



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E CONTABILIDADE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO E
CONTROLADORIA
MESTRADO ACADÊMICO EM ADMINISTRAÇÃO E CONTROLADORIA

LEONARDO ARAÚJO DE SOUSA

OS DESAFIOS DO ENGAJAMENTO EM UMA PLATAFORMA
MULTISTAKEHOLDER PARA ECONOMIA CIRCULAR

FORTALEZA

2026

LEONARDO ARAÚJO DE SOUSA

OS DESAFIOS DO ENGAJAMENTO EM UMA PLATAFORMA
MULTISTAKEHOLDER PARA ECONOMIA CIRCULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Administração e Controladoria,
da Universidade Federal do Ceará.

Orientadora: Prof.^a Dra. Mônica Cavalcanti Sá
de Abreu.

FORTALEZA

2026

LEONARDO ARAÚJO DE SOUSA

OS DESAFIOS DO ENGAJAMENTO EM UMA PLATAFORMA
MULTISTAKEHOLDER PARA ECONOMIA CIRCULAR

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria, da Universidade Federal do Ceará.

Orientadora: Prof.^a Dra. Mônica Cavalcanti Sá de Abreu.

Apresentação: 27/04/2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Mônica Cavalcanti Sá de Abreu (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Diego de Queiroz Machado (Membro interno)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof.^a Dra. Caroline Rodrigues Vaz (Membro externo)
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Para o futuro.

AGRADECIMENTOS

A minha família e aos meus amigos do PPAC, do LECoS e de outras etapas da vida, pelo apoio, incentivo e compreensão ao longo de todo o percurso do mestrado e do desenvolvimento desta dissertação, especialmente a galerinha do Subgrupo pela amizade e companheirismo nessa jornada.

A minha orientadora, Prof.^a Dra. Mônica Cavalcanti Sá de Abreu, pelas oportunidades de aprendizado com sua orientação neste trabalho.

À banca examinadora, pelas contribuições propostas a este trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo financiamento do projeto “Políticas públicas e respostas corporativas para promoção do desenvolvimento econômico-sustentável no HUB de hidrogênio verde com ênfase na economia circular” – Pró-Humanidades, que viabilizou atividades essenciais para a construção desta pesquisa, e a todos os envolvidos nas atividades desse projeto, sejam da equipe do LECoS ou das empresas parceiras.

Ao meu amigo Luís Matheus, pela amizade e parceria, por me ajudar a desbravar o mundo acadêmico e pelas novas amizades que fiz através dele.

Aos bolsistas de iniciação científica Emilly Oliveira, Thiffany Monteiro e Gustavo Firmino, que contribuíram diretamente no desenvolvimento desta pesquisa.

À empresa do parque industrial que concedeu abertura de suas atividades para realizar um diagnóstico em economia circular.

A todos os entrevistados que disponibilizaram tempo em suas agendas para que eu pudesse coletar informações valiosas sobre esforços empreendidos em economia circular.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo auxílio financeiro concedido por meio de bolsa de estudo durante a vigência do mestrado.

“In nature, nothing exists alone.”
(Rachel Carson, *Silent Spring*, 1962)

RESUMO

Este estudo analisa em que extensão o engajamento de stakeholders em uma plataforma multistakeholder possibilita a superação de barreiras relacionadas à economia circular. Para isso, o estudo amplia as discussões sobre esses temas ao propor um modelo de ação coletiva em seis fases: Delimitação, na qual o modelo linear de produção e consumo é problematizado; Elaboração, na qual a causa do problema é analisada e soluções são propostas; Motivação, na qual é mapeado quem deve agir e por quais razões; Restrição, na qual barreiras à mobilização de quem deve agir são avaliadas; Participação, na qual mecanismos de engajamento para superar barreiras e mobilizar quem deve agir são propostos; e Realização, na qual é definida a estrutura de governança adequada para uma plataforma multistakeholder orientada à economia circular. A transição para a economia circular depende de mecanismos de ação coletiva, mas os modelos disponíveis ainda são insuficientes em evidenciar essa relação, justificando que novos modelos sugiram quais etapas devem ser seguidas para a correta implementação desse processo. O modelo proposto foi aplicado a um estudo de caso único, a partir de uma pesquisa qualitativa realizada em uma empresa de um parque industrial localizado no nordeste brasileiro, utilizando entrevistas semiestruturadas com análise de conteúdo e análise bibliográfica da literatura científica. Os resultados evidenciam que a empresa analisada se encontra no nível exploratório de maturidade em economia circular e que a superação de barreiras depende de mecanismos de engajamento ancorados em soluções que evidenciem os benefícios adquiridos pelos stakeholders envolvidos. Também sugerem que uma plataforma multistakeholder com governança policêntrica e com a presença de um facilitador pode impulsionar a empresa para níveis mais elevados de maturidade circular. Este estudo contribui tanto para o avanço teórico sobre ações coletivas no contexto de transições circulares quanto para a prática gerencial, ao oferecer um modelo processual para que gestores conduzam essa transição de forma coordenada.

Palavras-chave: economia circular; ação coletiva; engajamento de stakeholders; plataforma multistakeholder.

ABSTRACT

This study examines the extent to which stakeholder engagement within a multistakeholder platform enables the overcoming of circular economy-related barriers. It advances current debates by proposing a six-phase collective action model designed to clarify how this process can be structured and implemented. The model starts with Delimitation, in which the take-make-waste model is critically problematized as the source of the challenge to be addressed. It then advances to Elaboration, in which the underlying causes of the problem are examined and potential solutions are formulated. Motivation identifies the actors who are expected to act and clarifies the reasons that justify their involvement. Restriction examines the barriers that hinder the mobilization of those actors. Participation specifies the engagement mechanisms required to overcome such barriers and activate collective action. Finally, Realization defines the governance structure capable of sustaining a multistakeholder platform oriented toward circular economy implementation. The transition to the circular economy depends on collective action mechanisms. However, existing models remain insufficient to clarify this relationship. This limitation justifies the development of new models capable of indicating the stages that should be followed for the effective implementation of this process. The proposed model was applied through a single case study based on qualitative research conducted in a company located in an industrial park in northeastern Brazil. The study employed semistructured interviews, content analysis, and bibliographic analysis of the scientific literature. The findings indicate that the focal company remains at an exploratory level of circular economy maturity. They further demonstrate that overcoming barriers depends on engagement mechanisms grounded in solutions that make explicit the benefits obtained by the stakeholders involved. The results also suggest that a multistakeholder platform characterized by polycentric governance and supported by a facilitator can move the company toward higher levels of circular maturity. This study contributes to the theoretical advancement of collective action in the context of circular transitions and to managerial practice by offering a process model through which managers may conduct this transition in a coordinated manner.

Keywords: circular economy; collective action; stakeholder engagement; multistakeholder platform.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do modelo de ação coletiva	34
Figura 2 – Relação entre as rotas de economia circular e a plataforma multistakeholder	38
Figura 3 – Proposição de modelo de ação coletiva para implementação de plataformas multistakeholder orientadas à economia circular	40
Figura 4 – Nível de maturidade em economia circular da empresa do parque industrial	99
Figura 5 – Estrutura de governança da plataforma multistakeholder orientada à economia circular relacionada à fase de Realização do modelo de ação coletiva	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Entrevistados da empresa para o diagnóstico em economia circular	44
Quadro 2	– Stakeholders entrevistados por tipo e função desempenhada	46
Quadro 3	– Proposição de oportunidades de melhoria a partir da avaliação de práticas de economia circular e de dificuldades na sua execução	60
Quadro 4	– Mapeamento de stakeholders para implementação das oportunidades de melhoria	64
Quadro 5	– Matriz de aderência entre as dificuldades da empresa objeto de estudo e os recursos e capacidades institucionais dos stakeholders	66
Quadro 6	– Identificação e avaliação das barreiras em aquelas que impedem ou limitam a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria	73
Quadro 7	– Mecanismos de engajamento para superação da barreira “alto custo do serviço”	87
Quadro 8	– Mecanismos de engajamento para superação da barreira “dificuldades estruturais das cooperativas”	89
Quadro 9	– Mecanismos de engajamento para superação das barreiras “alto custo de produção de CDR” e “ausência de base de compradores de CDR”	91
Quadro 10	– Mecanismos de engajamento para superação da barreira “necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional”	92
Quadro 11	– Mecanismos de engajamento para superação da barreira “escassez de mão de obra rural”	93
Quadro 12	– Mecanismos de engajamento para superação das barreiras “ausência de fomento para pesquisas”, “ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs”, “alta umidade do lodo de ETA” e “impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação”	95
Quadro 13	– Classificação das barreiras que limitam a mobilização dos stakeholders ...	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDR	Combustível Derivado de Resíduos
CEC	Comitê Empresa-Comunidade
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CO ₂	Dióxido de carbono
EC	Economia Circular
ESG	<i>Environmental, Social and Governance</i>
ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
EU ETS	<i>The European Union Emissions Trading System</i>
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPTU	Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
NBR ISO	Norma brasileira da <i>International Standardization Organization</i>
ONG	Organização Não-Governamental
PMS	Plataforma Multistakeholder
SESI	Serviço Social da Indústria
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
TI	Tecnologia da informação
UASB	<i>Upflow Anaerobic Sludge Blanket</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Pergunta de pesquisa	16
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo geral	16
1.2.2	Objetivos específicos	16
1.3	Justificativa	17
1.4	Estrutura do trabalho	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1	Economia circular como um modelo de transição	21
2.1.1	Simbiose industrial como expressão da circularidade	23
2.1.2	Rotas para economia circular como instrumentos de implementação	25
2.1.2.1	<i>Dimensão da circularidade: gestão de resíduos</i>	<i>26</i>
2.1.2.2	<i>Dimensão da circularidade: gestão hídrica</i>	<i>27</i>
2.1.2.3	<i>Dimensão da circularidade: regularização ambiental</i>	<i>28</i>
2.1.2.4	<i>Dimensão da circularidade: negócios circulares e inovações</i>	<i>28</i>
2.1.3	Nível de maturidade em economia circular como grau de consolidação das dimensões da circularidade	29
2.2	Engajamento de stakeholders como um mecanismo de ação coletiva	31
2.3	Plataformas multistakeholder como um espaço de diálogo institucional	35
3	METODOLOGIA	42
3.1	Fase de Elaboração do modelo de ação coletiva	43
3.2	Fase de Motivação do modelo de ação coletiva	46
3.3	Fase de Restrição do modelo de ação coletiva	48
3.4	Fase de Participação do modelo de ação coletiva	49
3.5	Fase de Realização do modelo de ação coletiva	50
4	RESULTADOS	51
4.1	Fase de Elaboração do modelo de ação coletiva: avaliando práticas e dificuldades e propondo oportunidades de melhoria	51
4.1.1	Dimensão da circularidade: gestão de resíduos	51
4.1.2	Dimensão da circularidade: gestão hídrica	55
4.1.3	Dimensão da circularidade: regularização ambiental	56

4.1.4	Dimensão da circularidade: negócios circulares e inovação	57
4.2	Fase de Motivação do modelo de ação coletiva: mapeando stakeholders	62
4.3	Fase de Restrição do modelo de ação coletiva: avaliando barreiras	68
4.4	Fase de Participação do modelo de ação coletiva: propondo mecanismos de engajamento de stakeholders	85
5	DISCUSSÃO	97
6	CONCLUSÃO	110
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	114
	APÊNDICE A – ROTEIROS DE ENTREVISTA APLICADOS AO DIAGNÓSTICO EM ECONOMIA CIRCULAR	140
	APÊNDICE B – ROTEIROS DE ENTREVISTAS APLICADOS AOS STAKEHOLDERS MAPEADOS	151

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas, que levam a alterações significativas nos padrões climáticos em escala mundial (Oliveira *et al.*, 2024), tornaram-se um dos desafios mais complexos da humanidade, especialmente pelas suas consequências ambientais, econômicas, sociais, políticas e tecnológicas que já atravessam gerações. Durante décadas, os países têm procurado definir políticas, instrumentos, metas e ações de descarbonização do planeta, visto que a emissão de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, o tipo mais comum dos gases de efeito estufa (GEE) produzidos pelas atividades humanas, é uma das principais responsáveis pelo aumento do efeito estufa e pela consequente piora do aquecimento global, o que propicia uma rápida alteração das condições climáticas globais (Li *et al.*, 2018; Jaroslawska-Sobór, 2021).

Entre os exemplos de políticas e instrumentos voltados à descarbonização, destacam-se, de acordo com Jaroslawska-Sobór (2021), a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês), em 1988, para prover informações científicas sobre as mudanças climáticas e seus potenciais impactos; a adoção da Agenda 21 em 1992, que pretendia proteger o clima e reduzir as emissões globais dos GEEs; a assinatura do Protocolo de Kyoto em 1997, cujo objetivo era o de reduzir, até 2012, as emissões de GEE em uma média de 5% comparado às emissões da década de 1990; a implementação, em 2005, do Regime Comunitário de Licenças de Emissão da União Europeia (EU ETS, na sigla em inglês), que visava à redução das emissões de CO₂ de usinas elétricas e indústrias ao obrigá-las a possuir uma licença para cada tonelada de CO₂ produzido; e, em 2015, a adesão ao Acordo de Paris, cujo objetivo é unir esforços para limitar o aumento global da temperatura em 1,5°C acima dos níveis pré-industriais até o final do século XXI.

Esse comprometimento firmado em 2015 enfatiza a redução das concentrações de CO₂ na atmosfera de acordo com as possibilidades socioeconômicas de cada um de seus membros signatários, o que levou à adoção de diferentes estratégias de mitigação das mudanças climáticas. Uma dessas estratégias inclui as abordagens tradicionais, que empregam tecnologias de descarbonização e técnicas de redução das emissões de CO₂, como o uso de fontes renováveis de energia, a troca por combustíveis de baixo carbono, os ganhos de eficiência com a melhoria de processos produtivos e o uso de energia nuclear (Fawzy *et al.*, 2020). A precificação de carbono aparece como um dos instrumentos mais consistentes nesse processo, pois inclui tanto impostos sobre o carbono quanto os sistemas de comércio de emissões, sendo frequentemente associada à diminuição da dependência de combustíveis fósseis e ampliação do uso de energias renováveis (Pintaric *et al.*, 2019).

Os padrões regulatórios permanecem amplamente utilizados, especialmente em contextos nos quais a precificação de carbono encontra resistência política. Medidas de comando e controle, como limites de emissões e padrões de desempenho, atuam como mecanismos de indução obrigatória à redução de emissões, seja por meio de mudanças tecnológicas ou por alterações comportamentais nas atividades produtivas (Yan *et al.*, 2025). Os subsídios e os incentivos ao investimento também ocupam papel relevante nesse conjunto de instrumentos. Subsídios voltados às energias renováveis favorecem sua adoção e estimulam processos de aprendizagem tecnológica, sendo utilizados como mecanismos de apoio à transição energética (Guo *et al.*, 2025). As abordagens voluntárias e cooperativas, embora apresentem, em geral, menor efetividade quando comparadas à precificação de carbono e à regulação, podem ampliar a participação em contextos nos quais instrumentos obrigatórios enfrentam barreiras políticas, institucionais ou operacionais (Nikolakis; Guðjonsson, 2021).

Uma dessas abordagens cooperativas é a economia circular (EC), atuando na formulação de políticas para mitigação das emissões de gases de efeito estufa (descarbonização) e exigindo mudanças em todo o sistema de produção e consumo, especialmente nas etapas de geração, coleta, reciclagem, tratamento e reaproveitamento de resíduos (Yang *et al.*, 2022). Essas ações buscam minimizar a entrada de recursos e a geração de resíduos, emissões e desperdício de energia por meio da desaceleração (desenho de produtos de longa vida útil ou da extensão da vida útil do produto em serviço), fechamento (reciclagem e reutilização de materiais para novas finalidades) e estreitamento (redução da quantidade de matéria-prima necessária para a fabricação de produtos) de ciclos materiais e energéticos (Geissdoerfer *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2022). Entretanto, a implementação da EC é um processo complexo devido à existência de diversas barreiras interconectadas entre si, de tal forma que barreiras institucionais, como regulamentações complexas, elevam riscos e custos de investimento, bem como barreiras de mercado, como os baixos preços das matérias-primas, reduzem o interesse por materiais reciclados (Grafström; Aasma, 2021). Por isso, a adoção da EC permanece limitada, com apenas 9% da economia global funcionando de maneira circular (Fobbe; Hilletoft, 2022).

Em um cenário de transição para a economia circular devido às pressões climáticas, as empresas desempenham papel crucial sobretudo em decorrência de seus impactos ambientais significativos, como as emissões de gases de efeito estufa (Neves *et al.*, 2020). Embora haja o reconhecimento dos benefícios da EC para permitir a descarbonização, essas organizações frequentemente enfrentam dificuldades para traduzir os princípios circulares em práticas operacionais e de gestão da cadeia de suprimentos, sendo a falta de engajamento dos

stakeholders uma das principais barreiras para a adoção da EC (Salvioni; Almici, 2020; Fobbe; Hilletoft, 2022). Kaipainen *et al.* (2023) reforçam que compreender o processo de engajamento dos stakeholders como a implementação de práticas específicas para alinhar interesses entre empresas e stakeholders no contexto da EC é crucial, não só para uma gestão eficiente dos stakeholders, mas também para alcançar objetivos de nível sistêmico dentro de ecossistemas circulares. Os autores estabelecem, ainda, que a EC representa um desafio sistêmico que nenhum stakeholder pode enfrentar sozinho, exigindo processos de engajamento cuidadosamente adaptados à estrutura e ao alinhamento do ecossistema, visto que os processos de engajamento não são uniformes, mas variam conforme setores, regiões e contextos diversos.

Contudo, embora o papel dos stakeholders na transição para a economia circular seja explorado na literatura, há uma lacuna específica na compreensão sobre como o engajamento de stakeholders deve ser estruturado nesse contexto (Heikkinen *et al.*, 2023). Fobbe e Hilletoft (2022) apontam que ainda há uma lacuna significativa na literatura sobre como o engajamento de stakeholders pode ser estruturado de forma abrangente para apoiar a implementação da EC, abordando os stakeholders certos e os métodos de engajamento apropriados. Oberholzer e Sachs (2023) também apontam o apelo da literatura de gestão por uma abordagem que integre a perspectiva dos stakeholders à economia circular, aplicando a lente teórica do engajamento de stakeholders. Kujala *et al.* (2022), ao analisar a literatura sobre engajamento de stakeholders, descobriu que, entre os estudos empíricos analisados, 94% possuem um foco geográfico definido, sendo que quase metade tem como foco a Europa. Por outro lado, há uma presença significativamente menor de estudos na América do Sul, indicando uma oportunidade para expansão geográfica das pesquisas sobre engajamento de stakeholders.

Sendo definidas como “arenas de ação” que estabelecem conexões entre diferentes stakeholders, permitindo que se reúnam para colaborar, negociar e tomar decisões em conjunto sobre problemas complexos (ElDidi *et al.*, 2024), as plataformas multistakeholders emergem como uma forma de engajar stakeholders na implementação da economia circular a partir da superação de suas barreiras. Essas plataformas são ambientes deliberadamente criados para que stakeholders interdependentes se engajem em ações coletivas para realizar transformações institucionais sistêmicas, ou seja, mudanças duradouras nas normas, regras, práticas, políticas públicas, formas de governança, relações sociais e estruturas que regem o atual modelo de produção e consumo, que prioriza a extração de matérias-primas e o descarte dos resíduos no meio ambiente (Lundsgaard-Hansen *et al.*, 2022; Mohammed *et al.*, 2025).

A implementação da economia circular depende de uma abordagem orientada aos stakeholders e plataformas multistakeholders têm emergido como instrumentos centrais para

impulsionar transições circulares, ao reunir atores diversos, tais como governo, empresas e academia, para cocriar soluções, alinhar políticas e fomentar inovação (Civera *et al.*, 2025; Prisco *et al.*, 2026). Essas plataformas estruturam a colaboração, o compartilhamento de conhecimento e a coordenação, ampliam a transparência, a confiança e a legitimidade e favorecem o desenvolvimento de capital social necessário para sustentar ecossistemas de inovação (Almasabi *et al.*, 2026). No entanto, o engajamento de stakeholders nessas plataformas é marcado por desafios, incluindo barreiras específicas do contexto em que se desenvolvem, além de haver compreensão limitada de como as relações entre stakeholders e como os mecanismos através dos quais essas interações ocorrem podem facilitar a transição para a economia circular (Civera *et al.*, 2025; Nguyen; Le, 2025; Perotti *et al.*, 2025; Shak *et al.*, 2025).

1.1 Pergunta de pesquisa

Em que extensão o engajamento de stakeholders em uma plataforma multistakeholder possibilita a superação de barreiras relacionadas à economia circular?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Propor um modelo de ação coletiva para o engajamento de stakeholders em uma plataforma multistakeholder para economia circular.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar práticas e dificuldades de economia circular em uma empresa de um parque industrial.
- Propor oportunidades de melhoria para as práticas e dificuldades de economia circular.
- Mapear stakeholders que podem auxiliar na implementação das oportunidades de melhoria.
- Avaliar barreiras para a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria.
- Propor mecanismos de engajamento entre os stakeholders para superação das barreiras.

1.3 Justificativa

Plataformas multistakeholders (PMS) são arranjos nos quais múltiplos atores, autônomos operacionalmente, colaboram com base em interesses compartilhados, utilizando-se de processos deliberativos e negociação para articular soluções para problemas que não podem ser resolvidos individualmente (Thorpe *et al.*, 2021). Essas plataformas são essenciais para possibilitar uma compreensão mais ampla dos problemas e promover maior aceitação das soluções elaboradas coletivamente (Aremu *et al.*, 2023). Os stakeholders envolvidos nas PMS trazem recursos e conhecimentos, enquanto as plataformas proporcionam um espaço para que esses atores cocriem estratégias adaptativas para a resolução de desafios complexos (Thorpe *et al.*, 2021), como a transição para uma economia circular que promova a descarbonização, no contexto das mudanças climáticas.

Uma plataforma multistakeholder surge com a exploração inicial de oportunidades de colaboração, abertura ao diálogo e alinhamento de filosofias e estratégias entre os stakeholders (Brown *et al.*, 2021; Eiselein *et al.*, 2023). Essas oportunidades podem ser identificadas a partir de um diagnóstico organizacional, que evidencie o desempenho e a eficácia de práticas de economia circular que já estejam sendo realizadas para que ações de melhoria possam ser empreendidas. De acordo com a NBR ISO 9001:2015 (ABNT, p. 5, 2015), as “oportunidades podem levar à adoção de novas práticas, lançamento de novos produtos, abertura de novos mercados, abordagem de novos clientes, construção de parcerias, [e] uso de novas tecnologias”.

Garcés-Ayerbe *et al.* (2024) propõem que “sacudir” os stakeholders, ou seja, selecioná-los e ativá-los intencionalmente dentro de uma lógica colaborativa, pode ser mais eficaz do que simplesmente reagir às suas pressões, instigando mudanças no comportamento e nas estratégias dos stakeholders. Nesse contexto, as empresas são incentivadas a selecionar stakeholders primários internos e externos e a integrá-los ao ecossistema circular, cujo engajamento profundo permite a co-criação de valor e requer transformação organizacional e aquisição de novas competências. Bal *et al.* (2013) afirmam que a identificação de stakeholders é uma etapa fundamental para engajá-los de forma eficaz, a fim de direcionar esforços de engajamento para os atores mais críticos.

Por meio do engajamento de stakeholders, as empresas conseguem compreender suas necessidades e expectativas, tomando decisões mais alinhadas e prevenindo impactos negativos que poderiam surgir da falta de diálogo, sendo necessário realizar um mapeamento prévio e a classificação dos stakeholders, escolhendo as formas mais adequadas de engajamento (Salvioni; Almici, 2020). Para iniciar a transição para a economia circular, é essencial que as organizações

desenvolvam uma visão clara e uma abordagem estruturada de engajamento de stakeholders, processo que envolve identificar os problemas de sustentabilidade e mapear e analisar os stakeholders relevantes, considerando suas necessidades e interesses (Fobbe; Hilletoft, 2022).

O engajamento dos stakeholders possibilita o alinhamento de interesses, a criação de uma visão compartilhada e o desenvolvimento de relações baseadas na confiança, que facilitam a troca de informações e conhecimentos e permitem compartilhar riscos, acessar recursos, construir conhecimento conjunto para decisões políticas e impulsionar o desenvolvimento setorial a fim de superar eventuais barreiras que podem impedir uma mobilização coletiva em direção à economia circular (Fobbe; Hilletoft, 2022). Esse engajamento também visa compreender como e por que as organizações se envolvem com diferentes stakeholders e quais são os resultados desse engajamento para todos os participantes envolvidos no processo (Heikkinen *et al.*, 2023). Ele configura-se como um processo dinâmico de interação, respeito mútuo, diálogo e mudança, em contraste com a gestão unilateral dos stakeholders (Kujala *et al.*, 2022).

A relevância social de pesquisas voltadas à compreensão dos desafios enfrentados pelos stakeholders no engajamento em plataformas multistakeholder orientadas à economia circular decorre do fato de que a transição para a economia circular depende de governança inclusiva, construção de confiança e participação entre diferentes grupos sociais. Aspectos como equidade social, acesso à terra, participação e repartição de benefícios ocupam papel central na governança da economia circular, especialmente em contextos de territórios marginalizados como os do Sul Global (Dam *et al.*, 2025). A implementação bem-sucedida da economia circular exige ambientes de confiança entre cidadãos, setor produtivo, academia e autoridades públicas (Zorpas, 2024). Ao mesmo tempo, parte das abordagens de economia circular ainda considera de forma insuficiente sua dimensão social ou não inclui os diferentes atores em condições equivalentes, o que pode produzir transições desiguais (Mies; Gold, 2021). Sem esses aspectos, plataformas de economia circular podem reproduzir desigualdades, reduzir sua legitimidade e comprometer o desenvolvimento de transições socialmente justas (Eiselein; Langenus, 2025).

A relevância gerencial decorre de suas implicações diretas para a prática organizacional. Empresas frequentemente encontram dificuldades para se coordenar com outros atores, em parte porque os instrumentos disponíveis ainda oferecem pouca orientação sobre construção de relacionamentos e alinhamento entre múltiplos stakeholders (Chirumalla *et al.*, 2022). Nesse contexto, gestores precisam estruturar processos colaborativos capazes de alinhar objetivos, administrar conflitos e construir confiança entre os diferentes participantes do ecossistema

(Brown *et al.*, 2021). Além disso, a governança multistakeholder exige que os gestores lidem com interesses conflitantes, lacunas de participação e diferenças nas capacidades dos stakeholders envolvidos (Carbonell-Alcocer *et al.*, 2025). Dessa forma, pesquisas sobre os desafios de engajamento dos stakeholders oferecem subsídios para estratégias gerenciais voltadas à coordenação de colaborações complexas em economia circular, ao fortalecimento de relações intersetoriais e ao desenvolvimento de plataformas mais efetivas.

A relevância acadêmica está associada às lacunas conceituais e às oportunidades teóricas ainda presentes na literatura. Os estudos apontam a escassez de modelos capazes de explicar de forma mais consistente as dinâmicas relacionais, os papéis dos stakeholders e os processos de colaboração multistakeholder no contexto da economia circular (Civera *et al.*, 2025). A produção empírica sobre processos de engajamento de stakeholders ainda é limitada, o que demanda maior sistematização conceitual (Oberholzer; Sachs, 2023; Kaipainen *et al.*, 2023). A literatura também sugere que novas pesquisas aprofundem a abordagem de análises multiator e a superação de barreiras relacionadas à economia circular (Medaglia *et al.*, 2024; Shobande *et al.*, 2024). Li *et al.* (2023) identificam a ausência de mecanismos que permitam a colaboração entre múltiplos participantes em sistemas de economia circular.

Maindi *et al.* (2024) observam que estudos anteriores tratam as iniciativas de ação coletiva de forma fragmentada, o que produz conceitualizações parciais. Perotti *et al.* (2025) evidencia que o fenômeno da colaboração interorganizacional no âmbito da economia circular demanda modelos sistemáticos que permitam maior clareza nas etapas que devem ser seguidas para a correta implementação desse processo. Fredriksson *et al.* (2026) destaca a ausência de modelos de governança capazes de alinhar interações entre múltiplos atores em cadeias de suprimento na economia circular. Li *et al.* (2026) evidenciam que a transição para a economia circular depende de mecanismos de ação coletiva, mas que os arranjos atuais de governança e participação ainda são insuficientes em evidenciar essa relação.

A contribuição teórica deste trabalho reside na proposição de um modelo unificado que articula ação coletiva e mecanismos de engajamento em plataformas multistakeholder para permitir a superação de barreiras relacionadas à economia circular. Uma pesquisa qualitativa com a realização de estudo de caso é adequada ao contexto deste estudo, tendo em vista que a maioria das pesquisas sobre economia circular e engajamento de stakeholders é de natureza quantitativa ou baseada em revisões da literatura, ao mesmo tempo em que há uma carência de investigações empíricas aprofundadas sobre como o engajamento de stakeholders pode promover a implementação da economia circular (Fobbe; Hilletoft, 2022).

1.4 Estrutura do trabalho

Além desta Introdução, este trabalho possui uma seção de Referencial Teórico, em que são apresentadas as bases teóricas sobre economia circular e como a transição para esse modelo pode ser realizada, engajamento de stakeholders como um mecanismo para desenvolver ação coletiva e plataformas multistakeholder como um espaço institucional onde múltiplos atores dialogam para encontrar soluções para desafios complexos. Na seção de Metodologia, são apresentadas os materiais e métodos de coleta e análise dos dados para os objetivos traçados, bem como informações referentes aos entrevistados.

Na seção de Resultados, são analisadas as práticas de economia circular e as dificuldades da empresa, propostas as oportunidades de melhoria para alavancar práticas e atenuar dificuldades, mapeados os stakeholders aptos a auxiliarem a empresa na implementação das oportunidades, avaliadas as barreiras que impedem ou limitam a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades e propostos os mecanismos de engajamento para que os stakeholders consigam superar barreiras.

Na seção de Discussão, o nível de maturidade em economia circular da empresa é avaliado, os resultados são analisados para compreender os processos envolvidos na adoção de uma plataforma multistakeholder para economia circular e uma estrutura de governança para essa plataforma é proposta.

Na seção de Conclusão, o alcance dos objetivos, as limitações e as contribuições, bem como as sugestões para pesquisas futuras, serão apresentados. Após, as Referências apresentam a literatura científica que sustenta esta pesquisa. Nos Apêndices, os roteiros de entrevista utilizados na coleta de dados podem ser visualizados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentadas as bases teóricas sobre economia circular e como a transição para esse modelo pode ser realizada; sobre engajamento de stakeholders como um mecanismo para desenvolver ação coletiva; e sobre plataformas multistakeholder como um espaço institucional onde múltiplos atores dialogam para encontrar soluções para desafios complexos.

2.1 Economia circular como um modelo de transição

A economia circular é um modelo econômico regenerativo que propõe uma mudança de paradigma, ao substituir a ideia de que os produtos possuem um ciclo de vida com começo, meio e fim por ações que reduzam, reutilizem, reciclem e recuperem materiais ao longo da cadeia produtiva (Kirchherr *et al.*, 2023). A adoção de soluções circulares decorre de uma transformação na relação entre indústria e meio ambiente, visto que, desde a Revolução Industrial, observa-se o aumento do consumo de recursos naturais, agravado pela ascensão das classes médias e pelo crescimento populacional (Lieder; Rashid, 2016). A transição de uma economia linear, baseada no modelo de extração, produção e descarte, para uma economia circular é uma resposta sistêmica a ineficiências de mercado e à degradação ambiental (Merli *et al.*, 2018; Abu-Bakar; Charnley, 2024).

A escassez de recursos naturais impulsiona novas formas de governança, promovendo a transição para o uso sustentável de recursos e impulsionando o crescimento de sistemas circulares (Patala *et al.*, 2022). O parque industrial de Kalundborg, na Dinamarca, desenvolvido a partir de práticas de economia circular motivadas pela redução de custos e pela adaptação a regulações ambientais mais rigorosas, a legislação nacional da China e a estratégia supranacional da União Europeia para promover a EC representam a institucionalização dessas novas formas de governança (Ehrenfeld; Gertler, 1997; Lieder; Rashid, 2016; Geissdoerfer *et al.*, 2017). No Brasil, a economia circular ainda se encontra em fase embrionária quando comparada aos países desenvolvidos, tendo em vista os desafios relacionados à cadeia de reciclagem e de reaproveitamento de subprodutos industriais e à falta de incentivos e de marcos regulatórios específicos, contribuindo para um “vazio institucional” na promoção desse modelo econômico (Sanches *et al.*, 2022; Tavares Júnior *et al.*, 2025).

A transição da economia linear para um modelo econômico circular depende de cooperação e de esforços coordenados entre diferentes stakeholders, incluindo a indústria, os consumidores, os formuladores de políticas e as instituições acadêmicas e de pesquisa, que

contribuem com suas capacidades e inovações tecnológicas específicas no fortalecimento de relações de confiança que incentivem práticas colaborativas (Kirchherr *et al.*, 2023). A formulação e implementação de políticas relacionadas à EC envolve diversos stakeholders por conta da multiplicidade de atores nas atividades econômicas (Liao *et al.*, 2023).

Entretanto, essa transição é lenta e complexa, indicando a existência de barreiras substanciais que dificultam sua difusão (Grafström; Aasma, 2021). Teixeira (2025) identifica quatro categorias principais de barreiras: socioculturais, financeiras, regulatórias e tecnológicas. As barreiras de âmbito sociocultural reúnem considerações sociais e ecológicas que interferem em designs circulares, incluindo a falta de conscientização dos consumidores em relação a produtos e práticas circulares e a hesitação de empresas em modificar seus modelos de negócio tradicionais (Assmann *et al.*, 2023). As barreiras financeiras incluem altos custos iniciais de investimentos em infraestrutura e tecnologia e limitada oferta de produtos reciclados de qualidade competitiva, além da dificuldade de coordenação entre cadeias de suprimentos (Sellitto *et al.*, 2021). As barreiras regulatórias incluem a complexidade e a inconsistência nas legislações voltadas à economia circular, tributos e políticas fiscais desfavoráveis, falta de clareza quanto ao status de resíduo, subproduto e recurso e a ausência de incentivos governamentais que promovam sinergias entre diferentes atores da cadeia produtiva (Kirchherr *et al.*, 2018; Frishammar *et al.*, 2025). As barreiras tecnológicas relacionam-se à insuficiência de infraestrutura para coleta, triagem e processamento de resíduos e a tecnologias imaturas que não permitem soluções alternativas para os resíduos (Feldman *et al.*, 2024).

Tleuken *et al.* (2025) elencam também barreiras territoriais e institucionais. No aspecto territorial, as barreiras incluem desafios logísticos, como distâncias entre instalações e tráfego local, que impactam diretamente os custos e a eficiência da produção industrial. As barreiras institucionais incluem incerteza (ausência de técnicas eficazes de mitigação de riscos, falta de confiança entre os atores do ecossistema circular e preocupações com a confidencialidade das transações entre empresas) e deficiência na disseminação de informações (falta de instituições e mecanismos que compartilhem dados sobre oferta e uso de resíduos, acarretando incerteza no seu fornecimento contínuo), além de deficiência de competências em economia circular e aprisionamento organizacional linear. Frishammar *et al.* (2025) também aponta a existência de barreiras de mercado, que dizem respeito a condições, dinâmicas, incertezas, diretrizes e certificações de mercado, bem como à demanda condicionada pela aceitação e pelo comportamento do cliente.

Obstáculos como riscos de descontinuidade nos fluxos de materiais, barreiras logísticas, escassez de infraestrutura de suporte, ausência de políticas públicas efetivas e limitações

financeiras das empresas comprometem o desenvolvimento de cadeias circulares, especialmente no Sul Global (Sellitto *et al.*, 2021; Levänen *et al.*, 2022). Essas barreiras interagem entre si e podem formar bloqueios sistêmicos que atrasam transições circulares (Teixeira, 2025). Existem forças motrizes que podem potencializar essa transição, como a criação de taxas para envio de resíduos para aterros sanitários e o incentivo à logística reversa, que corresponde à obrigação de assumir a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos (Lybæk *et al.*, 2021). O aumento da conscientização e o engajamento de consumidores, associados a políticas educacionais, contribuem para o prolongamento da vida útil de materiais e para uma maior aceitação de produtos reciclados (Brändström *et al.*, 2024). Inovações tecnológicas e sinergias entre os stakeholders podem superar os custos e a resistência cultural de processos circulares (Sellitto *et al.*, 2021).

2.1.1 Simbiose industrial como expressão da circularidade

A economia circular possui três níveis de implementação: micro, meso e macro. No nível micro, envolve consumidores e empresas como os principais participantes. Nesse nível, os consumidores optam por adquirir produtos com maior vida útil ou de segunda mão, enquanto as empresas começam a desenvolver produtos com maior durabilidade, reparabilidade e reutilização e a adotar práticas como reciclagem, remanufatura e logística reversa, além de implementar modelos de negócio baseados no fornecimento de serviços em vez da posse de produtos (Kirchherr *et al.*, 2017). O nível macro envolve ações em larga escala que transformam sistemas econômicos nacionais ou globais a partir de estruturas regulatórias, como legislações ambientais e programas de gestão integrada de resíduos. Estratégias de longo prazo voltadas à descarbonização e à eficiência energética de sistemas produtivos complementam essas iniciativas, promovendo mudanças nos padrões de produção e consumo (Bleischwitz *et al.*, 2022).

No nível meso, a colaboração ocorre entre empresas ou setores dentro de uma região geográfica ou em sistemas organizados para promover o reaproveitamento de coprodutos (Bleischwitz *et al.*, 2022). Esse nível também envolve a criação de clusters industriais, como parques industriais, em que processos produtivos são integrados com base em cadeias de valor circulares, o que inclui infraestrutura para gestão de recursos, energia e resíduos, eficiência coletiva e redução dos custos operacionais (Ehrenfeld; Gertler, 1997). Uma das formas de se criar valor no nível meso é a partir da simbiose industrial, que se refere à troca de materiais, energia, água ou subprodutos entre organizações, criando redes que operam como sistemas

integrados e interdependentes (Mirata *et al.*, 2024). Sua adoção pode reduzir custos operacionais, mitigar riscos associados à escassez de recursos e impulsionar inovações tecnológicas (Sellitto *et al.*, 2021). A União Europeia posiciona a simbiose industrial como uma prioridade para viabilizar cadeias circulares (Comissão Europeia, 2020). Porém, no Brasil, apesar do reconhecimento do potencial e dos altos custos com gestão de resíduos, ainda predomina a disposição em aterros (Neves *et al.*, 2020). A realização da simbiose industrial pode se dar por meio de compartilhamento de utilidades e infraestrutura (como vapor, energia, água e resíduos), prestação conjunta de serviços (transporte, gestão de resíduos, segurança da informação) e trocas de materiais tradicionalmente considerados resíduos (Scafà *et al.*, 2018).

Lybæk *et al.* (2021) destacam que as iniciativas de simbiose industrial funcionam como "nichos protetores", em que práticas inovadoras podem ser experimentadas e adaptadas sem a pressão imediata das normas dominantes. Para isso, os autores ressaltam o papel crucial dos facilitadores nesse processo, ou seja, profissionais ou organizações que mediam as relações entre empresas e promovem a confiança necessária para o compartilhamento de recursos. A presença de tais facilitadores é apontada como um fator decisivo para o sucesso de redes de simbiose. Ismail (2020) destaca que a formação da simbiose industrial pode ser acelerada ao se identificar oportunidades de trocas baseadas nas matérias-primas utilizadas e nos resíduos gerados. Outro aspecto central no desenvolvimento de simbioses é a compreensão das barreiras enfrentadas por atores locais que inibem relações simbióticas (Lybæk *et al.*, 2021).

Mirata *et al.* (2024) destacam que oportunidades economicamente viáveis de simbioses industriais ainda são pouco exploradas e que elas se devem à soma de benefícios e sacrifícios que os atores de uma relação de negócios estão dispostos a ter. Os benefícios da simbiose industrial incluem a geração de novas receitas ao vender subprodutos que antes eram resíduos ou a oferta de serviços relacionados ao manuseio desses subprodutos. Os sacrifícios podem incluir investimentos iniciais de alto porte, o aumento de riscos operacionais pela introdução de novas tecnologias ou processos e possibilidade de co-dependência em relação ao fornecimento de insumos ou escoamento de subprodutos. A complexidade das redes simbióticas exige confiança, contratos claros e capacidade de inovação entre os participantes (González, 2024).

Mortensen e Kørnøv (2019) se propõem a compreender a fase inicial de emergência das conexões iniciais e às condições que possibilitam simbioses industriais, uma etapa frequentemente negligenciada pela literatura, que tende a focar no desenvolvimento posterior de redes estabelecidas. Essa emergência depende de condições iniciais e do potencial não explorado de fluxos de recursos, tais como busca por parceiros, exploração de possibilidades e estrutura organizacional para a tomada de decisões. Os autores consideram essencial as

capacidades individuais dos atores de redes de simbiose industrial, recomendando investigar papéis, atividades e capacidades de atores organizacionais envolvidos. Para isso, aponta a formalização de plataformas de interação e coordenação como elemento crítico. Essa fase prepara o terreno para o estabelecimento concreto da rede de simbiose industrial.

A abordagem do nível meso se concentra também no desenvolvimento de eco-parques industriais, nos quais empresas pertencentes a um parque industrial em operação colaboram para otimizar o uso de recursos e minimizar resíduos por meio da troca de subprodutos e insumos, a exemplo da simbiose industrial, com o objetivo de melhorar o desempenho ambiental, econômico e social das empresas participantes (Pohrebniak *et al.*, 2022). Para Mortensen e Kørnøv (2019), um parque industrial concentra grandes empresas ou polos industriais com alto potencial de fluxo de materiais que geram subprodutos úteis a outras organizações. Esses atores, ao concentrarem fluxos industriais significativos, podem inspirar a formação de relações de simbiose. Os eco-parques são concebidos com base nos princípios da simbiose industrial e da economia circular, visando integrar os sistemas humanos aos sistemas naturais ao incentivar a troca de resíduos, coprodutos e energia entre as empresas, ao criar um sistema interligado que maximiza a utilização de recursos e ao fazerem uso de tecnologias de produção mais limpa e de design ambientalmente consciente em sua infraestrutura e operação (Lowe, 2001).

Esse processo de desenvolvimento denomina-se *eco-retrofitting*, que consiste na adaptação de parques industriais existentes para incorporar práticas circulares e melhorar seu desempenho ambiental. Entretanto, o *eco-retrofitting* encontra uma série de barreiras para seu desenvolvimento. Entre elas, destacam-se a ausência de mecanismos para promover a colaboração entre empresas, a falta de incentivos financeiros para investimentos em infraestrutura circular e a baixa percepção sobre os benefícios da simbiose industrial, além do limitado entendimento de que resíduos podem ser aproveitados como insumos, o que reduz a capacidade de identificar e desenvolver soluções inovadoras no que tange às trocas entre as empresas (Ceglia *et al.*, 2017). Essas barreiras dificultam a criação de um ambiente propício para a consolidação de eco-parques industriais.

2.1.2 Rotas para economia circular como instrumentos de implementação

O *eco-retrofitting* de parques industriais convencionais exige esforços coordenados entre diferentes atores, que desempenham um papel central na promoção de trocas de materiais, no fortalecimento de relações de confiança e na articulação de políticas públicas que incentivem

práticas colaborativas (Paula; Abreu, 2019), sendo necessário adotar estratégias direcionadas a desafios sociais, regulatórios, financeiros, tecnológicos e institucionais, como integração de tecnologias avançadas e investimento em pesquisa e desenvolvimento, estímulo a investimentos no setor privado, estabelecimento de plataformas digitais para troca de informações sobre resíduos e formação de parcerias entre diferentes empresas (Ceglia *et al.*, 2017). Essas estratégias podem ser propostas através de rotas para economia circular. Essas rotas delineiam planos de ação e indicadores de desempenho que orientam a transição de sistemas lineares para circulares, promovendo alinhamento entre partes interessadas, objetivos, recursos e atividades de maneira estruturada (Abu-Bakar *et al.*, 2024).

CE-Hub (2023) identifica três tipos principais de rotas para economia circular: as nacional, as setoriais e as baseadas em dados. As rotas nacionais são elaboradas por governos e formuladores de políticas públicas para orientar a transição de países inteiros para a economia circular, apresentando uma visão estratégica de alto nível que aborda regulamentações e iniciativas necessárias com base em uma análise abrangente da situação atual do país. As rotas setoriais são estratégias desenvolvidas em regiões, cidades ou complexos industriais que promovem práticas empresariais para atender às necessidades específicas de cada localidade e ajudam a engajar stakeholders locais para desenvolver soluções conjuntas através da adoção da reutilização, do reparo, da remanufatura e da simbiose industrial. As rotas baseadas em dados focam na utilização de ferramentas metodológicas como análise de fluxo de materiais e avaliação de ciclo de vida em produtos, materiais ou recursos específicos, operando a nível de processo. A literatura apresenta rotas para economia circular de nível setorial, que estruturam iniciativas que abrangem diferentes dimensões da circularidade, como a gestão de resíduos, a gestão hídrica, a regularização ambiental, a viabilidade de negócios circulares e o desenvolvimento de inovações.

2.1.2.1 Dimensão da circularidade: gestão de resíduos

Na gestão de resíduos, podem ser encontradas rotas como Sistema de Informação de Resíduos, Coleta Seletiva, Cooperativa de Recicláveis, Compostagem e Biodigestão. O Sistema de Informação de Resíduos é concebido como uma ferramenta estratégica de apoio à tomada de decisões das empresas quanto à destinação de resíduos, pois, por meio da consolidação de dados, o sistema permite visualizar os fluxos de materiais e energia, identificar ineficiências nos processos e apontar oportunidades de reaproveitamento, ajudando a direcionar resíduos e efluentes para cadeias produtivas alternativas e promovendo a simbiose industrial (Chen; Liu,

2021; Ardolino *et al.*, 2023). A Coleta Seletiva é definida como um programa voltado à separação, reciclagem e reutilização de materiais como plásticos, metais, vidros, papéis e resíduos orgânicos a partir da identificação das fontes geradoras dos resíduos, considerando volume e características físico-químico-biológicas dos materiais. A rota funciona também como instrumento de educação ambiental ao promover consciência sobre consumo, esgotamento de recursos e descarte incorreto (Bernardo *et al.*, 2023; Guabiroba *et al.*, 2023). A Cooperativa de Recicláveis funciona como uma organização composta por catadores que realizam a coleta, triagem, beneficiamento e comercialização de materiais recicláveis, promovendo inclusão social e econômica para esses profissionais e contribuindo com a sustentabilidade ambiental ao evitar a extração de novas matérias-primas e ao diminuir o volume de resíduos destinados a aterros sanitários (Ferreira *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2024).

A Compostagem é um processo biológico que transforma resíduos orgânicos, como restos de alimentos, em adubo, que pode ser utilizado na agricultura. Este ciclo envolve a degradação da matéria orgânica com auxílio de água, oxigênio e agentes microbianos, como fungos e bactérias. Esse processo também reduz as emissões de gases de efeito estufa, pois evita o envio de resíduos orgânicos para aterros sanitários, onde ocorre a liberação de metano durante a decomposição anaeróbica (Manea *et al.*, 2024; Gotowska; Jakubczak, 2025). A Biodigestão é uma alternativa à Compostagem, pois também se trata de um processo microbiológico que degrada a matéria orgânica, em um ambiente anaeróbio, produzindo biogás, constituído principalmente por metano, gás carbônico e gás sulfídrico. O teor de metano eleva o valor energético do biogás, tornando-o viável para a geração de eletricidade e calor, iniciativa que apoia a descarbonização, pois reduz a dependência de fontes fósseis. O biogás gerado pode ser utilizado em atividades como cocção, geração elétrica e aquecimento de água. Outro subproduto da biodigestão, o digestato, pode ser utilizado como biofertilizante em hortas domésticas e atividades agrícolas comerciais (Santos Filho *et al.*, 2020; Vilas Bôas *et al.*, 2023).

