2544, 2017. 46 p.

PRIETO-SANDOVAL, V.; JACA, C.; ORMAZABAL, M. Towards a consensus on the circular economy. *Journal of cleaner production*, v. 179, p. 605-615, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.224.

PROVAN, K. G.; KENIS, P. Modes of network governance: Structure, management, and effectiveness. *Journal of public administration research and theory*, v. 18, n. 2, p. 229-252, 2008. DOI: 10.1093/jopart/mum015.

REH, L. Process engineering in circular economy. *Particuology*, v. 11, n. 2, p. 119-133, 2013. DOI: 10.1016/j.partic.2012.11.001.

ROCHA, G. H. T. *et al.* Diagnóstico da geração de resíduos eletroeletrônicos no estado de Minas Gerais. EMPA/ FEAM. Belo Horizonte, p. 80. 2009.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. *Going backwards: reverse logistics trends and practices*. Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council, 1999.

ROHE, S.; CHLEBNA, C. The evolving role of networking organizations in advanced sustainability transitions. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 183, p. 121916, 2022. DOI: 10.1016/j.techfore.2022.121916.

ROMERO-HERNÁNDEZ, O; ROMERO, S. Maximizing the value of waste: From waste management to the circular economy. *Thunderbird International Business Review*, v. 60, n. 5, p. 757-764, 2018.

ROTH, A. *et al.* Diferenças e inter-relações dos conceitos de governança e gestão de redes horizontais de empresas: contribuições para o campo de estudos. *Revista de Administração*, v. 47, p. 112-123, 2012. DOI: 10.5700/rausp1029.

SAKR, D.; BAAS, L.; EL-HAGGAR, S.; HUISINGH D. Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 11, p. 1158-1169, 2011. DOI: 10.1016/j.jclepro.2011.01.001.

SARJA, M.; ONKILA, T.; MAKELA, M. A systematic literature review of the transition to the circular economy in business organizations: Obstacles, catalysts and ambivalences. *Journal of Cleaner Production*, v. 286, p. 125492, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125492.

SCHROEDER, P; ANGGRAENI, K; WEBER, U. The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal of Industrial Ecology*, v. 23, n. 1, p. 77-95, 2019. DOI: 10.1111/jiec.12732.

SCHOGGL, J.; STUMPF, L.; BAUMGARTNER, R. J. The narrative of sustainability and circular economy-A longitudinal review of two decades of research. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 163, p. 105073, 2020. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105073.

SENAI CETIQT. *Iª edição do Simpósio de Economia Circular na Semana Nacional da Ciência e da Tecnologia*. 2023. Disponível em: <https://senaicetiqt.com/senai-cetiqt-promove-1a-edicao-do-simposio-de-economia-circular-na-semana-nacional-da-ciencia-e-da-tecnologia/>. Acesso em: 08 abr. 2025.

SENAI CETIQT. *II Simpósio de Economia Circular 2024 do SENAI CETIQT: soluções inovadoras para uma economia mais sustentável*. 2024. Disponível em: <https://senaicetiqt.com/ii-simposio-de-economia-circular-2024-do-senai-cetiqt-discutira-solucoes-inovadoras-para-uma-economia-mais-sustentavel/>. Acesso em: 08 abr. 2025.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. *Diagnóstico nacional para economia circular cadeia do plástico*. Rio de Janeiro: SENAI-RJ, 2022. 39 p.

SISTEMA NACIONAL SOBRE A INFORMAÇÃO SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. *Eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico*. SINIR, 2023.

SINGH, R. *The influence of Network Governance on transition to circular economy in neighbourhood: the Case of EVA Lanxmeer and GWL Terrein in Netherlands*. Rotterdam: IHS, 2017.

SKENE, K. Circles, spirals, pyramids and cubes: why the circular economy cannot work. *Sustainability Science*, v. 13, n. 2, p. 479-492, 2018.

STREETEN, P. *Thinking about development*. In: *Raffaele Mettoli Lectures*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1995.

SU, B. *et al.* A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of cleaner production*, v. 42, p. 215-227, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.11.020.

SUÁREZ-EIROA, B. *et al.* Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. *Journal of cleaner production*, v. 214, p. 952-961, 2019. DOI: 10.1016 / j. jclepro.2018.12.271.

TEIXEIRA, A. F.; GOMES, R. C. Governança pública: uma revisão conceitual. *Rev. Serv. Público*, v.70, n.4, p. 519-550, 2019.

THIOLLENT, M. *Pesquisa-ação nas organizações*. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2011. 164 p. ISBN: 8522455309.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. 18 ed. São Paulo: Cortez, 2011. 366 p. ISBN: 9788524917165.

THIOLLENT, M. *Metodologia da pesquisa-ação*. E-book, 1. ed. São Paulo: Cortez, 2022. ISBN: 978-65-5555-305-5.

TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. *Seminário “Economia Circular e Sustentabilidade” marca início do Mês da Sustentabilidade*. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/imprensa/noticias/seminario-economia-circular-e-sustentabilidade-marca-inicio-do-mes-da-sustentabilidade.html>. Acesso em: 21 mar. 2024.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educação e pesquisa*, v. 31, n. 03, p. 443-466, 2005.

VEJA. *SP vai receber maior evento de economia circular do mundo em 2025*. 2024. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/coluna/radar/sp-vai-receber-maior-evento-de-economia-circular-do-mundo-em-2025/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

VELENTURF, A. P. M.; PURNELL, P. Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, v. 27, p. 1437-1457, 2021. DOI: 10.1016/j.spc.2021.02.018.

VESNA, L. FREEK, V. *Boosting Circular Economy in Africa through Hubs Learnings from the WCEF 2022 side event, Kigali, Rwanda*. IGES: Institute for Global Environmental Strategies, 2023.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. *Factor 10*. 2018. Disponível em: <https://www.wbcsd.org/Archive/Factor-1>. Acesso em: 29 ago. 2022.

WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*, v. 10, 1987. 223 p.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Circular Transformation of Industries: The Role of Partnerships: White Paper*. WEF, 2024. 27 p.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Five Big Bets for the Circular Economy in África: Insight Report* Geneva: WEF, 2021. 46 p.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-up Across Global Supply Chains*. Geneva: WEF, 2014. 64 p.

WITTMAYER, J. M.; SCHÄPKE, N. Action, research and participation: roles of researchers in sustainability transitions. *Sustainability Science*, v. 9, n. 4, p. 483-496, 2014. DOI: 10.1007/s11625-014-0258-4.

WORLD BANK. *Infrastructure governance assessment framework*. World Bank: Washington D.C, 2020. 168 p.

ZHU, Q; GENG, Y; LAI, K. Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. *Journal of environmental management*, v. 91, n. 6, p. 1324-1331, 2010. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.02.013.