2.1.2.2 Dimensão da circularidade: gestão hídrica

Na gestão hídrica, podem ser encontradas rotas relacionadas à Alternativas ao Uso de Água Bruta e Água de Reúso. As alternativas são apresentadas em decorrência dos crescentes desafios da disponibilidade hídrica devido aos efeitos das mudanças climáticas, como períodos de estiagem prolongada, e ao crescimento populacional, que gera aumento da demanda. A principal fonte hídrica brasileira é a água armazenada em reservatórios, como açudes e mananciais. Algumas alternativas a essa fonte envolvem a captação de água da chuva, que

depende de condições climáticas e exige infraestrutura robusta para coleta, armazenamento, tratamento e transporte; a dessalinização da água do mar, que supre regiões costeiras, mas requer grande consumo energético e gera salmouras que precisam de descarte ambientalmente adequado; e a utilização de água de reúso (Beard; Mitlin, 2021; Studart *et al.*, 2021; Dalstein; Naqvi, 2022).

A Água de Reúso envolve o tratamento de efluentes urbanos para que atendam aos padrões exigidos para uso industrial, por exemplo. As estações de produção de água de reúso podem recuperar até 95% dos efluentes, dependendo da concentração de poluentes e das tecnologias empregadas. A geração de lodo durante o tratamento pode ser valorizada em atividades como compostagem e produção de cimento, ampliando as perspectivas de aproveitamento dos resíduos. Quanto maior o acesso à coleta e tratamento de esgoto urbano, maior a oferta de efluentes passíveis de reúso, fortalecendo a resiliência contra crises de abastecimento e a redução da captação de água bruta de açudes e mananciais (Chripim *et al.*, 2020; Mannina *et al.*, 2022).

2.1.2.3 Dimensão da circularidade: regularização ambiental

No que tange à regularização ambiental, o Subcomitê de Licenciamento propõe um espaço técnico entre empresas e órgãos ambientais com a finalidade de alinhar critérios de licenciamento ambiental voltado ao aproveitamento de resíduos como coprodutos, acelerando a tramitação dos processos. O subcomitê pode atuar na análise de aspectos técnicos e jurídicos, sugerir ajustes normativos e propor novas abordagens regulatórias para fomentar a economia circular, além de facilitar a negociação com parceiros e apoiar a criação de redes de colaboração que favoreçam a inserção dos coprodutos no mercado (Stankevicius *et al.*, 2020; Michalovic, 2024).

O Subcomitê de Licenciamento Ambiental também aparece associado à construção de um sistema jurídico-administrativo capaz de assegurar a gestão segura dos resíduos, devendo ser tratada como um processo abrangente que envolva consolidação normativa, institucional e operacional, voltado à prevenção da poluição, ao controle da disposição inadequada de resíduos, ao monitoramento e à responsabilização por infrações ambientais (Ivanova; Lisina, 2023).

2.1.2.4 Dimensão da circularidade: negócios circulares e inovações

Em relação à viabilidade de negócios circulares, a Atração de Parceiros para Simbiose

Industrial fomenta o desenvolvimento de novos negócios baseados na comercialização de coprodutos, mas depende de sinergias entre stakeholders e de uma análise da viabilidade econômica, considerando custos de matéria-prima, processamento e distribuição. A simbiose industrial, ao permitir que resíduos e subprodutos de uma empresa sejam utilizados como insumos por outra, permite a criação de redes de trocas mutuamente benéficas e o fortalecimento da resiliência das cadeias produtivas diante de oscilações de mercado e restrições de fornecimento (Núñez; Perez-Castillo, 2023; Corsini *et al.*, 2023).

Com relação ao desenvolvimento de inovações, um Ecossistema de Inovação para Economia Circular pode ser estruturado para promover um ambiente que favoreça a transformação de resíduos em coprodutos e o desenvolvimento de soluções tecnológicas sustentáveis através da cooperação entre empresas, instituições de pesquisa, órgãos governamentais e demais stakeholders, com o objetivo de fomentar a criação de tecnologias, processos e produtos voltados à circularidade. O ecossistema, além de ser um espaço institucional, deve ser um ambiente dinâmico e colaborativo, no qual o compartilhamento de conhecimento e experiências entre os stakeholders seja incentivado por meio de uma governança colaborativa e transparente (Hansen; Schmitt, 2020; Wielopolski, Bulthuis, 2022; Eisenreich; Fuller, 2023).

2.1.3 Nível de maturidade em economia circular como grau de consolidação das dimensões da circularidade

A transição de um modelo econômico linear para um modelo circular é um processo complexo e desafiador porque exige a mudança de um paradigma “extrair-produzir-descartar” para um baseado em reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar materiais ao fim de sua vida útil, o que requer o desenvolvimento de novos materiais, reconfigurações logísticas e envolvimento ativo e cooperativo de stakeholders que detêm recursos necessários para essa transição (Minoja; Romano, 2024). Acerbi *et al.* (2021) afirmam que as empresas precisam atualizar e repensar atividades e operações tradicionais sob a perspectiva da circularidade, com foco em limitar consumo de recursos e estender seus ciclos de vida. Porém, de acordo com Kreutzer *et al.* (2023), muitas dessas empresas não possuem capacidade necessária para planejar a transição para a economia circular e precisam de apoio e estratégias porque essa mudança afeta não apenas a área de produção, mas a empresa como um todo.

A movimentação de organizações rumo à economia circular implica em uma extensa mudança estrutural, pois levanta questões sobre formas de pensar, modos de operação e o

próprio *core business* do negócio (Uhrenholt *et al.*, 2022). Nesse contexto, modelos de maturidade em economia circular surgem como uma abordagem para delinear onde melhorias podem ocorrer, podendo ser alcançadas pela avaliação do estado atual de uma empresa em relação a um modelo ótimo ou de referência. Modelos de maturidade consistem em uma sequência de níveis que representam um caminho evolutivo desejado, no qual estágios iniciais indicam um conjunto de capacidades que progridem continuamente até os estágios finais, de forma a mitigar ou superar barreiras nesse processo (Acerbi *et al.*, 2021).

Uhrenholt *et al.* (2022) definem um modelo de maturidade em economia circular composto por seis níveis: Inexistente, Básico, Exploratório, Sistemático, Integrado e Regenerativo. No nível Inexistente, há ausência de elementos relacionados à economia circular, cumprindo-se parâmetros regulatórios apenas para minimizar custos impostos por penalidades ambientais. No nível Básico, surge uma agenda esporádica voltada à economia circular a partir do entendimento de seu conceito e da definição de necessidades e estratégias, em que a composição e o desempenho dos produtos são otimizados por perspectivas tradicionais de custo e qualidade e a gestão de resíduos pode gerar retorno financeiro e redução de emissões. No nível Exploratório, organizações iniciam a construção de iniciativas circulares através de projetos exploratórios que são executados com a ajuda de parceiros externos pontuais com o propósito de adquirir conhecimento e experiência, mas essas atividades ainda geram conflitos com operações existentes otimizadas para o formato da economia linear, gerando inércia como barreira à transição para o modelo circular.

No nível Sistemático, as iniciativas de exploração passam por um processo de apropriação, em que elas, após serem bem-sucedidas, são escalonadas e incorporadas às operações diárias da organização junto com responsabilidades e desenvolvimento estruturado de recursos para sua execução. No nível Integrado, o foco gira em torno da integração das iniciativas dentro e fora das fronteiras organizacionais, com infraestrutura bem estabelecida para troca de recursos físicos e digitais e adoção de tecnologias avançadas para automatizar fluxos de informações, visando à otimização da cadeia de suprimentos com múltiplos loops circulares, de tal forma que a colaboração entre stakeholders é a principal força motriz. No nível Regenerativo, a economia circular está totalmente incorporada à estratégia e à gestão da organização, em que produtos são desenhados para minimização do uso de recursos e maximização de seu ciclo de vida (Uhrenholt *et al.*, 2022). Avançar para uma economia circular com alto grau de maturidade necessita que stakeholders se engajem em processos colaborativos, o que exige a execução de modelos práticos baseados em processos para guiar essa transição (Kaya, 2025).

2.2 Engajamento de stakeholders como um mecanismo de ação coletiva

Stakeholders são indivíduos, grupos, organizações, comunidades ou ecossistemas que, direta ou indiretamente, influenciam ou são afetados pelos processos decisórios ou pelas ações das atividades organizacionais (Freeman, 1984; Freeman, 1994; Kujala *et al.*, 2022; Osei-Tutu *et al.*, 2024; Mohammed *et al.*, 2025). A Teoria dos Stakeholders posiciona os stakeholders no centro do pensamento estratégico das organizações, enfatizando que as relações com esses grupos devem ser o foco da análise (Freeman, 1984). O engajamento dos stakeholders surge como uma extensão dessa teoria, sendo utilizado para operacionalizar seus princípios (Kujala *et al.*, 2022).

Kujala *et al.* (2022) apresentam três componentes do engajamento de stakeholders: moral, estratégico e pragmático. O componente moral representa situações em que o engajamento é guiado por boas intenções, reciprocidade e voluntariedade, abordando práticas que promovem reconhecimento, respeito, empoderamento e consideração das necessidades e capacidades dos stakeholders. O componente estratégico reflete a visão de engajamento como meio de gerar vantagem competitiva, melhorar desempenho, reputação ou obter recursos. O componente pragmático está relacionado ao pragmatismo como orientação filosófica, focando na ação, resolução de problemas e nas consequências práticas das atividades, ressaltando a importância do contexto, dos efeitos concretos do engajamento sobre os stakeholders e sobre o ambiente social e natural, abordando práticas temporárias ou contínuas de engajamento. Apesar de ressaltarem três componentes, Kujala *et al.* (2022) afirmam que nem todos eles precisam estar presentes na abordagem prática do engajamento de stakeholders, havendo aquelas que focam exclusivamente em um único componente.

Oberholzer e Sachs (2023), ao analisarem como o engajamento de stakeholders é abordado nas pesquisas sobre economia circular, destacam que a literatura dá maior ênfase ao engajamento pragmático, seguido pelo estratégico e, em menor grau, pelo moral, tendo em vista que o conceito de economia circular tem sido, historicamente, impulsionado mais por práticas empresariais do que pela teoria acadêmica. Nesse contexto, o engajamento pragmático tem papel fundamental na ativação da participação inclusiva dos stakeholders e no fortalecimento de suas capacidades para permitir práticas sistêmicas de economia circular, aumentando seu envolvimento em redes circulares. Além disso, plataformas colaborativas entre stakeholders também são formas eficazes para estimular o engajamento dos stakeholders no âmbito do componente pragmático (Kazancoglu *et al.*, 2020; Oberholzer; Sachs, 2023). A economia circular exige a coordenação entre stakeholders heterogêneos organizados em redes, de forma

que sua interação ajuda a acelerar a transição de modelos lineares para circulares e contribui para redes mais resilientes e capazes de enfrentar os desafios socioambientais da atualidade (Gandolfo; Lupi, 2021; Oberholzer; Sachs, 2023). A dimensão pragmática do engajamento de stakeholders viabiliza a adoção da economia circular por meio da identificação de stakeholders-chave e das complementaridades entre eles (Moggi; Dameri, 2021; Oberholzer; Sachs, 2023).

Fobbe e Hilletofth (2022) investigam com quem, sobre o que e como organizações industriais se engajam com stakeholders para implementar a EC dentro de seus esforços de sustentabilidade. Os autores propõem um modelo de engajamento circular de stakeholders visando à integração dos princípios da EC tanto nas práticas internas quanto na cadeia de suprimentos e nas redes de valor das organizações. Os stakeholders da cadeia de suprimentos são diretamente afetados pelas atividades da organização, como fornecedores, clientes e usuários, enquanto os stakeholders da rede de valor são impactados pelo desempenho da organização, mas não por suas atividades diretas, como governos, mídia, concorrentes, universidades, ONGs e comunidades locais, os quais são raramente incluídos nas práticas de engajamento. O engajamento circular envolve uma postura proativa, a partir da qual as empresas passam a propor soluções de economia circular para seus clientes e esperam que fornecedores tragam propostas de materiais e produtos orientados para a circularidade, permitindo a criação de relações mais equilibradas e a tomada de decisão mais fundamentada e ajudando a superar barreiras na implementação da EC. O engajamento circular de stakeholders aborda três práticas: de extensão, de expansão e de elevação.

As práticas de extensão abordam com quem as organizações se engajam. Esse processo inclui a ampliação da colaboração com stakeholders internos além do departamento de sustentabilidade, como as áreas de operações e logística, que geralmente ficam à margem do processo de discussão de transformações sustentáveis, e com stakeholders externos, como em toda a cadeia direta de suprimentos e além dela, como nas redes de valor mais amplas. As práticas de expansão abordam sobre o que as organizações se engajam. Essas práticas abordam os tópicos e conceitos que devem ser abordados e difundidos entre os stakeholders, o que pode incluir a execução de práticas de sustentabilidade e de circularidade, a criação de estruturas de conhecimento sobre economia circular, descentralizando-o e distribuindo-o por toda a organização, e o desenvolvimento de padrões e abordagens de EC em seus respectivos setores industriais, permitindo que as organizações posicionem a economia circular como elemento central dentro de suas estratégias de sustentabilidade. As práticas de elevação abordam como as organizações realizam o engajamento com os stakeholders, passando de uma abordagem centrada na gestão das necessidades específicas dos stakeholders para uma abordagem que

inclui projetos de interação e aprendizado conjunto com esses stakeholders que incorporam os princípios da EC (Fobbe; Hilletoft, 2022).

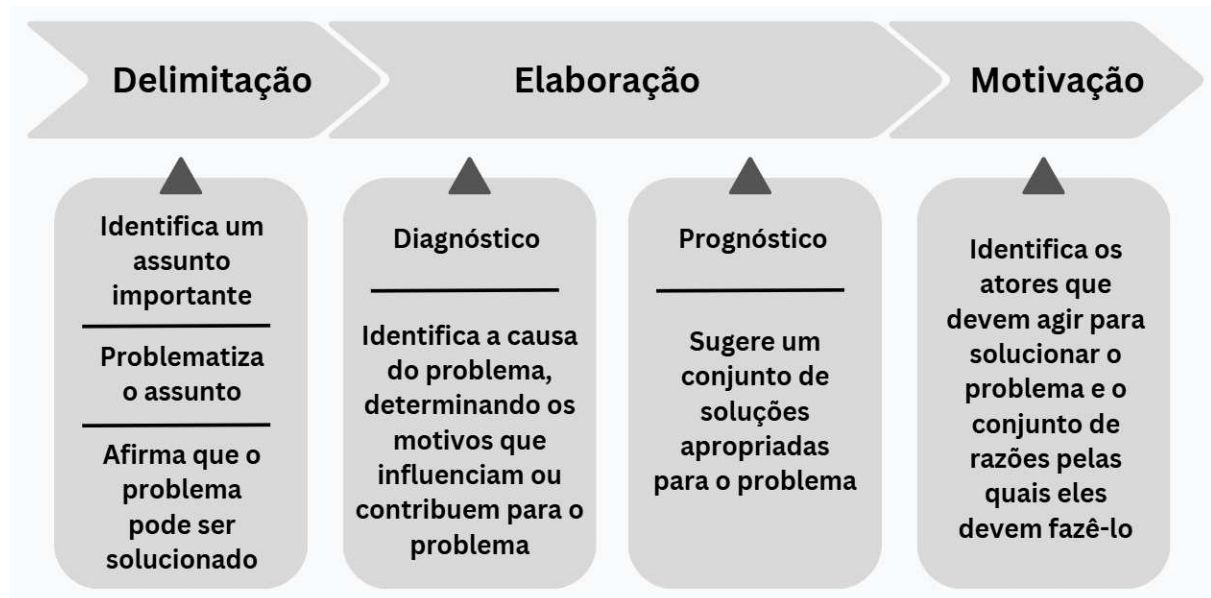
Kaipainen *et al.* (2023) demonstram que as práticas de engajamento de stakeholders necessárias para alcançar objetivos de EC se desdobram ao longo do tempo, em um processo contínuo e cíclico, no qual stakeholders com interesses diversos são progressivamente atraídos para um ecossistema circular a fim de perseguir um objetivo sistêmico em comum. Uma das etapas desse engajamento refere-se à identificação de stakeholders que possam contribuir para o ecossistema circular em desenvolvimento, priorizando-os com base em competências relacionadas à circularidade. Outra etapa aborda práticas de interação, tanto unidirecionais quanto bidirecionais, com foco na integração dos stakeholders, podendo ser realizadas através do desenvolvimento de relacionamentos de longo prazo baseados em confiança, de comunicação efetiva e de aprendizado mútuo. Essas duas etapas elencam ações a serem tomadas a fim de engajar stakeholders em ecossistemas de EC.

A promoção da EC também requer ação coletiva, uma vez que há o envolvimento de múltiplos atores que devem cooperar para alcançar benefícios comuns que não seriam possíveis individualmente (Olson, 1965; Sandler, 2015). No entanto, os incentivos para a adoção de ações coletivas em EC são limitados, desestimulando a participação desses atores (Chapardar, 2024). Por exemplo, a indefinição de lideranças e responsabilidades impacta negativamente a gestão dos atores envolvidos, e a falta de acordos formais prejudica a colaboração entre eles (Abreu *et al.*, 2024). A ausência de informações e a fragmentação dos mecanismos de governança dificultam a cooperação e a gestão eficiente de recursos (Patala *et al.*, 2022). Abordagens baseadas em modelos de ação coletiva podem ser empregadas para mobilizar atores e viabilizar soluções circulares.

Esses modelos funcionam como instrumentos que ajudam a problematizar questões relevantes, diagnosticar causas, propor cursos de ação e identificar atores responsáveis por resolvê-las, articulando um conjunto alternativo de soluções que ainda não foram vistas como relevantes ou viáveis e incitando outros a agir (Benford; Snow, 2000; Blomsma, 2018). Os modelos de ação coletiva procuram fornecer uma compreensão sobre por que e como a ação coletiva deve ocorrer, destinando-se a mobilizar e a angariar apoio de potenciais aderentes ao movimento de mudança, sendo uma ferramenta que inspira e legitima as atividades realizadas para atingi-la (Snow; Benford, 1988; Benford; Snow, 2000; Vicari, 2010). Esses modelos podem ser divididos em três fases: delimitação; elaboração, que contempla as etapas de diagnóstico e prognóstico; e motivação (Snow; Benford, 1988; Benford; Snow, 2000; Creed *et al.*, 2002; Blomsma, 2018), conforme Figura 1.

A fase de delimitação identifica um assunto importante, cujo problema pode ser solucionado (Creed *et al.*, 2002; Blomsma, 2018). A etapa de diagnóstico envolve a determinação de motivos que influenciam ou contribuem para o problema e a atribuição de culpa e causalidade (Snow; Benford, 1988; Vicari, 2010; Blomsma, 2018). A etapa de prognóstico fornece a solução para o problema, o plano estratégico ou a ação coletiva necessária para mudar a situação (Benford; Snow, 2000; Vicari, 2010). A fase motivacional fornece o verdadeiro apelo à ação ou a razão para se envolver em uma ação coletiva de melhoria, podendo surgir da elaboração tanto do diagnóstico como do prognóstico (Gerhards; Rucht, 1992; Benford, 1993; Vicari, 2010).

Figura 1 – Estrutura do modelo de ação coletiva.



Fonte: Blomsma (2018, p. 972).

Esse modelo desempenha sua função criando uma “receita de ação” para mudar a situação atual em que problemas existem e persistem (Blomsma, 2018). O engajamento de stakeholders, então, atua como um mecanismo essencial no processo de ação coletiva para a implementação bem-sucedida da economia circular, pois constitui uma lente teórica que pode ser utilizada para entender como diferentes stakeholders, com interesses diversos, podem se alinhar e se mobilizar coletivamente em torno dos objetivos da economia circular (Kaipainen *et al.*, 2023).

2.3 Plataformas multistakeholder como um espaço de diálogo institucional

Novas formas de integração e cooperação entre múltiplos stakeholders são necessárias para que as barreiras da economia circular sejam superadas e suas forças motrizes sejam implementadas (Scafà *et al.*, 2018). Uma forma de promovê-las é através de plataformas multistakeholders, descritas como mecanismos que promovem a inovação e a adoção de tecnologias, utilizando-se de uma abordagem colaborativa baseada em intensas interações entre diferentes stakeholders com interesses comuns (Quilloy *et al.*, 2024). De acordo com Lundsgaard-Hansen *et al.* (2022), para uma PMS ser efetiva, é necessário que os stakeholders envolvidos na plataforma tenham o compromisso de querer promover mudanças estruturais duradouras, reconhecendo que problemas complexos exigem a aceitação de incertezas, múltiplas perspectivas e a disposição para lidar com conflitos e ambiguidade. É essencial que os participantes adquiram competências técnicas e sociais que permitam implementar as ações planejadas, o que envolve a definição de responsabilidades e mecanismos para garantir o monitoramento e a eficácia dessas ações.

A ascensão das PMS reflete a transição de modelos de governança centrados no Estado para modelos que valorizam a participação e a descentralização, com o entendimento de que os stakeholders locais geralmente possuem mais informações e maior motivação para resolver os problemas que surgem (Faysse, 2006). As plataformas promovem o surgimento de vínculos quando os indivíduos se encontram pessoalmente, o que pode facilitar a empatia, o comprometimento e a experimentação e promover relações de cooperação e confiança (Warner, 2006). A visão dialógica das PMS, baseada na racionalidade comunicativa de Habermas, estabelece que, se os stakeholders forem abertos ao diálogo e reconhecerem sua interdependência, será possível alcançar acordos racionais e justos para todos os envolvidos na plataforma (Faysse, 2006).

Uma vez que os stakeholders reconheçam suas interdependências e concordem em se sentar juntos para negociar questões urgentes, eles podem desenvolver o senso de pertencimento necessário para gerenciar essas questões e, por meio do diálogo deliberativo, chegar a soluções eficazes e consensuais, em um processo de gestão adaptativa, que enfatiza a necessidade de adaptação frente às mudanças climáticas (Warner, 2006). As PMS são vistas como mecanismos mais econômicos e rápidos para tomada de decisão e implementação em comparação à imposição regulatória, além de contribuírem para políticas mais bem informadas, enfatizando a participação voluntária e significativa dos stakeholders (Brenner, 2019). O autor afirma, entretanto, que nem todas as PMS são eficazes, especialmente em países em

desenvolvimento, onde ainda há escassez de pesquisas aprofundadas sobre plataformas bem-sucedidas.

A motivação dos stakeholders para participar nas plataformas é uma preocupação, visto que participar de uma PMS requer tempo e esforço, muitas vezes sendo necessário algum tipo de incentivo, que pode ser econômico, social e, em alguns casos, ambiental (Laczko *et al.*, 2019; Oberholzer; Sachs, 2023; ElDidi *et al.*, 2024). Warner (2006) argumenta que a simples abertura de espaço para a adesão à plataforma não garante, por si só, a participação ativa dos stakeholders, visto que participar de uma PMS envolve custos de transação que podem superar os benefícios esperados com a cooperação. O autor observa que existe uma expectativa equivocada de que todos os stakeholders estarão motivados a participar, o que muitas vezes não ocorre, e essa desmotivação pode advir da percepção de que, mesmo com o esforço investido, nenhuma mudança efetiva ocorrerá ou quando os stakeholders percebem a participação como uma forma de assimilação forçada.

Ao desenvolver uma PMS, é necessário garantir o interesse dos stakeholders em participar da plataforma (Faysse, 2006), que pode se dar através de estratégias de engajamento de stakeholders. Esse engajamento se concentra em entender os processos pelos quais os stakeholders são incluídos e envolvidos na tomada de decisões, particularmente em questões ambientais e de sustentabilidade, tais como mudanças climáticas e economia circular, em investigar a qualidade das relações que as empresas constroem com seus stakeholders e em permitir a criação de entendimentos compartilhados, a promoção de colaboração e a geração de valor conjunto (Kujala *et al.*, 2022; Albareda; Kimpimäki, 2023). Aremu *et al.* (2023) concluem que uma criteriosa identificação dos stakeholders e de suas relações é crucial para criar uma PMS eficaz que atenda às necessidades da cadeia de valor, evitando incluir participantes irrelevantes ou deixar de fora atores cruciais. Brenner (2019) e Lundsgaard-Hansen *et al.* (2022) mostram que a definição clara de papéis e responsabilidades, para cada stakeholder envolvido em uma plataforma, pode evitar expectativas irreais e frustrações durante a execução das atividades da PMS, além de facilitar a implementação bem-sucedida da EC.

De acordo com ElDidi *et al.* (2024), vários fatores afetam como os stakeholders interagem dentro das PMS, como as suas características, os recursos que possuem e as regras que regulam o engajamento dentro da plataforma. Esses recursos são definidos como características ou ativos que conferem agência aos stakeholders, fortalecem suas reivindicações nos processos de cogestão e engajamento e ajudam-nos a ganhar influência, formar alianças e reforçar suas identidades durante as atividades da plataforma. Grupos que carecem desses recursos frequentemente enfrentam dificuldades para se engajar de forma significativa (ElDidi

et al., 2024). Warner (2006) sugere que a sustentabilidade operacional das PMS depende da capacidade contínua dos stakeholders de gerar apoio, considerando os recursos necessários para que eles mantenham sua participação na plataforma ao longo do tempo.

São duas as razões principais que justificam a criação de PMS: a primeira é que elas geram decisões mais bem aceitas e mais eficientes do que aquelas tomadas por processos estatais convencionais; a segunda é que favoreçam negociações integrativas, conduzindo a soluções vantajosas para todos os envolvidos e favorecendo abordagens ganha-ganha (Faysse, 2006; Mohammed *et al.*, 2025). Lundsgaard-Hansen *et al.* (2022) apresenta recomendações práticas sobre como desenhar e gerir plataformas multistakeholders, descrevendo critérios essenciais para que uma PMS seja bem-sucedida. A fase de criação e implantação da PMS, à qual este trabalho dará ênfase, orienta para a inclusão adequada dos stakeholders e a definição clara dos limites e das funções de cada participante, o que exige o alinhamento das competências dos representantes com as organizações que representam.

Considerando esses aspectos inerentes a plataformas multistakeholders, uma PMS pode ser vista como uma solução para a superação das barreiras que a transição para a economia circular impõe ao modelo tradicional de produção e consumo, sendo concebida como um espaço de cooperação estratégica entre os diversos stakeholders envolvidos nessa transição. Esse ambiente colaborativo visa fomentar o compartilhamento de conhecimentos, alinhar interesses e desenvolver soluções inovadoras, permitindo identificar oportunidades para reutilização de materiais, otimização de recursos, redução da geração de resíduos e incentivo à simbiose industrial.

Dessa forma, a PMS emerge desse contexto como um espaço institucional onde múltiplos stakeholders dialogam e colaboram entre si para a implementação das rotas de economia circular abordadas na seção 2.1, possibilitando o desenvolvimento de práticas sistêmicas de EC. Assim, embora cada stakeholder possua papéis e responsabilidades específicos para a rota à qual está vinculado, todos eles interagem entre si no ambiente institucional proporcionado pela plataforma multistakeholder, de forma que a implementação das rotas de economia circular possam ser deliberadas por todos os stakeholders envolvidos. A Figura 2 exemplifica essa relação. O modelo de ação coletiva da Figura 1 pode ser utilizado como uma ferramenta para identificar os elementos necessários para a implantação da PMS da Figura 2. Nesse caso, propõe-se a inclusão de mais fases no modelo para proporcionar essa implantação: as fases de Restrição, Participação e Realização.

As PMS ocupam papel central na articulação de colaborações requeridas para a implementação da economia circular, ao reunir empresas, governos, sociedade civil e

provedores de tecnologia (Wan, 2025). No entanto, a formação e a operação de PMS orientadas à economia circular são dificultadas por um conjunto de barreiras (regulatórias, financeiras, tecnológicas, culturais etc.) interdependentes entre si (Nguyen *et al.*, 2025). Superar essas barreiras é uma condição prévia para a formação efetiva de uma PMS, o engajamento dos stakeholders na plataforma e a concretização de resultados em economia circular (Prisco *et al.*, 2026). Sem a identificação, a avaliação e a mitigação dessas barreiras, as PMS não conseguem alcançar adesão dos stakeholders, intervenções coordenadas nem efetividade operacional (Nguyen *et al.*, 2025). Assim, a identificação de barreiras constitui uma fase para a formação e operação de PMS orientadas à economia circular. Por isso, inclui-se a fase de Restrição no modelo de ação coletiva, de forma a permitir a identificação, a avaliação e a mitigação das barreiras à mobilização dos stakeholders mapeados na fase de Motivação para executar as soluções propostas na fase de Elaboração.

Figura 2 – Relação entre as rotas de economia circular e a plataforma multistakeholder.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

PMS voltadas à economia circular emergem apenas quando stakeholders diversos são engajados ativamente, uma vez que seu apoio e alinhamento de interesses são condições para iniciar práticas circulares (Kahupi *et al.*, 2024). Avellán *et al.* (2022) mostram que identificar

quem deve ser integrado e em que momento deve ser envolvido é central para a construção da plataforma. A economia circular representa uma transição em nível sistêmico que requer ação coordenada e intersetorial entre stakeholders, em que o engajamento é o mecanismo que permite construir esse alinhamento (Tessitore *et al.*, 2023). Baranova (2022) mostra que o engajamento amplia aprendizagem, competências relacionais e desenvolvimento de capacidades coletivas, permitindo a superação de barreiras relacionadas à transição para a economia circular.

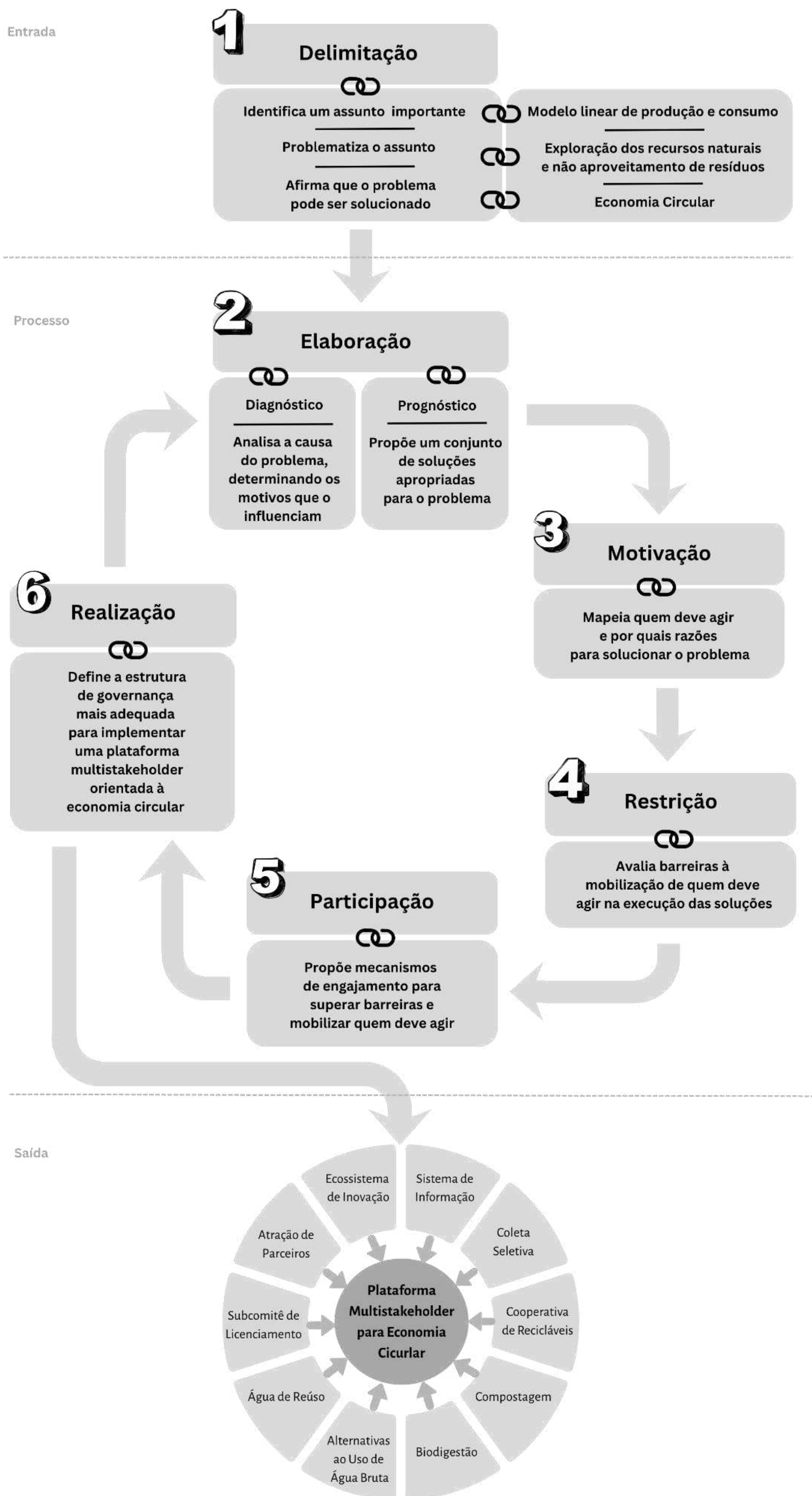
O enfrentamento dessas barreiras através do engajamento estimula processos de aprendizagem, aumenta a confiança, favorece a inovação e fortalece a resolução coletiva de problemas (van Bruggen *et al.*, 2022). Assim, o engajamento de stakeholders constitui uma fase para a formação e operação de PMS orientadas à economia circular. Por isso, inclui-se a fase de Participação no modelo de ação coletiva, de forma a permitir a proposição de mecanismos de engajamento que promovam o envolvimento efetivo dos stakeholders mapeados na fase de Motivação para superar as barreiras identificadas na fase de Restrição.

PMS são relevantes para a transição para a economia circular porque oferecem estruturas de governança capazes de sustentar a coordenação sistêmica exigida por esse tipo de transformação (Cramer, 2023). Empresas inseridas em redes estruturadas de colaboração com stakeholders apresentam 45% mais sucesso na implementação de modelos de negócio circulares do que empresas que atuam isoladamente (Agrawal *et al.*, 2026). Schultz *et al.* (2023) observam que diferentes modos de governança orientados aos stakeholders são necessários para orquestrar colaborações em ecossistemas circulares.

Essas plataformas também são relevantes porque viabilizam mecanismos de coordenação ao longo de cadeias de suprimento e entre diferentes escalas territoriais. Meath *et al.* (2022) mostram como esses arranjos articulam atores da indústria, do governo e da comunidade nas escalas micro, meso e macro. Andriamanantena *et al.* (2025) indicam que esses processos dependem de governança coordenada, compartilhamento de infraestrutura e engajamento de múltiplos atores, estabelecendo regras compartilhadas, estruturas de decisão, legitimidade e accountability.

Assim, a implementação de plataformas multistakeholder através de estruturas de governança constitui uma fase para a formação e operação de PMS orientadas à economia circular. Por isso, inclui-se a fase de Realização no modelo de ação coletiva, de forma a permitir essa implementação, com a definição da estrutura de governança mais adequada para que a PMS possibilite o apropriado engajamento dos stakeholders aptos a superarem as barreiras relacionadas à economia circular. O modelo de ação coletiva proposto, com o detalhamento de todas as seis fases, pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 – Proposição de modelo de ação coletiva para implementação de plataformas multistakeholder orientadas à economia circular:



Na fase de Delimitação, o assunto considerado relevante diz respeito ao modelo linear de produção e consumo, o qual está vinculado à exploração dos recursos naturais e ao não aproveitamento dos resíduos, problemas que podem ser solucionados com a transição para o modelo circular. Essa fase ocorre apenas uma vez, no início do processo de implementação de plataformas multistakeholder orientadas à economia circular. A fase de Elaboração é voltada ao entendimento do problema, determinando os motivos que o influenciam, e à formulação de um conjunto de soluções que podem solucioná-lo. A fase de Motivação mapeia os stakeholders que devem agir para enfrentar o problema e executar as soluções propostas. A fase de Restrição identifica as barreiras à mobilização dos stakeholders identificados na fase de Motivação. A fase de Participação permite a proposição de mecanismos de engajamento que promovam a mobilização dos stakeholders para a superação das barreiras identificadas na fase de Restrição. A fase de Realização representa a síntese do percurso de desenvolvimento da ação coletiva, ao implementar uma plataforma multistakeholder orientada à economia circular, com a definição do modelo de governança que coordenará sua estrutura.

Com exceção da fase de Delimitação, as outras cinco fases retroalimentam-se entre si. Uma vez que a plataforma multistakeholder esteja constituída e em funcionamento, novos diagnósticos podem ser executados para analisar novos problemas relacionados à economia circular que necessitem de um novo conjunto de soluções para serem mitigados. Essas novas soluções demandam o mapeamento de novos stakeholders, cujas barreiras à sua mobilização serão superadas a partir de novos mecanismos de engajamento que permitam sua mobilização e inclusão na plataforma multistakeholder, em um processo cíclico e contínuo, de forma que, ao longo do tempo, múltiplos novos stakeholders aderem à plataforma a fim de alcançar níveis de maturidade em economia circular cada vez maiores até o Regenerativo, conforme modelo proposto por Uhrenholt *et al.* (2022).

3 METODOLOGIA

Para realizar esta pesquisa, utilizou-se um estudo de caso único, cuja metodologia permite investigar fenômenos complexos e da vida real em profundidade, revelando informações ricas e relações subjacentes ao fenômeno analisado (Fobbe; Hilletoft, 2022; González, 2024). Essa abordagem é particularmente adequada para estudos exploratórios, marcados pela falta de compreensão do fenômeno investigado e pela resposta às perguntas “como”, “por quê” ou “em que extensão” (Salvioni; Almici, 2020). A pesquisa conduzida possui caráter exploratório, uma vez que propõe um problema de pesquisa não completamente estabelecido na literatura para compreender melhor determinado fenômeno (Genta *et al.*, 2025).

Em sua abordagem, esta pesquisa é qualitativa, pois tem como objetivo compreender e interpretar, de forma profunda, o contexto no qual os fenômenos são observados (Salvioni; Almici, 2020). A análise dos dados adota uma abordagem indutiva, um raciocínio que parte de *insights* emergentes dos dados coletados para conclusões gerais adequadas ao contexto em análise (Kaipainen *et al.*, 2023). Para a coleta dos dados, foram utilizadas entrevistas semiestruturadas, pois fornecem conhecimento aprofundado sobre o fenômeno investigado e permitem que o pesquisador interaja com o entrevistado (Patricio *et al.*, 2018; Fobbe; Hilletoft, 2022). A qualidade das entrevistas também foi assegurada por meio de sua gravação e transcrição (Kaipainen *et al.*, 2023). As transcrições das entrevistas foram posteriormente analisadas por meio da análise de conteúdo, que consiste em um instrumento metodológico que assegura a sistematização dos discursos através de sua codificação (Lundsgaard-Hansen *et al.*, 2022; Quilloy *et al.*, 2024). A análise dos dados também fez uso de análise bibliográfica de literatura científica.

O objeto de estudo se insere no contexto do projeto de pesquisa intitulado “Políticas públicas e respostas corporativas para promoção do desenvolvimento econômico-sustentável no HUB de hidrogênio verde com ênfase na economia circular” – Pró-Humanidades, coordenado pela Prof. Dra. Mônica Cavalcanti Sá de Abreu, financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e executado por equipe multidisciplinar composta por professores e pesquisadores de diversas áreas. Trata-se de um projeto estruturado em fases sucessivas e complementares, concebidas de forma a aprofundar progressivamente a compreensão sobre os desafios institucionais, organizacionais e coletivos associados à promoção da economia circular em parques industriais.

O parque industrial estudado nesse projeto está localizado na região nordeste do Brasil. O estudo de caso desta dissertação compreende uma empresa desse parque industrial. Em razão

da assinatura de instrumentos de confidencialidade entre a empresa participante desta pesquisa e a coordenação do projeto ao qual este estudo se vincula, optou-se por resguardar informações que pudessem permitir a identificação da organização investigada. Dessa forma, não foram detalhados o tipo de empresa, o ramo ou a natureza específica de suas atividades, nem quaisquer características contextuais, operacionais ou institucionais que pudessem torná-la identificável direta ou indiretamente. Essa medida visa assegurar o cumprimento dos compromissos de sigilo assumidos, bem como preservar a integridade da parceria estabelecida para a realização desta pesquisa.

A seguir, são descritos os métodos de coleta e análise de dados para as fases de Elaboração, Motivação, Restrição, Participação e Realização, com a respectiva correspondência aos objetivos específicos desta pesquisa. A fase de Delimitação foi definida através do Referencial Teórico.

3.1 Fase de Elaboração do modelo de ação coletiva

No âmbito do projeto Pró-Humanidades, as rotas de economia circular elencadas na seção 2.1.2 foram discutidas em um workshop realizado com a participação de múltiplas empresas do parque industrial que participaram do projeto, com o objetivo de aprofundar a compreensão dos fatores que poderiam influenciar a implementação dessas rotas. Os fatores identificados foram agrupados em seis categorias com a utilização da ferramenta diagrama de afinidades, utilizada para gerar agrupamentos de dados obtidos em entrevistas ou *brainstorming* com base em suas relações temáticas (Awasthi; Chauhan, 2012). As seis categorias derivadas desse procedimento foram “elementos para mobilização de stakeholders”, “elementos para viabilidade da solução”, “elementos para execução da solução”, “riscos”, “elementos de governança” e “benefícios e impactos esperados”. Ancoradas nessas categorias, as rotas de economia circular foram traduzidas em diretrizes operacionais aplicáveis a qualquer empresa, podendo ser implementadas de acordo com suas necessidades e capacidades ao oferecer flexibilidade no ajuste de processos produtivos e eficiência no uso de recursos. Essas diretrizes foram publicadas em Abreu *et al.* (2025).

A primeira etapa da fase de Elaboração do modelo de ação coletiva corresponde ao Diagnóstico. Um diagnóstico foi conduzido na empresa do parque industrial objeto de estudo desta pesquisa de forma a avaliar as práticas de economia circular executadas pela empresa e as dificuldades encontradas na sua execução, atividades que correspondem ao primeiro objetivo específico deste trabalho. Para a coleta dos dados desse diagnóstico, foram realizadas

entrevistas semiestruturadas, cujos roteiros foram elaborados a partir das diretrizes de implementação das rotas de economia circular desenvolvidas no âmbito do projeto Pró-Humanidades e publicadas em Abreu *et al.* (2025). Os roteiros, que se encontram no Apêndice A, foram desenvolvidos de forma a verificar a execução ou não das rotas de economia circular no ambiente organizacional sob estudo, considerando os elementos das seis categorias derivadas do diagrama de afinidades. Esses roteiros de entrevista foram aplicados a funcionários da empresa, conforme Quadro 1. Esse quadro evidencia que foram realizadas 4 entrevistas com 7 funcionários da empresa, de forma *online*, através da plataforma Microsoft Teams.

Quadro 1 – Entrevistados da empresa para o diagnóstico em economia circular.

Rotas de EC diagnosticadas	Função	Código	Duração	Realizada em
Sistema de Informação de Resíduos, Coleta Seletiva, Cooperativa de Recicláveis e Compostagem	Especialista de ESG	E1	115 min	30/07/2025
	Coordenadora de Segurança do Trabalho	E2		
	Coordenadora de Sustentabilidade e ESG	E3		
	Coordenador de Segurança, Meio Ambiente e Saúde	E4		
Biodigestão (reaproveitamento energético)	Coordenadora de Eficiência Energética	E5	48 min	01/08/2025
Alternativas ao Uso de Água Bruta, Água de Reúso e Subcomitê de Licenciamento Ambiental	Técnico de Meio Ambiente	E6	56 min	06/08/2025
Atração de Parceiros para Simbiose Industrial e Ecossistema de Inovação	Gerente de Produtos, Serviços e Assessoria Técnica	E7	47 min	13/08/2025

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

As entrevistas foram gravadas, com anuência da empresa e dos funcionários

entrevistados, e inicialmente transcritas através de aplicativos disponíveis em *smartphones*. Posteriormente, as transcrições foram aprimoradas para pontuar e adequar as falas dos entrevistados. Os funcionários entrevistados foram escolhidos e definidos pela empresa, considerando a disponibilidade e as funções exercidas por cada um deles, de forma que tais funções fossem compatíveis com as rotas de economia circular que foram diagnosticadas. Apesar de a amostra de 7 funcionários entrevistados ser pequena, estudos de caso único que utilizam pequenas amostras de entrevistados, frequentemente entre 5 e 10 participantes, têm produzido insights detalhados sobre práticas gerenciais e comprometimento gerencial na adoção da economia circular (Unal *et al.*, 2019; Anggahegari *et al.*, 2025).

Pequenas amostras de entrevistados também são metodologicamente apropriadas para a exploração em profundidade de fenômenos em nível organizacional em pesquisas sobre economia circular, devido à riqueza analítica que entrevistas podem proporcionar (Touratier-Muller; Mesnier, 2024). O Quadro 1 demonstra que, apesar de terem sido realizadas apenas 4 entrevistas, elas somadas compreendem um total de 266 minutos, o que corrobora com entrevistas realizadas em profundidade. Outra justificativa está no caráter exploratório de pesquisas em economia circular, frequentemente concentra em práticas emergentes e novos modelos de negócio, em que a compreensão aprofundada tende a ser mais relevante do que a generalização ampla (Pozzoli *et al.*, 2025).

As entrevistas foram analisadas por meio de análise de conteúdo. Os dados decorrentes das entrevistas do Quadro 1 foram codificados manualmente em dois blocos, com base nas rotas apresentadas na seção 2.1.2: “Práticas de Economia Circular”, que correspondem às atividades de economia circular executadas pela empresa, e “Dificuldades”, que correspondem aos problemas encontrados durante a execução dessas práticas. As práticas e as dificuldades codificadas foram posteriormente agrupadas conforme as dimensões da circularidade mencionadas nas seções 2.1.2.1 a 2.1.2.4, nas quais as rotas de economia circular se inserem: gestão de resíduos, gestão hídrica, regularização ambiental e viabilidade de negócios circulares e desenvolvimento de inovações.

A segunda etapa da fase de Elaboração do modelo de ação coletiva corresponde ao Prognóstico. A partir das práticas e das dificuldades analisadas no Diagnóstico, foram propostas oportunidades de melhoria, que correspondem ao segundo objetivo específico desta pesquisa, ou seja, ações que, caso realizadas, poderiam alavancar os esforços de economia circular empreendidos ou solucionar ou atenuar alguma dificuldade apresentada pela empresa. As práticas de economia circular, as dificuldades e as oportunidades de melhoria se encontram no Quadro 3.

3.2 Fase de Motivação do modelo de ação coletiva

A partir das oportunidades de melhoria propostas na fase de Elaboração, foram mapeados stakeholders que poderiam auxiliar na implementação das soluções, atuando como facilitadores das oportunidades de melhoria, atividade que corresponde ao terceiro objetivo específico desta pesquisa. O Quadro 2 elenca os stakeholders mapeados, incluindo informações sobre o tipo de stakeholder selecionado e a função desempenhada por ele.

Quadro 2 – Stakeholders entrevistados por tipo e função desempenhada.

Tipo de stakeholder	Função	Código	Duração	Realizada em
Empresa de consultoria agrícola e ambiental	Consultor em bioenergia	S1	42 min	15/10/2025
Empresa de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto	Engenheiro responsável por projetos de economia circular	S2	60 min	20/10/2025
	Engenheira responsável por projetos de água e esgoto	S3		
Empresa de consultoria em tecnologia da informação	Desenvolvedor de sistemas	S4	63 min	20/10/2025
Empresa de consultoria socioambiental	Cofundadora	S5	75 min	21/10/2025
Empresa de gestão de resíduos	Gerente de operações	S6	44 min	22/10/2025
Setor de extensão de universidade federal	Docente	S7	51 min	23/10/2025
Setor de inovação de universidade federal	Gestora de projetos	S8	70 min	27/10/2025
Secretaria estadual de desenvolvimento econômico	Secretária executiva da indústria	S9	33 min	09/12/2025
Empresa de alimentos	Gerente corporativa de estratégia climática	S10	68 min	12/12/2025

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Para a seleção dos stakeholders, foi utilizada a técnica de amostragem intencional

(*purposive sampling*) a fim de selecionar aqueles que possuísem experiência prática com os temas abordados nas oportunidades de melhoria propostas. A técnica de amostragem intencional, não probabilística, é utilizada para selecionar participantes em uma pesquisa com características, conhecimentos ou experiências específicas que são relevantes para entender o fenômeno e o contexto pesquisados, com foco em percepções aprofundadas em vez de generalizações amplas (Elsawy; Abu-Alhaija, 2026).

Os stakeholders foram mapeados a partir de sua relação temática com as oportunidades de melhoria propostas e de sua experiência na condução de soluções semelhantes, de um nível de atuação de caráter regional com proximidade geográfica que permitisse a adoção de simbioses industriais e de disponibilidade para participação nesta pesquisa. Os stakeholders também foram selecionados de forma a excluir aqueles que já estejam envolvidos nas práticas de economia circular da empresa, identificados através do diagnóstico. Uma exceção a essa última regra ocorreu com S1, tendo em vista sua relevância para expandir práticas em andamento.

Esses critérios, utilizados na amostragem intencional, buscam assegurar que stakeholders específicos, entre todos aqueles que poderiam ser incluídos, façam parte da amostra final do estudo, baseando-se na suposição de que, dados os objetivos do estudo, tipos específicos de stakeholders podem ter recursos, modelos de negócios e capacidades institucionais relevantes para as questões em análise e, por isso, precisam ser incluídos na amostra (Campbell *et al.*, 2020; Zherdeva *et al.*, 2025). As justificativas específicas para terem sido incluídos na pesquisa, conforme a técnica de amostragem intencional, são apresentadas no Quadro 4, tendo em vista que emergem das oportunidades de melhoria.

Foram mapeados 9 tipos de stakeholders (três empresas de consultoria, um órgão governamental, dois setores de uma universidade federal, duas empresas privadas e 1 empresa pública) aptos a auxiliarem na implementação das oportunidades de melhoria propostas. Embora a amostra seja reduzida, Wu *et al.* (2021) argumentam que a seleção de stakeholders com base em capacidades institucionais, como autoridade decisória, expertise técnica, controle de recursos, legitimidade ou capacidade de coordenação, é mais relevante do que o tamanho da amostra. Nesse contexto, tamanhos pequenos de amostra não constituem uma limitação quando a capacidade institucional é o critério de seleção. Gupta *et al.* (2019) abordam que a implementação da economia circular depende de um conjunto restrito de atores dotados dessas capacidades, não sustentando a ideia de que uma amostragem mais ampla aumentaria o poder de implementação de práticas circulares. Ramiah *et al.* (2026) justificam o uso de amostragem intencional ao priorizar atores-chave porque eles concentram as capacidades institucionais

necessárias para discutir a adoção da economia circular e moldar essa transição.

A partir do mapeamento do stakeholders, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com cada um deles. Foram elaborados roteiros de entrevista para cada stakeholder, tendo em vista a especificidade temática de cada um. Os roteiros de entrevista foram estruturados em torno de tópicos como compreensão conceitual, motivações, competências, parcerias, pressões, desafios, oportunidades e barreiras relacionadas à implementação das oportunidades de melhoria propostas, com alinhamento aos papéis, às responsabilidades e às capacidades institucionais dos respondentes (Hendriks, 2024; Maddaloni *et al.*, 2025; Jonsdottir *et al.*, 2025; Mayer *et al.*, 2025; Trevisan *et al.*, 2025). Os roteiros refletiram esse objetivo ao explorar a capacidade dos entrevistados de influenciar o desenho e a implementação das oportunidades de melhoria e ao investigar seus papéis estratégicos na governança, no engajamento e nos resultados desse processo. Esses roteiros encontram-se no Apêndice B. Conforme Quadro 2, foram realizadas 9 entrevistas, de forma *online*, através da plataforma Google Meet. As entrevistas foram gravadas, com anuência dos entrevistados, e inicialmente transcritas através de aplicativos disponíveis em *smartphones*. Posteriormente, as transcrições foram aprimoradas para pontuar e adequar as falas dos entrevistados.

As entrevistas foram analisadas por meio de análise de conteúdo. Os dados decorrentes das entrevistas do Quadro 2 foram codificados manualmente em “Recursos” e “Capacidades institucionais”, em que recursos correspondem a ativos, infraestrutura, instrumentos, equipes, programas ou conhecimentos disponíveis (ElDidi *et al.*, 2024), e capacidades institucionais correspondem a o que o stakeholder consegue fazer com esses recursos (Warner, 2006). Para permitir a triangulação de dados nessa etapa, foi criada uma matriz de aderência entre as dificuldades da empresa objeto de estudo, identificadas no diagnóstico, e os recursos e capacidades institucionais dos stakeholders, para demonstrar o alinhamento temático e a viabilidade técnica entre o diagnóstico, as oportunidades de melhoria e os stakeholders mapeados, conforme orientações de Lundsgaard-Hansen *et al.* (2022). Essa matriz de aderência se encontra no Quadro 5.

3.3 Fase de Restrição do modelo de ação coletiva

Os dados decorrentes das entrevistas do Quadro 2 também foram codificados manualmente em “Barreiras”, ou seja, situações que dificultam a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria propostas, atividade que corresponde ao quarto objetivo específico. Foram identificadas barreiras para cada um dos stakeholders

entrevistados, conforme Quadro 6. Cada uma das barreiras foi submetida a um processo de avaliação, a fim de identificar o conjunto de barreiras que devem ser enfrentadas em um primeiro momento durante a execução das atividades da plataforma multistakeholder. Haleem *et al.* (2020), Chaudhari *et al.* (2022) e Alsaoudi *et al.* (2024) argumentam que não é viável enfrentar todas as barreiras ao mesmo tempo, especialmente em contextos de restrição de recursos, razão pela qual a avaliação de barreiras e a seleção daquelas mais críticas se tornam necessárias para uma implementação efetiva da economia circular. Takacs *et al.* (2022), Yaotian *et al.* (2025) e Singh (2026) sustentam que concentrar esforços em um subconjunto de barreiras de maior impacto melhora a coordenação, a viabilidade e os resultados da implementação, permitindo ação direcionada.

As barreiras foram avaliadas em “barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria”, ou seja, barreiras que bloqueiam a execução das oportunidades de melhoria, de modo que stakeholders não conseguem operacionalizá-las (Grafstrom; Aasma, 2021; Mishra *et al.*, 2022; van Stjin *et al.*, 2023); e em “barreiras que limitam a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria”, ou seja, barreiras que dificultam mas não impedem a execução das oportunidades, atuando apenas na redução de sua eficácia, de modo que stakeholders conseguem operacionalizá-las, mas enfrentam dificuldades ou riscos no processo (Janssens *et al.*, 2021; Trevisan *et al.*, 2023; Kaewunruen *et al.*, 2026).

As justificativas para a avaliação, em ambas as categorias, de cada uma das barreiras identificadas através das entrevistas será realizada por meio de análise bibliográfica de literatura científica e trechos das entrevistas dos stakeholders. Com a avaliação das barreiras, somente serão propostos mecanismos de engajamento de stakeholders para aquelas que tenham sido classificadas como “barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria”, com o objetivo de mobilizar stakeholders para superá-las e permitir que as oportunidades de melhoria propostas se tornem iniciativas de economia circular aptas a serem implementadas. A superação desse tipo de barreira destrava o progresso para a economia circular, de forma que a remoção dos fatores que impedem o engajamento dos stakeholders na execução de práticas circulares gera melhorias em todo o sistema (Wang; Wang, 2022; Pakdel *et al.*, 2025).

3.4 Fase de Participação do modelo de ação coletiva

Com a seleção do conjunto de barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders

na implementação das oportunidades de melhoria, foram propostas soluções com o objetivo de superar tais barreiras, em que a solução contempla mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para com os stakeholders mapeados no Quadro 2, atividade que corresponde ao quinto objetivo específico desta pesquisa. A proposição das soluções foi realizada com base em análise bibliográfica de literatura científica, e a proposição dos mecanismos de engajamento, que correspondem a estratégias que auxiliam na mobilização dos stakeholders para desenvolvimento das soluções propostas e superação das barreiras que impedem a execução das oportunidades de melhoria, foi realizado considerando possíveis benefícios a serem adquiridos pelos stakeholders com o desenvolvimento da solução coordenada pela empresa do parque industrial.

Laczko *et al.* (2019) e Oberholzer e Sachs (2023) apontam que é necessário algum tipo de incentivo, que pode ser econômico, social e, em alguns casos, ambiental. Considerando que ElDidi *et al.* (2024) estabelece que os stakeholders devem ser engajados de forma direcionada e específica, de forma ajustada ao perfil de cada stakeholder e ao tipo de recurso ou valor que ele pode oferecer, esses benefícios foram propostos a partir da avaliação conjunta da solução proposta e dos recursos e capacidades institucionais dos stakeholders, identificados no Quadro 5. As soluções e os mecanismos de engajamento de stakeholders foram propostos nos Quadros 7 a 12.

3.5 Fase de Realização do modelo de ação coletiva

Após a discussão dos resultados obtidos nas quatro fases anteriores, sendo analisados como insumos para compreender os processos envolvidos na adoção de uma plataforma multistakeholder para economia circular de acordo com o modelo de ação coletiva proposto na Figura 3, uma estrutura de governança para essa plataforma, que corresponde à fase de Realização, foi proposta através de análise bibliográfica de literatura científica, conforme Figura 5. Com a proposição dessa estrutura, tem-se todos os elementos necessários para a efetiva implementação de uma plataforma multistakeholder orientada à economia circular.

4 RESULTADOS

Nesta seção, são analisadas as práticas de economia circular adotadas pelo objeto de estudo e as dificuldades encontradas na sua execução, bem como propostas oportunidades de melhoria para essas práticas, que correspondem à fase de Elaboração do modelo de ação coletiva a partir das etapas de diagnóstico e prognóstico, respectivamente; mapeados os stakeholders que podem auxiliar na implementação dessas oportunidades de melhoria, que corresponde à fase de Motivação do modelo de ação coletiva; avaliadas as barreiras que impedem ou limitam a mobilização desses stakeholders na execução dessas oportunidades, que corresponde à fase de Restrição do modelo de ação coletiva; e propostos mecanismos de engajamento que podem ser utilizados para mobilizar os stakeholders mapeados a constituírem uma plataforma multistakeholder para economia circular, que corresponde à fase de Participação do modelo de ação coletiva.

4.1 Fase de Elaboração do modelo de ação coletiva: avaliando práticas e dificuldades e propondo oportunidades de melhoria

A análise do diagnóstico realizado evidencia que a empresa objeto de estudo possui práticas de economia circular estruturadas e em evolução, mas ainda enfrenta limitações que abrem espaço para melhorias específicas. As práticas de economia circular e as dificuldades analisadas no diagnóstico foram consolidadas no Quadro 3, que também apresenta as oportunidades de melhoria relacionadas.

4.1.1 Dimensão da circularidade: gestão de resíduos

A análise das práticas associadas à gestão de resíduos indica a utilização de instrumentos relevantes para o monitoramento de resíduos, como planilhas e dashboards em Power BI, que permitiram visualizar a quantidade de resíduos orgânicos que eram destinados ao aterro, porém sem um sistema informatizado dedicado. “Quando a gente viu que a gente gerava 500 quilos de orgânico e que destinava pra aterro semanalmente... a gente realmente viu a necessidade baseada diretamente nesse controle, né?” (E2). O Power BI foi desenvolvido internamente pelos técnicos de meio ambiente e é utilizado para consolidar os dados das planilhas, visualizar históricos e apoiar o controle dos destinadores, com as respectivas licenças ambientais.

Contudo, o controle manual, a necessidade de consulta a documentos físicos e a pouca

visibilidade sistêmica dos resíduos entre unidades limitam a eficiência da gestão e demandam maior esforço da equipe responsável, além de dificultar o aproveitamento desses resíduos em oportunidades de negócios. “A gente faz esse controle realmente de forma manual, né? Questão de pesagem, as balanças, a tara da entrada por caminhão e a pesagem na saída com a emissão de MTR” (E2). “Nós ainda estamos equalizando a forma de controlar esses resíduos entre as unidades, tá?” (E4).

Uma oportunidade de melhoria consiste na implementação de um sistema informatizado capaz de reduzir o esforço operacional, ampliar a confiabilidade dos dados, fortalecer a rastreabilidade e indicar com mais precisão oportunidades de negócios com resíduos subaproveitados. “Se a gente desenhar um projeto em cima das oportunidades que a gente tem com alguns resíduos específicos, pode começar pelos mais críticos, né? Qual hoje que a gente tem a maior chance de trabalhar, algo que hoje a gente poderia estar destinando de uma forma mais correta e hoje não está indo ainda, né?” (E4). Metas como aterro zero e redução de CO₂ reforçam a justificativa para um sistema de informação de resíduos, sobretudo pelos ganhos esperados em eficiência e redução de retrabalho. “Então, se a gente diz que o sistema vai ajudar nesse objetivo de ter zero lixo pra aterro e diminuição de CO₂, eu acho que isso é bacana” (E3).

Também há a adoção de práticas consolidadas de coleta seletiva, como segregação de resíduos, campanhas internas de conscientização e parcerias para destinação, o que contribui para o reaproveitamento e para a redução de custos. A empresa organiza a coleta seletiva em três principais vias de destinação: venda, doação e coprocessamento, conforme o tipo de material segregado e o parceiro responsável pela coleta. “Nós temos vários coletores distribuídos pela fábrica, todos eles para cada resíduo específico” (E2).

Os resíduos segregados são direcionados para centrais nas respectivas unidades, mas essas centrais ainda operam a céu aberto, o que provoca perdas de materiais recicláveis em períodos de chuva, interferindo negativamente na comercialização com parceiros. “Quando eu vou fechar o contrato com uma empresa, ela fala: “não, se você molhar o papelão, eu não retiro”” (E4). Há orientação sobre a coleta seletiva para os funcionários desde a integração ao cargo, além de campanhas internas periódicas e reforços frequentes nas áreas operacionais. “Todos os nossos coletores são de acordo com a legislação, né, a cor específica para cada um deles também é difundido na integração e nós temos campanhas internas de educação ambiental” (E2).

A segregação na origem é tratada como condição para viabilizar a destinação direta aos parceiros e dar previsibilidade à coleta. Madeira, papel, papelão, sucata metálica, borracha, óleo lubrificante, resíduos eletroeletrônicos, vidros e rejeitos de moagem são alguns exemplos de fluxos já aproveitados por parceiros ou reincorporados ao processo produtivo. “De todos os

resíduos que a gente gera em termos de quantidade de peso, apenas uns 5% vão para aterro” (E6). Embora ainda haja perdas de recicláveis devido ao armazenamento a céu aberto, melhorias na infraestrutura estão mapeadas no planejamento financeiro da empresa, portanto não foram identificadas oportunidades de melhoria relacionadas à coleta seletiva.

O diagnóstico aponta que o objeto de estudo não opera uma cooperativa de recicláveis própria, atuando por meio de parcerias com organizações já existentes. Apesar disso, a localização geográfica de algumas unidades é citada como um limitador para essa rota. A empresa reconhece um cenário de baixa oferta local de organizações aptas, o que restringe alternativas de encaminhamento de recicláveis por meio de cooperativas próximas, e a logística de transporte para cooperativas mais distantes torna a operação mais cara. “Na região que a gente fica realmente não é comum. A gente não tem tantas cooperativas assim” (E2).

Outro entrave central relatado é o uso do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) pelas cooperativas e associações de catadores. Há grande dificuldade de capacitação para operar o sistema, o que impede a habilitação de entidades locais para receber resíduos, além do fato de que o sistema não é de acesso gratuito. “As cooperativas e associações têm uma dificuldade muito grande com o SINIR, que é o sistema que eles precisam também estar capacitados e eles não conseguem” (E3).

Essas condições tecnológicas e financeiras compõem uma barreira adicional para associações com baixa escolaridade e menor familiaridade com ferramentas digitais, influenciando sua capacidade de formalizar o recebimento de materiais recicláveis. Um programa de elevação de escolaridade voltado aos catadores foi desenvolvido pela empresa, com turmas de ensino fundamental e médio. O programa, realizado há cinco anos em parceria com o Serviço Social da Indústria (SESI), compõe uma estratégia contínua de formação. “Uma presidente de uma associação de catadores se formou agora com o ensino médio” (E3). Uma oportunidade de melhoria consiste na criação de programas de desenvolvimento de competências voltados à gestão ambiental, ao cumprimento de exigências legais, ao uso de sistemas como o SINIR e ao aprimoramento de práticas de negociação e gestão das cooperativas.

As duas toneladas de resíduos orgânicos gerados por mês pela empresa, oriundos dos refeitórios, ainda são destinadas ao aterro, o que motivou a busca por alternativas de tratamento. “Em média, 49% do resíduo que vai pro aterro é orgânico” (E6). A empresa já teve uma experiência de destinação desses resíduos para um pequeno agricultor realizar compostagem, mas a prática foi interrompida em razão de novas exigências legais. “Com a nova norma, ele precisaria estar totalmente licenciado” (E6), mas o agricultor não possuía essa regularização nem infraestrutura necessária para adequação. Alternativas como compostagem interna e

doação dos resíduos para alimentação animal foram discutidas, mas não avançaram por barreiras operacionais, legais e de risco. As dificuldades envolviam necessidade de mão de obra dedicada, manutenção contínua, demanda por espaço e incertezas quanto à exigência de licenciamento e ao uso inadequado do material por terceiros. “Teve especialista de compostagem que veio conversar com a gente, só que ficou inviável pela pequena quantidade de resíduo gerado” (E6), pois essa solução depende de escala mínima para funcionar adequadamente.

A solução considerada mais viável foi a aquisição de um triturador para resíduos orgânicos, inspirada em experiência observada em outra empresa e entendida como a alternativa de melhor custo-benefício. O equipamento será instalado no refeitório, e o material triturado seguirá para a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), que possui capacidade ociosa para absorver essa carga orgânica. “A ETE suportaria, porque ela foi projetada pra 600 pessoas e hoje estamos em média de 300 pessoas, ou até menos” (E6). Após o tratamento, o lodo seco gerado pela ETE será destinado ao coprocessamento, para ser reinserido no processo produtivo. Após avaliação dessa alternativa, será discutida a continuidade da implementação dessa solução em outras unidades. Como a alternativa do triturador contempla o melhor custo-benefício e pode ser replicada para outras unidades, não foram identificadas oportunidades adicionais de melhoria para a gestão dos resíduos orgânicos.

Também não há adoção de sistema de biodigestão. Seu principal benefício é a produção de energia através do biogás, mas a empresa possui um programa de geração própria de energia, através de um sistema que aproveita os gases residuais do forno. A matriz energética própria também foi ampliada com a instalação de uma planta solar de 5 megawatts, que pode suprir até 10% da energia consumida. Somando-se aos 20% advindo do reaproveitamento dos gases, alcança-se quase 30% de substituição da energia comprada da rede elétrica convencional. “Isso é muito importante, porque a gente paga muito menos no custo de energia, que é um dos custos mais caros do nosso processo” (E5). Projeta-se uma mitigação de 482 toneladas de CO₂ anuais com a planta solar. A contribuição do reaproveitamento dos gases para a redução de CO₂ representa de três a quatro vezes esse valor.

A operação do sistema que aproveita os gases do forno enfrenta desafios ligados à rotatividade de pessoal, que leva à perda de conhecimento técnico, mas a empresa está desenvolvendo uma universidade corporativa que produzirá conteúdo para facilitar a integração e a transferência de conhecimento. “A gente está construindo um material justamente para isso, para que as novas pessoas que vão chegar consigam ter o conhecimento e se sintam mais acolhidas de informação” (E5). Um risco associado à autogeração é a variação do preço da

energia no mercado, que pode tornar a autogeração financeiramente menos viável em períodos de preços baixos, mantendo-se pelo valor ambiental e estratégico. Em contrapartida, “quando o preço do mercado está muito alto, aí autogerar é excelente” (E5). A planta solar, recém-implantada, está em fase de aprendizado operacional. Uma empresa especializada no setor foi contratada para conduzir a operação e transferir conhecimento, o que inclui o desenvolvimento de melhorias, como a expansão da iniciativa. Porém, essa expansão depende principalmente de espaço físico disponível e do elevado custo de sistemas de armazenamento. “A questão de conseguir armazenar é interessante para a gente poder conseguir usar à noite” (E5). Como essas ações contemplam as melhorias necessárias para os desafios operacionais existentes, não foram identificadas novas oportunidades no que tange à autogeração de energia.

4.1.2 Dimensão da circularidade: gestão hídrica

No tocante à gestão hídrica, a água bruta consumida é suprida por poços e açudes devidamente outorgados, os quais têm atendido normalmente à demanda. Houve períodos de escassez hídrica, mas não houve falta de abastecimento. Durante esse período de escassez, surgiram planos e projetos para diversificação de fontes de água e segurança hídrica. Uma empresa especializada foi contratada para realizar um balanço hídrico e avaliar as possibilidades. Concluiu-se que a melhor estratégia seria otimizar a captação de água de chuva. Foi criada uma bacia de contenção para armazená-la, aproveitando uma mina formada naturalmente. “A gente isolou a mina e utilizou ela como um reservatório de água. O que era viável era otimizar a arrecadação dessa água” (E6). O aproveitamento produtivo dessa água exige remoção de dureza de cálcio e magnésio, o que exige investimentos, tendo sido incluído no planejamento financeiro da empresa, com expectativas de ser implementado em breve.

A água de reúso, oriunda do esgoto administrativo, tratado na ETE, é utilizada exclusivamente em jardinagem, não retornando ao processo produtivo. “Ela é voltada para a irrigação de grama” (E6). Não houve tentativas de aproveitar essa água no processo industrial, pois sua produção atual não é suficiente nem para irrigar toda a área de grama disponível. Isso se deve ao fato de que a ETE foi projetada para atender 600 pessoas, mas a demanda atual é menor, limitando o volume gerado. Para a empresa, não há previsão de um projeto que envolva o reúso dessa água para fins industriais, sendo a irrigação o destino preferencial mesmo em caso de aumento de oferta de água de reúso. “Se fosse para aumentar [a quantidade de água de reúso], seria aumentar mais para ir para a grama” (E6). A utilização de água de reúso estava prevista desde o início das operações da empresa, ou seja, não foi uma medida reativa à escassez hídrica,

mas uma diretriz incorporada desde a concepção da unidade. Como a disponibilidade de água de reúso é restrita à irrigação de grama e os custos de tratamento da água da chuva já estão contemplados no planejamento, não foram identificadas oportunidades adicionais de melhoria.

4.1.3 Dimensão da circularidade: regularização ambiental

No contexto da regularização ambiental, relata-se que, quando houve interrupção da destinação de resíduos orgânicos para um pequeno agricultor por força de normativo legal, foi realizada a tentativa de apoiá-lo na regularização, mas o produtor não demonstrou interesse em obter licença ambiental para a atividade de compostagem, sobretudo por não perceber vantagem econômica na atividade. “A gente procurou ele, nos colocamos à disposição em ajudar na parte do licenciamento, mas ele realmente não tinha interesse” (E6). Em contraste, a empresa cita como experiência positiva a parceria com uma associação de catadores, cuja operação foi viabilizada com apoio da empresa. “Foi a gente que procurou eles, foi a gente que mostrou os dados, mostrou a viabilidade que poderia ter, se eles tivessem uma licença. E aí eles aderiram, conseguiram” (E6).

Apesar de a empresa já ter auxiliado fornecedores no passado, seu entendimento atual é de que a responsabilidade pela regularização é do outro. “A gente precisa dar o material já com licença. É o gerenciador que licencia, é o CNPJ dele que está envolvido na situação” (E6). O eventual apoio a parceiros em processos de licenciamento dependeria de decisão estratégica da companhia, já que envolve custos, tempo, taxas recorrentes e riscos de conflitos de interesse. “Isso aí é um ponto estratégico, vai depender realmente da companhia querer” (E6). No caso do coprocessamento, a empresa destaca que precisa possuir licenças específicas para consumir resíduos e que não pode receber qualquer material sem a devida regularização. “A primeira coisa para a gente consumir resíduos, a gente precisa ter licenciamento ambiental para isso” (E7). “No coprocessamento, na verdade, eles pagam para a gente receber. É o contrário, que é resíduo deles e aí eles pagam para a gente destinar” (E2).

O coprocessamento é valorizado internamente por substituir matéria-prima ou combustível utilizado no processo produtivo e por eliminar o resíduo sem geração de subprodutos. “Se você falar em aterro, você gera chorume. Se eu incinero, eu vou gerar cinzas. No coprocessamento, não. O que poderia ser gerado, ele é incorporado no produto. Então não tem uma geração de rejeito ou subproduto” (E6). Há normativo a nível nacional que regula o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos. Resíduos sólidos urbanos, resíduos de serviços públicos de saneamento, resíduos vegetais da atividade agrícola e da indústria de

alimentos (bagaço de cana-de-açúcar, palha e cascas de arroz, trigo e similares), entre outros, podem ser coprocessados, desde que passem por triagem, tratamento ou classificação prévia e que sejam compatíveis com os requisitos do forno previamente licenciado para utilização de combustível derivado de resíduos (CDR). Dessa forma, a empresa não precisa atuar em conjunto com os órgãos ambientais na estruturação de um subcomitê de licenciamento. Portanto, não foram identificadas oportunidades de melhoria.

4.1.4 Dimensão da circularidade: negócios circulares e inovação

No que diz respeito à viabilidade de negócios circulares e ao desenvolvimento de inovações, há uma estrutura de governança recentemente formalizada para ambos os processos. Os projetos desenvolvidos dentro dessa estrutura apresentam forte viés de economia circular, sobretudo voltado à mitigação de emissões de CO₂, pela expectativa de regulamentações mais rigorosas. Um dos projetos em desenvolvimento busca utilizar uma mistura de plásticos não recicláveis e biomassa para ser utilizada como combustível alternativo aos fósseis utilizados atualmente. “Esse é um projeto disruptivo de inovação. Eu vou tirar esses plásticos não recicláveis dos aterros e vou dar uma destinação adequada” (E7).

Contudo, a viabilidade desse projeto depende da organização de uma cadeia de suprimentos capaz de coletar, separar e garantir fornecimento contínuo do material, de forma a superar o modelo econômico do aterro sanitário. “Esse projeto só se torna viável se a gente já tiver contratos de fornecimento com a cadeia de suprimentos que vai nos gerar essa possibilidade e garantir o fornecimento total do material” (E7). Além dos plásticos, o projeto exige a inserção de biomassa no mix de combustível, o que leva ao desenvolvimento paralelo de outras fontes, como resíduos dos processos agrícolas.

A empresa reconhece que o coprocessamento pode incorporar diversos resíduos, principalmente os orgânicos, desde que atendam à legislação, à qualidade exigida e à disponibilidade em escala. “Eu acho que esse é o desafio mais emblemático visando inovação disruptiva. Aquela que é da porta pra fora, onde a gente depende de uma cadeia pra funcionar” (E7). Há um projeto em escala piloto em desenvolvimento para reaproveitamento do talo de uma espécie vegetal, que antes era queimado no campo como solução para o resíduo do processo agrário. Os testes mostraram que o poder calorífico do talo era promissor para substituição parcial do combustível fóssil. Outro exemplo de simbiose industrial envolve o uso de resíduos da siderurgia em substituição à algumas matérias-primas. Esse material se tornou

insumo estratégico para a empresa. “Sem esse material, a gente não fabrica dois tipos básicos de produtos, que são os nossos carros-chefes” (E7).

A viabilidade dessa simbiose, contudo, depende da proximidade geográfica entre as empresas, pois o custo do transporte pode inviabilizar o uso do material. “Não posso ir muito mais longe porque o custo do transporte não paga o material. E hoje ele substitui de 15% a 20% dos agregados naturais utilizados” (E7). Algumas oportunidades tecnológicas chegam por meio de parceiros que identificam dores da empresa e prospectam soluções no mercado, enquanto outras são buscadas diretamente em feiras, redes e interações setoriais. A decisão sobre quais projetos avançar cabe ao comitê de inovação da empresa, exigindo alinhamento entre viabilidade técnica, segurança de fornecimento e viabilidade financeira de longo prazo. “Eu só vou para frente com o projeto se eu tiver o recurso, a matéria-prima para alimentá-lo, e não por um ano, mas por dez, vinte [anos]. Senão não é coerente, o investimento vai ser altíssimo” (E7).

A empresa também atua na esfera institucional para influenciar a formulação de políticas públicas e de legislações, participando do Comitê Nacional de Descarbonização e de debates com o governo federal e seus ministérios, com a confederação nacional da indústria e com sindicatos nacionais. “Uma das pautas é para que a gente consiga algumas políticas públicas que favoreçam o consumo de resíduos e a economia circular. E a gente sabe que sozinhos a gente talvez não tenha a força necessária. Pela primeira vez eu acho que o governo tem levado em consideração o que a indústria tem dito” (E7).

Também há a atuação do Comitê Empresa-Comunidade (CEC), que ocorre com maior frequência nas unidades em que a comunidade é mais próxima geograficamente. As reuniões contam frequentemente com a presença do prefeito do município onde a unidade está localizada. Nessas reuniões, elaboram-se planos de ação com responsabilidades compartilhadas e discute-se intensamente a temática de resíduos. Essa dinâmica gerou casos práticos, como a identificação de descarte inadequado, pela oficina da comunidade, de resíduo de cal oriundo da lavagem de caminhões. A empresa iniciou estudo para possível reaproveitamento da cal em seu coprocessamento; se inviável, avaliaria a busca de outra empresa ou da própria indústria de cal para um arranjo de logística reversa. Além da cal, pneus inservíveis aparecem com proposição de solução envolvendo outra empresa parceira, a qual deverá tratar esses resíduos antes de serem reaproveitados no coprocessamento da empresa. O arranjo institucional do CEC é de natureza voluntária, mas a credibilidade da empresa é destacada como fator de atração desses stakeholders. “Nosso objetivo maior é em fortalecer um relacionamento de confiança e de cooperação da empresa com a comunidade e com a prefeitura” (E3).

Em relação a negócios circulares e inovação, as dificuldades envolvem limitações

logísticas, maturidade da cadeia de suprimentos e viabilidade econômica dos projetos. As oportunidades de melhoria concentram-se no fortalecimento de parcerias diretas com geradores de resíduos para viabilizar o fornecimento contínuo de material; na expansão do projeto do talo do resíduo vegetal rural; no desenvolvimento de uso de novos materiais orgânicos/biomassas no coprocessamento; no desenvolvimento de estratégias para atração de empresas parceiras visando à simbiose industrial; e a intensificação do ecossistema de inovação do qual a empresa faz parte.

Quadro 3 – Proposição de oportunidades de melhoria a partir da avaliação de práticas e dificuldades de economia circular.

Práticas de economia circular	Dificuldades enfrentadas	Oportunidades de melhoria
Dimensão: Gestão de resíduos ▪ Utilização de planilhas e Power BI para consolidação de dados sobre resíduos. ▪ Sistema de coleta seletiva para venda, doação e coprocessamento de resíduos. ▪ Parceria realizada com cooperativa de recicláveis da região. Programa de elevação de escolaridade para catadores. ▪ Aquisição de triturador de resíduos orgânicos para coprocessamento. ▪ Geração própria de energia através de reaproveitamento de gases residuais do forno e da instalação de planta solar. Dimensão: Gestão hídrica ▪ Captação e tratamento de água da chuva a partir de uma mina. Água de reúso da ETE é utilizada para fins de irrigação de grama. Dimensão: Regularização ambiental ▪ Existência de normativo nacional que define os procedimentos para o licenciamento de atividades de coprocessamento. Dimensão: Negócios circulares e inovação ▪ Inovação em andamento para substituir combustível fóssil por mistura de plásticos não recicláveis e biomassa. ▪ Uso de talo de resíduo agroindustrial como combustível alternativo. ▪ Utilização de resíduos da siderurgia para substituir matérias-primas.	Dimensão: Gestão de resíduos ▪ Controle manual, unidades com consolidação fragmentada e baixa visibilidade de oportunidades. ▪ Centrais de resíduos causam perda de recicláveis, mas melhorias já constam em planejamento. ▪ Baixa oferta local de cooperativas aptas a receber recicláveis. ▪ Volume gerado de orgânicos dificulta viabilidade de compostagem ou biodigestão, mas o triturador foi adotado como solução. ▪ Variação do preço da energia prejudica custo-benefício da autogeração, mas metas de descarbonização justificam a continuidade. Rotatividade de pessoal restringe operação, mas universidade corporativa está em andamento. Dimensão: Gestão hídrica ▪ Aproveitamento produtivo da água da chuva exige tratamento caro, mas custo foi incluído no planejamento. Volume gerado de água de reúso é limitado por ETE operar abaixo de sua capacidade. Dimensão: Regularização ambiental ▪ Ausência de interesse de stakeholders para obtenção da licença ambiental. Ausência de suporte da empresa quando não há interesse estratégico.	Dimensão: Gestão de resíduos ▪ Implementação de sistema informatizado de resíduos para reduzir o esforço operacional, fortalecer a rastreabilidade e indicar oportunidades de negócios. ▪ Implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores e de projetos de melhoria de infraestrutura nas cooperativas. Dimensão: Gestão hídrica ▪ Não foram identificadas. Dimensão: Regularização ambiental ▪ Não foram identificadas. Dimensão: Negócios circulares e inovação ▪ Desenvolvimento de parceria com empresa de resíduos para fornecimento a longo prazo de insumos. ▪ Desenvolvimento de estratégias para atração de empresas visando à simbiose industrial e à ampliação do mercado de resíduos. ▪ Implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais.

▪ Estrutura de inovação com governança recém-implementada. ▪ Atuação no Comitê Nacional de Descarbonização, apoiando propostas regulatórias. ▪ Coordenação do CEC, reunindo comunidades locais e prefeituras para discutir pautas de resíduos.	Dimensão: Negócios circulares e inovação ▪ Cadeia de suprimentos incipiente dificulta operacionalização dos projetos de inovação. ▪ Desenvolvimento do mercado de resíduos ainda carece de incentivos. ▪ Uso do talo de resíduo agroindustrial permanece em escala piloto. ▪ Ecossistema de inovação demanda desenvolvimento paralelo e contínuo de múltiplos projetos ▪ Poucos exemplos de coprocessamento de biomassa ou resíduo orgânico foram apresentados no diagnóstico.	▪ Fortalecimento e ampliação do ecossistema de inovação para desenvolvimento de múltiplos projetos. ▪ Desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos a serem utilizados no coprocessamento.
--	--	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4.2 Fase de Motivação do modelo de ação coletiva: mapeando stakeholders

A análise das oportunidades de melhoria propostas no Quadro 3 permite mapear stakeholders que podem atuar como facilitadores na implementação dessas oportunidades. Os stakeholders identificados, as funções desempenhadas pelos entrevistados e a justificativa para sua escolha foram consolidados no Quadro 4 de acordo com a relação com as oportunidades de melhoria identificadas.

A implementação de um sistema informatizado específico para a gestão de resíduos da empresa demanda a participação de uma empresa de consultoria em tecnologia da informação. Esse stakeholder, representado por um desenvolvedor de sistemas (S4), possui expertise no desenho de soluções personalizadas capazes de integrar dados, automatizar controles operacionais e padronizar processos entre unidades, justificando sua escolha para apoiar a digitalização da gestão de resíduos da empresa.

A implementação de um programa de desenvolvimento de competências para catadores pode envolver dois tipos de stakeholders. Uma empresa de consultoria socioambiental especializada em economia circular e logística reversa, representada por sua cofundadora (S5), contribui com estruturação e profissionalização empreendedora de cooperativas e associações de catadores com capacitação técnica, apoio à regularização ambiental e fortalecimento organizacional. O setor de extensão de universidade federal, por meio de docente (S7) envolvido em projeto curricular voltado a melhorias em cooperativas, complementa o processo com metodologias participativas, formação continuada e suporte acadêmico para aprimorar práticas de gestão.

Para o desenvolvimento de parceria com empresa de resíduos para fornecimento a longo prazo de insumos, destaca-se uma empresa de gestão de resíduos, representada por seu gerente de operações (S6), cuja atuação em coleta urbana, operação de aterros, blendagem para coprocessamento e exploração de projetos e tecnologias para valorização de resíduos sólidos urbanos e privados, incluindo subprodutos e rejeitos operacionais, a posiciona como parceira-chave. Para o desenvolvimento de estratégias para atração de empresas visando à simbiose industrial, uma secretaria estadual de desenvolvimento econômico, representada pela secretária executiva da indústria (S9), é outro stakeholder relevante para estratégias de atração de empresas alinhadas à economia circular, atuando na articulação interinstitucional e no estímulo a novos investimentos.

A expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais pode ser realizada a partir das experiências obtidas por uma empresa de consultoria agrícola e

ambiental especializada em aproveitamento energético de resíduos agroindustriais, representado por um consultor de bioenergia (S1). S1 atua como consultor em projetos de economia circular, especialmente na transformação de resíduos agroindustriais em energia para indústrias, além de desenvolver iniciativas socioambientais em comunidades e zonas rurais.

O ecossistema de inovação pode ser fortalecido e ampliado para o desenvolvimento de múltiplos projetos com a contribuição de um setor de inovação de uma universidade federal, responsável por gestão de projetos, apoio à proteção intelectual e promoção de parcerias entre academia e setor produtivo, representado por uma gestora de projetos (S8) dessa unidade organizacional. S8 atuou por quase uma década em duas frentes de inovação na universidade. Na primeira, a atuação era centrada na proteção da propriedade intelectual dos produtos desenvolvidos por pesquisadores; na segunda, a atuação era centrada em transformar esses produtos em negócios ou soluções para o mercado através de uma estrutura organizacional voltada a aproximar demandas da indústria de competências acadêmicas.

O desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos a serem utilizados no coprocessamento pode envolver a colaboração de uma empresa de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto, representada por um engenheiro responsável por projetos de economia circular e reúso agrícola (S2) e uma engenheira responsável por tecnologias de tratamento de água e contaminantes emergentes (S3), ambos vinculados a um departamento de pesquisa, desenvolvimento e inovação. O desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos também pode envolver uma empresa do ramo de alimentos, cujos resíduos são predominantemente orgânicos. Essa empresa foi representada por sua gerente corporativa de estratégia climática (S10). Tanto a empresa de água e esgoto como a empresa de alimentos possuem processos que geram resíduos passíveis de coprocessamento conforme diretrizes do normativo de âmbito nacional relacionado ao tema.

Na sequência do Quadro 4, apresenta-se o Quadro 5, elaborado a partir da análise dos recursos e das capacidades institucionais dos stakeholders. Esse quadro representa uma matriz de aderência entre as dificuldades identificadas no diagnóstico da empresa objeto de estudo e os recursos e capacidades institucionais dos stakeholders mapeados, com o propósito de demonstrar o alinhamento temático e a viabilidade técnica entre as necessidades organizacionais, as oportunidades de melhoria propostas e o potencial de contribuição dos stakeholders. O resultado desse procedimento metodológico evidenciou, de forma sistematizada, em que medida os recursos e capacidades dos stakeholders poderiam apoiar a implementação das oportunidades de melhoria propostas.

Quadro 4 – Mapeamento de stakeholders para implementação das oportunidades de melhoria.

Oportunidades de melhoria derivadas do diagnóstico	Stakeholder mapeado	Função do entrevistado	Justificativa a partir das capacidades institucionais dos stakeholders	Código
Implementação de sistema informatizado de resíduos para reduzir o esforço operacional, fortalecer a rastreabilidade e indicar oportunidades de negócios.	Empresa de consultoria em tecnologia da informação	Desenvolvedor de sistemas	Empresa especializada em desenvolvimento de sistemas específicos para atender necessidades de empresas de diversos ramos.	S4
Implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores e de projetos de melhoria de infraestrutura nas cooperativas.	Empresa de consultoria socioambiental	Cofundadora	Empresa especializada em economia circular e logística reversa que promove ações de inclusão produtiva de catadores e cooperativas.	S5
	Setor de extensão de universidade federal	Docente	Atuação na coordenação de projeto de extensão universitária que promove melhorias organizacionais em cooperativas.	S7
Desenvolvimento de parceria com empresa de resíduos para fornecimento a longo prazo de insumos.	Empresa de gestão de resíduos	Gerente de operações	Empresa com serviços de coleta de resíduos urbanos, operação de aterros sanitários e blendagem para coprocessamento.	S6
Desenvolvimento de estratégias para atração de empresas visando à simbiose industrial e à ampliação do mercado de resíduos.	Secretaria estadual de desenvolvimento econômico	Secretária executiva da indústria	Secretaria promove articulação interinstitucional e ações estratégicas para atrair e apoiar novos negócios e investimentos.	S9
Implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais.	Empresa de consultoria agrícola e ambiental	Consultor em bioenergia	Empresa desenvolve projetos que transformam resíduos agroindustriais em bioenergia para empresas.	S1
Fortalecimento e ampliação do ecossistema de inovação para desenvolvimento de múltiplos projetos.	Setor de inovação de universidade federal	Gestora de projetos	Atuação em proteção de propriedade intelectual e em escritório de projetos voltados à inovação e à parceria academia-mercado.	S8

Desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos a serem utilizados no coprocessamento.	Empresa de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto	Engenheiro responsável por projetos de economia circular	Empresa de saneamento básico oferece serviços de tratamento de água e esgoto, os quais geram lodo passível de coprocessamento de acordo com normativo nacional.	S2
		Engenheira responsável por projetos de água e esgoto		S3
	Empresa de alimentos	Gerente corporativa de estratégia climática	Empresa do ramo de alimentos, cujos resíduos são orgânicos e podem ser coprocessados de acordo com normativo nacional.	S10

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Quadro 5 – Matriz de aderência entre as dificuldades da empresa objeto de estudo e os recursos e capacidades institucionais dos stakeholders.

Necessidades da empresa	Evidências das necessidades da empresa	Recursos dos stakeholders	Capacidades dos stakeholders	Evidências dos recursos e capacidades
Reduzir o caráter manual da gestão de resíduos	“A gente faz esse controle realmente de forma manual” (E2)	S4: Equipe técnica multi especializada (arquiteto de dados, desenvolvedores e analista funcional); Metodologias ágeis; Treinamentos e transferência de tecnologia; Networking e relações de confiança.	S4: Experiência com modelagem de banco de dados; Migração de registros em Excel para sistemas digitais; Coordenação da comunicação no projeto; Apoio à segurança da informação.	S4: "Eu trabalho há uns 5 anos com mobile, frontend e backend"; “Exportar o dado do Excel para um banco de dados é muito simples”; "O time vai ter um arquiteto, que vai tomar a decisão, e um analista funcional, que seria a ponte com o cliente”; "A gente tem os ritos do método ágil"; “O que mais importa é essa comunicação humano-computador”; “Você tem que fazer se destacar positivamente. É muito baseado em confiança".
Ampliar controle e geração de relatórios	“Porque no sistema a gente poderia gerar relatórios” (E2)			
Realizar controle de indicadores sobre resíduos	“Esses indicadores não estão ligados diretamente à quantidade de resíduos que a gente faz a gestão” (E2)			
Integrar e equalizar os dados entre unidades	“Nós ainda estamos entre as unidades equalizando a forma de controlar esses resíduos" (E4)			
Melhorar a identificação de oportunidades a partir dos dados	"A gente viu a necessidade baseada nesse controle” (E2); “Pode começar pelos resíduos mais críticos, que a gente poderia estar destinando de uma forma mais correta” (E4)			
Justificar viabilidade para aprovar sistema informatizado	"A gente precisa mostrar no papel que aquele estudo faz sentido, qual que é o retorno” (E4)			
Ampliar oferta de cooperativas aptas a receber resíduos	“Na região que a gente fica realmente não é comum. A gente não tem tantas cooperativas assim” (E2)	S5: <i>Know-how</i> em economia circular; Programa de logística reversa; Programa de investimento em infraestrutura; Programa de aceleração Empreende Catador; Parcerias eventuais para auxílio nos programas.	S5: Capacitação de cooperativas para atender o mercado; Desenvolvimento profissional e empreendedor de catadores; Aumento da remuneração dos catadores.	S5: "A gente trabalha com programas de economia circular estruturando esses grupos"; "Eu tenho serviços para empresas em parceria com cooperativas"; “A gente desenvolve esses grupos para trabalhar com mais profissionalismo, de fazer cadastro pelo SINIR, de estar com as licenças em dia”; "Tem um workshop de como eles podem adquirir clientes, gerar propostas, vender serviço"; "Essa cooperativa agora consegue se rentabilizar mais".
Superar a dificuldade das cooperativas com o uso do SINIR	“As cooperativas e associações de catadores têm uma dificuldade muito grande com o SINIR, que é o sistema que eles precisam estar capacitados e eles não conseguem” (E3)	S7: Alunos de graduação e pós-graduação e pesquisadores multidisciplinares; Apoio de organizações sociais e humanitárias; Apoio de empresas e de laboratórios de fundição.	S7: Mapear oportunidades de melhoria em cooperativas; Elaboração de planos técnicos aplicados, manuais e sistemas; Capacitação em fundição de materiais para agregar valor aos resíduos.	S7: "O apoio foi muito pela Cáritas e pelo movimento de catadores"; "Alunos de vários cursos se interessaram"; "A gente pode criar projetos que possam diminuir o trabalho manual"; “Se você fundir uma lata de alumínio e transformar ela em chapa, você vai ter 10 vezes melhor o preço de venda".
Apoio à capacitação técnica e digital dos catadores	"A gente está buscando alguém que ajude a ter conhecimento para usar o SINIR” (E3); "Outras empresas poderiam ser articuladas para fazer alguma ação” (E3)			
Desenvolver cadeia de suprimentos para aproveitamento de resíduos	"O primeiro desafio é incentivar a separação e destinação a um processo que não seja o aterro” (E7); "Só se torna viável se a gente tiver fornecimento com a cadeia de suprimentos que vai nos garantir o material no volume necessário” (E7)	S6: Operação de aterros sanitários e industriais (acesso a grande volume de resíduos); Produção de CDR; Acordos em relação ao frete de transporte do CDR.	S6: Desenvolvimento de rotas tecnológicas de valorização de resíduos; Auxílio na descarbonização de processos; Inserção institucional na Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente.	S6: “A gente tem vários estudos em andamento com o objetivo de valorizar resíduo, subprodutos ou rejeitos de uma operação”; "O mercado de carbono tá chegando e o setor de resíduos está à disposição para ajudar"; "Apoia o governo sugerindo ações para o mercado de resíduos"; “A gente paga metade do frete”.
Ampliar articulações para gerar simbioses industriais mais estáveis e superar a baixa proatividade dos stakeholders	“A gente busca fazer as iniciativas em cooperação, mas não tem nada estruturado, sabe?” (E3); “Essas empresas não são muito abertas, mas eu busco" (E3); "Ninguém chega com soluções" (E3); “Esse é o desafio mais emblemático, depender de uma cadeia pra funcionar” (E7)	S9: Incentivos fiscais do Fundo de Desenvolvimento Industrial; Subvenções econômicas; Apoio de agências de desenvolvimento para concessão de galpões; Rede de interlocução com prefeituras, sindicatos e outros órgãos do governo.	S9: Indução de comportamentos empresariais sustentáveis por meio de incentivos fiscais; Atração de indústrias alinhadas à pauta sustentável; Diálogo com setores industriais com conexões entre empresas e resíduos; Articulação de consórcios regionais de resíduos.	S9: "Os maiores incentivos vão para aquelas indústrias que utilizam práticas sustentáveis"; "Tem a subvenção econômica, que foi uma lei recente que saiu"; "Constrói galpões para as indústrias e depois concede por comodato (empréstimo)"; “As formas de atração se dão através de missões ou em feiras de negócios”; “Eu fiz o link de uma empresa com outra que tinha determinado tipo de resíduo”; "Através desses consórcios, nós estamos tentando fazer esses municípios se unirem".

Expandir projeto piloto do resíduo agroindustrial para outros produtores e outras espécies vegetais	“A gente só está com um produtor, que produz 30 toneladas por mês. Isso é muito irrisório frente à demanda da empresa” (E3); "A gente busca ampliar pra outros produtores, mas não é fácil" (E3);	S1: Desenvolvimento de projetos de economia circular com expertise em bioenergia; Conhecimento sobre cadeias produtivas vegetais; Modelo de negócio estruturado e viável; Suporte na regularização jurídica e econômica dos produtores; Projeto sem necessidade de licenciamento ambiental.	S1: Geração de renda alternativa para produtores rurais; Possibilidade de uso de diversas fontes vegetais; Escalabilidade do projeto com adesão de mais empresas; Engajamento do produtor rural através do suporte oferecido; Mobilização de mão de obra rural.	S1: “O meu foco é em pegar resíduos agroindustriais e transformar em energia para indústrias”; "A minha família foi produtora e meu primeiro emprego foi nessa área"; “O principal benefício pra esses produtores é ter uma alternativa de renda que seja viável”; “Eu dou esse suporte para o produtor em várias esferas”; "A gente precisava que o produtor acreditasse, assim ele atrai mais produtores”; “Não tem nada na legislação que precise ser regulamentado para o uso".
Consolidar o ecossistema de inovação da empresa	"A nossa área de inovação está sendo criada, de certa maneira, agora" (E7); "A empresa tem um propósito de substituir o combustível fóssil por resíduos alternativos” (E3); “Esses parceiros podem ter interesses econômicos, interesses educativos, desde que a gente consiga fluir" (E7); "E a gente sabe que sozinhos a gente talvez não tenha a força necessária" (E7)	S8: Escritório de projetos de inovação; Plataforma de conexão entre atores; Rodadas de negócios temáticas; Elaboração de contratos de transferência de tecnologia; Apoio de entidades industriais.	S8: Proteção de propriedade intelectual; Transferência da inovação para o mercado; Mediação institucional entre universidade-mercado; Tornar pesquisador vetor da negociação; Apoiar comunicação estratégica de pesquisadores; Captação de recursos financeiros com entidades de fomento; Favorecer criação de empresas spin-off.	S8: “Os pesquisadores tinham o conhecimento e a gente tinha o caminho"; "Nós começamos a fazer essas rodadas de negócios acontecerem"; "É melhor dar o subsídio ao pesquisador, incentivá-lo, engajá-lo"; "Já tem mais de 300 laboratórios cadastrados na plataforma"; "São realizadas apresentações curtas, de até 7 minutos"; “Porque eles não têm uma boa linguagem"; "Essas entidades disponibilizam bolsas remuneradas”; "O cara é o pesquisador e ele cria uma empresa própria".
Ampliar base de resíduos orgânicos ou biomassas passíveis de coprocessamento	“A gente tem que desenvolver alguns outros tipos de combustíveis tais como as biomassas, que serão fundamentais” (E7); “Pode usar todo tipo de resíduo orgânico, sem exceção” (E7); "Muitas vezes são complexos para obter” (E7)	S2/S3: Atuação estadual com mais de 150 ETAs (geração contínua de resíduos de lodos em grande volume); Centro de pesquisa em reúso de efluentes, lodo de tratamento e economia circular; Instrumentos de atração de parceiros: editais, convênios, plataformas de ideias e programas de inovação.	S2/S3: Testes de soluções para reaproveitamento e valorização de lodo; Capacitação de usuários externos; Fomento à inovação através de desafios tecnológicos e aporte de recursos; Prospeção de parceiros.	S2/S3: "A gente tem os resíduos que são gerados dessa situação de tratamento"; “Eu acho que, para investimentos em projetos e plano de negócio, o lodo de ETA seria mais interessante”; "Nosso objetivo é reaproveitamento por questões ambientais"; “Quem ganha também é nossa empresa, porque você vai deixar de ter aquele custo que você manda para o aterro”; “Nós temos o centro de pesquisa em reúso e todo o viés prático e teórico de capacitação"; “A gente tem uma plataforma onde as pessoas colocam as suas ideias".
		S10: Programa de transição climática, integrando riscos e oportunidades; Resíduos passíveis de coprocessamento: resíduo sanitário e resíduos do processo industrial de alimentos.	S10: Revisão de processos industriais para reduzir perdas; Enobrecimento de resíduos; Integração da análise de ciclo de vida ao processo decisório; Engajamento de fornecedores e parceiros para soluções conjuntas; Destinação de resíduos para coprocessamento.	S10: "Temos um programa onde está concentrada a estratégia climática; “Para eu poder enobrecer esse material, eu preciso aditivá-lo”; "A gente aborda uma empresa pra verificar se ela não teria interesse”; “Você passa a entender onde você tem o maior impacto ambiental”; “É aquela etiqueta plástica que tem gordura"; "É uma destinação que pra gente já é normal”.

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

4.3 Fase de Restrição do modelo de ação coletiva: avaliando barreiras

As barreiras atribuídas à empresa de consultoria em tecnologia da informação (S4) concentram-se na relação com o cliente, no risco informacional e no custo do serviço. O desenvolvimento de sistemas exige forte sinergia entre a empresa de consultoria e a empresa cliente. A má comunicação com o cliente afeta a fluidez e a qualidade do resultado, comprometendo testes e ampliando o risco de erro. “O maior problema são essas desorganizações e má comunicação mesmo entre o cliente e a gente que acaba gerando muito retrabalho” (S4). No campo da segurança da informação, S4 entende que o banco de dados deve permanecer sob domínio da empresa cliente, com credenciais revogáveis. Desenvolvedores externos não devem acessar dados reais sensíveis da empresa para evitar riscos de vazamento. “Um desenvolvedor malicioso conseguiria pegar dados dessa empresa e vender” (S4).

Para a construção de um sistema informatizado de resíduos, S4 destaca a atuação de um arquiteto de dados, responsável por modelar o sistema e orientar sua escalabilidade. Ao lado dele, o analista funcional atuaria como elo entre o time de desenvolvedores e o cliente, facilitando a tradução das necessidades do usuário para o sistema. A contratação de uma consultoria completa tende a ser custosa pelos gastos com pessoal, podendo envolver, além do arquiteto e do analista, três ou quatro desenvolvedores. “Baseado em quanto recebe um arquiteto... o menor valor que eu vi foi R\$ 650,00 a hora dele. Então aí tu bota num mês de trinta dias... 36 mil reais de gasto, só com arquiteto” (S4). Além dos custos com pessoal, há os custos de infraestrutura do sistema.

As barreiras identificadas para a empresa de consultoria socioambiental (S5) combinam exigências normativas, entraves comerciais e fragilidades organizacionais. A prática de compra de créditos de reciclagem por empresas privadas tende a não fortalecer a cadeia de reciclagem local. “Às vezes, uma indústria está colocando um produto no mercado que não tem nem reciclagem. Mas ela compra um selo lá de outro lugar dizendo que reciclou, sendo que o material dela, na região onde ela produz, está todo no aterro sanitário” (S5). Muitas empresas tratam os resíduos como fonte de retorno financeiro, através da venda desses materiais, e evitam operar com cooperativas por considerá-las menos capazes, recorrendo a empresas formalizadas de gestão de resíduos. “Poucas e louváveis são as empresas que a gente encontra que fazem a destinação para cooperativas como doação” (S5). Muitas cooperativas também possuem limitações estruturais, como localização irregular, falta de água e energia formalizadas e ausência de condições para obtenção de autorizações básicas, o que limita a capacidade de evolução desses grupos. “Eu me deparo com um entrave muito grande... é um terreno invadido,

não tem IPTU, não tem conta de água, não consigo evoluir dali pra canto nenhum” (S5).

No caso do setor de extensão de universidade federal (S7), predomina um conjunto de barreiras ligadas à capacidade operacional do projeto de extensão e ao contexto social dos catadores. S7 conduz um projeto de extensão curricular multidisciplinar da universidade que propõe melhorias a cooperativas e associações de catadores. Porém, o tipo de contribuição depende diretamente da composição da turma em cada semestre. “Na verdade, é mais para aquele perfil que eu tenho daquele semestre, né? Então, se eu pegar mais o pessoal da ambiental, a gente vai ter mais contribuições nessa área” (S7). S7 ressalta que trabalhar com alunos da graduação é difícil, devido à alta carga de disciplinas, o que também dificulta a disponibilidade de horários para atividades em campo.

As melhorias propostas buscam reduzir a dependência dos atravessadores, que compram os resíduos por preços baixos e os revendem após beneficiamento com maior margem de lucro. “O atravessador tá lá para ter lucro. E uma cooperativa tem outra pegada, né? A filosofia é outra” (S7). A atuação dos atravessadores se deve ao fato de que muitas cooperativas não possuem a regularização e a infraestrutura exigidas para realizar o beneficiamento de resíduos. Sua atuação também se relaciona à ausência de indústrias beneficiadoras locais, o que obriga o envio de materiais para outros estados, reduzindo o valor retido pelas cooperativas. “Os resíduos não têm muito valor porque não há nenhuma empresa aqui que vá beneficiar. Então os caras estão mandando para outro estado” (S7). A vivência com as cooperativas também revelou dificuldades tais como carência de assistência à saúde, abuso de substâncias ilícitas e pouca orientação sobre direitos trabalhistas.

As barreiras da empresa de gestão de resíduos (S6) revelam uma combinação de restrições econômicas e de mercado. S6 descreve que o combustível derivado de resíduos (CDR), oriundo de recicláveis como plástico, papel, vidro e metal, surge como substituto parcial do combustível fóssil utilizado nas empresas por possuir menor pegada de carbono, mas cuja viabilidade depende fortemente da segregação. O alto custo dessa segregação é a principal barreira, pois a mistura dos recicláveis com outros tipos de resíduos, como orgânicos, eleva os custos de triagem e de produção de um CDR com qualidade adequada. “Porque todo o resíduo vem muito misturado, você precisa ter uma forma de separar. Você tem que gastar uma fortuna para você produzir CDR de qualidade” (S6).

Para operar em grande escala, seriam necessários investimentos muito elevados, o que não se resolve apenas com financiamento se não houver comprador garantido. “Não é só o financiamento que resolve o problema, porque você precisa ter quem compre o produto” (S6). Embora o CDR já exista no Brasil, ainda falta escala, e o setor de resíduos busca ampliar

mercados para reduzir dependência de poucos compradores. S6 também aponta desafios ligados à volatilidade dos preços dos recicláveis, especialmente do plástico, ligado ao setor de bebidas, que apresenta sazonalidade de até 30% em seu consumo.

Para a secretaria estadual de desenvolvimento econômico (S9), as barreiras se concentram no desenho de políticas públicas e na capacidade institucional do governo. S9 afirma ainda não haver uma política pública específica de economia circular, de forma que esse tema aparece de forma indireta e distribuída em um iniciativas governamentais, especialmente na política de desenvolvimento industrial, que valoriza indústrias associadas à sustentabilidade, à transição energética e a reutilização de resíduos. Essa valorização ocorre por meio de incentivos fiscais, mas nem sempre essa estratégia é suficiente para atrair a instalação de novas empresas. “Não adianta só a gente falar bonito, dizer que tem infraestrutura. Eles querem também algo que mexa com a parte financeira, porque são impostos que encarecem demais todo o serviço e o produto deles” (S9).

Outro instrumento importante é a subvenção econômica, ou seja, recursos financeiros concedidos a empresas para cobrir despesas das entidades beneficiadas, sem a exigência de devolução do dinheiro. S9 também reconhece que a economia circular é um conceito amplo e de difícil aplicação integral sem análise aprofundada das cadeias produtivas, de modo que o governo adota uma abordagem incremental. “A partir do momento que a gente utiliza práticas de sustentabilidade, como essas que foram citadas, elas já são alguns caminhos para que a gente consiga aderir à economia circular” (S9). Sem a compreensão integrada das cadeias produtivas em operação, limita-se a atuação de S9 na atração de empresas ou indústrias aptas a constituírem redes de simbiose industrial.

As barreiras da empresa de consultoria agrícola e ambiental (S1) combinam limitações de investimento, características da biomassa, logística e condições sociais do território. S1 atua no projeto do talo do resíduo vegetal. A meta piloto foi cumprida, com o produtor inicial fornecendo cerca de 30 toneladas por mês de produto, volume modesto frente à demanda da empresa, mas relevante diante das restrições existentes. A ampliação para outros produtores passou a depender de infraestrutura adicional, como mais trituradores e um caminhão que pudesse atender coletivamente diferentes produtores. “Se a gente conseguir esse caminhão, pra todos os produtores que entrarem nesse projeto, já diminui o custo e acaba ficando mais viável ainda” (S1).

A viabilidade do projeto depende fortemente da logística, sobretudo por causa da baixa densidade do talo, ou seja, quanto menos denso é o talo, mais infraestrutura de transporte é necessária para transportar uma dada quantidade desse produto. “A densidade do talo é muito

baixa, então você pode encher um caminhão e ainda ficar com um peso muito baixo” (S1). A operação também precisa ter proximidade geográfica da empresa, pois o custo do frete inviabiliza longas distâncias. “Tem que ser uma coisa muito local. O produtor piloto, por exemplo, está a 20 quilômetros de distância da fábrica” (S1). S1 destaca que há possibilidade de o frete ser viável até uma distância aproximada de 100 km. Entre os principais entraves do produtor, estão a escassez de mão de obra rural. “Mão de obra na zona rural é uma coisa muito difícil de conseguir. Tem que ter um grande esforço. Talvez pelo êxodo rural, muitas pessoas saem para ir buscar emprego na cidade” (S1).

No setor de inovação de universidade federal (S8), as barreiras aparecem distribuídas entre regras institucionais, relações interpessoais, financiamento e maturidade tecnológica. Durante negociações sobre desenvolvimento de inovações entre pesquisadores e empresários, S8 relata conflitos de comunicação e comportamento dos pesquisadores durante sua relação com os empresários. “Porque os pesquisadores não têm uma boa linguagem. Eu já vi situações em que teve briga na reunião. A forma como essa aproximação ocorre é muito importante” (S8). Outro fator que influencia o desenvolvimento de inovações é o aporte de recursos financeiros através de bolsas para pesquisadores. “Se o pesquisador não tiver uma bolsa para ele trabalhar ou para dar para um [aluno] deles, ele nem vai”.

Nos contratos de transferência de tecnologia, a precificação considera o grau de prontidão tecnológica do produto: quanto mais pronta a solução estiver, maior o valor do contrato; quanto maior o risco de desenvolvimento assumido pela empresa, menor o valor do contrato. “Eu vou pagar menos se eu, empresa, tiver que botar muito dinheiro para devolver mais o produto. Se o produto já puder ir ao mercado, eu já vou pagar mais” (S8). Quando se trata de produtos e tecnologias que gerem vantagem competitiva, as empresas demandam exclusividade na transferência de tecnologia, o que aumenta a complexidade desse processo. Pesquisadores também podem criar sua própria empresa por meio de uma spin-off, que ajuda a contornar burocracias e aproximar empresas que não possuem interesse em lidar diretamente com a universidade. Para esses casos, o pesquisador precisa retirar sua condição de dedicação exclusiva à universidade, o que nem sempre é factível. Embora a legislação permita esse arranjo, ainda há receios ligados a conflitos de interesse, o que pode ocasionar sanções.

As barreiras relacionadas à empresa de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto (S2 e S3) são majoritariamente técnicas. A empresa de água e esgoto opera mais de 150 estações de tratamento de água (ETA), cujos resíduos (lodo) decorrem principalmente da lavagem de filtros e decantadores. Um dos principais desafios é a destinação do lodo residual, uma vez que poucas ETAs possuem estruturas específicas para tratar seus resíduos. Nesses

casos, a legislação ambiental permite que o lodo retorne ao corpo hídrico ao se atingir determinados parâmetros. Mesmo em ETAs que possuem sistema de tratamento de resíduos, o lodo residual ainda retém muita água, sendo destinado a aterros sanitários. A alta umidade do lodo de ETA, em que a água corresponde a 60% a 70% do volume do lodo, é apontada como um obstáculo central à sua valorização, sobretudo para usos que exigem secagem mais intensa, como combustão no coprocessamento.

As ETAs são operadas pela empresa de água e esgoto, ao contrário das ETEs, cuja operação está sob gerência de uma empresa privada por meio de uma parceria, o que dificulta o reaproveitamento de lodo resultante de ETEs. Ainda que o aproveitamento do lodo de ETE fosse possível, nem todos os sistemas de tratamento de esgoto permitem a coleta de lodo. S2 explica que, em sistemas de tratamento por meio de lagoas de maturação, que são em maioria, a geração de lodo é diluída ao longo do processo, sem um ponto final concentrado para coletá-lo, sendo descartado em corpos hídricos ao final do tratamento. Isso só é possível quando o tratamento é realizado por um reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB, na sigla em inglês), cujo lodo pode ser destinado à agricultura ou, mais comumente, a aterro sanitário. Nesse contexto, o reúso agrícola aparece como alternativa bastante validada. “Realmente para agricultura é algo que já está muito validado” (S3). A empresa de água e esgoto desenvolve algumas iniciativas relacionadas ao contexto da agricultura: reúso de efluentes tratados para irrigação, reflorestamento e produção de composto orgânico e produção de bio-óleo e biochar para condicionamento do solo e recuperação de áreas degradadas, porém em pequena escala.

A empresa de S10 atua na busca por novos destinos para resíduos de seus processos produtivos. A partir de estratégias de enobrecimento de resíduos, a empresa se questiona se as destinações convencionais são, de fato, as mais nobres para cada material, passando de uma visão de custo de tratamento dos resíduos para uma visão de oportunidade financeira, ao tornar o material atrativo ao mercado quando possibilidades de valorização são levadas em consideração. “Esse trabalho de enobrecimento vai gerar um questionamento: o coprocessamento é a destinação mais nobre para este material?” (S10). As estratégias de enobrecimento de resíduos são barreiras pois diminuem as possibilidades de simbiose industrial, pela redução do volume de resíduo disponível para esse processo.

Um exemplo concreto foi o reaproveitamento interno de resíduos alimentares para produção de insumo de ração animal: em vez de seguirem para coprocessamento externo em outras empresas, que geram custos, os resíduos passaram por novos processos produtivos para transformação em um produto de prateleira, com a empresa obtendo ganhos financeiros com sua venda. A empresa ainda utiliza o coprocessamento para resíduos não recicláveis. Porém, as

condições para destinação variam por região, sendo necessário avaliar localmente as opções disponíveis e comparar financeiramente os tratamentos disponíveis para cada item. Ao mesmo tempo, S10 critica a classificação de certos materiais como resíduo e os entraves documentais que dificultam destinações alternativas, como a exigência de MTR em fluxos de reaproveitamento. “Eu sou super inconformada com as classificações de resíduos ainda hoje no Brasil porque vai de encontro à sua valorização e reaproveitamento” (S10).

A partir das entrevistas com os stakeholders, foram identificadas 33 barreiras, conforme Quadro 5. Essas barreiras foram avaliadas em aquelas que impedem ou limitam a mobilização do stakeholder respectivo na implementação das oportunidades de melhoria relacionadas a esse stakeholder, conforme Quadro 4. As justificativas para a classificação das barreiras em uma das duas categorias, realizadas a partir de análise bibliográfica de literatura científica e das entrevistas com os stakeholders, é apresentada após o Quadro 6.

Quadro 6 – Identificação e avaliação das barreiras em aquelas que impedem ou limitam a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria.

Oportunidade de melhoria	Barreiras	
	Impeditivas	Limitantes
Implementação de sistema informatizado de resíduos para reduzir o esforço operacional, fortalecer a rastreabilidade e indicar oportunidades de negócios.	Alto custo do serviço (S4)	Comunicação não estruturada com cliente (S4)
		Risco de vazamento de dados (S4)
Implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores e de projetos de melhoria de infraestrutura nas cooperativas.	Dificuldades estruturais das cooperativas (S5)	Compra de créditos de reciclagem (S5)
		Venda de resíduos para empresas formalizadas (S5)
		Melhorias dependem do perfil dos alunos (S7)
		Alta carga de disciplinas (S7)
		Atuação dos atravessadores (S7)
		Problemas psicossociais do catador (S7)
Desenvolvimento de parceria com empresa de resíduos para fornecimento a longo prazo de insumos.	Alto custo de produção do CDR (S6)	Volatilidade do preço dos recicláveis (S6)
	Ausência de base de compradores de CDR (S6)	
Desenvolvimento de estratégias para atração de empresas visando à simbiose industrial e à ampliação do mercado de resíduos.	Não identificadas	Ausência de política pública para economia circular (S9)
		Incentivos fiscais insuficientes (S9)
		Ausência de compreensão das cadeias produtivas em operação (S9)

Implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais.	Necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional (S1)	Dispersão geográfica dos produtores (S1)
	Escassez de mão de obra rural (S1)	Baixa densidade da biomassa (S1)
Fortalecimento e ampliação do ecossistema de inovação para desenvolvimento de múltiplos projetos.	Ausência de fomento para pesquisas (S8)	Conflitos de comunicação e comportamento (S8)
		Precificação e exclusividade do contrato de transferência de tecnologia (S8)
		Dedicação exclusiva dos pesquisadores (S8)
		Conflitos de interesse e possíveis sanções (S8)
Desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos a serem utilizados no coprocessamento.	Ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs (S2/S3)	Operação das ETEs sob regime público-privado (S2/S3)
	Alta umidade do lodo de ETA (S2/S3)	Pesquisas e iniciativas sobre lodo são mais voltadas à agricultura (S2/S3)
		Estratégias de enobrecimento de resíduos (S10)
		Baixa disponibilidade de empresas aptas a consumirem resíduos e custos da destinação (S10)
	Impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação (S2/S3)	Classificação governamental dos resíduos (S10)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Com relação a S4, a barreira “comunicação não estruturada com cliente” limita a mobilização de S4 na implementação da oportunidade de melhoria de sistema informatizado para gestão de resíduos da empresa objeto de estudo. Empresas de TI conseguem desenvolver soluções customizadas para a economia circular (Giraldi *et al.*, 2026), mas a disseminação compartimentalizada ou o bloqueio de informações sobre a circularidade realizada pelas empresas clientes e a limitada capacidade de discussão entre usuários finais e desenvolvedores restringem a construção de entendimento compartilhado e dificultam o avanço dessas

iniciativas (McMahon *et al.*, 2024). “Isso ocorre porque não tem uma reunião semanal. Todo mundo junto ajuda a ter abertura pra falar, achar uma coisa e depois ajudar” (S4).

A barreira “risco de vazamento de dados” também limita a mobilização de S4. Serna-Guerrero *et al.* (2022) indicam que o vazamento de dados é um risco relevante, mas geralmente não aparece como barreira isolada ou causa única de fracasso de iniciativas circulares. Essa barreira tende a atuar como fator limitador, ao reduzir a confiança, dificultar o compartilhamento de dados e ampliar exigências de controle e conformidade, mostrando que seus efeitos são predominantemente indiretos e embutidos em barreiras mais amplas (Ji *et al.*, 2025). Conforme E7, no diagnóstico, a empresa objeto de estudo possui iniciativa de simbiose industrial com uma empresa de siderurgia, apesar do risco de vazamento de dados estratégicos sobre os resíduos trocados entre as empresas.

A barreira “alto custo do serviço” impede a mobilização de S4 na implementação do sistema informatizado. Bockholt *et al.* (2020) afirmam que, considerando as baixas margens de lucro de sistemas de reaproveitamento de resíduos, até investimentos baixos poderiam falhar em atingir tempos de retorno padrão da indústria. Altos custos de investimento, ainda que para desenvolvimento de sistemas informacionais para resíduos, atuam, portanto, como potenciais “*game stoppers*” para iniciativas de economia circular, especialmente para empresas com possibilidades financeiras limitadas. Takacs *et al.* (2022) também mostram que mentalidades empresariais orientadas ao curto prazo e ao desempenho econômico imediato podem impedir práticas circulares, ao priorizar custos e retornos rápidos.

Com relação a S5, a barreira “compra de créditos de reciclagem” limita a mobilização de S5 na implementação da oportunidade de melhoria de programa de desenvolvimento de competências para catadores. Políticas de créditos de reciclagem permitem que empresas cumpram exigências regulatórias e até reduzam seus custos com destinação de resíduos sem investir em melhorias estruturais na cadeia, havendo uma preferência corporativa por estratégias de reciclagem de baixo esforço (Barford; Ahmad, 2021; Im; Kim, 2025). Porém, Caiado *et al.* (2017) indicam que a oferta de créditos depende diretamente da atuação de empresas terceiras que realizam efetivamente a reciclagem, ou seja, se poucas empresas realizarem a reciclagem de fato, a oferta de créditos tende a se tornar limitada no mercado, revelando que essa opção nem sempre estará disponível de forma a impedir a atuação das cooperativas.

A barreira “venda de resíduos para empresas formalizadas” também limita a mobilização de S5. A decisão de vender resíduos em detrimento a sua doação para cooperativas é da empresa que os possui, e essa decisão é geralmente feita com base em considerações de

lucro (Fiorillo; Merkaj, 2024). “Muitas empresas acabam fazendo disso uma área de retorno financeiro” (S5). Em alguns casos, porém, as empresas podem optar pela doação como estratégia de responsabilidade social corporativa e inclusão social (Kain *et al.*, 2022), não havendo impedimento total à participação de S5 no desenvolvimentos de programas para catadores.

A barreira “dificuldades estruturais das cooperativas” impede a mobilização de S5 na implementação da oportunidade. A maioria das cooperativas não possui infraestrutura física organizada nem áreas adequadas de triagem/classificação dos resíduos, havendo impedimento para implementar melhorias de processo devido à ausência de infraestrutura básica para o trabalho (Brunhara *et al.*, 2023; Castillo-Ospina *et al.*, 2025). “Eu me deparo com um entrave muito grande como esse, como um terreno invadido. Não consigo evoluir dali pra canto nenhum. O ideal seria tirar a cooperativa dali pra um outro terreno, mas é impossível muitas vezes” (S5).

Com relação a S7, a barreira “melhorias dependem do perfil dos alunos” limita a mobilização de S7 na implementação da oportunidade de melhoria de desenvolvimento de projetos para melhorar a infraestrutura em cooperativas. A exposição limitada a conceitos mais avançados de economia circular e a integração insuficiente desses temas no currículo dos alunos restringem a compreensão e o engajamento dos estudantes, especialmente para além das práticas básicas de reciclagem (Techanamurthy *et al.*, 2025). A falta de experiência prática e de ferramentas aplicadas atrasa ou reduz a efetividade das práticas de economia circular (Pardal *et al.*, 2025). Porém, abordagens práticas e interdisciplinares podem desenvolver atitudes e competências nos participantes do projeto que os permitem produzir respostas alinhadas à circularidade, mesmo entre aqueles com pouco conhecimento teórico prévio (Obakhavbaye, 2025; Tutore *et al.*, 2026). “Vários alunos de diversas unidades da universidade se interessaram no projeto e a gente não fechou as portas. Quando a gente se junta, você amplia o horizonte das coisas para contextualizar o problema” (S7).

A barreira “alta carga de disciplinas” também limita a mobilização de S7. Sarhan *et al.* (2025) evidencia que participantes de um projeto precisaram interromper completamente a pesquisa que desenvolviam quando tinham provas para as quais precisavam estudar ou tiveram de adiar a pesquisa até o período de férias curriculares. Porém, Constantino e Martin (2025) mostram que a carga de disciplinas e a pressão de tempo apenas reduziram a profundidade e a qualidade do engajamento dos estudantes com as tarefas do projeto em que estavam envolvidos. Em vez de abandonarem completamente essas atividades, os estudantes frequentemente as concluíam no último momento, produzindo reflexões mais superficiais. Dessa forma, a barreira

não impede que melhorias sejam propostas às cooperativas através do projeto de extensão de S7, mas prejudica seu desenvolvimento e eficácia.

A barreira “atuação dos atravessadores” limita a mobilização de S7. Os atravessadores ocupam uma posição privilegiada na cadeia de resíduos, capturando margens mais elevadas ao pagar valores baixos aos catadores, afetando negativamente a renda desse grupo (Fergutz *et al.*, 2011; Bó *et al.*, 2025). “Porque quem ganha nessa história toda é o atravessador” (S7). Entretanto, Amin *et al.* (2026) indicam que os catadores dependem institucionalmente dos atravessadores, embora de forma informal. Esse estudo mostra que catadores obtêm maior estabilidade por meio de acesso contínuo a materiais recicláveis, crédito informal, pagamentos adiantados, equipamentos e acesso mais estável a compradores. Ao mesmo tempo, essa proteção é mediada por relações assimétricas de poder, nas quais os atravessadores controlam preços e acesso ao mercado. Essa ação limita a autonomia dos catadores e o desenvolvimento de melhorias a partir da atuação de S7, pois há uma relação de dependência entre atravessadores e catadores na cadeia de resíduos, mas não as impedem de acontecer.

A barreira “problemas psicossociais do catador” apenas limita a mobilização de S7 nas tratativas com cooperativas. Karki *et al.* (2022) identificam elevada presença de sintomas depressivos em catadores, enquanto Fernando e Zutshi (2023) associam o trabalho no setor de resíduos ao estresse ocupacional e ao consumo de álcool como forma de enfrentamento. “Há muitos problemas de ordem pessoal. Tem deles alcoólicos, outros com drogas, são muito invisibilizados” (S7). Mukucha e Jaravaza (2025) sugerem que problemas psicossociais vividos por catadores informais afetam os resultados da economia circular ao mostrar que traumas, medo, violência e sofrimento mental podem interromper temporariamente as atividades dos catadores e desorganizar o fornecimento de materiais recicláveis, comprometendo a estabilidade e a eficiência da cadeia, mas não impedindo seu funcionamento.

Com relação a S6, a barreira “alto custo de produção do CDR” impede a mobilização de S6 na implementação da oportunidade de melhoria de desenvolvimento de parcerias para fornecimento a longo prazo desse material. Abdelhay *et al.* (2022) indicam que a viabilidade econômica do CDR depende de elevados custos operacionais, sobretudo de energia, e de condições específicas de coleta e preço de venda de resíduos. Sarquah *et al.* (2025) reforçam que a qualidade e a adoção do CDR dependem da composição do resíduo e da eficiência da segregação. “Para que haja isso, tem que haver viabilidade financeira e hoje, do jeito que tá, não existe viabilidade financeira. Não viabiliza porque o poder calorífico de um CDR é inferior ao poder calorífico do combustível fóssil, sendo que o custo de produção do CDR é superior ao custo de produção do fóssil” (S6).

Da mesma forma, a barreira “ausência de base de compradores de CDR” também impede a mobilização de S6 no fornecimento de CDR. A fragilidade ou ausência de mercados compradores constitui uma barreira central à sua difusão. Gałko *et al.* (2023) destacam que a composição variável do CDR, que depende do teor de resíduos do local onde é produzido, dificulta sua venda como produto de mercado e seu enquadramento como resíduo limita sua inserção comercial em escala. Na Polônia, o uso de CDR é realizada em larga escala em processos de combustão, mas há uma sobreprodução significativa desse combustível em relação à demanda real, devido a impedimentos na sua utilização para geração de energia, dificultando seu uso fora de determinadas cadeias industriais (Żygadło, 2018). “Não é só o financiamento que resolve o problema, porque você precisa ter quem compre o produto” (S6). Essas evidências sugerem que a ausência de mercado comprador tende a inviabilizar economicamente a produção de CDR.

A barreira “volatilidade do preço dos recicláveis” apenas limita a mobilização de S6, por ser decorrente de dinâmicas de mercado sazonais. Tomić *et al.* (2022) demonstram que períodos de maior eficiência na cadeia de reciclagem reduzem o valor energético da fração residual para CDR, elevando seus custos, ao mesmo tempo em que períodos de baixa eficiência dessa cadeia melhora o CDR, mas desvia materiais potencialmente recicláveis para valorização energética. “O plástico atende o mercado de bebidas, mas você tem uma sazonalidade e uma volatilidade muito grande nesse mercado, com oscilações em torno de 30%” (S6). Essa sazonalidade influencia no custo do CDR, mas apenas em períodos específicos.

Com relação a S9, a barreira “ausência de política pública para economia circular” limita a mobilização de S9 na implementação de estratégias para atração de empresas visando à simbiose industrial e à ampliação do mercado de resíduos. Oliveira *et al.* (2020) sugerem que políticas existentes podem mobilizar ações, workshops e planos, mas, sem instrumentos de coordenação e monitoramento adequados, a implementação tende a ser mais dispersa, difícil de avaliar e mais lenta de consolidar. Morseletto (2020) mostra que a políticas vigentes se concentram em poucos domínios circulares, como reciclagem e eficiência, o que tende a orientar sua implementação de forma incompleta e menos eficaz. “A partir do momento que a gente utiliza práticas de sustentabilidade, já é um caminho para que a gente consiga aderir à economia circular” (S9).

A barreira “incentivos fiscais insuficientes” apenas limita a mobilização de S9. Pacicco *et al.* (2024) descrevem vários vetores estruturais que incentivam a localização de empresas em determinado território, como dotação tecnológica e provisão de infraestrutura. Laajimi (2023) indica que empresas manufatureiras consideram incentivos fiscais e financeiros juntamente

com fatores tradicionais, incluindo força de trabalho, disponibilidade de terra e proximidade geográfica. Song e Zhao (2024) também evidenciam que incentivos fiscais em abundância podem consumir recursos governamentais que poderiam ser destinados à infraestrutura e inovação, indicando que a perda de capacidade de investimento público nessas áreas afeta não apenas gastos isolados, mas o próprio ambiente institucional que sustenta inovação e desenvolvimento territorial. Nesse âmbito, S9 menciona outro tipo de incentivo para as empresas: “Outras formas são os galpões, que são construídos e cedidos por comodato [emprestados gratuitamente para uso por determinado período]” (S9).

A barreira “ausência de compreensão das cadeias produtivas em operação” apenas limita a mobilização de S9 na atração de indústrias para simbiose industrial. “Agora, recente, eu tive com uma empresa que produz biochar que utiliza resíduo que tem no esgoto. E aí, eu fiz o link deles com uma empresa que tinha esse tipo de resíduo” (S9). Rodríguez-Meza *et al.* (2025) conclui que os planos governamentais latino-americanos carecem de uma abordagem abrangente da cadeia de valor, com forte concentração no fim de vida e atenção insuficiente às fases iniciais da cadeia, o que limita a formulação de soluções sistêmicas para a circularidade. Newsholme *et al.* (2022) mostra uma dupla desconexão: governos estaduais priorizam uma economia circular ancorada em seus territórios, enquanto empresas se concentram em colaborações de cadeia de suprimentos que transcendem jurisdições e escalas geográficas. Quando o poder público não entende adequadamente como as cadeias produtivas realmente se organizam no território e para além dele, surgem desalinhamentos, dificultando a implementação de iniciativas circulares.

Com relação a S1, a barreira “necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional” impede a mobilização de S1 na implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais. “Hoje esses produtores precisam de um caminhão pra estar levando o talo das áreas produtoras até a empresa. A gente encontrou alguns caminhões, mas eles não levavam uma quantidade suficiente para viabilizar o custo que esse frete teria” (S1). Khan *et al.* (2026a) mostram que restrições financeiras são um dos principais obstáculos à adoção de práticas circulares, revelando uma incompatibilidade estrutural entre os modelos de circularidade e a realidade econômica das empresas. Os autores destacam que casos de negócio circulares com retorno em múltiplos anos entram em choque com estruturas financeiras baseadas em fluxo de caixa de curto prazo e margens de lucro estreitas. Tetteh *et al.* (2025) evidencia que a transição para projetos de infraestrutura circular enfrenta várias barreiras, mas a necessidade de recursos financeiros emerge como uma barreira crítica.

A barreira “baixa densidade da biomassa” limita a mobilização de S1 na expansão do projeto piloto. Os veículos de transporte são limitados em volume, e não em peso da carga, o que aumenta a necessidade de mais equipamentos (Nunes *et al.*, 2020). No estudo de Kirasamutranon *et al.* (2025), embora os caminhões tivessem capacidade de 11 toneladas, eles conseguiram transportar apenas 5,4 toneladas devido à baixa densidade do material, que preenchia todo o volume do caminhão. Martínez *et al.* (2025) indicam que a baixa densidade aumenta de forma relevante os custos de transporte, que representam de 10% a 20% do preço final do produto em fornecimentos em larga escala. Wongchai *et al.* (2025) indicam que formas de pré-tratamento ou densificação do material podem alcançar reduções de custo de transporte em até 40%. “A gente percebeu que o talo seria melhor acoplado dentro de um caminhão se ele estivesse triturado, que aí a gente consegue ir condensando, ir comprimindo, e acabar levando uma quantidade maior” (S1).

A barreira “dispersão geográfica dos produtores” limita a mobilização de S1 na expansão do projeto piloto. Jacquet e Siqueira (2025) sustentam que a dispersão geográfica dos produtores rurais aumenta os custos do fornecimento, surgindo como uma limitação à operacionalização da economia circular. Prinz *et al.* (2025) discutem que biomassa geograficamente dispersa aumenta os custos do fornecimento ao necessitar de soluções logísticas mais sofisticadas. Sgambaro *et al.* (2026) afirmam que, ao longo do desenvolvimento da literatura sobre simbiose industrial, a proximidade geográfica deixou de ser um requisito obrigatório para sua implementação, em parte devido ao avanço tecnológico e soluções digitais.

A barreira “escassez de mão de obra rural” impede a mobilização de S1 na expansão do projeto piloto. Há uma grande dificuldade de encontrar trabalhadores rurais para esse tipo de tarefa. Acho que os principais desafios são esses. Encontrar mão de obra e encontrar mão de obra qualificada” (S1). Anusha *et al.* 2025 indicam que há uma mudança da força de trabalho da agricultura para atividades não agrícolas e destacam desafios emergentes, como a escassez de mão de obra e envelhecimento da população rural. Ainda que essa escassez possa ser mitigada com a adoção de tecnologias, Silveira *et al.* (2023) sustentam que muitas tecnologias voltadas à agricultura ainda são caras demais para adoção pela maioria dos produtores brasileiros. Orellana *et al.* (2025) afirmam que pequenos agricultores percebem a adoção de tecnologias como uma inovação de alto custo e alto risco, o que impede seu acesso a essas ferramentas. Sem mão de obra disponível e sem a adoção de tecnologias para substituí-la, a expansão do projeto piloto fica comprometida.

Com relação a S8, a barreira “conflitos de comunicação e comportamento” limita a mobilização de S8 no desenvolvimento de projetos de inovação relacionado a economia

circular. Alexander *et al.* (2018) mostram que a transferência de conhecimento entre universidade e indústria é frequentemente dificultada por prioridades conflitantes entre acadêmicos e empresários, bem como pela ausência ou aplicação inconsistente de protocolos de tomada de decisão e governança, o que gera desarmonia e reduz o engajamento em atividades de transferência de conhecimento. Shi e Ha (2026) mostram que, mesmo assim, a cooperação pode persistir mesmo quando há essa desarmonia, especialmente com rotinas colaborativas institucionalizadas e maturidade relacional, que ajudam a estabilizar a colaboração apesar da divergência de percepções. “Nós criamos um projeto para desenvolvimento de inovação por demanda. Se pesquisadores e empresários fossem juntos para a mesa de negociação sem integração prévia com o apoio desse projeto, eles brigavam” (S8).

A barreira “ausência de fomento para pesquisas” impede a mobilização de S8 no desenvolvimento de projetos de inovação. Stewart-Lord *et al.* (2026) constata que a maioria dos participantes em seu estudo apontou as questões de financiamento como a barreira mais crítica para seu engajamento em pesquisas. Orebi *et al.* (2023) indicam que a falta de financiamento restringe o desenvolvimento de pesquisas, especialmente ao impedir a coleta de dados, a contratação de pessoal especializado e a publicação dos resultados obtidos. Odeyemi *et al.* (2025) afirma que, como consequência de solicitações malsucedidas de financiamento para pesquisa, esses projetos podem ser abandonados. “Se o pesquisador não tiver uma bolsa para ele trabalhar, ele nem vai” (S8).

A barreira “precificação e exclusividade do contrato de transferência de tecnologia” limita a mobilização de S8 no desenvolvimento de projetos de inovação. Tukoff-Guimarães *et al.* (2021) mostram que práticas de precificação nesses contratos ainda apresentam fragilidades, como dificuldades para estabelecer o campo de aplicação da tecnologia e negociar percentuais de royalties. Além disso, a confidencialidade sobre royalties e taxas de negociação reduz a transparência e amplia a assimetria de informação entre as partes, o que dificulta negociações e pode limitar oportunidades de comercialização bem-sucedida. Goebel *et al.* (2023) evidenciam que muitos departamentos que gerenciam contratos de transferência de tecnologia ainda permanecem passivos na oferta de suas tecnologias e que departamentos com estratégias mais ativas de marketing e abordagem de parceiros obtêm melhores resultados nesse processo. Esses fatores limitam o acesso das empresas às tecnologias desenvolvidas em universidades e reduzem sua difusão no mercado. A negociação desses contratos também é influenciada pelo grau de prontidão tecnológica da inovação e do capital financeiro que a empresa contratante possui. “Eu vou pagar menos se eu, empresa, tiver que botar muito dinheiro para devolver mais o produto. Se o produto já puder ir ao mercado, eu já vou pagar mais” (S8).

A barreira “dedicação exclusiva dos pesquisadores” limita a mobilização de S8 no desenvolvimento de projetos de inovação. Souza Pinto *et al.* (2025) relatam que mais de 95% dos pesquisadores do setor público brasileiro que participaram de sua pesquisa trabalhavam 40 horas semanais em regime de dedicação exclusiva, o qual exige que o pesquisador não exerça qualquer outra atividade remunerada, tais como prestar consultoria para empresas, e integrar startups. Fischer *et al.* (2019) afirmam que o empreendedorismo acadêmico, entendido como a transformação de resultados de pesquisa em atividades de mercado, ainda é um fenômeno marginal no Brasil e, embora universidades brasileiras tenham objetivos empreendedores explícitos, a avaliação dos pesquisadores segue baseada quase exclusivamente em publicações, gerando incentivos contraditórios. Basso *et al.* (2021) indicam, porém, que universidades brasileiras continuam contribuindo para a inovação industrial por meio de depósitos de patentes e cooperação tecnológica com empresas, embora ainda pontuais e com volume, velocidade e abrangência reduzidos. “A gente vê que isso acontece muito mais fora do Brasil, que têm legislações mais flexíveis. A nossa ainda tá um pouco engessada, mas parece que as coisas estão melhorando” (S8).

A barreira “conflitos de interesse e possíveis sanções” limita a mobilização de S8 no desenvolvimento de projetos de inovação. Schaeffer *et al.* (2021) destacam que a legislação vigente no Brasil impõe uma série de restrições ao exercício da atividade empreendedora por pesquisadores de universidades públicas, criando dificuldades para a transferência e o licenciamento de tecnologias e refletindo um arcabouço regulatório que dificulta sua inserção no mercado. Hernández-Mondragon *et al.* (2016) identificaram o conflito de interesses como um dos principais inibidores para que pesquisadores buscassem a transferência de tecnologia e participassem da criação de novas empresas (*spin-offs*). Porém, a lei brasileira nº 13.243/2016 ampliou e aprofundou os esforços de desregulamentação para formalizar um ambiente mais permissivo para as atividades de inovação (Labuto *et al.*, 2024). “Já tem na legislação dizendo que a atuação do pesquisador que é dedicação exclusiva e que faz práticas científicas em laboratórios não configura atos de gestão empresarial, então ele não está em conflito. A legislação convida ele, mas ele fica com medo” (S8).

Com relação a S2 e S3, a barreira “ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs” impede a mobilização de S2 e S3 no desenvolvimento de novas biomassas a serem utilizadas no coprocessamento. Mannina *et al.* (2021) e Nguyen *et al.* (2022) indicam que a economia circular no setor de tratamento de água continua conceitualmente possível, mas que, quando o lodo não pode ser recuperado ou reutilizado, rotas centrais de circularidade, como reúso agrícola e coprocessamento, ficam bloqueadas ou severamente restringidas, restando com

frequência o descarte em aterro. “Isso é um desafio que a gente está enfrentando agora, porque a gente não tem espaço disponível [para instalar sistemas de tratamento de lodo]. Nesses casos, é a própria comunidade que opera a ETA, então precisa ser uma tecnologia de fácil manutenção e operação” (S3).

A barreira “alta umidade do lodo de ETA” impede a mobilização de S2 e S3 no desenvolvimento de novas biomassas. A alta umidade torna esse tipo de lodo inadequado para a grande maioria das opções de valorização (Liu *et al.*, 2025a; Wang *et al.*, 2024). Além disso, ocasiona baixa densidade energética (Singh; Garg, 2022), impedindo aproveitamento em rotas de coprocessamento, que funcionam por combustão. Também apresenta baixa compactação (Xiang *et al.*, 2025), dificultando transporte para áreas de valorização. “Lodo de ETA ainda é algo muito a se pesquisar, tá? É diferente de lodo de ETE. Muito a pesquisar nesse sentido, de o que fazer, de como trabalhar esse lodo para que ele se torne um estudo de negócio” (S3).

A barreira “operação das ETEs sob regime público-privado” limita a mobilização de S2 e S3 no desenvolvimento de novas biomassas. Taron *et al.* (2023) identificam três desafios que limitam a participação de empresas privadas em regime de parceria público-privada na economia circular: a recuperação de recursos depende de fluxo regular de resíduos com quantidade e qualidade adequadas, o que é comprometido por falhas na segregação e no fornecimento do insumo por parte do poder público; a limitada conscientização sobre valorização de resíduos reduz a aceitação de mercado; e a fragilidade dos arranjos institucionais, que apresentam papéis institucionais pouco claros, incentivos insuficientes e contratos mal estruturados. Bao *et al.* (2019) abordam outro desafio, como a distribuição desigual de riscos e retornos de investimento entre o parceiro público e o privado. Flores *et al.* (2018) explicam que a política de tratamento de esgoto enfrenta desafios em razão de uma implementação verticalizada e de curto prazo, além de uma abordagem linear do sistema hídrico.

A barreira “impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação” impede a mobilização de S2 e S3 no desenvolvimento de novas biomassas. Peña *et al.* (2000) afirmam que as condições hidráulicas das lagoas de maturação fazem com que o lodo se deposite em áreas de difícil acesso para equipamentos, como cantos ou zonas mortas. Cavalcanti *et al.* (2002) indicam que o acúmulo de lodo em lagoas é muito baixo, levando à negligência da remoção. Ouedraogo *et al.* (2023) observam que o lodo acumulado pode melhorar o desempenho da lagoa apesar da redução de sua capacidade, e que isso pode reduzir o incentivo para removê-lo. Al-Rubaei *et al.* (2017) discutem que certos projetos de lagoas dificultam o acesso e limitam o uso de equipamentos para remoção de lodo. Brune *et al.* (2003) afirmam que a secagem, técnica mais comum de remoção de lodo, requer o esvaziamento da lagoa e envolve

longo tempo de paralisação, sustentando sua inviabilidade operacional. “A geração de lodo é diluída ao longo do processo e ela não tem um ponto final de coleta” (S2).

A barreira “pesquisas e iniciativas sobre lodo são mais voltadas à agricultura” limita a mobilização de S2 e S3 no desenvolvimento de novas biomassas. Takaoka *et al.* (2025) descrevem como vários tratamentos térmicos de lodo, incluindo incineração e gaseificação, são implementados comercialmente e amplamente utilizados. Entretanto, Khan *et al.* (2026b) indicam que esses tratamentos térmicos ainda são limitados por conjuntos de dados experimentais insuficientes e compreensão incompleta da complexidade dos mecanismos químicos envolvidos nessas reações. Rijo *et al.* (2024) discutem desafios associados a pré-tratamento do lodo, alto teor de umidade e escalabilidade da solução. Yang *et al.* (2024) examinam fatores econômicos relacionados a esses processos, como o aumento dos custos de investimento e a baixa competitividade de custos em comparação com outros tipos de disposição do lodo. “Você encontra vários artigos de lodo pra agricultura, mas a gente está buscando outras alternativas para ter um estudo de negócio” (S3).

Com relação a S10, a barreira “estratégias de enobrecimento de resíduos” limita a mobilização de S10 no desenvolvimento de novas biomassas a serem utilizadas no coprocessamento. Hillemann e Verbeke (2015) utilizam a teoria da internalização para explicar como empresas internalizam atividades quando os benefícios de eficiência e lucro superam os custos externos. Munonye *et al.* (2025) também afirmam que parcerias externas enfrentam barreiras, como inconsistências regulatórias e a necessidade de colaboração baseada em confiança. Embora as estratégias de enobrecimento otimizem a eficiência no uso de recursos e assegurem benefícios econômicos para empresas de forma individual, elas acabam por reduzir o volume e a diversidade dos fluxos de resíduos disponíveis para troca externa, limitando a escala e o escopo de simbioses industriais (Shaik *et al.*, 2025).

A barreira “baixa disponibilidade de empresas aptas a consumirem resíduos e custos da destinação” limita a mobilização de S10 no desenvolvimento de novas biomassas. Sellitto e Murakami (2018) afirmam que a destinação dos resíduos a outras empresas só ocorre quando há viabilidade comercial e logística, demonstrando empiricamente que distância e custo de transporte condicionam a continuidade e a regularidade dessas trocas. Porém, Haq *et al.* (2021) apresentam evidências de que uma rede de simbiose industrial gera benefícios econômicos e ambientais significativos, mesmo em condições limitadas de empresas disponíveis a integrar a rede, enquanto Velenturf (2017) discute que as empresas normalmente identificam parceiros por meio de seus contatos diretos, relatando que a grande maioria dessas conexões ocorrem dentro de um raio de aproximadamente 100 km.

A barreira “classificação governamental dos resíduos” limita a mobilização de S10 no desenvolvimento de novas biomassas. Wang *et al.* (2022) mencionam as regulações governamentais como um dos fatores que impedem a adoção ampla da valorização de resíduos, uma vez que esses instrumentos determinam o que conta legalmente como “resíduo”, como ele deve ser manejado, quem pode processá-lo e em que condições. Sileryte *et al.* (2022) destacam discrepâncias entre as classificações regulatórias e a atividade efetiva dos geradores de resíduos, dificultando o desenvolvimento eficaz da economia circular. Porém, ao mesmo tempo, sistemas de informação para simbiose industrial, apoiados em bases governamentais com classificação detalhada de resíduos e dados obrigatórios de entrada e saída de materiais, pode ampliar de forma expressiva a identificação de oportunidades de troca e reúso de subprodutos entre indústrias (Chen; Liu, 2021).

4.5 Fase de Participação do modelo de ação coletiva: propondo mecanismos de engajamento de stakeholders

Nesta fase, serão propostos mecanismos de engajamento de stakeholders ancorados em soluções para que as barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders na implementação das oportunidades de melhoria sejam superadas e tais oportunidades possam ser efetivamente executadas.

A primeira solução diz respeito à oportunidade de melhoria de implementação de sistema informatizado de gestão de resíduos, cuja barreira impeditiva é o alto custo do serviço. A solução proposta, conforme Quadro 7, é o desenvolvimento de sistema informatizado de gestão de resíduos de forma híbrida, modular e orientada por prova de valor. Kahhat *et al.* 2022 demonstram um sistema com lógica híbrida, ou seja, integra a solução com práticas existentes por meio de uma fase de transição, pensada para adoção gradual do novo arranjo, reduzindo o risco de implementação ao evitar uma mudança abrupta e custosa. Os autores sugerem que a transição gradual requer menores aportes de capital nas fases iniciais, proporcionando maior viabilidade para início da implementação, e permite corrigir falhas do sistema antes de uma centralização mais robusta.

Alsayaydeh *et al.* (2025) demonstram um sistema com lógica modular de projeto, que pode ser entendido como uma implementação de forma gradual de componentes funcionais (sensores, comunicação em nuvem e softwares) distintos, substituíveis ou expansíveis, que operam de forma integrada para propiciar o armazenamento, a visualização e a análise dos

dados, com cada componente sendo adicionado apenas quando seu valor é demonstrado. Tundjungsari *et al.* (2025) demonstram um sistema com lógica de prova de valor e usabilidade, em que protótipos em escala piloto são testados parcialmente através de métricas objetivas e mensuráveis de desempenho técnico e de experiência do usuário antes de uma ampliação de escala da solução, fornecendo evidência operacional concreta de que o sistema funciona em condições reais de teste.

Para a barreira de alto custo do serviço, a solução proposta busca reduzir o custo percebido pela empresa e o risco organizacional por meio de uma implementação híbrida, faseada e demonstrativa, em vez do desenvolvimento de um sistema todo de uma vez. Ao padronizar o modelo de dados e a rotina de alimentação entre unidades, incorpora-se o uso do sistema aos fluxos de meio ambiente, TI e tomada de decisão gerencial, com reuniões periódicas para revisar indicadores e oportunidades de aproveitamento de resíduos proporcionadas pelo sistema.

A combinação de atores proposta envolve a empresa de consultoria em tecnologia da informação (S4), como ator técnico de arquitetura e implementação especializada, e o setor de inovação de universidade federal (S8), como ator para redução de custo e risco por instrumentos de financiamento e inovação relacionados a pesquisas acadêmicas. Os recursos e capacidades de S4 incluem experiência em desenvolvimento *mobile*, *frontend* e *backend*, capacidade de migrar dados de planilhas para banco de dados, uso de metodologias ágeis, equipe multiespecializada e transferência de tecnologia/conhecimento ao final do projeto.

Os recursos e capacidades de S8 incluem rodadas de negócios temáticas, plataforma de conexão entre atores, apoio de entidades industriais e acionamento de recursos financeiros e arranjos de inovação que reduzam o dispêndio direto da empresa em fases de prototipagem e teste, como bolsas de pesquisa e acesso a laboratórios. A empresa do parque industrial engaja S4 nessa solução a partir do desenvolvimento de uma solução tecnológica industrial escalável para diversos tipos de empresas ou indústrias, de alto valor agregado, a ser inserida no seu portfólio uma vez que a solução esteja consolidada, com a possibilidade de serem negociados contratos de serviço menos custosos com a empresa do parque industrial tendo em vista a aquisição de *know-how* na criação e na escalabilidade dessa solução. A empresa do parque industrial engaja S8 nessa solução a partir do fortalecimento da ponte entre universidade e setor produtivo e da geração de aprendizagem aplicada e resultados de inovação com utilidade concreta para a indústria.

Quadro 7 – Mecanismos de engajamento para superação da barreira “alto custo do serviço”.

Oportunidade de melhoria
Implementação de sistema informatizado capaz de reduzir o esforço operacional, fortalecer a rastreabilidade de resíduos entre unidades e indicar com mais robustez oportunidades de negócios
Barreira impeditiva
Alto custo do serviço
Solução proposta
Desenvolvimento de sistema informatizado de gestão de resíduos de forma híbrida, modular e orientada por prova de valor (Kahhat <i>et al.</i> 2022; Alsayaydeh <i>et al.</i> , 2025; Tundjungsari <i>et al.</i> , 2025)
Stakeholders envolvidos
S4 e S8
Recursos e capacidades dos stakeholders
S4: experiência em desenvolvimento mobile, frontend e backend, capacidade de migrar dados de planilhas para banco de dados, uso de metodologias ágeis, equipe multiespecializada e transferência de conhecimento ao final do projeto
S8: rodadas de negócios temáticas, plataforma de conexão entre atores, apoio de entidades industriais e acionamento de recursos financeiros e arranjos de inovação que reduzam o dispêndio da empresa
Mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para os stakeholders envolvidos
S4: desenvolvimento de solução tecnológica industrial escalável de alto valor agregado, com negociação de contratos de serviço menos custosos pela aquisição de <i>know-how</i>
S8: fortalecer ponte entre universidade e setor produtivo e gerar resultados de inovação aplicados

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A segunda solução diz respeito à oportunidade de melhoria de implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores e de projetos de melhoria de infraestrutura nas cooperativas, cuja barreira impeditiva são as dificuldades estruturais das cooperativas. A solução proposta, conforme Quadro 8, é a criação de um programa de desenvolvimento de capacidades em camadas para cooperativas de recicláveis. O desenvolvimento de capacidades em camadas, conforme VanderKaay *et al.* (2021), pode ser entendido como uma abordagem estruturada de fortalecimento progressivo de competências, recursos e autonomia. Em vez de concentrar toda a atuação em intervenções altamente especializadas e individualizadas desde o início, essa lógica se organiza em camadas complementares: um nível mais amplo, voltada a necessidades elementares; e um nível mais específico, direcionado a situações que demandam apoio adicional, de forma que haja um escalonamento do suporte oferecido. O objetivo dessa lógica é ampliar a capacidade institucional de organizações para responder a dificuldades com maior qualidade e sustentar melhorias ao longo do tempo.

No contexto de cooperativas de recicláveis, o desenvolvimento de capacidades em camadas pode ser compreendido como uma forma de fortalecer a atuação da cooperativa em

níveis progressivos e articulados. Na primeira camada, o foco recai na regularização jurídica da cooperativa, atuando na resolução de passivos legais, como documentação, licenças e local de instalação. Na segunda camada, entram apoios mais direcionados para necessidades específicas, como infraestrutura para segregação dos recicláveis e capacitação profissional em negociação contratual, controle financeiro e relacionamento com parceiros públicos e privados. Nessa lógica, as cooperativas ampliam gradualmente sua capacidade de operar com mais autonomia, eficiência, regularidade e poder de articulação, criando uma base sólida para sustentar sua inserção como opção viável para empresas destinarem seus resíduos com mais segurança jurídica e operação estável.

A combinação de atores proposta envolve, na primeira camada, a secretaria estadual de desenvolvimento econômico (S9) e, na segunda camada, a empresa de consultoria socioambiental (S5) e o setor de extensão de universidade federal (S7). Os recursos e capacidades de S9 incluem a articulação interinstitucional com prefeituras, outras secretarias governamentais e agências de desenvolvimento, além de instrumentos como subvenções econômicas e a construção de galpões. Nessa primeira etapa, S9 atua como um promotor de habilitação legal e jurídica de cooperativas de recicláveis, especialmente no que se refere a documentações obrigatórias e imóveis em locais apropriados.

A segunda camada, com a cooperativa habilitada, é conduzida por S5 e S7. S5 aporta sua experiência com programas de aquisição de infraestrutura, como maquinário de segregação de resíduos e equipamentos de proteção individual, além de seu programa Empreende Catador, em que serão desenvolvidas competências de mercado para os catadores, incluindo precificação, uso do SINIR e ferramentas de controle e rastreio. S7 complementa a atuação de S5 com diagnóstico de melhorias organizacionais, elaboração de planos de manutenção, catalogação de ativos e materiais de apoio à gestão, a partir de metodologia participativa e adequada ao perfil técnico disponível.

A empresa do parque industrial engaja S9 nessa solução a partir do desenvolvimento econômico do território, uma vez que mais cooperativas atuantes no mercado de resíduos tende a gerar mais renda e mais negócios integrados à cadeia de resíduos, aumentando o potencial da economia circular da região. A empresa do parque industrial engaja S5 nessa solução a partir da contratação de seus programas, os quais serão executados em um ambiente institucional mais estável, o que permite aumentar a eficácia de suas soluções. A empresa do parque industrial engaja S7 nessa solução ao permitir o acesso facilitado à equipe do projeto para desenvolver melhorias. Isso também pode ser um fator de engajamento para alunos e pesquisadores, que podem atuar em melhorias mais robustas e mais direcionadas ao mercado.

Quadro 8 – Mecanismos de engajamento para superação da barreira “dificuldades estruturais das cooperativas”.

Oportunidade de melhoria
Implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores e de projetos de melhoria de infraestrutura nas cooperativas
Barreira impeditiva
Dificuldades estruturais das cooperativas
Solução proposta
Criação de um programa de desenvolvimento de capacidades em camadas para cooperativas de recicláveis (VanderKaay <i>et al.</i> , 2023)
Stakeholders envolvidos
S9, S5 e S7
Recursos e capacidades dos stakeholders
S9: articulação interinstitucional, subvenções econômicas e construção de galpões
S5: programas de aquisição de infraestrutura (maquinário) e programa Empreende Catador (precificação, SINIR e ferramentas de controle e rastreio)
S7: diagnóstico de melhorias organizacionais, elaboração de planos de manutenção, catalogação de ativos e materiais de apoio à gestão
Mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para os stakeholders envolvidos
S9: desenvolvimento econômico do território e aumento do potencial da economia circular da região
S5: contratação de seus programas, executados em um ambiente institucional mais estável
S7: alunos e pesquisadores podem atuar em melhorias mais robustas e mais direcionadas ao mercado

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A terceira solução diz respeito à oportunidade de melhoria de desenvolvimento de parceria com empresa de resíduos para fornecimento a longo prazo de insumos, a qual apresenta duas barreiras impeditivas: alto custo de produção do CDR e ausência de base de compradores de CDR. Chaves *et al.* (2021) apresenta evidências de que o alto custo de produção de CDR também está vinculado à ausência de base de compradores do produto, tornando essas barreiras interligadas. Jiang *et al.* (2023) comenta que o crescimento da demanda de mercado incentiva as empresas a expandirem a produção, levando a economias de escala que reduzem os custos do produto. Dessa forma, propõe-se uma solução combinada para superar ambas as barreiras simultaneamente.

A solução proposta, conforme Quadro 9, é a criação de um programa de formação de mercado para CDR com suprimento em cadeia do material. Na primeira etapa desse programa, seriam feitas campanhas de sensibilização para empresas que possuem fornos industriais, pois permitem a utilização de CDR como substituto fóssil, sobre a possibilidade técnica de uso do CDR em seus processos, com ações de demonstração do potencial do CDR como substituto parcial do combustível fóssil, destacando requisitos de qualidade e potencial de descarbonização, a fim de disseminar o produto e formar uma base inicial de compradores de CDR, a partir da atuação da secretaria estadual de desenvolvimento econômico (S9) e da

empresa de gestão de resíduos (S6). Na etapa seguinte, seriam realizadas, também com a atuação de S9, prospecções para atrair empresas interessadas e aptas a serem instaladas no território, aumentando a base de compradores.

Posteriormente, S9 também ofereceria benefícios fiscais para as empresas que aderissem ao uso do CDR, de forma proporcional à quantidade utilizada. Isso permitiria aumentar a base de compradores de CDR, proporcionando economia de escala em sua produção. Os recursos e capacidades de S9 incluiriam o diálogo com setores industriais para a estratégia de sensibilização, a presença em missões e feiras de negócios para a estratégia de atração de empresas aptas a utilizarem o CDR, e os incentivos fiscais do Fundo de Desenvolvimento Industrial para a estratégia de benefícios fiscais concedidos a partir de práticas de sustentabilidade executadas pelas empresas. A empresa do parque industrial engaja S9 nessa solução a partir do desenvolvimento econômico do território, uma vez que mais empresas atuantes no território permitem mais arrecadação de impostos, o que pode compensar o “investimento” com a concessão dos benefícios fiscais.

Ao mesmo tempo, levando em consideração que materiais mais segregados reduzem o custo de produção do CDR, também seriam inseridos atores da cadeia de resíduos para fornecer matéria-prima para S6, tais como frações secas segregadas que não têm reciclagem viável local, materiais de baixo valor de mercado ou rejeitos pós-triagem com potencial energético, reduzindo contaminação e custo de preparação sem competir com rotas mais nobres de reciclagem. Um desses atores da cadeia de resíduos são as cooperativas de recicláveis, cuja solução específica proposta, com a inclusão de S5 e S7, ajudaria na implementação desta, visto que o desenvolvimento estrutural das cooperativas permitiria aumentar sua capacidade de segregar resíduos recicláveis, que são matéria-prima para o CDR. A empresa do parque industrial engaja as cooperativas por essa solução do CDR permitir a venda de mais resíduos para a cadeia, além de diminuir a atuação dos atravessadores, que lucram com resíduos que não possuem reciclagem viável local.

S6 participa dessa solução não apenas com as estratégias de sensibilização, devido a sua experiência de produção do produto, mas também com as estratégias de frete do transporte do CDR para as empresas clientes, cujas taxas, a depender da negociação, podem ser reduzidas pela metade. A empresa do parque industrial engaja S6 nessa solução a partir do aumento de sua base de clientes, reduzindo o risco de investir em produção de CDR sem demanda garantida, e da escalabilidade de resíduos segregados sem investimento em infraestrutura própria.

Quadro 9 – Mecanismos de engajamento para superação das barreiras “alto custo de produção de CDR” e “ausência de base de compradores de CDR”.

Oportunidade de melhoria
Desenvolvimento de parceria com empresa de resíduos para fornecimento a longo prazo de insumos
Barreira impeditiva
Alto custo de produção de CDR e ausência de base de compradores de CDR
Solução proposta
Criação de um programa de formação de mercado para CDR com suprimento em cadeia do material (Chaves <i>et al.</i> ., 2021; Jiang <i>et al.</i> ., 2023)
Stakeholders envolvidos
S9, S6 e cooperativas (com auxílio de S5 e S7)
Recursos e capacidades dos stakeholders
S9: diálogo com setores industriais, presença em missões e feiras de negócios e incentivos fiscais do Fundo de Desenvolvimento Industrial
S6: experiência na produção do CDR e estratégias de frete do transporte do produto
Cooperativas: segregação de resíduos que não têm reciclagem local ou rejeitos pós-triagem com potencial energético (após atuação de S5 e S7 no desenvolvimento estrutural)
Mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para os stakeholders envolvidos
S9: desenvolvimento econômico do território, com mais arrecadação de impostos
S6: aumento de base de clientes e escalabilidade de resíduos segregados sem investimento em infraestrutura própria
Cooperativas: venda de mais resíduos para a cadeia e diminuição da atuação de atravessadores

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A quarta e a quinta solução diz respeito à oportunidade de melhoria de implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais, a qual apresenta duas barreiras impeditivas: necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional e escassez de mão de obra rural. Conforme Quadro 10, a solução proposta para a barreira de captação de recursos financeiros requer o engajamento da secretaria estadual de desenvolvimento econômico (S9). Como a empresa do parque industrial necessita de infraestrutura adicional para expandir o projeto, S9, em articulação com a agência de desenvolvimento, pode estruturar um arranjo semelhante ao comodato já utilizado para galpões, adaptando-o à disponibilização temporária de caminhões e trituradores.

Esse formato reduziria o investimento inicial exigido da empresa e permitiria testar a escalabilidade do projeto antes da aquisição definitiva dos equipamentos. Esses equipamentos seriam emprestados à empresa por determinado período, até que o projeto ganhe escalabilidade suficiente para adquirir seus próprios maquinários. Ao final do período, os maquinários utilizados podem ser reaproveitados em outra atividade ou adquiridos pela empresa, possibilitando o retorno parcial do investimento realizado por S9. Além disso, também podem ser oferecidas subvenções econômicas, em que não há obrigatoriedade de pagamento dos

valores cedidos. Nesse caso, a subvenção poderia financiar a aquisição de equipamentos destinados ao uso compartilhado por produtores vinculados ao projeto, mediante regras contratuais específicas. A empresa do parque industrial engaja S9 nessa solução a partir do desenvolvimento econômico sustentável rural, possibilitando geração de emprego e renda para produtores e trabalhadores rurais.

Quadro 10 – Mecanismos de engajamento para superação da barreira “necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional”.

Oportunidade de melhoria
Implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais
Barreira impeditiva
Necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional
Solução proposta
Adaptação do arranjo de comodato de galpões para disponibilização temporária de caminhões e trituradores
Stakeholders envolvidos
S9
Recursos e capacidades dos stakeholders
S9: articulação com agência de desenvolvimento e subvenções econômicas
Mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para os stakeholders envolvidos
S9: desenvolvimento econômico sustentável rural, possibilitando geração de emprego e renda para produtores e trabalhadores rurais

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Conforme Quadro 11, a solução proposta para a barreira de escassez de mão de obra rural é a instituição e adesão de serviços agrícolas socializados. De acordo com Liu *et al.* (2025b), esses serviços são oferecidos por organizações públicas, privadas, cooperativas ou outras organizações sociais, que apoiam diferentes etapas da produção e da comercialização agrícola, permitindo aos produtores terceirizar operações para reduzir restrições de mão de obra. Esses serviços são contratados pelos produtores rurais e incluem, por exemplo, operações como preparo do solo, plantio e colheita, processamento pós-colheita e comercialização. Em vez de a unidade produtiva depender apenas da força de trabalho familiar ou da contratação direta de trabalhadores, ela passa a acessar serviços especializados externos para resolver gargalos de produção.

Nesse arranjo, a secretaria estadual de desenvolvimento econômico (S9) pode atuar na indução e articulação de prestadores de serviços agrícolas socializados no território, seja por meio da atração de empresas especializadas, seja pelo apoio à estruturação de organizações locais aptas a prestar esse tipo de serviço. S9 pode avaliar a combinação de instrumentos mais

adequada, incluindo incentivos fiscais quando compatíveis, subvenções ou apoio de infraestrutura, como galpões em comodato. Ao mesmo tempo, S1 pode atuar na modelagem operacional desse serviço, definindo o perfil das atividades, os requisitos técnicos da coleta, a necessidade de treinamento e os parâmetros de qualidade do material fornecido, visto sua experiência na coordenação de produtores rurais e trabalhadores rurais, enquanto o recrutamento dos trabalhadores passa a ser responsabilidade do prestador do serviço estruturado no território.

A empresa do parque industrial engaja S9 ao demonstrar que a solução gera ocupação e renda no meio rural e fortalece atividades produtivas locais, o que dialoga com objetivos territoriais de desenvolvimento. A mão de obra rural, estando vinculada a uma dessas empresas e não a um produtor rural específico, pode ser realocado para outro cultivo quando uma colheita estiver em entressafra, de modo a permanecer com renda por períodos contínuos. A empresa do parque industrial engaja S1 a partir de sua atuação como coordenador técnico da expansão do arranjo, apoiando agricultores na regularização jurídica, no suporte empresarial e na adaptação do modelo à medida que o projeto se desenvolve.

Quadro 11 – Mecanismos de engajamento para superação da barreira “escassez de mão de obra rural”.

Oportunidade de melhoria
Implementação de estratégias para expansão do projeto piloto para outros agricultores e para outras espécies vegetais
Barreira impeditiva
Escassez de mão de obra rural
Solução proposta
Instituição e adesão de serviços agrícolas socializados (Liu <i>et al.</i> , 2025)
Stakeholders envolvidos
S9 e S1
Recursos e capacidades dos stakeholders
S9: atração de empresas especializadas, apoio à estruturação de organizações locais aptas, incentivos fiscais, subvenções ou apoio de infraestrutura, como galpões em comodato
S1: modelagem operacional do serviço, visto sua experiência na coordenação de produtores rurais, e suporte para agricultores na regularização jurídica e no suporte empresarial
Mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para os stakeholders envolvidos
S9: fortalecimento de atividades produtivas locais, com ocupação e renda no meio rural
S1: atuação como coordenador técnico da expansão do projeto, apoiando na adaptação do modelo

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A sexta solução diz respeito à oportunidade de melhoria de fortalecimento e ampliação do ecossistema de inovação para desenvolvimento de múltiplos projetos, cuja barreira impeditiva é a ausência de fomento para pesquisas. A solução proposta, conforme Quadro 12,

é o cofinanciamento público das rodadas de negócios temáticas. Sun *et al.* (2025) e Hünermund *et al.* (2026) identifica iniciativas governamentais cofinanciadas como um dos tipos de suporte em parcerias de pesquisa universidade-indústria. São iniciativas colaborativas de financiamento baseadas em subsídios governamentais para apoiar essas parcerias, com aporte de recursos em conjunto com empresas, universidades e entidades de fomento. Em primeiro lugar, a empresa do parque industrial define uma necessidade industrial prioritária voltada à economia circular, a exemplo do reaproveitamento do lodo de ETA, que ainda carece de tecnologias adequadas. Em seguida, estruturam-se projetos de pesquisa, com metas de prova de conceito, com a atuação do setor de inovação de universidade federal (S8). Esses projetos são avaliados e aqueles mais promissores avançam para desenvolvimento e teste, com financiamento.

Esse financiamento é parcialmente subsidiado pela secretaria de desenvolvimento econômico (S9), especialmente na fase inicial. Em fases posteriores, a depender do sucesso dos projetos de pesquisa, outros atores podem aderir ao financiamento, como entidades de fomento à pesquisa e entidades industriais. Apenas os projetos que atingirem entregas mínimas avançam para fases mais robustas, com cofinanciamento empresarial, teste industrial e, se for o caso, transferência tecnológica. O cofinanciamento por estágios reduz o risco de aportes iniciais incertos pela empresa do parque industrial e permite o incentivo ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras voltadas ao reaproveitamento de resíduos.

Os recursos e capacidades de S8 incluem escritório de projetos, rodadas de negócios, plataforma de conexões com laboratórios cadastrados, experiência em aproximar demandas da indústria de competências acadêmicas, transferência de tecnologia e busca de entidades de fomento, a fim de atrair pesquisadores potenciais para adesão a projetos de pesquisa. Os recursos e capacidades de S9 incluem subvenções econômicas orientadas a projetos de inovação industrial sustentável, articulação com atores institucionais e apoio de agências de desenvolvimento. A empresa do parque industrial engaja S8 a partir da consolidação de seu papel como intermediário efetivo entre universidade e mercado, ampliando projetos, contratos, bolsas e resultados de inovação. A empresa do parque industrial engaja S9 a partir de sua atuação como indutor do desenvolvimento produtivo sustentável e competitivo, apoiando projetos alinhados à transição energética, reutilização de resíduos e inovação industrial.

A solução proposta para a oportunidade de melhoria de desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos a serem utilizados no coprocessamento, cujas barreiras impeditivas são ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs, alta umidade do lodo de ETA e impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação, vai ao encontro da solução anterior. As barreiras indicam ausência de tecnologias adequadas para

reaproveitamento do lodo. S2 e S3 comentam que não há espaço disponível para instalação de infraestrutura de grande porte apta a fazer esse reaproveitamento, e que soluções devem ser de fácil manutenção e operação pelas comunidades responsáveis pelo gerenciamento. Além disso, reportam que lodo de ETA ainda necessita de pesquisas mais aprofundadas para viabilizar modelos de negócio.

Dessa forma, a solução mais adequada, conforme Quadro 12, é promover pesquisas que proporcionem o desenvolvimento de tecnologias adequadas às restrições apontadas ao reaproveitamento de lodo. Assim, a solução anterior incorpora a empresa de água e esgoto (S2 e S3) para auxiliar no atendimento às necessidades industriais prioritárias voltadas à economia circular, com foco específico em soluções voltadas ao reaproveitamento do lodo.

Quadro 12 – Mecanismos de engajamento para superação das barreiras “ausência de fomento para pesquisas”, “ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs”, “alta umidade do lodo de ETA” e “impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação”.

Oportunidade de melhoria
Fortalecimento e ampliação do ecossistema de inovação para desenvolvimento de múltiplos projetos
Desenvolvimento de novas biomassas ou resíduos orgânicos a serem utilizados no coprocessamento
Barreira impeditiva
Ausência de fomento para pesquisas
Ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs
Alta umidade do lodo de ETA
Impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação
Solução proposta
Cofinanciamento público das rodadas de negócios temáticas (Sun <i>et al.</i> ., 2025; Hünermund <i>et al.</i> ., 2026)
Stakeholders envolvidos
S8, S9 e S2/S3
Recursos e capacidades dos stakeholders
S8: escritório de projetos, rodadas de negócios, plataforma de conexões com laboratórios cadastrados, experiência em aproximar demandas da indústria de competências acadêmicas, transferência de tecnologia e busca de entidades de fomento
S9: subvenções econômicas orientadas a projetos de inovação industrial sustentável, articulação com atores institucionais e apoio de agências de desenvolvimento
S2/S3: expertise sobre o lodo, geração contínua de lodo, centro de reúso, prospecção de parceiros e fomento à inovação através de editais, convênios, plataformas de ideias e programas de inovação
Mecanismos de engajamento da empresa do parque industrial para os stakeholders envolvidos
S8: consolidação de seu papel como intermediário efetivo entre universidade e mercado, ampliando projetos, contratos, bolsas e resultados de inovação
S9: atuação como indutor do desenvolvimento produtivo sustentável e competitivo, apoiando projetos alinhados à transição energética, reutilização de resíduos e inovação industrial
S2/S3: ganho econômico tanto com a redução da destinação de lodo a aterros quanto pela venda do resíduo valorizado a empresas aptas a utilizarem-no

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Os recursos e capacidades de S2 e S3 incluem expertise técnica sobre o resíduo, geração contínua de lodo com escala operacional, centro de reúso para testes de soluções em economia circular, prospecção de parceiros e fomento à inovação através de instrumentos como editais, convênios, plataformas de ideias e programas de inovação. A empresa do parque industrial engaja S2 e S3 nessa solução a partir do ganho econômico tanto com a redução da destinação de lodo a aterros quanto pela venda do resíduo valorizado a empresas aptas a utilizarem-no.

Essas soluções, amparadas por mecanismos de engajamento, permitem superar as barreiras impeditivas e mobilizar stakeholders em uma plataforma multistakeholder orientada à economia circular.

5 DISCUSSÃO

Considerando o diagnóstico realizado, em que práticas, dificuldades e oportunidades de melhoria foram identificadas, a empresa do parque industrial sob estudo encontra-se no nível Exploratório do modelo de maturidade proposto por Uhrenholt *et al.* (2022). O Quadro 3 descreve um conjunto de práticas exploratórias porque mostra que a organização em estudo possui iniciativas circulares, mas ainda de forma parcial, experimental e heterogênea, com diferentes frentes ocorrendo em paralelo. Práticas como a consolidação em andamento de dados de resíduos via planilhas e Power BI para identificar fluxos relevantes de resíduos orgânicos, a aquisição de triturador de orgânicos para uma rota de coprocessamento ainda em implementação, o uso de talo agroindustrial como combustível alternativo em escala piloto e a busca por parceiros de negócios para desenvolvimento de inovações reforçam esse contexto. A empresa ainda está em fase de teste de rotas e soluções, aprendendo o que é viável técnica e operacionalmente, sem escaloná-las e incorporá-las às suas operações, iniciativa típica do nível Sistemático.

A dimensão de aprendizado com apoio de parceiros externos pontuais também aparece no diagnóstico por meio de articulações externas específicas, mas ainda não plenamente estruturadas como um ecossistema maduro e estável. A parceria com uma cooperativa de recicláveis e o programa de elevação de escolaridade para catadores ilustram o uso de atores externos para viabilizar práticas de destinação e criar capacidade institucional no entorno, ao mesmo tempo em que a coordenação de espaços de diálogo com as comunidades locais e a atuação em comitês nacionais indicam iniciativas de governança e alinhamento institucional ainda em consolidação, visto que esses arranjos ainda são vulneráveis a limitações de capacidade, coordenação e continuidade. Os conflitos com operações otimizadas para a lógica linear surgem a partir das dificuldades enfrentadas, como unidades em estágios diferentes de consolidação de dados para dar visibilidade a oportunidades de reaproveitamento, limitações físicas das centrais de resíduos que geram perdas de recicláveis para intempéries, a variação do preço da energia do mercado impactando o custo-benefício da autogeração e o custo do tratamento para aproveitamento produtivo da água da chuva.

Essas dificuldades demonstram que, embora a organização teste alternativas circulares, o sistema existente de infraestrutura, rotinas, competências, critérios econômicos e cadeias de suprimentos ainda impõe custos e complexidades que impedem sua evolução para estágios mais maduros em economia circular. As oportunidades de melhoria identificadas, como aquelas voltadas à informatização da gestão de resíduos, à qualificação e melhoria de infraestrutura de

cooperativas, à formação e à atração de parcerias de longo prazo para oferta de insumos estratégicos por meio de simbioses industriais e ao fortalecimento do ecossistema de inovação, funcionam como uma agenda para superar as limitações do nível Exploratório e avançar para estágios mais maduros no modelo, de forma a criar condições para reduzir a inércia organizacional e converter os processos de aprendizado e as iniciativas piloto em práticas mais sistêmicas e menos conflitantes com a operação linear.

De acordo com Uhrenholt *et al.* (2022), a transição do modelo linear para o modelo circular é apresentada como uma mudança no que se constitui como vantagem competitiva para a organização, visto que é necessário alterar recursos e capacidades para sustentá-la. A transição das organizações “legacy”, ou seja, aquelas que permanecem estruturadas sob a lógica linear, como é o caso da empresa sob estudo, é mais desafiadora porque recursos e capacidades que antes geravam vantagem competitiva pela lógica linear podem se tornar desafios complexos que exigem redesenho organizacional para adequação aos princípios circulares, diferentemente de organizações “born circular”, que foram concebidas desde a origem para operar segundo a lógica circular.

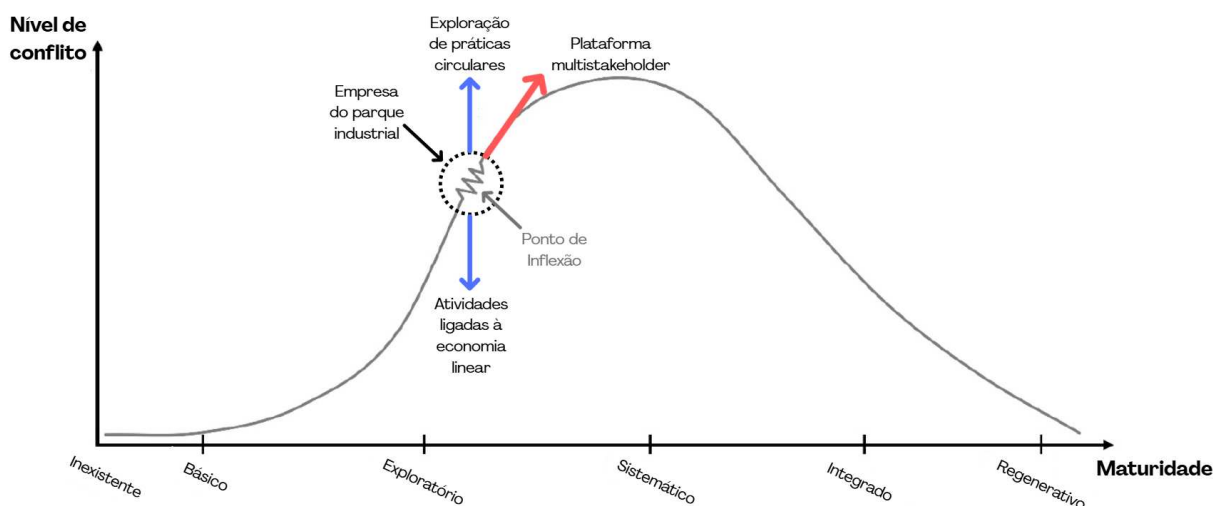
Ao iniciar essa transformação, organizações “legacy” enfrentam um dilema de ambidestria, pois precisam equilibrar a continuidade das atividades ligadas à economia linear com a concomitante exploração do potencial da economia circular. Essa ambidestria é descrita como paradoxal, tendo em vista que exige estruturas, processos e estratégias diferentes para exploração e para execução. À medida que as organizações avançam em seu nível de maturidade em economia circular, especialmente quando as iniciativas exploratórias precisam ser convertidas em execução sistemática, surge um ponto de inflexão entre os princípios da economia linear e as atividades orientadas pela economia circular que pode ocasionar um estado de inércia organizacional, gerando *trade-offs* (escolha de uma opção em detrimento de outra) entre métricas de sustentabilidade e métricas de desempenho operacional.

Para superar esse ponto de inflexão, Teixeira (2025) aponta para o uso de modelos de colaboração, como plataformas de envolvimento de stakeholders, que permitem a criação de sinergias entre diferentes atores, visto que a governança para transição do modelo linear para o circular envolve um conjunto de atores e exige coordenação entre diferentes níveis para adaptação e reconfiguração de recursos e estruturas postas. Na Figura 4, é possível visualizar esse cenário, em que o eixo x do gráfico representa o desenvolvimento de maturidade circular de organizações “legacy” e o eixo y representa o nível de conflito esperado em cada estágio de maturidade. Em uma analogia aos conceitos da Física, a empresa do parque industrial é como um corpo sobre o qual atuam forças institucionais.

As setas azuis, apontando em direções opostas, representam duas forças de sentido contrário que atuam simultaneamente em organizações “legacy” que se encontram no nível Exploratório de maturidade em economia circular: de um lado, a força que puxa a empresa para continuar as atividades ligadas à economia linear, como rotinas, processos, indicadores e investimentos já otimizados para o modelo vigente; do outro, a força que a puxa para a exploração de práticas circulares, como projetos-piloto, testes de soluções alternativas e novos arranjos organizacionais. A resultante dessas duas forças pode ser nula, ocasionando um estado de equilíbrio em inércia, conforme postulado por Uhrenholt *et al.* (2022). Ou seja, ao mesmo tempo em que a empresa desenvolve mecanismos para avançar na maturidade circular, o atrito organizacional de sua estrutura concebida como linear puxa-a em sentido contrário com força equivalente, de forma que, enquanto a força que empurra a organização para a circularidade não ultrapassar esse atrito linear, o sistema tende a permanecer no nível Exploratório.

A seta vermelha representa a força adicional necessária para quebrar o equilíbrio de forças e produzir uma resultante diferente de zero na direção de níveis mais elevados de maturidade. A plataforma multistakeholder é a força extra que precisa ser aplicada na empresa do parque industrial para superar o atrito organizacional linear e gerar aceleração para permitir que a empresa avance para os níveis Sistemático, Integrado e Regenerativo. Ao gerar movimento por meio da plataforma multistakeholder, a organização atravessa a região do ponto de inflexão e começa a reconfigurar seu sistema, reduzindo gradualmente o conflito conforme avança na maturidade. O nível de conflito tende a ser reduzido, visto que as estruturas lineares de todos os stakeholders envolvidos na PMS também serão modificadas pela força resultante da ação da plataforma.

Figura 4 – Nível de maturidade em economia circular da empresa do parque industrial.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026), com base em Uhrenholt *et al.* (2022).

A plataforma multistakeholder apresentada na Figura 4 seria constituída pelos stakeholders identificados no Quadro 4, que representam os atores necessários para auxiliar a empresa do parque industrial a executar as oportunidades de melhoria que a permitiriam superar a inércia do ponto de inflexão. A técnica de amostragem intencional identificou nove stakeholders capazes de apoiar a implementação das oportunidades de melhoria: três empresas de consultoria, um órgão governamental, dois setores de uma universidade federal, duas empresas privadas e 1 empresa pública, contemplando diversos setores socioeconômicos. Entretanto, a inserção desses stakeholders nessa plataforma enfrenta diversas barreiras para sua efetivação, conforme Quadro 6. Para cada stakeholder, foram identificadas barreiras que tanto impedem quanto limitam sua mobilização no processo de implementação das oportunidades. No total, foram identificadas 33 barreiras, das quais 10 efetivamente impedem a mobilização dos stakeholders, ou seja, sua presença no sistema bloqueia o desenvolvimento de iniciativas circulares desde o início. Essas 10 barreiras impeditivas podem ser classificadas conforme Quadro 7.

Quadro 13 – Classificação das barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders.

Barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders	Classificação das barreiras	Referências
Alto custo do serviço (S4)	Financeira	Sellitto <i>et al.</i> (2021)
Dificuldades estruturais das cooperativas (S5)	Tecnológica	Feldman <i>et al.</i> (2024)
Alto custo de produção do CDR (S6)	Financeira	Sellitto <i>et al.</i> (2021)
Ausência de base de compradores de CDR (S6)	Mercado	Frishammar <i>et al.</i> (2025)
Necessidade de captar recursos financeiros para aquisição de infraestrutura adicional (S1)	Financeira	Sellitto <i>et al.</i> (2021)
Escassez de mão de obra rural (S1)	Sociocultural	Assmann <i>et al.</i> (2023)
Ausência de fomento para pesquisas (S8)	Financeira	Sellitto <i>et al.</i> (2021)
Ausência de sistema de tratamento de lodo na maioria das ETAs (S2/S3)	Tecnológica	Feldman <i>et al.</i> (2024)
Alta umidade do lodo de ETA (S2/S3)	Tecnológica	Feldman <i>et al.</i> (2024)
Impossibilidade de coleta de lodo em lagoas de maturação (S2/S3)	Tecnológica	Feldman <i>et al.</i> (2024)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O Quadro 7 mostra que as barreiras que limitam a mobilização dos stakeholders se concentram principalmente nas dimensões tecnológica e financeira, indicando que o engajamento dos stakeholders é majoritariamente restringido por questões técnicas. As barreiras tecnológicas revelam limitações operacionais que dificultam a organização de fluxos circulares. Feldman *et al.* (2024) entendem as barreiras tecnológicas como a combinação entre falta de

tecnologia adequada, ausência de conhecimento técnico consolidado e insuficiência de métodos eficazes de coleta, triagem e tratamento de resíduos, de forma que a economia circular depende de capacidade técnica e tecnológica para identificar, recuperar, processar e requalificar materiais de forma consistente. As barreiras financeiras evidenciam que a mobilização também depende de capacidade de investimento. Sellitto *et al.* (2021) mostram que as barreiras financeiras na simbiose industrial se concentram em custos excessivos de processamento e de logística, que podem limitar o retorno econômico da troca de subprodutos, tornar certas relações desequilibradas e até redirecionar materiais para usos de menor valor.

De forma complementar, a ausência de base de compradores de CDR evidencia uma limitação de mercado. Frishammar *et al.* (2025) discutem que as barreiras de mercado se tornam mais visíveis quando a empresa tenta sair da escala piloto para mercados mais amplos, especialmente devido à heterogeneidade dos mercados e à incerteza sobre a monetização da solução circular. A escassez de mão de obra rural aponta um entrave sociocultural. Assmann *et al.* (2023) demonstram que a adoção de modelos de negócio circulares depende de disposições culturais em múltiplos níveis, incluindo aqueles relacionados a questões sociais. Os autores evidenciam que, se a sociedade percebe determinadas tarefas como sendo de menor prestígio ou de maior risco, corre-se o risco de enfraquecer estruturas que permitem o desenvolvimento de soluções circulares.

Para superar essas barreiras, é necessário desenvolver mecanismos de engajamento de stakeholders, com o objetivo de promover mudanças estruturais por meio da resolução colaborativa desses problemas (Oberholzer; Sachs, 2023). Os mecanismos de engajamento para sua mobilização foram propostos na seção 4.4 a partir de soluções propostas entre os stakeholders para superar as barreiras impeditivas, de forma ajustada ao perfil de cada um deles e ao tipo de recurso ou valor que cada um oferece na relação. Foram propostas 6 soluções para as 10 barreiras identificadas, em que cada solução apresenta um conjunto de mecanismos de engajamento específicos para os stakeholders envolvidos na solução.

Os Quadros 7 a 12, analisados em conjunto com as oportunidades de melhoria do Quadro 4, apresenta os elementos do engajamento circular de stakeholders para viabilizar a transição para a economia circular, incluindo quem são os stakeholders relevantes, quais são os focos e quais são as abordagens de engajamento adotadas, conforme proposto por Fobbe e Hilletoft (2022): com quem a empresa do parque industrial deve se engajar para superar as barreiras, que representam as práticas de extensão do engajamento circular; quais os motivos para esse engajamento acontecer, que representam as práticas de expansão do engajamento circular; e como esse engajamento deve ocorrer, que representam as práticas de elevação do

engajamento circular.

As práticas de extensão, expansão e elevação do engajamento circular de Fobbe e Hilletoft (2022) estão contidas no componente pragmático do engajamento de stakeholders de Kujala *et al.* (2022), que, na interseção da economia circular analisada por Oberholzer e Sachs (2023), tem papel fundamental na ativação da participação inclusiva dos stakeholders e no fortalecimento de suas capacidades para permitir o desenvolvimento de práticas de economia circular, aumentando seu envolvimento em redes circulares. As estratégias para engajar stakeholders podem incluir programas de formação conjunta, parcerias estratégicas, incentivos econômicos e diálogos com governos e órgãos reguladores (Salvioni; Almici, 2020). Tleuken *et al.* (2025) afirmam que o processo de engajamento deve levar em consideração as motivações que moldam a disposição dos stakeholders em participar de iniciativas como uma plataforma multistakeholder, corroborando a necessidade da inclusão de práticas de expansão no engajamento circular.

Fobbe e Hilletoft (2022) apontam para a necessidade de pesquisas sobre como estruturar esse engajamento para viabilizar a economia circular nas práticas organizacionais e ao longo das cadeias de suprimentos. Esses autores mencionam o exemplo de engajamento com empresas de gestão de resíduos, como S6, com o objetivo de aumentar o potencial de circularidade de produtos a fim de cocriar soluções mais circulares, reduzir o descarte e aumentar a reutilização. Os autores também apontam para o engajamento de startups, consultorias e instituições acadêmicas, como S1, S4, S5, S7 e S8, reconhecendo o papel central desses stakeholders na introdução de ideias inovadoras, na comunicação de melhores práticas de reciclagem e na construção de conhecimento sobre aspectos circulares.

O governo, como S9, é responsável por remover barreiras regulatórias e oferecer subsídios, incentivos fiscais e financiamento para soluções inovadoras, criando um ambiente propício para a transição (Salvioni; Almici, 2020; Heikkinen *et al.*, 2023). A adoção da lógica de engajamento circular permite às empresas e seus stakeholders superarem o paradigma da economia linear, aumentando a sensibilidade dos stakeholders às questões de sustentabilidade, aprimorando a eficácia das interações em ambientes colaborativos e gerando co-criação de valor mutuamente benéfica e alinhada aos princípios da economia circular (Oberholzer; Sachs, 2023).

O engajamento de stakeholders, quando estruturado como uma rede, melhora a satisfação dos stakeholders e o sucesso de projetos complexos, como aquele voltado à transição sistêmica para a economia circular (Salvioni; Almici, 2020). O gerenciamento eficaz dos relacionamentos entre os stakeholders nessa rede é um fator crítico de sucesso para a implementação da EC (Heikkinen *et al.*, 2023). O engajamento de stakeholders no contexto do

estudo de caso analisado, onde prevalecem “vazios institucionais” e ausências de políticas públicas específicas para economia circular, é construído majoritariamente com base em consentimento voluntário de participação, estabelecimento de relações de confiança, compartilhamento de responsabilidades e assunção de compromissos com a sustentabilidade (Salvioni; Almici, 2020).

Por isso, uma atividade essencial para a implantação de uma PMS é a atuação dos orquestradores ou facilitadores. Eles possuem o papel de coordenar as interações entre os stakeholders da plataforma, equilibrando suas necessidades individuais com os objetivos da PMS como um todo (Oberholzer; Sachs, 2023). Os facilitadores, que podem ser governos locais, associações empresariais, universidades ou empresas privadas, são encarregados de atividades como networking, organização de eventos, alinhamento de interesses, captação de recursos e compartilhamento de conhecimentos dentro da PMS, estimulando conexões de tal forma que stakeholders de múltiplos setores e níveis organizacionais encontrem oportunidades de colaboração em redes de simbiose industrial e atuem para superar desafios como desconfiança entre os participantes, ausência de regulamentações adequadas e falta de informações técnicas necessárias para viabilizar as trocas de recursos (Mortensen; Kørnøv, 2019; Blomberg *et al.*, 2023; Katana *et al.*, 2024). A existência de facilitadores institucionais em plataformas multistakeholder também é essencial para fomentar a simbiose industrial (Tleuken *et al.*, 2025).

Mortensen e Kørnøv (2019) destacam o papel das associações empresariais como facilitadores na coordenação de plataformas multistakeholder, pois possuem expertise em coordenação de redes empresariais e são vistas como agentes implementadores da simbiose industrial, influenciando diretamente o contexto econômico e social onde operam, além de participarem de processos colaborativos com atores locais e, em alguns casos, de financiarem infraestrutura para a instalação de redes de simbiose. Essas associações também contribuem com amplo conhecimento sobre as empresas envolvidas e podem fomentar interações positivas entre os membros, governo e sociedade, emergindo como facilitadores adequados porque possuem capacidade de mobilização organizacional e disseminam maior grau de confiança, aspectos considerados essenciais na economia circular. No contexto do parque industrial onde a empresa objeto de estudo deste trabalho está presente, identifica-se a presença de uma associação das empresas instaladas nesse parque, em que se sugere sua atuação como facilitador da plataforma multistakeholder proposta através desta pesquisa.

Os facilitadores também atuam na construção de relações sólidas de confiança entre os stakeholders e mediam desequilíbrios de poder, protegendo os interesses de grupos mais vulneráveis e assegurando que eles não sejam marginalizados nos processos decisórios, uma

vez que grupos mais fracos ou com menos recursos e habilidades de negociação frequentemente não conseguem se expressar ou ter sua voz ouvida no processo (ElDidi *et al.*, 2024). De acordo com Bal *et al.* (2013), cada stakeholder possui interesses específicos, o que pode gerar prioridades divergentes e conflitos decorrentes de diferenças nas metas, expectativas e normas culturais. Esses efeitos negativos podem ser tanto não intencionais, resultantes de erros, desalinhamento, má conduta ou ignorância, quanto intencionais, quando organizações ou indivíduos são movidos por má-fé ou atuam na busca de vantagens pessoais (Kujala *et al.*, 2022).

Laczko *et al.* (2019) defendem a necessidade de um facilitador no desenvolvimento de plataformas multistakeholder para orquestrar interações entre eles. Embora haja conflitos de interesse entre stakeholders, também existem interesses conjuntos e sobrepostos, sendo papel do facilitador identificar, reforçar e aproveitar esses interesses compartilhados ao longo do tempo para sustentar a proposta de valor da plataforma. A orquestração de redes permite que o envolvimento e o comprometimento entre stakeholders e o facilitador atinjam níveis máximos, processo chamado de “aderência à plataforma” (*platform stickiness*). Nessa lógica, o facilitador deve transformar stakeholders passivos em stakeholders ativos e comprometidos com o objetivo geral da PMS na qual participam, desempenhando um papel ativo na atração e retenção de stakeholders, permitindo que a plataforma evolua continuamente como resultado das ações, dos relacionamentos e das interações entre o facilitador, a empresa do parque industrial e seus stakeholders, assim como entre os stakeholders.

Plataformas multistakeholders são ambientes deliberadamente criados para que stakeholders interdependentes se engajem na resolução de conflitos, negociação, aprendizado social e ação coletiva (Mohammed *et al.*, 2025). Essa ação coletiva é baseada em um engajamento relacional, em que stakeholders superam interesses individuais e se unem para construir normas de governança comuns e infraestrutura institucional para compartilhar recursos privados (Albareda; Kimpimäki, 2023). Diferentes formas de governança, definidas como o conjunto de regras que organiza interações entre stakeholders, podem ser implementadas em plataformas multistakeholders. Boas estruturas e práticas de governança podem habilitar a economia circular ou remover barreiras à sua implementação (Minoja; Romano, 2024).

A capacidade de gerenciar o engajamento dos stakeholders também varia de acordo com a estrutura do ecossistema (Kaipainen *et al.*, 2023). A governança do tipo policêntrica é relevante quando os desafios, tais como as mudanças climáticas e a degradação dos recursos naturais, e as soluções de sustentabilidade, como a economia circular, são conhecidos, mas a inação persiste por fricções sistêmicas, a exemplo do ponto de inflexão da Figura 4. A

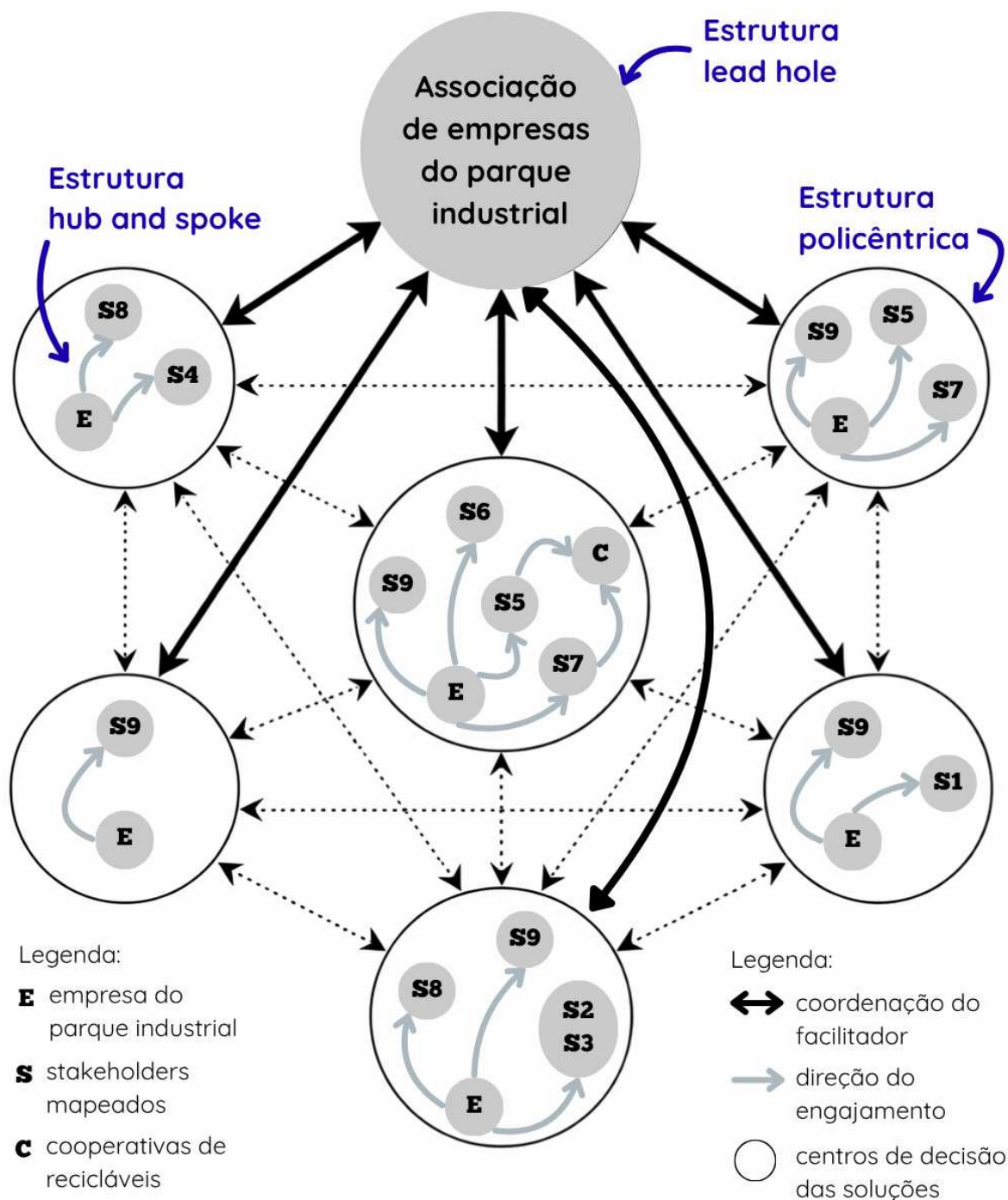
governança policêntrica é definida como um sistema interconectado em que atores de múltiplos setores coordenam ações coletivas e desenvolvem estruturas para o compartilhamento de recursos, promovendo uma ordem emergente voltada para objetivos coletivos (Patala *et al.*, 2022). Esse conceito pressupõe múltiplos centros de decisão que operam com autonomia, mas dentro de uma estrutura que permite uma coordenação abrangente (ElDidi *et al.*, 2024).

Essa coordenação abrangente pode ser executada por meio de uma estrutura “lead role”, em que há a proeminência de uma liderança dentro da estrutura de governança sem superioridade formal absoluta sobre os demais, que assume o papel de facilitador na tomada de decisão e na negociação entre múltiplos atores com papéis distintos e pertencentes a diferentes organizações e cadeias (Minoja; Romano, 2024). De acordo com esses autores, a estrutura “shared governance” (governança compartilhada) pode ser menos utilizada nesses contextos devido ao esforço necessário para ouvir todos e chegar a uma vontade comum. Os múltiplos centros de decisão que operam na governança policêntrica podem ser implementados com a estrutura “hub-and-spoke”, em que relações entre dois stakeholders específicos podem ser definidas por contratos e acordos individuais a fim de negociar condições e acessar recursos para a economia circular (Minoja; Romano, 2024).

A partir dessas discussões, propõe-se a estrutura de governança da plataforma multistakeholder orientada à economia circular decorrente da fase de Realização do modelo de ação coletiva, conforme Figura 5. A partir das relações entre stakeholders propostas na seção 4.4, é possível propor uma estrutura de rede em que esses atores estão interconectados entre si sob três estruturas de governança: “lead hole”, pela presença do facilitador, representado pela associação empresarial do parque industrial onde a empresa objeto de estudo está inserida, conforme sugerido; policêntrica, pelas várias estruturas de decisão, em que cada uma corresponde ao desenvolvimento de uma solução conjunta proposta na seção 4.4 (seis centros de decisão por terem sido propostas seis soluções, conforme Quadros 7 a 12); e “hub-and-spoke”, que coordena cada conjunto de stakeholders atrelado a um centro de decisão. Schultz *et al.* (2023) observam que diferentes modos de governança orientados aos stakeholders são necessários para orquestrar colaborações em ecossistemas circulares.

A Figura 5 mostra a representação estrutural da plataforma multistakeholder derivada dos dados dessa pesquisa para viabilizar a saída do ponto de inflexão da empresa do parque industrial em direção ao nível Sistemático do modelo de maturidade circular, em que os centros de decisão contêm as estratégias de engajamento que possibilitam a inclusão e a participação dos stakeholders na rede.

Figura 5 – Estrutura de governança da plataforma multistakeholder orientada à economia circular relacionada à fase de Realização do modelo de ação coletiva.



Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

Embora o modelo de ação coletiva proposto na Figura 3 apresente caráter cíclico e contínuo, a estrutura de governança da plataforma multistakeholder não tende, em regra, a sofrer alterações em sua lógica organizacional a cada novo ciclo do modelo. Isso ocorre porque a recorrência do modelo está associada à reaplicação de suas etapas para o tratamento de novos

problemas ou para o acompanhamento de soluções em desenvolvimento, e não à reformulação da arquitetura de sua governança.

Nesse contexto, o principal parâmetro suscetível de alteração ao longo dos ciclos é o número de centros de decisão da plataforma. Tal variação depende da dinâmica concreta dos problemas enfrentados e dos atores necessários para sua resolução. Quando novos problemas demandam recursos ou capacidades não contemplados pelos participantes envolvidos, novos stakeholders podem ser incorporados, ampliando os centros de decisão e, conseqüentemente, a capilaridade da plataforma. Em sentido inverso, quando determinadas soluções são concluídas ou deixam de demandar articulação específica, alguns centros de decisão podem ser desmobilizados, sem que isso implique mudança na estrutura de governança em si, de forma que esse processo ocorre até o alcance do nível Regenerativo de maturidade em economia circular.

Blomsma (2018) afirma que os modelos de ação coletiva criam uma “receita de ação”, funcionando como instrumentos que ajudam organizações a liberarem recursos e a articularem estratégias para promover as mudanças necessárias para atingir um determinado objetivo. Esses modelos fornecem uma justificativa para o engajamento de stakeholders em ações coletivas voltadas à mudança do paradigma linear, fazendo com que um conjunto relevante e específico de atores que operam em múltiplos níveis entendam por que devem agir e se movam “da plateia para as barricadas” (Benford; Snow, 2000), ou seja, de uma posição passiva para um engajamento ativo em solucionar problemas relacionados à transição para a economia circular.

O modelo de ação coletiva proposto na Figura 3 se apresenta como um instrumento útil para guiar organizações “legacy” na adoção de plataformas multistakeholder que as auxiliem na superação do ponto de inflexão do nível Exploratório de maturidade em economia circular (Uhrenholt *et al.*, 2022). Esse modelo parte da delimitação do problema, avança para seu diagnóstico e prognóstico, incorpora a motivação dos atores, reconhece as restrições ao engajamento, identifica mecanismos de participação e culmina na formalização de uma plataforma multistakeholder orientada à economia circular com uma estrutura de governança definida. Com base nesse instrumento, a fase de Delimitação propõe que o processo se inicie pela identificação de um assunto importante, como o atual modelo de produção e consumo (Lieder; Rashid, 2016), sua problematização, como a exploração dos recursos naturais e o não aproveitamento de resíduos (Abu-Bakar; Charnley, 2024), e a afirmação de que o problema pode ser solucionado, através da economia circular (Kirchherr *et al.*, 2023).

À luz dos resultados empíricos apresentados, a fase de Elaboração (Benford; Snow, 2000; Blomsma, 2018), constituída nas etapas de diagnóstico e prognóstico, se articula diretamente

com os achados dos objetivos específicos 1 e 2. Através do Quadro 3, o diagnóstico revela os motivos que contribuem para o problema de exploração dos recursos naturais e de não aproveitamento de resíduos: embora existam práticas de economia circular sendo executadas, elas apresentam fragmentação na sua execução, na limitação de escala, na baixa integração entre fluxos de resíduos, na insuficiência de infraestrutura e na dificuldade de consolidar cadeias mais amplas de circularidade. O prognóstico sugere um conjunto de soluções apropriadas a esses problemas, vinculando-se às oportunidades de melhoria identificadas no Quadro 3, que permitem organizar uma agenda concreta de intervenção para solucionar ou atenuar as dificuldades encontradas.

A fase de Motivação (Benford; Snow, 2000; Blomsma, 2018) se articula com o objetivo específico 3 ao mapear stakeholders que devem agir para solucionar os problemas, apresentados no Quadro 4, que aponta os atores adequados para auxiliar na implementação das oportunidades de melhoria. O Quadro 5 apresenta os recursos e capacidades institucionais dos stakeholders, apresentando evidências dos motivos pelos quais eles foram inseridos como parte da solução, e demonstra que cada ator possui competências, recursos, legitimidade ou posição estratégica para desempenhar um papel específico na viabilização das oportunidades de melhoria.

Entretanto, a adesão dos stakeholders à implementação das oportunidades de melhoria vem acompanhada de barreiras que impedem ou limitam sua efetiva participação. Dessa forma, a inclusão da etapa de Restrição, através de Wan (2025), Nguyen *et al.* (2025) e Prisco *et al.* (2026), propõe-se a identificar e avaliar esses obstáculos, vinculando-se ao objetivo específico 4, cujos resultados são apresentados no Quadro 6. A variedade de barreiras identificadas mostra que a implementação das oportunidades propostas não depende apenas de conectar atores, mas de reconhecer previamente os fatores que podem desmobilizá-los, desalinhar incentivos ou interromper a cooperação. As barreiras foram avaliadas entre aquelas que limitam ou impedem a mobilização dos stakeholders, de forma que apenas aquelas que limitam foram abordadas na fase seguinte, uma vez que apenas essas efetivamente bloqueiam a mobilização dos stakeholders, para as quais os mecanismos de engajamento foram propostos.

Na sequência, a etapa de Participação do modelo, inserida a partir da análise de Avellán *et al.* (2022), Baranova (2022), van Bruggen *et al.* (2022), Tessitore *et al.* (2023) e Kahupi *et al.* (2024), propõe o estabelecimento dos mecanismos de engajamento que permitam o efetivo envolvimento dos stakeholders, vinculando-se ao objetivo específico 5, e as soluções propostas na seção 4.4 mostram que esses mecanismos são concretos, relacionais e de acordo com os recursos e capacidades dos stakeholders, segundo ElDidi *et al.* (2024). A participação efetiva dos stakeholders não decorre automaticamente com sua mera presença na plataforma, mas de

mecanismos que criem relações de confiança e benefícios, econômicos, institucionais ou ambientais, para os atores envolvidos.

A última fase do modelo, de Realização, inserida a partir da análise de Meath *et al.* (2022), Cramer (2023), Schultz *et al.* (2023), Andriamanantena *et al.* (2025) e Agrawal *et al.* (2026), permite a implantação de uma plataforma multistakeholder orientada à economia circular. A Figura 5 apresenta a estrutura de governança dessa plataforma, representando visualmente um arranjo institucional em que soluções, stakeholders e mecanismos de engajamento se combinam para viabilizar novas práticas de economia circular na empresa do parque industrial.

A configuração da plataforma confirma a lógica do modelo de ação coletiva proposto, que corresponde ao objetivo geral deste trabalho: a Delimitação permitiu problematizar a circularidade parcial do sistema; a Elaboração diagnosticou causas e transformou dificuldades em oportunidades; a Motivação atribuiu papéis, recursos e capacidades a stakeholders concretos; a Restrição revelou os fatores que podem bloquear sua mobilização; a Participação identificou dispositivos relacionais capazes de superar tais bloqueios; e a Realização se expressa na plataforma multistakeholder como espaço de coordenação capaz de articular fluxos de resíduos, conhecimento, inovação e apoio institucional. Dessa forma, compreendem-se os desafios enfrentados por stakeholders no processo de engajamento em uma plataforma multistakeholder para economia circular, ao mesmo tempo em que se entende em que extensão esse engajamento possibilita a superação de barreiras relacionadas à economia circular.

A implantação de uma plataforma multistakeholder para economia circular depende de um processo encadeado de construção coletiva do problema, da definição de soluções, da gestão de barreiras e da ativação de mecanismos específicos de engajamento, de forma a fazer com que organizações repensem de forma fundamental os fluxos de recursos, os modelos de negócio e as relações com seus stakeholders, sem os quais a circularidade plena das estruturas sociais e institucionais tenderia a permanecer na inércia.

6 CONCLUSÃO

As mudanças climáticas impulsionaram a formulação de políticas e instrumentos de descarbonização. Um desses instrumentos é a economia circular, apresentada como um modelo regenerativo que busca substituir a lógica linear de extração, produção e descarte por práticas de redução, reutilização, reciclagem e recuperação de materiais, dependente de capacidades organizacionais crescentes e de cooperação entre atores, embora sua implementação ainda enfrente diversos tipos de barreiras. As empresas têm papel central na transição para a economia circular, mas encontram dificuldades para converter princípios circulares em práticas concretas, especialmente por limitações no engajamento de stakeholders, que representam um mecanismo de ação coletiva. Diante disso, as plataformas multistakeholders surgem como arenas de ação coletiva capazes de reunir diferentes atores em espaços institucionais de diálogo, coordenação e governança para cocriar soluções, alinhar interesses e superar obstáculos à economia circular. Esta pesquisa propôs investigar em que medida o engajamento de stakeholders em uma dessas plataformas pode contribuir para superar barreiras relacionadas à economia circular. Para isso, adotou um estudo de caso único, com abordagem qualitativa, exploratória e indutiva, baseado em entrevistas semiestruturadas, análise de conteúdo e análise bibliográfica de literatura científica.

O diagnóstico realizado em uma empresa de um parque industrial analisou práticas de economia circular, dificuldades enfrentadas e oportunidades de melhoria. Na gestão de resíduos, a empresa apresenta avanços com coleta seletiva, uso de planilhas e Power BI, parceria com cooperativas, tratamento de resíduos orgânicos e autogeração de energia, mas ainda enfrenta limitações como controles manuais, baixa oferta de cooperativas aptas e dificuldades logísticas e operacionais. Na gestão hídrica, há iniciativas de captação de água da chuva e uso de água de reúso para irrigação. Na regularização ambiental, a empresa atua dentro de exigências normativas e apoia alguns parceiros, mas o avanço depende de interesse estratégico e da adesão voluntária de interessados. Em negócios circulares e inovação, destacam-se projetos voltados ao coprocessamento de resíduos, substituição de combustíveis fósseis, uso de biomassa e articulação institucional com governo e comunidade. Contudo, esses avanços ainda esbarram em barreiras como maturidade insuficiente da cadeia de suprimentos, dependência de proximidade geográfica e necessidade de viabilidade econômica de longo prazo. A partir desse diagnóstico, foram propostas oportunidades de melhoria voltadas sobretudo à informatização da gestão de resíduos, ao fortalecimento de cooperativas e à ampliação de parcerias e projetos de inovação circular.

Stakeholders da empresa do parque industrial capazes de apoiar a implementação das oportunidades de melhoria identificadas no diagnóstico foram mapeados através de amostragem intencional. Cada oportunidade foi associada a stakeholders com capacidades institucionais específicas, como empresas de tecnologia, consultorias socioambientais, universidades, órgãos públicos e empresas privadas de resíduos, saneamento, alimentos e bioenergia. Esses stakeholders foram selecionados por sua aptidão para contribuir com demandas como digitalização da gestão de resíduos, capacitação de catadores, fortalecimento de cooperativas, expansão de simbioses industriais, ampliação de projetos com resíduos agroindustriais e consolidação do ecossistema de inovação. Uma matriz de aderência que relaciona necessidades da empresa aos recursos disponíveis nesses atores e às capacidades que eles podem mobilizar também foi apresentada, demonstrando que o potencial de apoio dos stakeholders é diretamente relacionado às dificuldades enfrentadas pela empresa e às oportunidades de melhoria pretendidas e evidenciando quem pode contribuir, com quais recursos e de que forma.

As barreiras ao engajamento desses stakeholders foram identificadas e avaliadas entre as que impedem e as que apenas limitam a mobilização dos stakeholders para implementar as oportunidades de melhoria por, respectivamente, bloquearem diretamente a execução das iniciativas ou dificultarem ou reduzirem sua eficácia, priorizando-se as primeiras para resolução. A análise mostrou que essas barreiras envolvem custos elevados, limitações técnicas, ausência de infraestrutura, dificuldades regulatórias, fragilidades organizacionais, escassez de financiamento, problemas logísticos e entraves nas relações entre os atores. Entre os exemplos de barreiras impeditivas, estão o alto custo de sistemas informatizados, a fragilidade estrutural das cooperativas, o alto custo de produção do CDR e a ausência de compradores desse produto, a necessidade de captação de recursos financeiros, a escassez de mão de obra rural, a falta de fomento à pesquisa e obstáculos técnicos ao aproveitamento de lodos, as quais se concentram sobretudo nas dimensões tecnológica e financeira. Essa avaliação foi sustentada com base em literatura científica e evidências das entrevistas, tendo demonstrado porque determinadas barreiras bloqueiam e outras apenas restringem a ação dos stakeholders.

Foram propostas soluções para superar as barreiras impeditivas, com base em mecanismos de engajamento ajustados ao perfil dos stakeholders e aos benefícios esperados por cada um deles. Foram propostas seis soluções, voltadas à superação das barreiras que impedem a mobilização dos stakeholders para implementar oportunidades de melhoria em economia circular. Essas soluções incorporam mecanismos de engajamento direcionados pela empresa do parque industrial aos stakeholders envolvidos em cada solução. Tais mecanismos

foram estruturados a partir dos benefícios que cada ator pode obter ao participar, o que permite alinhar interesses e ampliar a disposição para cooperação, evidenciando que a mobilização dos stakeholders depende de soluções ancoradas em benefícios mútuos e de uma atuação intencional da empresa na coordenação dessas relações.

Os resultados das etapas anteriores serviram de base para a proposição de uma estrutura de governança para a plataforma multistakeholder, a qual é organizada com a presença de um facilitador, múltiplos centros de decisão e relações coordenadas entre os atores envolvidos nas soluções. Essa plataforma mostra como stakeholders, soluções e estratégias de engajamento se articulam em rede, sendo apresentada como a força adicional necessária para romper a inércia organizacional presente no ponto de inflexão do nível Exploratório, no qual práticas circulares ainda não conseguem se consolidar plenamente nas rotinas, estruturas e cadeias da empresa, e impulsionar a transição para níveis mais altos de maturidade em economia circular.

Como contribuição teórica, este trabalho propôs um modelo de ação coletiva articulado em etapas sucessivas e cíclicas voltado à implementação de uma plataforma multistakeholder capaz de sustentar mudanças organizacionais coletivas e apoiar a transição para a economia circular. Para isso, propôs-se a ampliação do modelo de ação coletiva, com a inclusão das fases de Restrição, Participação e Realização, que conectam diagnóstico e mobilização a superação de barreiras, engajamento e governança, a fim de fornecer os elementos necessários para a implementação efetiva dessa PMS. A justificativa dessa contribuição teórica está relacionada especialmente à carência de modelos que expliquem como estruturar esse engajamento como uma ação coletiva em contextos de transição circular. A contribuição gerencial desta pesquisa reside em oferecer aos gestores um caminho analítico e operacional para conduzir a transição da economia linear para a economia circular de forma mais coordenada, ao permitir diagnosticar o estágio de maturidade circular da organização por meio da identificação de práticas em curso, dificuldades e oportunidades de melhoria, priorizar barreiras críticas ao distinguir aquelas que impedem daquelas que apenas limitam a mobilização de stakeholders e orientar a tomada de decisão sobre onde agir primeiro. Além disso, evidencia-se o engajamento de stakeholders como uma prática gerencial estratégica e intencional, fornecendo critérios para definir com quem a empresa deve se engajar, por quais motivos e por meio de quais mecanismos.

Como limitações, esta pesquisa apresenta uma amostra reduzida de entrevistados, tanto no diagnóstico organizacional quanto no mapeamento de stakeholders, o que restringe a amplitude empírica dos achados frente à proposição de um modelo teórico, embora seja compatível com a lógica exploratória e qualitativa de um estudo de caso único. A impossibilidade de realização de visitas de campo à empresa do parque industrial também

limitou a construção de um diagnóstico mais aprofundado sobre rotinas, fluxos operacionais, interações presenciais e condições materiais associadas às práticas de economia circular, fazendo com que a análise dependesse predominantemente dos relatos dos entrevistados, o que pode fazer com que os resultados sejam afetados por vieses, embora tenham sido apresentadas justificativas plausíveis na metodologia que atenuem esse problema. Soma-se a isso o fato de que a classificação das barreiras em impeditivas ou limitantes envolve certo grau de ambiguidade analítica, uma vez que a própria literatura científica não oferece critérios totalmente consolidados e reconhece que os efeitos das barreiras variam conforme o contexto organizacional, territorial, tecnológico e institucional em que estão inseridas. Desse modo, uma mesma barreira pode assumir caráter impeditivo em determinado arranjo e apenas limitante em outro, o que exige cautela na interpretação e na generalização analítica dos resultados para contextos semelhantes.

Como sugestões para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos com organizações de diferentes portes, setores e localizações geográficas, em distintos contextos institucionais e territoriais, com o objetivo de testar a aplicabilidade e a robustez do modelo teórico de ação coletiva proposto. Também se mostra pertinente avançar em investigações longitudinais que permitam compreender como as práticas de engajamento circular de stakeholders evoluem ao longo do tempo e em que medida sustentam a viabilização da economia circular. Caso a plataforma multistakeholder proposta venha a ser implementada, a Análise de Redes Sociais pode ser empregada para mapear conexões entre os stakeholders, suas características e os padrões de interação que influenciam a simbiose industrial e a ação coletiva. Adicionalmente, pesquisas futuras podem incorporar métodos quantitativos de simulação, como Dinâmica de Sistemas e Modelagem Baseada em Agentes, para examinar as interações entre stakeholders na execução das soluções propostas e para demonstrar a continuidade da estrutura de governança da plataforma ao longo dos ciclos do modelo de ação coletiva. A Dinâmica de Sistemas pode contribuir para analisar dinâmicas não lineares nas relações entre os stakeholders, enquanto a Modelagem Baseada em Agentes pode ser útil para explorar comportamentos emergentes e decisões heterogêneas.

Esta pesquisa reforça que mudanças organizacionais podem ser desenvolvidas mesmo em contextos marcados por restrições e inércias. A plataforma multistakeholder emerge como uma possibilidade concreta de transformação rumo à circularidade, através de ação coletiva orientada. Espera-se que esta pesquisa contribua para inspirar organizações e stakeholders a promoverem, de forma colaborativa, transformações orientadas à sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELHAY, A.; AL-HROUB, A.; SHARIF, M. A. Techno-economic assessment of waste sorting scenarios regional case study: madaba sorting plant, jordan. **Journal Of Material Cycles And Waste Management**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 582-596, 8 nov. 2022. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s10163-022-01543-1.
- ABREU, M. C. S. de; SILVA, L. M. T.; SOUSA, L. A. de. **Sustentabilidade em Jogo: rotas para economia circular**. Fortaleza: Gráfica e Editora LCR, 2025. 106 p. Disponível em: <https://lecos.ufc.br/wp-content/uploads/2025/05/ebook-sustentabilidade-em-jogo-1.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2025.
- ABREU, M. C. S. de; SILVA, L. A.; SILVESTRE, H. C.; EMMENDOERFER, M. L. Does self-organizing policy network provide effective waste services? An empirical evaluation of institutional collective action and transaction cost dilemmas. **Public Administration And Development**, [S.L.], v. 44, n. 3, p. 157-169, 4 abr. 2024. Wiley. DOI: 10.1002/pad.2046.
- ABU-BAKAR, H.; CHARNLEY, F. Developing a Strategic Methodology for Circular Economy Roadmapping: a theoretical framework. **Sustainability**, [S.L.], v. 16, n. 15, p. 6682, 5 ago. 2024. MDPI AG. DOI: 10.3390/su16156682.
- ABU-BAKAR, H.; CHARNLEY, F.; HOPKINSON, P.; MORASAE, E. K. Towards a typological framework for circular economy roadmaps: a comprehensive analysis of global adoption strategies. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 434, n. 1, p. 1-16, jan. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140066.
- ACERBI, F.; JÄRNEFELT, V.; MARTINS, J. T.; SAARI, L.; VALKOKARI, K.; TAISCH, M. Developing a Qualitative Maturity Scale for Circularity in Manufacturing. *In*: IFIP INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS (APMS), set. 2021, Nantes. **Anais...** França: Springer International Publishing, 2021, p. 377-385. DOI: 10.1007/978-3-030-85906-0_42.
- AGRAWAL, S.; SINGH, S.; GUPTA, A.; SINGH, S. Exploring the role of green altruism in strengthening circular business models and enhancing firm performance: a dual-method analysis. **Cleaner Engineering And Technology**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 1-15, abr. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.clet.2026.101191.
- ALBAREDA, L.; KIMPIMÄKI, J.-P. How Did It Come to Be? Circular Economy as Collective Stakeholder Action. **Stakeholder Engagement In A Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 19-55, 2023. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-31937-2_2.
- ALEXANDER, A.; MARTIN, D. P.; MANOLCHEV, C.; MILLER, K. University–industry collaboration: using meta-rules to overcome barriers to knowledge transfer. **The Journal Of Technology Transfer**, [S.L.], v. 45, n. 2, p. 371-392, 17 jul. 2018. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s10961-018-9685-1.
- ALMASABI, S. S.; SINGH, S.; MEHRAJ, D.; KURUCZ, A.; GREGORI, G. L.; GIUDICE, M. D. Driving circular financial performance and circular economic value added: insights from institutional pressures and dynamic circular reconfiguration. **Technology In Society**,

[S.L.], v. 86, n. 1, p. 1-16, jun. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techsoc.2026.103291.

AL-RUBAEI, A. M.; MERRIMAN, L. S.; HUNT, W. F.; VIKLANDER, M.; MARSALEK, J.; BLECKEN, G. Survey of the Operational Status of 25 Swedish Municipal Stormwater Management Ponds. **Journal Of Environmental Engineering**, [S.L.], v. 143, n. 6, jun. 2017. American Society of Civil Engineers (ASCE). DOI: 10.1061/(asce)ee.1943-7870.0001203.

ALSAOUDI, T.; ACQUAYE, A.; KHALFAN, M. Applying AHP to Identify and Prioritize Barriers Impacting Industry 4.0 Technologies on the Nexus of Circular Economy and Sustainable Performance. *In: 2024 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGY MANAGEMENT, OPERATIONS AND DECISIONS (ICTMOD)*. **Anais...** Sharjah, United Arab Emirates, 2024, p. 1-6. DOI: 10.1109/ICTMOD63116.2024.10878203.

ALSAYAYDEH, J. A. J.; BACARRA, R.; KHANG, A. W. Y.; YAACOB, N. B. M.; HERAWAN, S. G. IoT-Based Smart Waste Management System: a solution for urban sustainability. **International Journal Of Safety And Security Engineering**, [S.L.], v. 15, n. 6, p. 1-11, 30 jun. 2025. International Information and Engineering Technology Association. DOI: 10.18280/ijssse.150609.

AMIN, C.; UMROTUN; FIKRIYAH, V. N.; SAMSON, M. G. M. Livelihood vulnerability of urban waste pickers in Indonesia: insights for inclusive circular economy transitions. **World Development Sustainability**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 1-13, jun. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.wds.2026.100268.

ANDRIAMANANTENA, A. N.; MBENA, J. Y.; VIALA, C.; DURST, S. Enabling circular economy transitions in ports: the role of innovation ecosystems in north sea port. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 392, n. 1, p. 1-12, set. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.126816.

ANGGAHEGARI, P.; AGUSTINE, R.; AZNI, U. S.; HALIFU, R.; ROBBY, U. B.; SETIAWAN, H. H. The Role of Green Economy in Attaining Sustainable Development: Case Learning from Indonesia's Female-Led Green and Inclusive MSMEs. *In: GUPTA, V. P.; HAGHI, A. K.; SHARIEF, S. (eds) Green Economy and Sustainable Development*. World Sustainability Series. Springer, Cham, 2025. DOI: 10.1007/978-3-031-92636-5_7.

ANUSHA, V.; MISHRA, S.; BHAVANI, V.; SAVITHA, B. Changing Landscape of the Rural Labour Sector and Its Impact on Indian Agriculture. **Indian Agriculture: Challenges, Priorities and Solutions**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 205-223, 2025. Springer Nature Singapore. DOI: 10.1007/978-981-96-5273-0_10.

ARDOLINO, F.; PARRILLO, F.; DOMENICO, C. di; COSTARELLA, F.; ARENA, U. Combined Use of an Information System and LCA Approach to Assess the Performances of a Solid Waste Management System. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 1-16, 4 jan. 2023. MDPI AG. DOI: 10.3390/app13020707.

AREMU, T. B.; FREEMAN, C. Y.; LAAMARI, A.; IDDRISU, Y.; ATAKORA, W. K.; BINDRABAN, P. S. Informing the design of a multistakeholder platform in Ghana using stakeholder analysis and social network analysis. **Outlook On Agriculture**, [S.L.], v. 52, n. 2, p. 126-139, 21 mar. 2023. SAGE Publications. DOI: 10.1177/00307270231165323.

ASSMANN, I. R.; ROSATI, F.; MORIOKA, S. N. Determinants of circular business model adoption — A systematic literature review. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 32, n. 8, p. 6008-6028, 22 jun. 2023. Wiley. DOI: 10.1002/bse.3470.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **ABNT NBR ISO 9001:2015**: Sistemas de Gestão da Qualidade — Requisitos. 3º ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. 32 p.

AVELLÁN, T.; NAGABHATLA, N.; JALAN, I.; LIAO, D. Integrating circularity to achieve sustainability: examples of various wastewater treatment systems. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 21-35, 2022. Elsevier. DOI: 10.1016/b978-0-12-821664-4.00002-9.

AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. S. A hybrid approach integrating Affinity Diagram, AHP and fuzzy TOPSIS for sustainable city logistics planning. **Applied Mathematical Modelling**, [S.L.], v. 36, n. 2, p. 573-584, fev. 2012. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.apm.2011.07.033.

BAL, M.; BRYDE, D.; FEARON, D.; OCHIENG, E. Stakeholder Engagement: achieving sustainability in the construction sector. **Sustainability**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 695-710, 13 fev. 2013. MDPI AG. DOI: 10.3390/su5020695.

BAO, Z.; LU, W.; CHI, B.; YUAN, H.; HAO, J. Procurement innovation for a circular economy of construction and demolition waste: lessons learnt from suzhou, china. **Waste Management**, [S.L.], v. 99, n. 1, p. 12-21, nov. 2019. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.08.031.

BARANOVA, P. Environmental capability development in a multi-stakeholder network setting: dynamic learning through multi stakeholder interactions. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 31, n. 7, p. 3406-3420, 26 abr. 2022. Wiley. DOI: 10.1002/bse.3091.

BARFORD, A.; AHMAD, S. R. A Call for a Socially Restorative Circular Economy: waste pickers in the recycled plastics supply chain. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 761-782, 11 jun. 2021. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43615-021-00056-7.

BASSO, F. G.; PEREIRA, C. G.; PORTO, G. S. Cooperation and technological areas in the state universities of São Paulo: an analysis from the perspective of the triple helix model. **Technology In Society**, [S.L.], v. 65, n. 1, p. 1-12, maio 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techsoc.2021.101566.

BEARD, V. A.; MITLIN, D. Policy Note: addressing the crisis in urban water access. **Water Economics And Policy**, [S.L.], v. 07, n. 04, p. 1-16, out. 2021. World Scientific Pub Co Pte Ltd. DOI: 10.1142/s2382624x21710028.

BENFORD, R. D. “You Could be the Hundredth Monkey”: collective action frames and vocabularies of motive within the nuclear disarmament movement. **The Sociological Quarterly**, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 195-216, Maio 1993. Informa UK Limited. DOI: 10.1111/j.1533-8525.1993.tb00387.x.

BENFORD, R. D.; SNOW, D. A. Framing processes and social movements: an overview and assessment. **Annual Review Of Sociology**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 611-639, 2000. DOI: 10.1146/annurev.soc.26.1.611.

BERNARDO, M.; FOREHEAD, H.; VALLIN, I. de C.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. Management of Household Plastic Waste in Wollongong, Australia: the role of selective waste collection systems. **Sustainability**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 1-17, 16 jan. 2023. MDPI AG. DOI: 10.3390/su15021726.

BLEISCHWITZ, R.; YANG, M.; HUANG, B.; XU, X.; ZHOU, J.; MCDOWALL, W.; ANDREWS-SPEED, P.; LIU, Z.; YONG, G. The circular economy in China: achievements, challenges and potential implications for decarbonisation. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 183, p. 106350, ago. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resconrec.2022.106350.

BLOMBERG, A.; KUJALA, J.; HEIKKINEN, A. Multi-Stakeholder Networks in a Circular Economy Transition: a typology of stakeholder relationships. **Stakeholder Engagement In A Sustainable Circular Economy**: theoretical and practical perspectives, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 133-164, 2023. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-31937-2_5.

BLOMSMA, F. Collective ‘action recipes’ in a circular economy – On waste and resource management frameworks and their role in collective change. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 199, n. 1, p. 969-982, out. 2018. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.145.

BÓ, G. C. de S.-D.; ASSUNÇÃO, V. K.; BERNARDIN, A. M. The recycling chain of post-consumer glass in the coal region of southern Brazil and the behavior of all stakeholders. **Cleaner Waste Systems**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-13, dez. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.clwas.2025.100350.

BOCKHOLT, M. T.; KRISTENSEN, J. H.; COLLI, M.; JENSEN, P. M.; WÆHRENS, B. V. Exploring factors affecting the financial performance of end-of-life take-back program in a discrete manufacturing context. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 258, n. 1, p. 1-9, jun. 2020. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120916.

BRÄNDSTRÖM, J.; JAZAIRY, A.; LINDGREEN, E. R. Barriers to adopting circular business models: a cross: sectoral analysis. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 33, n. 5, p. 4331-4350, 5 fev. 2024. Wiley. DOI: 10.1002/bse.3653.

BRENNER, L. Multi-stakeholder Platforms and Protected Area Management: evidence from el vizcaíno biosphere reserve, mexico. **Conservation And Society**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 147-160, 2019. Medknow. DOI: 10.4103/cs.cs_18_63.

BROWN, P.; VON DANIELS, C.; BOCKEN, N.M.P.; BALKENENDE, A.R. A process model for collaboration in circular oriented innovation. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 286, n. 1, p. 1-18, mar. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.125499.

BRUNE, D. E.; SCHWARTZ, G.; EVERSOLE, A. G.; COLLIER, J. A.; SCHWEDLER, T. E. Intensification of pond aquaculture and high rate photosynthetic systems. **Aquacultural Engineering**, [S.L.], v. 28, n. 1-2, p. 65-86, jun. 2003. Elsevier BV. DOI: 10.1016/s0144-

8609(03)00025-6.

BRUNHARA, J. P. C.; MACEDO, K. G.; DAS, T. K.; INNOCENTINI, M. D. de M. A Driving Force-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) tool to help waste pickers' cooperatives self-evaluate their environmental and economic performance. **Hygiene And Environmental Health Advances**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-11, jun. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.heha.2023.100054.

CAIADO, N.; GUARNIERI, P.; XAVIER, L. H.; CHAVES, G. de L. D. A characterization of the Brazilian market of reverse logistic credits (RLC) and an analogy with the existing carbon credit market. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 118, n. 1, p. 47-59, mar. 2017. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.11.021.

CAMPBELL, S.; GREENWOOD, M.; PRIOR, S.; SHEARER, T.; WALKEM, K.; YOUNG, S.; BYWATERS, D.; WALKER, K. Purposive sampling: complex or simple? research case examples. **Journal Of Research In Nursing**, [S.L.], v. 25, n. 8, p. 652-661, 18 jun. 2020. SAGE Publications. DOI: 10.1177/1744987120927206.

CARBONELL-ALCOCER, A.; ROMERO-LUIS, J.; GERTRUDIX, M. The role of communication in environmental awareness according to circular economy stakeholders. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 374, n. 1, p. 1-13, fev. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.124112.

CASTILLO-OSPINA, D. A.; ORMAZABAL, M.; GOMES, L. de V.; OMETTO, A. R. A dynamic capabilities framework for building circular ecosystems by focal firms. **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 54, n. 1, p. 130-148, mar. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.spc.2024.12.022.

CAVALCANTI, P.; VAN HAANDEL, A.; LETTINGA, G. Sludge accumulation in polishing ponds treating anaerobically digested wastewater. **Water Science And Technology**, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 75-81, 1 jan. 2002. IWA Publishing. DOI: 10.2166/wst.2002.0011.

CEGLIA, D.; ABREU, M. C. S.; SILVA FILHO, J. C. L. Critical elements for eco-retrofitting a conventional industrial park: social barriers to be overcome. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 187, p. 375-383, fev. 2017. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.10.064.

CE-HUB. **Navigating the Path to Circularity**: a guide to circular economy roadmaps. Exeter: Ukri Cehub, 2023. 4 p. Disponível em: <https://exeterce.org/knowledge-hub/navigating-the-path-to-circularity-a-guide-to-circular-economy-roadmaps/>. Acesso em: 06 nov. 2025.

CHAPARDAR, H. Industry hybrid regulation: exploring a model for business-driven circular economy. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 200205, maio 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.rcradv.2024.200205.

CHAUDHARI, R. S.; MAHAJAN, S. K.; RANE, S. B.; AGRAWAL, R. Modeling Barriers in Circular Economy Using TOPSIS: perspective of environmental sustainability & blockchain-iot technology. **International Journal Of Mathematical, Engineering And Management Sciences**, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 820-843, 1 dez. 2022. Ram Arti Publishers. DOI:

10.33889/ijmems.2022.7.6.052.

CHAVES, G. de L. D.; SIMAN, R. R.; RIBEIRO, G. M.; CHANG, N.-B. Synergizing environmental, social, and economic sustainability factors for refuse derived fuel use in cement industry: a case study in espirito santo, brazil. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 288, n. 1, p. 1-18, jun. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112401.

CHEN, P.-C.; LIU, K.-H. Development of an interactive industrial symbiosis query system with structured industrial waste database in Taiwan. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 297, n. 1, p. 1-11, maio 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126673.

CHEN, Q.; FENG, H.; SOTO, B. G. de. Revamping construction supply chain processes with circular economy strategies: a systematic literature review. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 335, n. 1, p. 1-16, fev. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.130240.

CHEN, P.-C.; LIU, K.-H. Development of an interactive industrial symbiosis query system with structured industrial waste database in Taiwan. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 297, n. 126673, p. 1-11, maio 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126673.

CHIRUMALLA, K.; REYES, L. G.; TOORAJIPOUR, R. Mapping a circular business opportunity in electric vehicle battery value chain: a multi-stakeholder framework to create a win-win-win situation. **Journal Of Business Research**, [S.L.], v. 145, n. 1, p. 569-582, jun. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jbusres.2022.02.070.

CHRISPIM, M. C.; SCHOLZ, M.; NOLASCO, M. A. A framework for resource recovery from wastewater treatment plants in megacities of developing countries. **Environmental Research**, [S.L.], v. 188, p. 1-14, set. 2020. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.envres.2020.109745.

CIVERA, C.; MOGGI, S.; CHIAUDANO, V.; FREEMAN, E. R. Stakeholder Relationships in the Circular Economy. Conceptualizing Relational Approaches Through Systematic Literature Review. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 34, n. 8, p. 10698-10722, 16 ago. 2025. Wiley. DOI: 10.1002/bse.70142.

COMISSÃO EUROPEIA. **Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comitê Econômico e Social Europeu e ao Comitê das Regiões: um novo plano de ação para a economia circular para uma Europa mais limpa e competitiva**. Bruxelas: Comissão Europeia, 2020. 22 p. Disponível em: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0022.02/DOC_1&format=PDF. Acesso em: 15 jun. 2025.

CORSINI, F.; BERNARDI, C. de; FREY, M. Industrial symbiosis as a business strategy for the circular economy: identifying regional firm profiles and barriers to their adoption. **Journal Of Environmental Planning And Management**, [S.L.], v. 67, n. 5, p. 1148-1168, 15 fev. 2023. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/09640568.2022.2154201.

COSTANTINO, A.; MARTIN, S. Exploring sustainable language assessment through a teacher-learner practitioner inquiry. **System**, [S.L.], v. 134, n. 1, p. 1-24, nov. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.system.2025.103768.

CRAMER, J. Transition to Circular Economy in Practice Through Network Governance in Conjunction with Public Governance; Comparative Longitudinal Action Research on Mattresses, Concrete, and Textile in The Netherlands. **Advances In Environmental And Engineering Research**, [S.L.], v. 04, n. 04, p. 1-18, 21 nov. 2023. LIDSEN Publishing Inc. DOI: 10.21926/aeer.2304050.

CREED, W. E. D.; LANGSTRAAT, J. A.; SCULLY, M. A. A Picture of the frame: frame analysis as technique and as politics. **Organizational Research Methods**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 34-55, jan. 2002. DOI: 10.1177/1094428102051004.

DALSTEIN, F.; NAQVI, A. 21st Century water withdrawal decoupling: a pathway to a more water-wise world? **Water Resources And Economics**, [S.L.], v. 38, p. 1-23, abr. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.wre.2022.100197.

DAM, T. H. T.; GRUNDMANN, P.; OROZCO, R.; REYHANI, N. Stakeholder-driven circular economy on marginal lands: governance and sustainability trade-offs in biomass value chains. **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 59, n. 1, p. 82-98, out. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.spc.2025.08.005.

EHRENFELD, J.; GERTLER, N. Industrial Ecology in Practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. **Journal of Industrial Ecology**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 67-79, jan. 1997. Wiley. DOI: 10.1162/jiec.1997.1.1.67.

EISELEIN, P.; KEYGNAERT, W.; BRABANT, K. Developing Sustainable Partnerships for Circular Economies: a literature review. **Stakeholder Engagement In A Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 99-130, 2023. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-31937-2_4.

EISELEIN, P.; LANGENUS, M. Towards a just circular transition: fostering principles and stakeholder roles in sustainable partnerships. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 486, n. 1, p. 1-13, jan. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.144450.

EISENREICH, A.; FÜLLER, J. You Can't Go Circular Alone – A Stakeholder Approach to Circular Innovation. **Circular Economy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-4, 30 jan. 2023. DSRPT GbR. DOI: 10.55845/hkke5160.

ELDIDI, H.; RAWAT, S.; MEINZEN-DICK, R.; CHATURVEDI, R.; SANIL, R. Polycentric governance of commons through multi-stakeholder platforms: insights from two case studies in india. **Environment, Development And Sustainability**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-27, 12 abr. 2024. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s10668-024-04896-9.

ELSAWY, M.M.; ABU-ALHAIJA, A.S. The Effect of Innovation and Adaptive Digital Leadership on Employee Performance in Egypt: The Mediating Role of Technical Self-Efficacy. **Sustainability**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 1-29, 2026. DOI: 10.3390/su18041989.

FAYSSE, N. Troubles on the way: an analysis of the challenges faced by multi-stakeholder platforms. **Natural Resources Forum**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 219-229, ago. 2006. Wiley. DOI: 10.1111/j.1477-8947.2006.00112.x.

FAWZY, S.; OSMAN, A. I.; DORAN, J.; ROONEY, D. W. Strategies for mitigation of

climate change: a review. **Environmental Chemistry Letters**, [S.L.], v. 18, n. 6, p. 2069-2094, 30 jul. 2020. DOI: 10.1007/s10311-020-01059-w.

FELDMAN, J.; SELIGMANN, H.; KING, S.; FLYNN, M.; SHELLEY, T.; HELWIG, A.; BUREY, P. P. Circular economy barriers in Australia: how to translate theory into practice? **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 45, p. 582-597, mar. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.spc.2024.02.001.

FERGUTZ, O.; DIAS, S.; MITLIN, D. Developing urban waste management in Brazil with waste picker organizations. **Environment And Urbanization**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 597-608, out. 2011. SAGE Publications. DOI: 10.1177/0956247811418742.

FERNANDO, S. J.; ZUTSHI, A. Municipal solid waste management in developing economies: a way forward. **Cleaner Waste Systems**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 1-16, ago. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.clwas.2023.100103.

FERREIRA, D. H. L.; KINTSCHNER, F. E.; SUGAHARA, C. R. Sistema de controle de produção e de estoque aplicado às cooperativas de reciclagem. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 18, n. 51, 151-165, abr-jun 2022. DOI: 10.3895/rts.v18n51.14122.

FIORILLO, F.; MERKAJ, E. Municipal strategies, fiscal incentives and co-production in urban waste management. **Socio-Economic Planning Sciences**, [S.L.], v. 92, n. 1, p. 1-16, abr. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.seps.2024.101817.

FISCHER, B. B.; MORAES, G. H. S. M. de; SCHAEFFER, P. R. Universities' institutional settings and academic entrepreneurship: notes from a developing country. **Technological Forecasting And Social Change**, [S.L.], v. 147, n. 1, p. 243-252, out. 2019. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.07.009.

FLORES, C. C.; BRESSERS, H.; GUTIERREZ, C.; BOER, C. de. Towards circular economy – a wastewater treatment perspective, the Presa Guadalupe case. **Management Research Review**, [S.L.], v. 41, n. 5, p. 554-571, 10 abr. 2018. Emerald. DOI: 10.1108/mrr-02-2018-0056.

FOBBE, L.; HILLETOFTH, P. Moving toward a circular economy in manufacturing organizations: the role of circular stakeholder engagement practices. **The International Journal Of Logistics Management**, [S.L.], v. 34, n. 3, p. 674-698, 18 nov. 2022. Emerald. DOI: 10.1108/ijlm-03-2022-0143.

FREDRIKSSON, A.; ERIKSSON, L.; JANNÉ, M.; LUNDBERG, K. Breaking Barriers to Circularity: understanding multi-actor misalignment in planning practices. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 1-25, 26 fev. 2026. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43615-026-00775-9.

FREEMAN, R. E. **Strategic management**: a stakeholder approach. Pitman, 1984.

FREEMAN, R. E. The Politics of Stakeholder Theory: some future directions. **Business Ethics Quarterly**, [S.L.], v. 4, n. 4, p. 409-421, out. 1994. Cambridge University Press (CUP). DOI: 10.2307/3857340.

FRISHAMMAR, J.; PARIDA, V.; PANDA, D.; KAIPAINEN, J. On the Right Path to Circularity or Running Around in Circles? A Fresh Perspective on Circular Business Model Barriers. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 4958-4979, 6 mar. 2025. Wiley. DOI: 10.1002/bse.4225.

GAŁKO, G.; MAZUR, I.; REJDAK, M.; JAGUSTYN, B.; HRABAK, J.; OUADI, M.; JAHANGIRI, H.; SAJDAK, M. Evaluation of alternative refuse-derived fuel use as a valuable resource in various valorised applications. **Energy**, [S.L.], v. 263, n. 1, p. 1-15, jan. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.energy.2022.125920.

GANDOLFO, A.; LUPI, L. Circular economy, the transition of an incumbent focal firm: how to successfully reconcile environmental and economic sustainability? **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 30, n. 7, p. 3297-3308, 3 maio 2021. Wiley. DOI: 10.1002/bse.2803.

GARCES-AYERBE, C.; RIVERA-TORRES, P.; DARMANDIEU, A. How Much Does the Business Development of Circular Eco-Efficient Practices Improve by Shaking Stakeholders up? **Business Ethics, The Environment & Responsibility**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-16, 25 nov. 2024. Wiley. DOI: 10.1111/beer.12768.

GEISSDOERFER, M.; SAVAGET, P.; BOCKEN, N. M. P.; HULTINK, E. J. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 143, n. 1, p. 757-768, fev. 2017. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

GENTA, C.; SANYÉ-MENGUAL, E.; LOMBARDI, P.; SALA, S. A local analysis of circular economy through a stakeholders' lens: from definitions and collaborative efforts to metrics for monitoring. the case of turin (italy). **Environmental Impact Assessment Review**, [S.L.], v. 112, n. 1, p. 107736, mar. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.eiar.2024.107736.

GERHARDS, J.; RUCHT, D. Mesomobilization: organizing and framing in two protest campaigns in west germany. **American Journal Of Sociology**, [S.L.], v. 98, n. 3, p. 555-596, nov. 1992. University of Chicago Press. DOI: 10.1086/230049.

GIRALDI, L.; ROSSI, L.; OLIVIERI, M. Digital platforms and composite measurement of an urban circular economy: developing the digital circularity index. **Technology In Society**, [S.L.], v. 86, n. 1, p. 1-12, jun. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techsoc.2026.103322.

GOEBEL, K.; LOSEKANN, S. D.; POLLA, P. T. B.; MONTENEGRO, K. B. M.; ÁVILA, A. R. Offering technologies for innovation: strategies and challenges. **Innovation & Management Review**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 44-59, 21 mar. 2023. Emerald. DOI: 10.1108/inmr-10-2021-0186.

GONZÁLEZ, S. Explorando redes de simbiosis industrial: sinergias impulsadas por el bioetanol. **Pampa**, [S.L.], v. 1, n. 30, e0089, 26 dez. 2024. Universidad Nacional del Litoral. DOI: 10.14409/pampa.2024.30.e0089.

GOTOWSKA, M.; JAKUBCZAK, A. Sustainable Biodegradable Waste Management for Circular Economy: Comparative Assessment of Composting Technologies. **Sustainability**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-19, 2025. DOI: 10.3390/su17208978.

GRAFSTRÖM, J.; AASMA, S. Breaking circular economy barriers. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 292, n. 1, p. 126002, abr. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126002.

GUABIROBA, R. C. da S.; JACOBI, P. R.; ABEGÃO, L. H.; BESEN, G. R. Avaliação de desempenho em sustentabilidade de sistemas municipais de coleta seletiva aplicado a um estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 58, n. 1, p. 1-10, 30 mar. 2023. Zeppelini Editorial e Comunicacao. DOI: 10.5327/z2176-94781482.

GUO, H.; BI, G.; AZIZ, M. A.; WEI, L. Enhancing efficiency and sustainability in essential utility services through smart manufacturing: analysis of bio-electricity expansion, agricultural output and renewable energy goals. **International Journal Of Hydrogen Energy**, [S.L.], v. 128, n. 1, p. 713-724, maio 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2025.04.108.

GUPTA, S.; CHEN, H.; HAZEN, B. T.; KAUR, S.T; GONZALEZ, E. D. R. S. Circular economy and big data analytics: a stakeholder perspective. **Technological Forecasting And Social Change**, [S.L.], v. 144, n. 1, p. 466-474, jul. 2019. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techfore.2018.06.030.

HALEEM, A.; KHAN, S.; PUNDIR, H.; JAIN, A.; UPADHYAY, P.; KHAN, M. I. Investigating Barriers Toward the Implementation of Circular Economy: a fuzzy critic approach. **Journal Of Industrial Integration And Management**, [S.L.], v. 06, n. 01, p. 107-139, 8 out. 2020. World Scientific Pub Co Pte Ltd. DOI: 10.1142/s2424862220500177.

HANSEN, E. G.; SCHMITT, J. C. Orchestrating cradle-to-cradle innovation across the value chain: overcoming barriers through innovation communities, collaboration mechanisms, and intermediation. **Journal Of Industrial Ecology**, [S.L.], v. 25, n. 3, p. 627-647, 10 nov. 2020. Wiley. DOI: 10.1111/jiec.13081.

HAQ, H.; VÄLISUO, P.; NIEMI, S. Modelling Sustainable Industrial Symbiosis. **Energies**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 1-16, 22 fev. 2021. MDPI AG. DOI: 10.3390/en14041172.

HEIKKINEN, A.; KUJALA, J.; BLOMBERG, A. Outlining Stakeholder Engagement in a Sustainable Circular Economy. **Stakeholder Engagement In A Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-15, 2023. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-31937-2_1.

HENDRIKS, A. Temporality in visions of desirable futures: chronos and kairos in the case of the circular economy on gotland. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 439, n. 1, p. 1-9, fev. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.140733.

HERNANDEZ-MONDRAGON, A. C.; HERRERA-ESTRELLA, L.; KURI-HARCUCH, W. Legislative environment and others factors that inhibit transfer of Mexican publicly funded research into commercial ventures. **Technology In Society**, [S.L.], v. 46, n. 1, p. 100-108, ago. 2016. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techsoc.2016.03.002.

HILLEMANN, J.; VERBEKE, A. Efficiency-driven, comparative institutional analysis in international business. **The Multinational Business Review**, [S.L.], v. 23, n. 3, p. 188-199, 21 set. 2015. Emerald. DOI: 10.1108/mbr-06-2015-0023.

HÜNERMUND, P.; LOPES-BENTO, C.; PELLENS, M. The effect of publicly co-funded industry-science collaboration on scientific production. **Research Policy**, [S.L.], v. 55, n. 2, p. 1-16, mar. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.respol.2025.105393.

IM, H.; KIM, J. A tandem enzymatic-electro upcycling of waste PET into high-value chemicals: process development and sustainability assessment for circular economy transition. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 527, n. 1, p. 1-16, out. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2025.146696.

ISMAIL, Y. Potential Benefit of Industrial Symbiosis using Life Cycle Assessment. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.L.], v. 1625, n. 1, p. 1-7, 1 set. 2020. IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/1625/1/012054.

IVANOVA, S.; LISINA, N. Municipal and Industrial Urban Waste: legal aspects of safe management. **Laws**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 48-74, 25 maio 2023. MDPI AG. DOI: 10.3390/laws12030048.

JACQUET, C.; SIQUEIRA, T. T. da S. Territorial transformation through circular bioeconomy transitions: multiple case studies in the agri-food waste system on reunion island. **Environmental Innovation And Societal Transitions**, [S.L.], v. 57, n. 1, p. 1-13, dez. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.eist.2025.101038.

JANSSENS, A.; VANDENBUSSCHE, E.; BRANDE, K. V. Den; BRACKE, W.; DELGHUST, M. Influence of climate change on the energy performance assessment of NZEB houses. **Journal Of Physics: Conference Series**, [S.L.], v. 2069, n. 1, p. 1-8, 1 nov. 2021. IOP Publishing. DOI: 10.1088/1742-6596/2069/1/012064.

JAROSŁAWSKA-SOBÓR, S. Decarbonisation – Origins and Evolution of the Process on the European Level. **Journal of Sustainable Mining**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 250-259, 17 nov. 2021. DOI: 10.46873/2300-3960.1323.

Ji, P.; LI, Y.; YU, L. The Impact of IT Penetration on Employee Stability: evidence from china. **Safe Open**, [S.L.], v. 15, n. 4, p. 1-18, out. 2025. SAGE Publications. DOI: 10.1177/21582440251377309.

JIANG, M.; ZHAO, S.; JIA, P. The spatial spillover effect of seaport capacity on export trade: evidence from china pilot free trade zones. **Ocean & Coastal Management**, [S.L.], v. 245, n. 1, p. 1-11, nov. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ocecoaman.2023.106879.

JONSDOTTIR, A.T.; JOHANNSDOTTIR, L.; DAVIDSDOTTIR, B. A systems approach to circular economy transition: creating causal loop diagrams for the icelandic building industry. **Cleaner Environmental Systems**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-22, jun. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.cesys.2025.100276.

KAEWUNRUEN, S.; QIN, X.; CVETKOVSKA, M.; TORNAGHI, M. L.; ÇOLAKOĞLU, M. B.; TSIKALOUKAKI, K.; UNGUREANU, D.-V. New Insights into Technical Challenges and Barriers for Implementing Circular Strategies Within the Built Environment. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-36, fev. 2026. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43615-026-00785-7.

KAIN, J.-H.; ZAPATA, P.; AZEVEDO, A. M. M. de; CARENZO, S.; CHARLES, G.; GUTBERLET, J.; OLOKO, M.; REYNOSA, J. P.; CAMPOS, M. J. Z. Characteristics, challenges and innovations of waste picker organizations: a comparative perspective between latin american and east african countries. **Plos One**, [S.L.], v. 17, n. 7, p. 1-27, 29 jul. 2022. Public Library of Science (PLoS). DOI: 10.1371/journal.pone.0265889.

KAIPAINEN, J.; UUSIKARTANO, J.; AARIKKA-STENROOS, L.; HARALA, L.; ALAKERTTULA, J.; POHLS, E.-L. How to Engage Stakeholders in Circular Economy Ecosystems: the process. **Stakeholder Engagement In A Sustainable Circular Economy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 193-231, 2023. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-31937-2_7.

KAHHAT, R.; MILLER, T. R.; OJEDA-BENITEZ, S.; CRUZ-SOTELO, S. E.; JAUREGUI-SESMA, J.; GUSUKUMA, M. Proposal for used electronic products management in Mexicali. **Resources, Conservation & Recycling Advances**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-13, maio 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.rcradv.2022.200065.

KAHUPI, I.; YAKOVLEVA, N.; HULL, C. E.; OKORIE, O. Factors affecting the adoption of circular economy in mining companies of developing economies — A Namibian stakeholder perspective. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 361, n. 1, p. 1-14, jun. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2024.121214.

KARKI, A.; KARKI, J.; JOSHI, S.; BLACK, M. N.; RIJAL, B.; BASNET, S.; MAKAI, P.; HECKMANN, A. F.; BARAL, Y. R.; LEE, A. Mental Health Risks Among Informal Waste Workers in Kathmandu Valley, Nepal. **Inquiry: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing**, [S.L.], v. 59, n. 1, p. 1-8, jan. 2022. SAGE Publications. DOI: 10.1177/00469580221128419.

KATANA, K.; GLAA, B.; MIRATA, M. Facilitator roles for knowledge sharing in industrial symbiosis networks during emergence. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 33, n. 8, p. 8540-8558, 22 ago. 2024. Wiley. DOI: 10.1002/bse.3923.

KAZANCOGLU, I.; SAGNAK, M.; MANGLA, S. K.; KAZANCOGLU, Y. Circular economy and the policy: a framework for improving the corporate environmental management in supply chains. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 30, n. 1, p. 590-608, 15 out. 2020. Wiley. DOI: 10.1002/bse.2641.

KAYA, F. E. From Fragmentation to Collective Action: a system dynamics-based approach to addressing stakeholder engagement in the building sector's circular economy transition. **Buildings**, [S.L.], v. 15, n. 10, p. 1-30, 14 maio 2025. MDPI AG. DOI: 10.3390/buildings15101655.

KIRCHHERR, J.; PISCICELLI, L.; BOUR, R.; KOSTENSE-SMIT, E.; MULLER, J.; HUIBRECHTSE-TRUIJENS, A.; HEKKERT, M. Barriers to the Circular Economy: evidence from the european union (EU). **Ecological Economics**, [S.L.], v. 150, p. 264-272, ago. 2018. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2018.04.028.

KIRCHHERR, J.; REIKE, D.; HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.L.], v. 127, p. 221-

232, dez. 2017. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.09.005.

KIRCHHERR, J.; YANG, N.-H. N.; SCHULZE-SPÜNTRUP, F.; HEERINK, M. J.; HARTLEY, K. Conceptualizing the Circular Economy (Revisited): an analysis of 221 definitions. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 194, n. 1, p. 1-32, jul. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resconrec.2023.107001.

KHAN, H.; SAVVOPOULOS, S.; JANAJREH, I. Multi-Scale modeling and experimental analysis of sewage sludge Gasification: thermochemical insights for hydrogen production. **Energy Conversion And Management**, [S.L.], v. 348, n. 1, p. 1-23, jan. 2026b. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.enconman.2025.120686.

KHAN, N.; SIKANDAR, H.; FALAHAT, M.; AKHTAR, N.; RIZVI, S. M. R. Frugal intelligence for circularity: a systematic review of human-in-the-loop decision support systems in SME circular supply chain optimization. **Sustainable Futures**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-15, jun. 2026a. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.sfr.2026.101838.

KIRASAMUTRANON, L.; KIRASAMUTHRANON, L.; SURACHOTIVET, S.; WONGCHAMPA, P.; KIRASAMUTRANON, K. Carbon footprint reduction through mobile pelletizing of rice straw in Thailand. **Sustainable Chemistry For Climate Action**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 1-8, dez. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.scca.2025.100124.

KREUTZER, D.; MÜLLER-ABDELRAZEQ, S.; ISENHARDT, I. Circular economy maturity models: a systematic literature review. **International Journal of Economics and Management Engineering**, [S.L.], v. 17, n. 10, p. 666-678, 2023.

KUJALA, J.; SACHS, S.; LEINONEN, H.; HEIKKINEN, A.; LAUDE, D. Stakeholder Engagement: past, present, and future. **Business & Society**, [S.L.], v. 61, n. 5, p. 1136-1196, 6 jan. 2022. SAGE Publications. DOI: 10.1177/00076503211066595.

LAAJIMI, R. Spatial tax regimes and location choices of manufacturing firms: survey evidence in southern tunisia. **Review Of Development Economics**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 803-826, 23 dez. 2023. Wiley. DOI: 10.1111/rode.13083.

LABUTO, G.; BARROS, L. A.; GUIMARAES, M. L. C.; SILVA, R. S.; GUIMARÃES, T. G. S. Bioremediation in Brazil: recent evolutions and remaining challenges to boost up the bioeconomy. **Bioremediation And Bioeconomy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 669-703, 2024. Elsevier. DOI: 10.1016/b978-0-443-16120-9.00011-x.

LACZKO, P.; HULLOVA, D.; NEEDHAM, A.; ROSSITER, A.-M.; BATTISTI, M. The role of a central actor in increasing platform stickiness and stakeholder profitability: bridging the gap between value creation and value capture in the sharing economy. **Industrial Marketing Management**, [S.L.], v. 76, n. 1, p. 214-230, jan. 2019. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.indmarman.2018.08.010.

LEVÄNEN, J.; PARK, S.; ROSCA, E. Circular solutions in developing countries: coping with sustainability tensions by means of technical functionality and business model relevance. **Business Strategy & Development**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 75-94, 2 set. 2022. Wiley. DOI: 10.1002/bsd2.224.

LI, D.; ALGHAFES, R.; CHOTIA, V.; AGARWAL, S.; KOLTAL, J. P. Linking Digital Platform Design to Circular Supply Chains: evidence from knowledge sharing and collaboration mechanisms. **Technology In Society**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-44, mar. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.techsoc.2026.103325.

LI, J.; WANG, Y.; YAN, B. The hotspots of life cycle assessment for bioenergy: a review by social network analysis. **Science of the Total Environment**, [S.L.], v. 625, n. 1, p. 1301-1308, jun. 2018. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.030.

LI, S.; ZHANG, L.; LIU, X.; ZHU, C. Collaborative operation optimization and benefit-sharing strategy of rural hybrid renewable energy systems based on a circular economy: a nash bargaining model. **Energy Conversion And Management**, [S.L.], v. 283, n. 1, p. 1-21, maio 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.enconman.2023.116918.

LIAO, H.; WU, Z.; LIU, F.; ZHANG, C. Applications of social network analysis in promoting circular economy: a literature review. **Technological And Economic Development Of Economy**, [S.L.], v. 29, n. 5, p. 1559-1586, 28 nov. 2023. Vilnius Gediminas Technical University. DOI: 10.3846/tede.2023.20104.

LIEDER, M.; RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 115, n. 1, p. 36-51, mar. 2016. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.12.042.

LIU, M.; ZOU, F.; LI, J.; ZHANG, Q.; WANG, F.; HONG, G.; YIN, J. Sludge dewaterability improvement by the coagulation/flocculation based conditioning methods: influencing factors, high performance, and future prospect. **Bioresource Technology Reports**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 1-12, set. 2025a. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.biteb.2025.102174.

LIU, Z.; WEI, Y.; LIAO, R.; LIU, J. The Role of Agricultural Socialized Services in Mitigating Rural Labor Shortages: a multi-crop analysis of production performance. **Agriculture**, [S.L.], v. 15, n. 11, p. 1-39, 27 maio 2025b. MDPI AG. DOI: 10.3390/agriculture15111151.

LOWE, E. A. **Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries**. Oakland: Asian Development Bank, 2001. 313 p.

LUNDGAARD-HANSEN, L. M.; OBERLACK, C.; HUNT, G.; SCHNEIDER, F. The (In)Ability of a Multi-Stakeholder Platform to Address Land Conflicts—Lessons Learnt from an Oil Palm Landscape in Myanmar. **Land**, [S.L.], v. 11, n. 8, p. 1348, 18 ago. 2022. MDPI AG. DOI: 10.3390/land11081348.

LYBÆK, R.; CHRISTENSEN, T. B.; THOMSEN, T. P. Enhancing policies for deployment of Industrial symbiosis – What are the obstacles, drivers and future way forward? **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 280, n. 1, p. 1-14, jan. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124351.

MADDALONI, F. D.; MEIRA, L. H.; ANDRADE, M. O. de; MELO, I. R. de; CASTRO, A.; LOCATELLI, G. The dark legacy of megaprojects: a case of local disengagement, missed opportunities, and social value dissipation. **International Journal Of Project Management**, [S.L.], v. 43, n. 1, p. 1-18, jan. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ijproman.2025.102676.

MAINDI, C. N.; NYARINDO, W. N.; NDIRANGU, S. N.; ISABOKE, H. N. Collective action typologies and their implications for policy targeting: the case of smallholder households from the central region of Kenya. **Journal Of Agriculture And Food Research**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 1-17, dez. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jafr.2024.101288.

MANEA, E. E.; BUMBAC, C.; DINU, L. R.; BUMBAC, M.; NICOLESCU, C. M. Composting as a Sustainable Solution for Organic Solid Waste Management: current practices and potential improvements. **Sustainability**, [S.L.], v. 16, n. 15, p. 1-25, 24 jul. 2024. MDPI AG. DOI: 10.3390/su16156329.

MANNINA, G.; BADALUCCO, L.; BARBARA, L.; COSENZA, A.; TRAPANI, D. D.; GALLO, G.; LAUDICINA, V.; MARINO, G.; MUSCARELLA, S.; PRESTI, D. Enhancing a Transition to a Circular Economy in the Water Sector: the eu project wider uptake. **Water**, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 946-963, 30 mar. 2021. MDPI AG. DOI: 10.3390/w13070946.

MANNINA, G.; GULHAN, H.; NI, B.-J. Water reuse from wastewater treatment: the transition towards circular economy in the water sector. **Bioresource Technology**, [S.L.], v. 363, p. 1-11, nov. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.biortech.2022.127951.

MARTÍNEZ, D. T. S.; KREUZ, T.; RIDENS, B. L.; RAHMAN, R. K.; SUMATHI, S. V.; ROSS, S.; UNDERWOOD, J.; IYER, R.; SMITH, N. R. Energy transport is a cornerstone of the energy supply chain. **Energy Transport Infrastructure For A Decarbonized Economy**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 7-43, 2025. Elsevier. DOI: 10.1016/b978-0-443-21893-4.00009-x.

MAYER, J.; SCHITTENHELM, H.; POTT, P. P. Opportunities and challenges of implementing circular economy in the medical device sector in Germany. **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 56, n. 1, p. 657-670, jun. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.spc.2025.04.014.

MCMAHON, K.; MUGGE, R.; HULTINK, E. J. Overcoming barriers to circularity for internal ICT management in organizations: a change management approach. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 205, n. 1, p. 1-11, jun. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resconrec.2024.107568.

MEATH, C.; KARLOVLEK, J.; NAVARRETE, C.; EALES, M.; HASTINGS, P. Co-designing a multi-level platform for industry level transition to circular economy principles: a case study of the infrastructure colab. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 347, n. 1, p. 1-12, maio 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131080.

MEDAGLIA, R.; RUKANOVA, B.; ZHANG, Z. Digital government and the circular economy transition: an analytical framework and a research agenda. **Government Information Quarterly**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 1-13, mar. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.giq.2023.101904.

MERLI, R.; PREZIOSI, M.; ACAMPORA, A. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 178, n. 1, p. 703-722, mar. 2018. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.12.112.

MICHALOVIČ, M. Legal regulation facilitating the transition to a circular economy in the

legal system of Slovakia. **Journal Of Agricultural And Environmental Law**, [S.L.], v. 19, n. 36, p. 57-80, 30 jun. 2024. DOI: 10.21029/jael.2024.36.57.

MIES, A.; GOLD, S. Mapping the social dimension of the circular economy. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 321, n. 1, p. 1-17, out. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128960.

MINOJA, M.; ROMANO, G. Effective stakeholder governance in circular economy: insights from italian companies. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 474, n. 1, p. 1-14, out. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.143584.

MIRATA, M.; LINDFORS, A.; KAMBANOU, M. L. A business value framework for industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, [S.L.], v. 28, n. 6, p. 1541-1553, 13 ago. 2024. Wiley. DOI: 10.1111/jiec.13545.

MISHRA, R.; SINGH, R. K.; GOVINDAN, K. Barriers to the adoption of circular economy practices in Micro, Small and Medium Enterprises: instrument development, measurement and validation. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 351, n. 1, p. 1-14, jun. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131389.

MOGGI, S.; DAMERI, R. P. Circular business model evolution: stakeholder matters for a self: sufficient ecosystem. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 30, n. 6, p. 2830-2842, 21 fev. 2021. Wiley. DOI: 10.1002/bse.2716.

MOHAMMED, A. S.; TUOKUU, F. X. D.; ANDREWS, N. Multi-stakeholder dialogue and company-community relations in Ghana's oil and gas sector. **The Extractive Industries And Society**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 101656, set. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.exis.2025.101656.

MORSELETTTO, P. Targets for a circular economy. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 153, n. 1, p. 1-12, fev. 2020. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.104553.

MORTENSEN, L.; KØRNØV, L. Critical factors for industrial symbiosis emergence process. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 212, n. 1, p. 56-69, mar. 2019. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.222.

MUKUCHA, P.; JARAVAZA, D. C. Waste material recycling: the horrors of informal waste material picking in zimbabwe. **Journal Of Responsible Production And Consumption**, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 237-255, 16 abr. 2025. Emerald. DOI: 10.1108/jrpc-01-2024-0003.

MUNONYE, W. C.; AJONYE, G. O.; AKINLOYE, O. A. Industrial symbiosis in circular economies through policy and practice for waste to resource innovation. **Discover Sustainability**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-35, 4 dez. 2025. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43621-025-02127-3.

NEVES, A.; GODINA, R.; AZEVEDO, S. G.; MATIAS, J. C.O. A comprehensive review of industrial symbiosis. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 247, n. 1, p. 1-44, fev. 2020. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119113.

NEWSHOLME, A.; DEUTZ, P.; AFFOLDERBACH, J.; BAUMGARTNER, R. J. Negotiating Stakeholder Relationships in a Regional Circular Economy: discourse analysis of multi-scalar policies and company statements from the north of england. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 2, n. 2, p. 783-809, 5 jan. 2022. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43615-021-00143-9.

NGUYEN, B. T.; LE, N. B. A. Circular economy: a study of eco-industrial park governance. **Journal Of Governance And Regulation**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 310-316, 3 jun. 2025. Virtus Interpress. DOI: 10.22495/jgrv14i2siart9.

NGUYEN, M. D.; THOMAS, M.; SURAPANENI, A.; MOON, E. M.; MILNE, N. A. Beneficial reuse of water treatment sludge in the context of circular economy. **Environmental Technology & Innovation**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 1-14, nov. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.eti.2022.102651.

NGUYEN, T. T.; NGUYEN, V. T.; DO, S. T. Unveiling systemic barriers to circular economy in construction for sustainability: a structural-causal network perspective. **Engineering, Construction And Architectural Management**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-21, 28 out. 2025. Emerald. DOI: 10.1108/ecam-05-2025-0770.

NIKOLAKIS, W.; GUðJÓNSSON, G. Building voluntary partnerships for climate action: an exploratory study from iceland. **Cleaner And Responsible Consumption**, [S.L.], v. 3, n. 1, p. 1-9, dez. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.clrc.2021.100023.

NUNES, L. J. R.; CAUSER, T. P.; CIOLKOSZ, D. Biomass for energy: a review on supply chain management models. **Renewable And Sustainable Energy Reviews**, [S.L.], v. 120, n. 1, p. 1-8, mar. 2020. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.rser.2019.109658.

NÚÑEZ, G. R.; PEREZ-CASTILLO, D. Business Models for Industrial Symbiosis: a literature review. **Sustainability**, [S.L.], v. 15, n. 12, p. 1-24, 6 jun. 2023. MDPI AG. DOI: 10.3390/su15129142.

OBAKHAVBAYE, M. Inclusive circular economy: promoting young adult's participation through citizen inquiry and creative participatory research methods in a developing country. **Social Sciences & Humanities Open**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 1-11, 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ssaho.2025.101841.

OBERHOLZER, S.; SACHS, S. Engaging Stakeholders in the Circular Economy: a systematic literature review. **Stakeholder Engagement In A Sustainable Circular Economy**, [S.L.], n. 1, p. 57-97, 2023. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-031-31937-2_3.

ODEYEMI, O. A.; PARRY, Y.; ULLAH, S.; SIVERTSEN, N. Unsuccessful research funding applications: a scoping review of causes and impacts on australian researchers and research projects. **Scientometrics**, [S.L.], v. 130, n. 5, p. 2799-2828, maio 2025. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s11192-025-05330-1.

OLIVEIRA, F. M.; HOLANDA, T. C.; RAMALHO, A. L. O. S.; KLOECKNER, N. V. R.; MOURA, I. E. M. O.; RICARTE, T. L.; RIBEIRO, K. V. Rains, Tragedies and Media Coverage: analysis of floods in Rio Grande do Sul. **Revista de Gestão Social e Ambiental**,

[S.L.], v. 18, n. 4, p. 1-18, 23 maio 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n4-114.

OLIVEIRA, F. R. de; SANTOS, R. F. dos; FRANÇA, S. L. B.; RANGEL, L. A. D. Strategies and Challenges for the Circular Economy: a case study in portugal and a panorama for brazil. **Brazilian Archives Of Biology And Technology**, [S.L.], v. 63, n. 1, p. 1-12, 2020. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/1678-4324-2020180646.

OLSON, M. **The Logic of Collective Action: Public Goods and the Theory of Groups**. Harvard University Press, 1965. DOI: 10.4159/9780674041660.

OREBI, H. A.; SHAHIN, M. R.; ALLAH, M. T. A.; HEGAZY, A. H.; ALSHAKHS, M. Aq.; ALAITHAN, A. M.; ALHINDI, A. A.; KABBASH, I. A. Medical students' perceptions, experiences, and barriers towards research implementation at the faculty of medicine, Tanta university. **Bmc Medical Education**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 1-9, 27 nov. 2023. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1186/s12909-023-04884-z.

ORELLANA, E.; GONZALEZ, T.; ÁLVAREZ, A.; FERNÁNDEZ-CAMPUSANO, C.; MUÑOZ, M.; CARRASCO, R. Precision Farming: exploring the challenges and opportunities for smallholder farmers in chile. **Agriculture**, [S.L.], v. 15, n. 24, p. 2555-2577, 10 dez. 2025. MDPI AG. DOI: 10.3390/agriculture15242555.

OSEI-TUTU, S.; AYARKWA, J.; NANI, G.; OSEI-ASIBEY, D.; ABU, I. M. A. Stakeholders' role towards circular economy implementation: a scientometric review. **Construction Innovation**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-24, 6 fev. 2024. Emerald. DOI: 10.1108/ci-02-2023-0032.

OUEDRAOGO, F. R.; ZHANG, J.; TEJADA-MARTINEZ, A. E. Inlet retrofitting improves the hydraulic performance of a waste stabilization pond. **Ecological Engineering**, [S.L.], v. 193, n. 1, p. 1-7, ago. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2023.107006.

PAKDEL, J.; EROL, I.; OZTEL, A.. Advancing digital transformation in the mining industry: a novel rough interval-valued neutrosophic dematel approach to challenge interdependencies. **Resources Policy**, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 1-19, ago. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.resourpol.2025.105663.

PACICCO, F.; SERATI, M.; VENEGONI, A. Shaping the local business structure: drivers of firm location at the municipal level. **Spatial Economic Analysis**, [S.L.], v. 20, n. 3, p. 484-513, 18 abr. 2024. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/17421772.2024.2337902.

PARDAL, A.; MOREIRA, A.; GALACHO, C.; MATEUS, D.; VIEGAS, L.; GASPAR, M.; TEIXEIRA, M. R.; MANTEIGAS, V.; DINIS, M. A. P. From Knowledge to Action: how portuguese higher education students engage with circular economy principles. **Sustainability**, [S.L.], v. 17, n. 7, p. 3279-3302, 7 abr. 2025. MDPI AG. DOI: 10.3390/su17073279.

PATALA, S.; ALBAREDA, L.; HALME, M. Polycentric Governance of Privately Owned Resources in Circular Economy Systems. **Journal Of Management Studies**, [S.L.], v. 59, n. 6, p. 1563-1596, 25 mar. 2022. Wiley. DOI: 10.1111/joms.12810.

PATRICIO, J.; AXELSSON, L.; BLOMÉ, S.; ROSADO, L. Enabling industrial symbiosis collaborations between SMEs from a regional perspective. **Journal Of Cleaner Production**,

[S.L.], v. 202, n. 1, p. 1120-1130, nov. 2018. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.230.

PAULA, E. V.; ABREU, M. C. S. Pressures from the context and institutional capacity building to develop industrial symbiosis networks. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 26, n. 4, p. 1-12, 2019. DOI: 10.1590/0104-530x3831-19.

PEÑA, M. R.; MARA, D. D.; SANCHEZ, A. Dispersion studies in anaerobic ponds: implications for design and operation. **Water Science And Technology**, [S.L.], v. 42, n. 10-11, p. 273-282, 1 nov. 2000. IWA Publishing. DOI: 10.2166/wst.2000.0660.

PEROTTI, F. A.; ALON, I.; GUPTA, B.; FERRARIS, A. Unravelling Inter-Organisational Collaboration to Address the Circular Economy Transitions: a systematic literature review. **Business Strategy And The Environment**, [S.L.], v. 34, n. 8, p. 10653-10680, 14 ago. 2025. Wiley. DOI: 10.1002/bse.70136.

PINTARIČ, Z. N.; VARBANOV, P. S.; KLEMEŠ, J. J.; KRAVANJA, Z. Multi-objective multi-period synthesis of energy efficient processes under variable environmental taxes. **Energy**, [S.L.], v. 189, n. 1, p. 1-12, dez. 2019. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.energy.2019.116182.

POHREBNIAK, A.; SHEVCHUK, N.; PEREVERZEVA, S.; REDKO, K.; TYMOSHENKO, A. Institutional support for the development of eco-industrial parks in the conditions of the circular economy formation taking into account world experience. **Cuestiones Políticas**, [S.L.], v. 40, n. 74, p. 440-455, 25 out. 2022. DOI: 10.46398/cuestpol.4074.24.

POZZOLI, M.; NASTARI, R.; PISANO, S.; SCHIAVONE, F. Do local subsidiaries have unique characteristics in strategies, knowledge, and digital transformation efforts to achieve circular economy goals? **Journal Of Innovation & Knowledge**, [S.L.], v. 10, n. 5, p. 1-15, set. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jik.2025.100802.

PRINZ, R.; MOLA-YUDEGO, B.; ERBER, G. Transferring synchromodal principles to forest biomass supply: a holistic approach to supply chain design. **Research In Transportation Business & Management**, [S.L.], v. 61, n. 1, p. 101389-101397, ago. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.rtbm.2025.101389.

PRISCO, A.; REY, A.; SCIARELLI, M.; TUCCILLO, D. Linking Loops: how digital platforms orchestrate circular economy networks. **Sustainable Development**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-13, 3 fev. 2026. Wiley. DOI: 10.1002/sd.70641.

QUILLOY, R. M.; JOY FLOR, R.; G. FLOR, B. P. Understanding communication and stakeholder learning process affecting sustainability in multi-stakeholder platforms: the case of a learning alliance in vietnam. **Outlook On Agriculture**, [S.L.], v. 54, n. 1, p. 105-119, 19 set. 2024. SAGE Publications. DOI: 10.1177/00307270241281747.

RAMIAH, C.; RAMGOLAM, Y. K.; DOOKHUN, V.; SULTAN, R. Optimising solar energy project bankability through stakeholder engagement: a case of mauritius. **Energy For Sustainable Development**, [S.L.], v. 92, n. 1, p. 1-18, jun. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.esd.2026.101924.

RIJO, B.; NOBRE, C.; BRITO, P.; FERREIRA, P. An Overview of the Thermochemical Valorization of Sewage Sludge: principles and current challenges. **Energies**, [S.L.], v. 17, n. 10, p. 2417-2440, 17 maio 2024. MDPI AG. DOI: 10.3390/en17102417.

RODRÍGUEZ-MEZA, L. R.; ROMERO-PERDOMO, F.; GONZÁLEZ-CURBELO, M. Á. Analyzing Government Plans for the Plastic Value Chain in the Latin American Circular Economy. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 5, n. 5, p. 4447-4468, 11 jun. 2025. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43615-025-00558-8.

SALVIONI, D. M.; ALMICI, A. Transitioning Toward a Circular Economy: the impact of stakeholder engagement on sustainability culture. **Sustainability**, [S.L.], v. 12, n. 20, p. 8641, 19 out. 2020. MDPI AG. DOI: 10.3390/su12208641.

SANCHES, J. R.; TREVISAN, A. H.; SELES, B. M. R. P.; CASTRO, C. G.; PIAO, R. S.; ROZENFELD, H.; MASCARENHAS, J. Sustainable Circular Economy Strategies: an analysis of brazilian corporate sustainability reporting. **Sustainability**, [S.L.], v. 14, n. 10, p. 1-26, 11 maio 2022. MDPI AG. DOI: 10.3390/su14105808.

SANDLER, T. Collective action: fifty years later. **Public Choice**, [S.L.], v. 164, n. 3-4, p. 195-216, 9 abr. 2015. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s11127-015-0252-0.

SANTOS FILHO, D. A. dos; OLIVEIRA, L. R. G. de; PENTEADO, M. C.; SCHIRMER, W. N.; MOTTA SOBRINHO, M. A. da; JUCÁ, J. F. T. Energy Sustainability Of Supply Centers From The Codigestion Of Organic Waste. **Detritus**, [S.L.], v. 1, n. 9, p. 76-82, 10 fev. 2020. Eurowaste SRL. DOI: 10.31025/2611-4135/2020.13901.

SARHAN, M. M.; ALJOHANI, L. N.; ALSALEH, R. I.; MUBARAKI, R. A.; ALMOZAEN, M. A.; ALHARBI, R. S. Barriers faced by undergraduate dental students when conducting research: a qualitative study. **Bmc Medical Education**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 1-9, 6 fev. 2025. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1186/s12909-025-06790-y.

SARQUAH, K.; NARRA, S.; BECK, G.; DERKYI, N. S. A.; AWAFO, E.; HARTMANN, M.; NELLES, M. Evaluating opportunities of refuse derived fuel for energy-based industrial symbiosis towards a circular economy - A case study. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 380, n. 1, p. 1-10, abr. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.125126.

SCAFÀ, M.; MARCONI, M.; GERMANI, M. A Critical Review of Industrial Symbiosis Models. **Advances In Transdisciplinary Engineering**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-10, 2018. IOS Press. DOI: 10.3233/978-1-61499-898-3-1184.

SCHAEFFER, P. R.; GUERRERO, M.; FISCHER, B. B. Mutualism in ecosystems of innovation and entrepreneurship: a bidirectional perspective on universities' linkages. **Journal Of Business Research**, [S.L.], v. 134, n. 1, p. 184-197, set. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jbusres.2021.05.039.

SCHULTZ, F. C.; VALENTINOV, V.; KIRCHHERR, J.; REINHARDT, R. J.; PIES, I. Stakeholder governance to facilitate collaboration for a systemic circular economy transition: a qualitative study in the european chemicals and plastics industry. **Business Strategy And**

The Environment, [S.L.], v. 33, n. 3, p. 2173-2192, 15 out. 2023. Wiley. DOI: 10.1002/bse.3592.

SELLITTO, M. A.; MURAKAMI, F. K. Industrial symbiosis: a case study involving a steelmaking, a cement manufacturing, and a zinc smelting plant. **Chemical Engineering Transactions**, [S.L.], v. 70, n. 1, p. 211-216, 2018. AIDIC: Italian Association of Chemical Engineering. DOI: 10.3303/CET1870036.

SELLITTO, M. A.; MURAKAMI, F. K.; BUTTURI, M. A.; MARINELLI, S.; KADEL JUNIOR, N.; RIMINI, B. Barriers, drivers, and relationships in industrial symbiosis of a network of Brazilian manufacturing companies. **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 443-454, abr. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.spc.2020.09.016.

SERNA-GUERRERO, R.; IKONEN, S.; KALLELA, O.; HAKANEN, E. Overcoming data gaps for an efficient circular economy: a case study on the battery materials ecosystem. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 374, n. 1, p. 1-10, nov. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133984.

SGAMBARO, L.; CHIARONI, D.; URBINATI, A. Unpacking the enabling role of digital technologies in industrial symbiosis: a novel framework on digital functions and industrial symbiosis life-cycle. **Journal Of Innovation & Knowledge**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1-15, jul. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jik.2026.100995.

SHAH, K.; TIWARI, C.; SUNNY, A. Unveiling the Circularity: challenges and barriers in transitioning to the circular practices. **Circular Economy And Sustainable Innovation**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 273-303, out. 2025. Springer Nature Switzerland. DOI: 10.1007/978-3-032-00437-6_13.

SHAIK, F.; MOHAMMED, N.; KHASAWNEH, M. A.; SULTANA, T. Industrial Solid Waste to Circular Economy. **Valorization Of Solid Wastes To Biofuels And Chemical Products For Sustainable World**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 635-655, 2025. Springer Nature Singapore. DOI: 10.1007/978-981-96-8594-3_34.

SHI, Y.; HA, H.-Y. When alignment fails but cooperation persists: the paradox of executive's managerial misalignment in B2B partnerships. **Industrial Marketing Management**, [S.L.], v. 134, n. 1, p. 325-337, abr. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.indmarman.2026.03.009.

SHOBANDE, O. A.; TIWARI, A. K.; OGBEIFUN, L.; TRABELSI, N. Demystifying circular economy and inclusive green growth for promoting energy transition and carbon neutrality in Europe. **Structural Change And Economic Dynamics**, [S.L.], v. 70, n. 1, p. 666-681, set. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.strueco.2024.05.016.

SILERYTE, R.; WANDL, A.; TIMMEREN, A. V. The responsibility of waste production: comparison of european waste statistics regulation and dutch national waste registry. **Waste Management**, [S.L.], v. 151, n. 1, p. 171-180, set. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.wasman.2022.07.022.

SILVA, P. P. O.; ARAUJO, L. G. B. R.; VAN ELK, A. G. H. P. Implicações dos instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos na infraestrutura e condições operacionais de cooperativas de reciclagem no município do Rio de Janeiro. **Journal of Environmental**

Management & Sustainability, [S. L.], v. 13, n. 1, p. 1-45, 2024. DOI: 10.5585/2024.23557.

SILVEIRA, F. da; BARBEDO, J. G. A.; SILVA, S. L. C. da; AMARAL, F. G. Proposal for a framework to manage the barriers that hinder the development of agriculture 4.0 in the agricultural production chain. **Computers And Electronics In Agriculture**, [S.L.], v. 214, n. 1, p. 1-18, nov. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.compag.2023.108281.

SINGH, D. K.; GARG, A. A review on hydrothermal pretreatment of sewage sludge: energy recovery options and major challenges. **Advanced Organic Waste Management**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 297-314, jan. 2022. Elsevier. DOI: 10.1016/b978-0-323-85792-5.00040-x.

SINGH, G. Ranking Barriers and Interventions for Circular Economy in Fashion: a theory-anchored multi-stakeholder study. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 6, n. 2, p. 1-39, 23 fev. 2026. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43615-026-00841-2.

SNOW, D. A.; BENFORD, R. D. Ideology, frame resonance, and participant mobilization. **International Social Movement Research**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 197-218, 1988.

SONG, W.; ZHAO, K. Navigating the innovation policy dilemma: how subnational governments balance expenditure competition pressures and long-term innovation goals. **Heliyon**, [S.L.], v. 10, n. 15, p. 1-26, ago. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e34787.

SOUZA PINTO, M. J. de; MININEL, V. A.; SATO, T. de O.; PEREIRA, L. V.; NAPOLEÃO, A. A.; HORTENSE, P. Effects of Rehabilitation on The Productivity Among University Professors With Chronic Musculoskeletal Pain: a cross-sectional study. **Pain Management Nursing**, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 464-470, out. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.pmn.2025.04.013.

STANKEVIČIUS, A.; NOVIKOVAS, A.; BAKAVECKAS, A.; PETRYSHYN, O. EU waste regulation in the context of the circular economy: peculiarities of interaction. **Entrepreneurship And Sustainability Issues**, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 533-545, 30 dez. 2020. Entrepreneurship and Sustainability Center. DOI: 10.9770/jesi.2020.8.2(32).

STEWART-LORD, A.; MATTHEWS, K.; PARTNER, A.; MUSSMANN, B. Radiographer research engagement: an international mixed methods study. **Radiography**, [S.L.], v. 32, n. 3, p. 1-8, abr. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.radi.2026.103364.

STUDART, T. M. de C.; CAMPOS, J. N. B.; SOUZA FILHO, F. A. de; PINHEIRO, M. I. T.; BARROS, L. S. Turbulent waters in Northeast Brazil: a typology of water governance-related conflicts. **Environmental Science & Policy**, [S.L.], v. 126, p. 99-110, dez. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.envsci.2021.09.014.

SUN, J.; LIU, X.; CAI, J. Intermediaries that facilitate university–industry research partnerships: a systematic literature review. **Journal Of Business Research**, [S.L.], v. 194, n. 1, p. 1-27, maio 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jbusres.2025.115365.

TAKACS, F.; BRUNNER, D.; FRANKENBERGER, K. Barriers to a circular economy in small- and medium-sized enterprises and their integration in a sustainable strategic

management framework. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 362, n. 1, p. 1-16, ago. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132227.

TAKAOKA, M.; YOO, J.; MIZUNO, T.; SONODA, K.; UEDA, A.; HOSHO, F.; MIYAMOTO, T. Historical trends, roles, and future challenges of sewage sludge thermal treatment in Japan. **Journal Of Material Cycles And Waste Management**, [S.L.], v. 27, n. 5, p. 2811-2831, 20 jul. 2025. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s10163-025-02331-3.

TARON, A.; MAJUMDER, A.; BODACH, S.; AGBEFU, D. Public-private partnerships for the circular bioeconomy in the Global South: lessons learned. **Resource Recovery & Reuse: SERIES 22**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-56, 2023. International Water Management Institute (IWMI). DOI: 10.5337/2023.205.

TAVARES JÚNIOR, R. A.; FONTANA, M. E.; SILVA, W. D. O. NAVIGATING TRANSITION: unveiling drivers in Brazil's circular economy shift. **Revista de Administração de Empresas**, [S.L.], v. 65, n. 4, p. 1-25, nov. 2025. FapUNIFESP (SciELO). DOI: 10.1590/s0034-759020250407.

TECHANAMURTHY, U.; YUSOF, W. F. M.; NOPIAH, Z. M. Knowledge Level of Circular Economy and Sustainability Concepts among University Students from the Engineering and Built Environment Program. **Jurnal Kejuruteraan**, [S.L.], v. 37, n. 2, p. 947-957, 30 mar. 2025. Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM Press). DOI: 10.17576/jkukm-2025-37(2)-31.

TEIXEIRA, N. Circular economy perspectives: challenges, innovations, and sustainable futures. **Discover Sustainability**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-21, 1 ago. 2025. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s43621-025-01606-x.

TESSITORE, S.; CORSINI, F.; IRALDO, F. Exploring the alignment and misalignment in the transition to a circular economy within private companies and public organizations. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 430, n. 1, p. 1-13, dez. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.139528.

TETTEH, P. A.; OSEI-KYEI, R.; TAM, V. W. Y. Strategies for sustainable financing of circular infrastructure projects – a systematic review. **Construction Innovation**, [S.L.], v. 25, n. 7, p. 235-267, 5 jun. 2025. Emerald. DOI: 10.1108/ci-10-2024-0323.

THORPE, J.; SPRENGER, T.; GUIJT, J.; STIBBE, D. Are multi-stakeholder platforms effective approaches to agri-food sustainability? Towards better assessment. **International Journal Of Agricultural Sustainability**, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 168-183, 16 maio 2021. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/14735903.2021.1921485.

TLEUKEN, A.; ROGETZER, P.; FRACCASCIA, L.; YAZAN, D. M. Designing a stakeholder engagement framework with critical success factors for Hubs for Circularity. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 384, n. 1, p. 1-16, jun. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.125324.

TOMIĆ, T.; KREMER, I.; CIPRIOTI, S. V.; SCHNEIDER, D. R. Efficiency of municipal packaging waste recovery chain and suitability of separated residual waste fractions for use in

alternative fuels production. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 322, n. 1, p. 1-13, nov. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.116056.

TOURATIER-MULLER, N.; MESNIER, L. Circular supply chain practices among very small businesses, and small and medium-sized enterprises: a resource-based view perspective. **Logistique & Management**, [S.L.], v. 32, n. 1, p. 42-63, 2 jan. 2024. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/12507970.2024.2313973.

TREVISAN, A. H.; BOSCARATO, A.; ACERBI, F.; TERZI, S.; SASSANELLI, C. Enhancing Circular Economy education and training for the manufacturing sector: a holistic skills framework. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 380, n. 1, p. 1-12, abr. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.124982.

TREVISAN, A. H.; LOBO, A.; GUZZO, D.; GOMES, L. A. de V.; MASCARENHAS, J. Barriers to employing digital technologies for a circular economy: a multi-level perspective. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 332, n. 1, p. 1-13, abr. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117437.

TUKOFF-GUIMARÃES, Y. B.; KNISS, C. T.; PENHA, R.; RUIZ, M. S. Patents valuation in core innovation: case study of a brazilian public university. **Innovation & Management Review**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 34-50, 22 mar. 2021. Emerald. DOI: 10.1108/inmr-03-2019-0027.

TUNDJUNGSARI, V.; PUTRANTO, B. P. D.; ULUM, M. B.; ANWAR, N. An Integrated Model for Circular Waste Management Using the Internet of Things, Semantic Web, and Gamification (Circonomy): case study in indonesia. **Jmir Serious Games**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 1-15, 6 maio 2025. JMIR Publications Inc. DOI: 10.2196/66781.

TUTORE, I.; FALCONE, P. M.; CHIANESE, L. Springing into sustainability: assessing experiential learning outcomes for circular economy competences. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 552, n. 1, p. 1-13, mar. 2026. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2026.147964.

UHRENHOLT, J. N.; KRISTENSEN, J. H.; RINCÓN, M. C.; ADAMSEN, S.; JENSEN, S. F.; WAEHRENS, B. V. Maturity Model as a Driver for Circular Economy Transformation. **Sustainability**, [S.L.], v. 14, n. 12, p. 2-17, 19 jun. 2022. MDPI AG. DOI: 10.3390/su14127483.

ÜNAL, E.; URBINATI, A.; CHIARONI, D. Managerial practices for designing circular economy business models. **Journal Of Manufacturing Technology Management**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 561-589, 15 abr. 2019. Emerald. DOI: 10.1108/jmtm-02-2018-0061.

VAN BRUGGEN, A. R.; ZONNEVELD, M.; ZIJP, M. C.; POSTHUMA, L. Solution-focused sustainability assessments for the transition to the circular economy: the case of plastics in the automotive industry. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 358, n. 1, p. 1-12, jul. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.131606.

VAN STIJN, A.; JANSEN, B. W.; GRUIS, V.; VAN BORTEL, G. A. Towards implementation of circular building components: a longitudinal study on the stakeholder choices in the development of 8 circular building components. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v.

420, n. 1, p. 1-18, set. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138287.

VANDERKAAAY, S.; DIX, L.; RIVARD, L.; MISSIUNA, C.; NG, S.; POLLOCK, N.; WHALEN, S. S.; EISEN, I.; KYTE, C.; PHOENIX, M. Tiered Approaches to Rehabilitation Services in Education Settings: towards developing an explanatory programme theory. **International Journal Of Disability, Development And Education**, [S.L.], v. 70, n. 4, p. 540-561, 18 mar. 2021. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/1034912x.2021.1895975.

VELENTURF, A. P. M. Initiating resource partnerships for industrial symbiosis. **Regional Studies, Regional Science**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 117-124, jan. 2017. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/21681376.2017.1328285.

VICARI, S. Measuring collective action frames: a linguistic approach to frame analysis. **Poetics**, [S.L.], v. 38, n. 5, p. 504-525, out. 2010. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.poetic.2010.07.002.

VILAS BÔAS, T. F.; BARROS, R. M.; PINTO, J. A.; SANTOS, I. F. S. dos; LORA, E. E. S.; ANDRADE, R. V.; TIAGO FILHO, G. L.; ALMEIDA, K. A.; MACHADO, G. de O. Energy potential from the generation of biogas from anaerobic digestion of olive oil extraction wastes in Brazil. **Cleaner Waste Systems**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-13, abr. 2023. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.clwas.2023.100083.

WAN, C. K. Collaborative Platforms as Stakeholder Governance Modes in Circular Economy Ecosystems. In: ZIMMERMANN, R.; RODRIGUES, J. C.; SIMOES, A.; DALMARCO, G. (eds) Human-Centred Technology Management for a Sustainable Future. IAMOT. **Anais...** Springer Proceedings in Business and Economics. Springer, Cham, 2025. DOI: 10.1007/978-3-031-72490-9_5.

WANG, M.; HUANG, Y.; ZHANG, D.; HE, Y. Sludge deep dewatering by liquefied dimethyl ether: selection of operating conditions based on response surface methodology. **Environmental Technology**, [S.L.], v. 46, n. 2, p. 289-302, 15 maio 2024. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/09593330.2024.2354123.

WANG, Q.; WANG, X. An Expert Decision-Making System for Identifying Development Barriers in Chinese Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Industry. **Sustainability**, [S.L.], v. 14, n. 24, p. 16721, 13 dez. 2022. MDPI AG. DOI: 10.3390/su142416721.

WANG, X.; LI, C.; LAM, C. H.; SUBRAMANIAN, K.; QIN, Z.; MOU, J.; JIN, M.; CHOPRA, S. S.; SINGH, V.; OK, Y. S. Emerging waste valorisation techniques to moderate the hazardous impacts, and their path towards sustainability. **Journal Of Hazardous Materials**, [S.L.], v. 423, n. 1, p. 1-18, fev. 2022. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.127023.

WARNER, J. F. More Sustainable Participation? Multi-Stakeholder Platforms for Integrated Catchment Management. **International Journal Of Water Resources Development**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 15-35, mar. 2006. Informa UK Limited. DOI: 10.1080/07900620500404992.

WIELOPOLSKI, M.; BULTHUIS, W. The Better Building Initiative — a Collaborative Ecosystem Involving All Stakeholders as Catalyst to Accelerate the Adoption of Circular

Economy Innovations in the Construction Sector. **Circular Economy And Sustainability**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 719-733, 13 set. 2022. DOI: 10.1007/s43615-022-00205-6.

WONGCHAI, W.; ONSREE, T.; NAWAPANAN, E.; PROMWUNGKWA, A.; MONA, Y.; TIPPAYAWONG, N. Integrated environmental, energy, and economic analysis of woodchips production supply chains for fast-growing trees in Thailand. **Energy**, [S.L.], v. 336, n. 1, p. 1-14, nov. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.energy.2025.138374.

WU, C.-Y.; HU, M.-C.; NI, F.-C. Supporting a circular economy: insights from taiwan's plastic waste sector and lessons for developing countries. **Sustainable Production And Consumption**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 228-238, abr. 2021. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.spc.2020.10.009.

XIANG, Q.; FAN, D.; ZHU, L.; ZHANG, T.; SHEN, D.; WANG, H.; DONG, B. Weighted comprehensive risk assessment and pollution analysis of long-term printing and dyeing sludge landfills in an industrialized Chinese city. **Environmental Pollution**, [S.L.], v. 367, n. 1, p. 1-11, fev. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.envpol.2025.125665.

YAN, Z.; ZHANG, J.; WANG, Z.; DU, Z. Does international coordinated industrial policy stimulate regional low-carbon aviation development? Evidence from CORSIA and the APEC developing economies. **Energy Economics**, [S.L.], v. 143, n. 1, p. 1-13, mar. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.eneco.2025.108220.

YANG, H.; GUO, Y.; FANG, N.; FAN, J.; DONG, B. Carbon footprint and economic viability assessment of recycling sewage sludge in sintered brick manufacturing route. **Clean Technologies And Environmental Policy**, [S.L.], v. 27, n. 6, p. 2451-2464, 16 set. 2024. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s10098-024-03009-4.

YANG, M.; CHEN, L.; WANG, J.; MSIGWA, G.; OSMAN, A. I.; FAWZY, S.; ROONEY, D. W.; YAP, P.-S. Circular economy strategies for combating climate change and other environmental issues. **Environmental Chemistry Letters**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 55-80, 6 set. 2022. Springer Science and Business Media LLC. DOI: 10.1007/s10311-022-01499-6.

YAOTIAN, D.; HAN, Z.; YADAV, R. S. Integrated analysis of circular economy policy innovations in developing countries through experts' perspectives. **Journal Of Environmental Management**, [S.L.], v. 377, n. 1, p. 1-25, mar. 2025. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.jenvman.2025.124601.

ZHERDEVA, A.; MCQUILLAN, D.; MORALES, L. Research Sample Saturation in Irish Tech SMEs: a practical case study. *In: 24TH EUROPEAN CONFERENCE ON RESEARCH METHODOLOGY FOR BUSINESS AND MANAGEMENT STUDIES. Anais...* Northern Ireland, v. 24, n. 1, p. 168-175, 17 jun. 2025. Academic Conferences and Publishing International Ltd. DOI: 10.34190/ecrm.24.1.3652.

ZORPAS, A. A. The hidden concept and the beauty of multiple “R” in the framework of waste strategies development reflecting to circular economy principles. **Science Of The Total Environment**, [S.L.], v. 952, n. 1, p. 1-32, nov. 2024. Elsevier BV. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.175508.

ŻYGADŁO, M. Selected Elements of the Problem of Co-firing Alternative Fuels. **Ochrona Środowiska**, [S.L.], v. 40, n. 2, p. 39-44, 2018.

APÊNDICE A

ROTEIROS DE ENTREVISTA APLICADOS AO DIAGNÓSTICO EM ECONOMIA CIRCULAR

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Diagnóstico: Sistema de Informação de Resíduos

Essa rota propõe um mapeamento digital e organizado dos fluxos de materiais nos ambientes industriais, promovendo rastreabilidade e identificação de oportunidades de circularidade.

1) Sua empresa possui um Sistema de Informação de Resíduos?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que essa rota foi implementada? Quais lacunas operacionais essa rota soluciona?
- 3) Como essa rota foi implementada?
 - a. Foi necessário mobilizar stakeholders? Quais? Como essa mobilização ocorreu?
 - b. Foram criados grupos de trabalho ou realizados benchmarkings? Como isso ocorreu?
 - c. Foi feito um projeto de viabilidade? Quais elementos foram avaliados?
 - d. Foram mapeados riscos? Quais? Foram definidos mecanismos de mitigação?
 - e. Quanto tempo levou para implementar esse sistema? Quais desafios surgiram durante a implementação?
 - f. Houve treinamentos para funcionários e operadores? Como foram executados?
 - g. Quais as características desse sistema? Como ele funciona? Quais dados e como são coletados? Como os dados são avaliados?
 - h. Há indicadores para avaliar a eficácia do sistema? Quais?
- 4) A adoção do Sistema já promoveu algum benefício? Qual?
- 5) A adoção do Sistema conseguiu de alguma forma promover a economia circular ou a descarbonização? Se sim, como isso ocorreu?
- 6) Esses benefícios são divulgados para stakeholders? Como? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para o engajamento e a visibilidade da iniciativa?
- 7) De que forma essa solução pode ser melhorada? Quais os obstáculos para isso acontecer?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de adotá-lo:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a adoção de um Sistema de Informação de Resíduos?
- 3) A ausência de um Sistema já gerou alguma dificuldade em rastrear materiais ou identificar oportunidades de reaproveitamento? Isso ocasionou perda de negócios ou parcerias?
- 4) Sua empresa conhece experiências bem-sucedidas de outras empresas com sistemas semelhantes? Quais boas práticas foram identificadas nesses benchmarks que poderiam ser aplicadas na sua empresa?
- 5) Haveria abertura da liderança da sua empresa para discutir ou testar um piloto de Sistema?
- 6) A empresa teria interesse em adotar esse sistema no futuro? Como essa adoção poderia ocorrer?
- 7) Para essa adoção, quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Diagnóstico: Coleta Seletiva

Essa rota propõe a estruturação de sistemas eficientes de separação e coleta de resíduos nas empresas, visando melhorar a destinação e o aproveitamento dos materiais.

1) Sua empresa possui um sistema de coleta seletiva?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que essa rota foi implementada? Quais lacunas operacionais essa rota soluciona?
- 3) Como essa rota foi implementada?
 - a. Foi necessário mobilizar stakeholders? Quais? Como essa mobilização ocorreu?
 - b. Foram criados grupos de trabalho ou realizados benchmarkings? Como isso ocorreu?
 - c. Foi feito um projeto de viabilidade? Quais elementos foram avaliados?
 - d. Foram mapeados riscos? Quais? Foram definidos mecanismos de mitigação?
 - e. Quanto tempo levou para implementá-lo? Que dificuldades foram encontradas na execução?
 - f. Houve treinamentos para funcionários e operadores? Como foram executados?
 - g. Como os funcionários são engajados a participar da coleta seletiva? Houve obstáculos?
 - h. Como o sistema funciona? Qual foi a infraestrutura necessária?
 - i. Quais tipos de resíduos são segregados e coletados? Qual sua destinação?
 - j. Sua empresa desenvolveu ou planeja desenvolver um sistema de informação para monitorar e gerenciar os dados da coleta seletiva?
 - k. Há indicadores para avaliar a eficácia da coleta seletiva? Quais?
- 4) A adoção da coleta seletiva já promoveu algum benefício? Qual?
- 5) A adoção da coleta seletiva conseguiu de alguma forma promover a economia circular ou a descarbonização? Se sim, como isso ocorreu?
- 6) Esses benefícios são divulgados para stakeholders? Como? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para o engajamento e a visibilidade da iniciativa?
- 7) De que forma essa solução pode ser melhorada? Quais os obstáculos para isso acontecer?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de adotá-lo:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a adoção de um sistema de coleta seletiva?
- 3) Como a empresa lida atualmente com resíduos não segregados?
- 4) A ausência de um sistema de coleta seletiva já gerou alguma dificuldade em rastrear materiais ou identificar oportunidades de reaproveitamento? Isso ocasionou perda de negócios ou parcerias?
- 5) Sua empresa conhece experiências bem-sucedidas de outras empresas com sistemas semelhantes? Quais boas práticas foram identificadas nesses benchmarks que poderiam ser aplicadas na sua empresa?
- 6) Haveria abertura da liderança da sua empresa para discutir ou testar um piloto de coleta seletiva?
- 7) A empresa teria interesse em adotar esse sistema no futuro? Como essa adoção poderia ocorrer?
- 8) Para essa adoção, quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Diagnóstico: Cooperativa de Recicláveis

Essa rota é uma iniciativa de inclusão social e geração de renda com a organização de cooperativas para triagem e comercialização de recicláveis.

1) Sua empresa possui uma cooperativa de recicláveis?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que essa rota foi implementada? Quais lacunas operacionais essa rota soluciona?
- 3) Como essa rota foi implementada?
 - a. Foi necessário mobilizar stakeholders? Quais? Como essa mobilização ocorreu?
 - b. Foram criados grupos de trabalho ou realizados benchmarkings? Como isso ocorreu?
 - c. Foi feito um projeto de viabilidade? Quais elementos foram avaliados?
 - d. Foram mapeados riscos? Quais? Foram definidos mecanismos de mitigação?
 - e. Quanto tempo levou para implementá-la? Que dificuldades foram encontradas na execução?
 - f. Houve treinamentos para funcionários e cooperados? Como foram executados?
 - g. Há ou houve incentivos a arranjos produtivos para reciclagem de resíduos?
 - h. Como a cooperativa funciona? Ela é formalmente constituída?
 - i. Quais tipos de resíduos vão para a cooperativa? Qual a destinação que a cooperativa dá para esses resíduos? Sua empresa compra, vende ou recebe doações de recicláveis?
 - j. A comunidade local foi inserida nesse processo? Se sim, como? Houve obstáculos?
 - k. Sua empresa desenvolveu ou planeja desenvolver um sistema de informação para monitorar e gerenciar os dados de resíduos processados pela cooperativa?
 - l. Há indicadores para avaliar a eficácia da cooperativa? Quais?
- 4) A adoção de uma cooperativa de recicláveis já promoveu algum benefício? Qual?
- 5) A adoção da cooperativa promoveu a economia circular ou a descarbonização? Como?
- 6) Esses benefícios são divulgados para stakeholders? Como? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para o engajamento e a visibilidade da iniciativa?
- 7) De que forma essa solução pode ser melhorada? Quais os obstáculos para isso acontecer?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de adotá-la:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a adoção de uma cooperativa de recicláveis?
- 3) Qual destinação é dada para os resíduos recicláveis? Foram mapeadas suas fontes? Há planos integrados para sua gestão?
- 4) A ausência de uma cooperativa de recicláveis já gerou alguma perda de negócios ou parcerias?
- 5) Sua empresa conhece experiências bem-sucedidas de outras empresas que possuem cooperativas de recicláveis? Quais boas práticas foram identificadas nesses benchmarks que poderiam ser aplicadas na sua empresa?
- 6) Haveria abertura da liderança da sua empresa para discutir ou testar um piloto de cooperativa?
- 7) A empresa teria interesse em implementar uma cooperativa no futuro? Como essa adoção poderia ocorrer?
- 8) Para essa adoção, quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Diagnóstico: Compostagem

Essa rota propõe o aproveitamento de resíduos orgânicos para produção de adubo, com possibilidade de uso na agricultura.

1) Sua empresa possui um sistema de compostagem?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que essa rota foi implementada? Quais lacunas operacionais essa rota soluciona?
- 3) Como essa rota foi implementada?
 - a. Foi necessário mobilizar stakeholders? Quais? Como essa mobilização ocorreu?
 - b. Foram criados grupos de trabalho ou realizados benchmarkings? Como isso ocorreu?
 - c. Foi feito um projeto de viabilidade? Quais elementos foram avaliados?
 - d. Foram mapeados riscos? Quais? Foram definidos mecanismos de mitigação?
 - e. Quanto tempo levou para implementá-la? Que dificuldades foram encontradas na execução?
 - f. Houve treinamentos para funcionários e operadores dos sistemas? Como foram executados?
 - g. Houve incentivos para implementá-las? Foi necessário obter licenciamento ambiental?
 - h. Qual foi a infraestrutura necessária para a implementação da compostagem?
 - i. Quais tipos de resíduos orgânicos são gerados? Existe um procedimento para sua correta triagem? Os funcionários participam dessa triagem? Como tem sido a adesão deles?
 - j. Qual a destinação dos produtos da compostagem? Sua empresa faz a comercialização, doação ou uso interno desses produtos? Como esse processo ocorre?
 - k. Sua empresa desenvolveu ou planeja desenvolver um sistema de informação para monitorar e gerenciar os dados de resíduos orgânicos e/ou dos produtos da compostagem?
 - l. Há indicadores para avaliar a eficácia dessas iniciativas? Quais? Quanto se produz?
- 4) A adoção da compostagem já promoveu algum benefício? Qual?
- 5) A adoção dessa solução conseguiu de alguma forma promover a economia circular ou a descarbonização? Se sim, como isso ocorreu?
- 6) Esses benefícios são divulgados para stakeholders? Como? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para o engajamento e a visibilidade da iniciativa?
- 7) De que forma essa solução pode ser melhorada? Quais os obstáculos para isso acontecer?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de adotá-la:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a adoção de um sistema de compostagem?
- 3) Qual destinação é dada para os resíduos orgânicos? Foram mapeadas suas fontes? Há planos integrados para sua gestão?
- 4) A ausência dessas iniciativas já gerou alguma perda de negócios ou parcerias?
- 5) Sua empresa conhece experiências bem-sucedidas de outras empresas que possuem sistemas de compostagem? Quais boas práticas poderiam ser aplicadas?
- 6) Haveria abertura da liderança da sua empresa para discutir ou testar um piloto dessa iniciativa?
- 7) A empresa teria interesse em implementar essa iniciativa? Como essa adoção ocorreria?
- 8) Para essa adoção, quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Diagnóstico: Biodigestão

Essa rota propõe o aproveitamento de resíduos orgânicos para geração de biogás, como insumo para a autogeração de energia.

1) Sua empresa possui um sistema de biodigestão?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que essa rota foi implementada? Quais lacunas operacionais essa rota soluciona?
- 3) Como essa rota foi implementada?
 - a. Foi necessário mobilizar stakeholders? Quais? Como essa mobilização ocorreu?
 - b. Foram criados grupos de trabalho ou realizados benchmarkings? Como isso ocorreu?
 - c. Foi feito um projeto de viabilidade? Quais elementos foram avaliados?
 - d. Foram mapeados riscos? Quais? Foram definidos mecanismos de mitigação?
 - e. Quanto tempo levou para implementá-la? Que dificuldades foram encontradas na execução?
 - f. Houve treinamentos para funcionários e operadores dos sistemas? Como foram executados?
 - g. Houve incentivos para implementá-las? Foi necessário obter licenciamento ambiental?
 - h. Qual foi a infraestrutura necessária para a implementação da biodigestão?
 - i. Quais tipos de resíduos orgânicos são gerados? Existe um procedimento para sua correta triagem? Os funcionários participam dessa triagem? Como tem sido a adesão deles?
 - j. Qual a destinação dos produtos da biodigestão? Sua empresa faz a comercialização, doação ou uso interno desses produtos? Como esse processo ocorre?
 - k. Sua empresa desenvolveu ou planeja desenvolver um sistema de informação para monitorar e gerenciar os dados de resíduos orgânicos e/ou dos produtos da biodigestão?
 - l. Há indicadores para avaliar a eficácia dessas iniciativas? Quais? Quanto se produz?
- 4) A adoção da biodigestão já promoveu algum benefício? Qual?
- 5) A adoção dessa solução conseguiu de alguma forma promover a economia circular ou a descarbonização? Se sim, como isso ocorreu?
- 6) Esses benefícios são divulgados para stakeholders? Como? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para o engajamento e a visibilidade da iniciativa?
- 7) De que forma essa solução pode ser melhorada? Quais os obstáculos para isso acontecer?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de adotá-la:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a adoção de um sistema de biodigestão?
- 3) Qual destinação é dada para os resíduos orgânicos? Foram mapeadas suas fontes? Há planos integrados para sua gestão?
- 4) A ausência dessas iniciativas já gerou alguma perda de negócios ou parcerias?
- 5) Sua empresa conhece experiências bem-sucedidas de outras empresas que possuem sistemas de biodigestão? Quais boas práticas poderiam ser aplicadas?
- 6) Haveria abertura da liderança da sua empresa para discutir ou testar um piloto dessa iniciativa?
- 7) A empresa teria interesse em implementar essa iniciativa? Como essa adoção ocorreria?
- 8) Para essa adoção, quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

- **Se não, mas a empresa possui outro procedimento para a autogeração de energia:**

- 2) Quais iniciativas de autogeração de energia sua empresa desenvolve? Quais tecnologias ou fontes energéticas são utilizadas?
- 3) Quais fatores motivaram a decisão de adotar soluções de autogeração energética?
- 4) Essas iniciativas foram consideradas desde a concepção das unidades ou foram incorporada depois? Por quê?
- 5) Como o conhecimento técnico foi internalizado na organização para operar esses sistemas de autogeração?
- 6) Quais stakeholders participaram no desenvolvimento ou aprimoramento dos sistemas de autogeração?
 - a. Como foram estabelecidos os contatos com esses parceiros?
 - b. Existiram acordos formais, convênios ou parcerias estratégicas?
- 7) Foram realizadas ações de benchmarking com outras empresas ou instituições para estruturar ou melhorar os processos de autogeração? Quais foram os principais aprendizados?
- 8) Quais os principais indicadores utilizados para avaliar o desempenho dos sistemas de autogeração? Há mensuração da mitigação de CO₂ associada à autogeração?
- 9) Existem controles sobre os custos e retornos financeiros da autogeração? A autogeração apresenta ganhos em comparação com a energia comprada da rede?
- 10) Quais são os principais benefícios observados com a adoção da autogeração? Esses benefícios são divulgados? Essa divulgação contribuiu para fortalecer parcerias?
- 11) Quais os principais desafios enfrentados na operação e manutenção dos sistemas de autogeração? Há riscos operacionais ou de gestão que afetam a continuidade da autogeração?
- 12) Houve incentivos públicos, linhas de financiamento ou programas de fomento para as iniciativas de autogeração de energia implementadas pela sua empresa?
- 13) Há planos para ampliação dos sistemas de autogeração? Há estudos ou análises internas que avaliem a viabilidade de adoção de novas iniciativas? Sua empresa considera investimentos adicionais para aumentar a eficiência energética?
- 14) A autogeração está integrada com outras estratégias de economia circular? Quais são essas iniciativas?

Dimensão da circularidade: Gestão hídrica

Diagnóstico: Alternativas ao Uso de Água Bruta e Água de Reúso

Essa rota propõe a exploração de fontes alternativas ou complementares à água bruta.

1) Além da água bruta, sua empresa utiliza alguma fonte alternativa de água, como água de reúso, captação de água da chuva ou água de dessalinização da água do mar?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 1) Por que essa alternativa foi implementada? Sua empresa enfrentou períodos de escassez hídrica ou de racionamento? Isso impactou a continuidade das operações?
- 2) Como essa alternativa foi implementada?
 - a. Foi necessário mobilizar stakeholders? Quais? Como essa mobilização ocorreu?
 - b. Foram criados grupos de trabalho ou realizados benchmarkings? Como isso ocorreu?
 - c. Foi feito um projeto de viabilidade? Quais elementos foram avaliados?
 - d. Foram mapeados riscos? Quais? Foram definidos mecanismos de mitigação?
 - e. Quanto tempo levou para implementá-la? Que dificuldades têm sido encontradas?
 - f. Houve treinamentos para funcionários? Como foram executados?
 - g. Houve incentivos para implementá-la? Foi necessário obter licenciamento ambiental?
 - h. Qual foi a infraestrutura ou tecnologia necessária para a implementação dessa alternativa?
 - i. Como é feito o tratamento dessa alternativa? Há resíduos gerados? Qual a destinação deles?
 - j. Sua empresa desenvolveu ou planeja desenvolver um sistema de informação para monitorar e gerenciar os dados da alternativa implementada?
 - k. Há indicadores para avaliar a eficácia dessa iniciativa? Quais?
- 3) A adoção dessa alternativa já promoveu algum benefício para sua empresa? Qual?
- 4) A adoção dessa solução conseguiu promover a economia circular? Se sim, como isso ocorreu?
- 5) Esses benefícios são divulgados para stakeholders? Como? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para o engajamento e a visibilidade da iniciativa?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de adotá-las:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a adoção de uma dessas alternativas?
- 3) Sua empresa já enfrentou períodos de escassez hídrica ou de racionamento? Isso impactou a continuidade das operações?
- 4) Há planos integrados para a gestão hídrica da empresa? Quais são as principais fontes de água utilizadas?
- 5) É realizado algum tipo de monitoramento da disponibilidade hídrica local ou regional? Sua empresa identifica riscos climáticos como relevantes para a sua operação?
- 6) A ausência dessas iniciativas já gerou alguma perda de negócios ou parcerias?
- 7) Sua empresa conhece experiências bem-sucedidas de outras empresas que implementaram alguma dessas alternativas? Quais boas práticas foram identificadas?
- 8) Existem alternativas atualmente em estudo para reduzir a dependência de água bruta? Há abertura da liderança da sua empresa para discutir ou testar um piloto dessas soluções?
- 9) Como essa adoção poderia ocorrer? Quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Regularização ambiental

Diagnóstico: Subcomitê de Licenciamento Ambiental

Essa rota propõe um espaço técnico entre os setores público e privado com a finalidade de alinhar critérios de licenciamento ambiental voltado ao aproveitamento de resíduos como coprodutos.

1) Sua empresa participa de alguma iniciativa para discussão sobre licenciamento ambiental voltado à regularização de coprodutos?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que essa iniciativa foi implementada? Sua empresa tem papel de liderança?
- 3) Como essa iniciativa foi implementada?
 - a. Quais stakeholders fazem parte? Como ocorreu a mobilização desses stakeholders?
 - b. Sua empresa disponibilizou funcionários com tempo dedicado à participação?
 - c. Que dificuldades têm sido encontradas? Como os riscos foram mitigados?
 - d. Há mecanismos de governança para essa iniciativa? Como é a interação entre os stakeholders?
 - e. Legisladores e/ou órgãos ambientais tiveram papel proativo em solucionar gargalos normativos? Houve inovação normativa ou incentivos para o licenciamento ambiental de coprodutos?
 - f. Há quanto tempo essa iniciativa está em funcionamento? Como são as discussões?
 - g. Houve necessidade de tecnologias ou infraestruturas específicas para a iniciativa?
 - h. Há indicadores para avaliar a eficácia dessa iniciativa? Quais?
- 4) A adoção dessa iniciativa já promoveu algum benefício para sua empresa? Qual?
- 5) A adoção dessa iniciativa conseguiu promover o uso regularizado de coprodutos e sua inserção no mercado? Se sim, como? Foram firmados acordos ou contratos entre os stakeholders?
- 6) Esses benefícios são divulgados para outros stakeholders? Essa comunicação contribuiu de alguma forma para a inclusão de outros stakeholders na discussão sobre o licenciamento?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de participação:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (tecnológicos, financeiros, culturais, organizacionais etc.) para a implementação de um subcomitê de licenciamento ambiental?
- 3) Como é a relação da sua empresa com os órgãos ambientais e/ou legisladores? Há algum tipo de articulação com eles?
- 4) Sua empresa possui algum processo de licenciamento ambiental voltado ao reaproveitamento de resíduos como coprodutos? Como esses processos são conduzidos?
- 5) Sua empresa já identificou a necessidade de acelerar ou melhorar os trâmites de licenciamento para coprodutos?
- 6) A ausência de uma iniciativa como essa já gerou alguma perda de negócios ou parcerias?
- 7) Sua empresa conhece exemplos de boas práticas em que o licenciamento ambiental foi facilitado com uma estrutura colaborativa entre setores público e privado?
- 8) Sua empresa vê valor na criação de um subcomitê para discussão sobre licenciamento ambiental de coprodutos? Haveria abertura da liderança da sua empresa para testar um piloto dessa iniciativa?
- 9) Como essa adoção poderia ocorrer? Quais stakeholders deveriam fazer parte? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Diagnóstico: Atração de Parceiros para Simbiose Industrial

Essa rota propõe a criação de redes colaborativas entre empresas para o reaproveitamento de resíduos como insumos, promovendo a simbiose industrial como prática estruturante.

1) Sua empresa participa de alguma iniciativa de simbiose industrial, utilizando ou fornecendo resíduos para outras empresas?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que sua empresa decidiu adotar a simbiose industrial?
- 3) Quais resíduos ou subprodutos estão sendo utilizados ou fornecidos por sua empresa? Com qual objetivo esses resíduos ou subprodutos são utilizados por sua empresa?
- 4) Como sua empresa estruturou o processo de atração e engajamento de parceiros?
 - a. Quais parceiros foram envolvidos? Como ocorreu a mobilização desses stakeholders?
 - b. Foram realizados estudos de viabilidade? Sua empresa participou de feiras ou eventos para promover os coprodutos?
 - c. Houve apoio de órgãos governamentais ou instituições de financiamento?
 - d. Houve implementação de código de conduta ou avaliação ética de parceiros?
- 5) Há mecanismos de governança para a gestão dos acordos de simbiose industrial? Quais?
- 6) Há mecanismos para garantir qualidade e volume adequado dos coprodutos?
- 7) Houve necessidade de realizar licenciamento ambiental dos coprodutos? Como ocorreu?
- 8) Que dificuldades têm sido encontradas? Como os riscos foram mitigados?
- 9) Houve dificuldades na inserção dos coprodutos no mercado? O retorno financeiro foi compatível com as expectativas?
- 10) Há indicadores para avaliar a eficácia das simbioses?
- 11) Houve necessidade de tecnologias ou infraestruturas específicas para viabilizar as simbioses industriais?
- 12) Que benefícios foram obtidos com as simbioses? Esses benefícios são divulgados? Essa comunicação contribuiu para atrair mais parceiros?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de aderir à simbiose industrial:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (regulatórios, tecnológicos, financeiros, organizacionais etc.) para a implementação de simbioses industriais? Faltam parceiros compatíveis? O licenciamento ambiental é um entrave?
- 3) Você conhece algum incentivo de órgãos governamentais ou instituições de financiamento para atração de parceiros visando à simbiose industrial? Há articulações com esses órgãos?
- 4) Existe uma avaliação interna sobre a viabilidade econômica, técnica e ambiental da simbiose industrial?
- 5) Sua empresa gera resíduos ou subprodutos com potencial de reaproveitamento? Já houve interesse de outras empresas em utilizá-los como insumos? Por que não aconteceu?
- 6) Sua empresa conhece experiências de simbiose industrial em outras empresas? Há conhecimento dos fatores que levaram à viabilização dessas inovações?
- 7) Haveria abertura da liderança da sua empresa para testar um projeto piloto de simbiose?
- 8) Como essa adoção poderia ocorrer? Quais stakeholders deveriam fazer parte dessa iniciativa? Como mobilizá-los para isso?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Diagnóstico: Ecossistema de Inovação

Essa rota propõe a articulação de stakeholders no desenvolvimento de um ambiente colaborativo para promover soluções tecnológicas em economia circular.

1) Sua empresa participa de alguma iniciativa de inovação voltada à economia circular?

- **Se sim, total ou parcialmente:**

- 2) Por que sua empresa decidiu participar de uma iniciativa como essa? Sua empresa assume posição de liderança?
- 3) Como ocorreu o processo de atração e engajamento de stakeholders para o ecossistema? Quais stakeholders foram envolvidos?
- 4) Alguma inovação já foi desenvolvida? Como ocorreu esse processo?
 - a. Foram realizados estudos de viabilidade?
 - b. A partir de quais necessidades essa inovação surgiu?
 - c. Houve apoio de órgãos governamentais ou instituições de financiamento?
 - d. Houve necessidade de tecnologias ou infraestruturas específicas para viabilizar a inovação? Foram realizados eventos, hackathons, workshops ou outras ações?
 - e. Sua empresa desenvolveu ou comercializou algum coproduto a partir dessas inovações? Houve necessidade de realizar licenciamento ambiental?
 - f. Foram elaborados contratos de transferência de tecnologia? Algum patente já foi registrada?
 - g. Alguma inovação não encontrou viabilidade? Quais os obstáculos enfrentados? Algum tipo de aprendizagem foi obtido com essa situação?
- 5) Há mecanismos de governança definidos para o ecossistema? Quais?
- 6) Que dificuldades têm sido encontradas no processo de inovação? Como os riscos foram mitigados?
- 7) Houve dificuldades na inserção das inovações no mercado? Já houve retorno financeiro de alguma delas?
- 8) Há indicadores para avaliar o ecossistema de inovação do qual participa?
- 9) Que benefícios foram obtidos com as inovações desenvolvidas? Esses benefícios são divulgados? Essa comunicação contribuiu para atrair mais stakeholders para o ecossistema?

- **Se não, nem foram feitas tentativas de desenvolvimento de inovações:**

- 2) Quais seriam os principais obstáculos (regulatórios, tecnológicos, financeiros, organizacionais etc.) para desenvolver inovações? A ausência de infraestrutura é um entrave?
- 3) Você conhece algum incentivo de órgãos governamentais ou instituições de financiamento para desenvolver inovações visando à economia circular? Há articulações com esses órgãos?
- 4) Sua empresa já avaliou ou estudou a viabilidade econômica, técnica ou ambiental de desenvolver ou participar de projetos de inovação voltados à economia circular?
- 5) Sua empresa gera resíduos ou subprodutos com potencial de reaproveitamento? Já houve interesse de outras empresas em utilizá-los como insumos? Por que não aconteceu?
- 6) Sua empresa conhece experiências de inovações bem-sucedidas em outras organizações? Há conhecimento dos fatores que levaram à viabilização dessas inovações?
- 7) Haveria abertura da liderança da sua empresa para testar um projeto piloto de inovação?
- 8) Como essa adoção poderia ocorrer? Quais stakeholders deveriam fazer parte dessa iniciativa? Como mobilizá-los para isso?

APÊNDICE B

**ROTEIROS DE ENTREVISTAS APLICADOS
AOS STAKEHOLDERS MAPEADOS**

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Stakeholder: Empresa de consultoria agrícola e ambiental (S1)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Implementação de estratégias para expansão do Projeto Carnaúba para outros agricultores e para outras espécies vegetais.

- 1) De que forma sua trajetória profissional se conecta com temas de economia circular, sustentabilidade e bioenergia?
- 2) Como surgiu a ideia de utilizar resíduos agroindustriais como insumo energético? De que forma sua experiência prévia influenciou o desenvolvimento dessa iniciativa?
- 3) Como se dá o desenvolvimento do projeto com as comunidades e produtores locais?
- 4) Como a sensibilização e o convencimento dos agricultores pode ocorrer para aderirem à ideia? Quais são os principais motivadores? Quais benefícios podem ser percebidos por eles?
- 5) Quais variáveis são consideradas na criação do modelo de negócios? Como isso é apresentado aos produtores?
- 6) Quais são as principais dificuldades encontradas? Medidas de mitigação são implementadas?
- 7) Quais estratégias são usadas para atrair trabalhadores rurais para a execução de um projeto?
- 8) Como os produtores administram estoques e mantêm o fornecimento contínuo do material para as empresas?
- 9) Quais biomassas já foram consideradas ou utilizadas em projetos? Como vocês avaliam o potencial energético e logístico dos resíduos?
- 10) Há busca por parcerias governamentais ou institucionais? Com quais objetivos?
- 11) Os projetos possuem alguma análise ambiental ou exigem licenciamento?
- 12) Como é feita a regularização jurídica do projeto? As empresas exigem abertura de MEI/PJ, emissão de nota fiscal ou contratos específicos para os produtores?
- 13) É oferecido algum tipo de suporte ao produtor? Como isso é feito?
- 14) Outros produtores já demonstraram interesse ou chegaram a iniciar o processo de adesão a um projeto depois que ele foi iniciado? Que estratégias são utilizadas para convencer novos parceiros a apoiar as iniciativas?
- 15) Quais resultados os projetos obtiveram? Quais as principais oportunidades de melhoria para ampliá-los?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação**Stakeholder: Empresa de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto (S2 e S3)**

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Desenvolvimento de projeto de inovação para utilização de novas biomassas para substituir parcialmente o coque de petróleo.

- 1) De que forma sua trajetória profissional se relaciona com a economia circular?
- 2) Como sua empresa desenvolve projetos de inovação? Quais desafios tecnológicos mais urgentes vocês buscam enfrentar?
- 3) Que tipo de tecnologias sua empresa tem prospectado ou testado para tratamento de água e de efluentes?
- 4) Quais tipos de lodo são gerados a partir do tratamento de água e do tratamento de efluentes? Qual é o destino final desse material?
- 5) Há estimativas de volumes de lodo gerado nas estações de tratamento, inclusive em unidades presentes no interior?
- 6) Há pesquisas ou iniciativas internas relacionadas ao aproveitamento do lodo para fins produtivos? Em que estágio cada uma delas se encontra?
- 7) Como sua empresa avalia a viabilidade de uso de lodo para fins energéticos? Há critérios técnicos relevantes para garantir viabilidade para esse tipo de solução?
- 8) Há diferenças nas características do lodo gerado a partir do tratamento de água e do gerado a partir do tratamento de efluentes? Isso influencia no seu manejo e no potencial de uso na economia circular?
- 9) Há desafios específicos relacionados ao manejo desses volumes? Quais são as principais barreiras técnicas e operacionais relacionadas ao uso lodo?
- 10) Existem projetos-piloto ou parcerias em andamento? Quais requisitos são avaliados nos projetos?
- 11) Em que situações essas parcerias são buscadas e quais tipos de problemas costumam motivá-las?
- 12) Como sua empresa se articula com universidades, institutos de pesquisa, empresas e órgãos públicos? Há algum tipo de contrapartida oferecida?
- 13) Quando surge uma demanda externa de parceria com uma empresa privada, como sua empresa avalia se consegue participar, apoiar tecnicamente ou desenvolver um negócio?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Stakeholder: Empresa de consultoria em tecnologia da informação (S4)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Implementação de sistema informatizado dedicado à gestão de resíduos para reduzir trabalho manual, gerar relatórios mais robustos, desenvolver indicadores de geração e destinação e harmonizar processos de gestão entre unidades.

- 1) Poderia comentar brevemente sobre sua trajetória como desenvolvedor e se já houve alguma experiência com a implementação de sistemas de informação em empresas?
- 2) Você sabe como as empresas costumam registrar informações sobre resíduos? Essas práticas são suficientes? Quais são as limitações mais comuns?
- 3) Como níveis distintos de maturidade no controle de resíduos em diferentes unidades de uma mesma empresa impacta a construção de um sistema integrado?
- 4) Como funciona a avaliação inicial de uma base de dados existente? O que costuma ser necessário ajustar, adicionar ou padronizar antes de iniciar a modelagem do sistema?
- 5) Que tipos de profissionais compõem um time de desenvolvimento de sistemas? Como eles interagem com os funcionários da empresa para compreender processos e dores? Que tipo de informações eles precisam obter? Que dificuldades costumam aparecer nessas interações?
- 6) Como funciona o planejamento das entregas? Como surgem solicitações de melhoria? Como mudanças constantes durante o projeto são gerenciadas?
- 7) A equipe interna de TI de uma empresa consegue desenvolver um sistema sozinha? Que conhecimentos mínimos seriam necessários? Como você avalia a importância da TI interna da empresa no sucesso de um projeto?
- 8) Quais os procedimentos em relação à segurança da informação, especialmente com a Lei Geral de Proteção de Dados?
- 9) Como funciona o processo de treinamento e transferência de tecnologia após o término do projeto? Que materiais são entregues?
- 10) De que forma o desempenho do sistema desenvolvido é avaliado?
- 11) Qual o valor aproximado para desenvolver um sistema como esse? Quais fatores são considerados no custo?
- 12) Como funciona a prospecção de clientes na sua empresa? Quais estratégias são utilizadas?
- 13) Quando a empresa precisa expandir o time de desenvolvedores, como ocorre o processo de contratação? Quais desafios surgem?
- 14) O vínculo com clientes e com desenvolvedores é normalmente via PJ? Que tipo de vínculo é feito com esses stakeholders?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Stakeholder: Empresa de consultoria socioambiental (S5)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores para uso do SINIR, para licenças ambientais e para negociação com empresas.

- 1) De que forma sua trajetória profissional se relaciona com a economia circular e com o empreendedorismo social?
- 2) Quais são as frentes de atuação da sua empresa? Que tipos de serviços são prestados e quais resultados esperados?
- 3) De que forma vocês selecionam cooperativas e associações para parcerias na execução de um serviço ou projeto? Algum critério costuma influenciar essa escolha?
- 4) Na sua experiência, as cooperativas enfrentam dificuldades com documentação, SINIR, licenças e exigências legais? Como sua empresa atua nesse processo?
- 5) Como você avalia as principais barreiras enfrentadas por cooperativas? Quais estratégias são utilizadas para superar essas barreiras?
- 6) Quais mudanças são esperadas nas cooperativas após a execução desses programas?
- 7) Como é feita a remuneração dos catadores que participam dos programas associados a sua empresa? Como esses programas conseguem aumentar a renda deles?
- 8) Às vezes, uma empresa prefere vender o resíduo para uma recicladora, em vez de doar para cooperativas. Quais incentivos poderiam levar empresas a priorizar parcerias com cooperativas?
- 9) Na sua experiência, qual as motivações pelas quais algumas empresas investem em parcerias com cooperativas?
- 10) Em relação às parcerias com o setor público, quais são os principais entraves envolvendo prefeituras, terrenos públicos, IPTU e licenciamento?
- 11) Como as cooperativas podem obter certificações e créditos de reciclagem com comprovação da rastreabilidade? Como isso impacta a profissionalização das cooperativas?
- 12) Como se dão as relações entre sua empresa, as cooperativas e os clientes empresariais? Houve mudanças estruturais a partir da articulação entre esses atores?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Stakeholder: Empresa de gestão de resíduos (S6)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Desenvolvimento de parceria com empresas de resíduos para incentivo à separação e destinação de resíduos que não seja o aterro e para fornecimento a longo prazo de material.

- 1) Poderia descrever sua função na empresa e suas principais responsabilidades?
- 2) Qual é a proporção de resíduos recebidos por sua empresa que são destinados a aterros?
- 3) A empresa onde você atua possui alguma estratégia de economia circular e valorização de resíduos para reduzir o volume de resíduos destinados a aterros?
 - Se sim, quais estratégias foram ou pretendem ser implementadas? Como tais processos ocorrem?
 - Se não, quais os desafios enfrentados para implementar tais soluções?
- 4) Sua empresa produz CDR (Combustível Derivado de Resíduos) como rota alternativa ao aterro?
 - Se sim, como funciona o processo de produção? Para quais empresas ele é vendido?
 - Se não, quais são os principais gargalos para viabilizar economicamente o CDR? Quais estruturas são necessárias para produzi-lo em escala?
- 5) Fatores territoriais e socioeconômicos influenciam a composição dos resíduos? Qual o papel das políticas públicas nesse contexto?
- 6) Em relação a parcerias com outras indústrias, como sua empresa se posiciona? As parcerias surgem mais por demanda externa ou por prospecção ativa? Quais critérios determinam o avanço ou não das negociações?
- 7) Quais estratégias sua empresa utiliza ou poderia utilizar para iniciar e fortalecer parcerias com outras empresas visando o reaproveitamento de resíduos?
- 8) Na sua opinião, o que costuma gerar confiança entre empresas para compartilhar resíduos, informações técnicas e infraestrutura em arranjos de simbiose industrial?
- 9) Algum ator externo costuma desempenhar papel facilitador na formação dessas parcerias? Se sim, quais?
- 10) Considerando o cenário atual, quais são as principais oportunidades e limites para ampliar a economia circular no setor de resíduos? Que avanços seriam necessários em termos de mercado, políticas públicas e tecnologias?

Dimensão da circularidade: Gestão de resíduos

Stakeholder: Setor de extensão de universidade federal (S7)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Implementação de programa de desenvolvimento de competências para catadores para uso do SINIR, para licenças ambientais e para negociação com empresas.

- 1) Como surgiu a iniciativa do projeto de extensão e que resultados o projeto pretendia gerar para as associações e para a universidade?
- 2) Como as associações/cooperativas foram selecionadas? Que estratégias foram utilizadas para realizar essa aproximação?
- 3) Como é o funcionamento do projeto em termos de equipe, duração e dinâmica de entrada e saída de participantes?
- 4) Quais entregas e melhorias vocês conseguem gerar para as cooperativas?
- 5) A partir das experiências com o projeto, quais são as principais dificuldades internas das associações/cooperativas para operar e crescer? Que gargalos mais as afetam?
- 6) Como a questão do licenciamento e das exigências formais afeta a relação com empresas geradoras de resíduos?
- 7) Como o letramento digital e o acesso a ferramentas e sistemas interferem no acesso a parcerias e oportunidades?
- 8) Que estratégias poderiam permitir maior captura de valor pelas associações/cooperativas?
- 9) Em termos de parcerias, que atores já apoiam o projeto e quais parcerias ainda faltam para ganhar escala? Como essas parcerias foram ou poderiam ser feitas?
- 10) Como você avalia o papel do poder público e das políticas públicas nesse ecossistema? O que poderia ser feito para melhorar o cenário atual?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Stakeholder: Setor de inovação de universidade federal (S8)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Fortalecimento e ampliação do ecossistema de inovação para desenvolvimento de múltiplos projetos de inovação, registro de patentes e vinculação ao mercado de carbono.

- 1) Como sua trajetória profissional na área de inovação se desenvolveu? Como é sua atuação em um setor dessa área no contexto de uma universidade federal?
- 2) A universidade é a principal área de concentração de pesquisadores no contexto brasileiro. Os pesquisadores buscam vocês ou é necessário estimular essa aproximação? Quais os maiores desafios nesse processo inicial?
- 3) Como pesquisadores da universidade que desejam empreender podem fazer isso, considerando o aspecto da dedicação exclusiva? Há resistências internas ou desconfiança entre pares? A cultura organizacional influencia esse processo de alguma forma?
- 4) Quando falamos de aproximação com empresas, como esse processo ocorre? Quais estratégias apresentam melhores resultados?
- 5) Que tipos de demandas chegam dos pesquisadores e das empresas? Como vocês estruturam o suporte a cada caso?
- 6) Em que medida instituições voltadas ao fomento da inovação e da pesquisa influenciam a articulação dos projetos? Como o seu setor integra informações e ações com elas?
- 7) Como funcionam as rodadas de negócios e os eventos de aproximação universidade–indústria? Como vocês gerenciam questões de linguagem, expectativas e possíveis conflitos?
- 8) Nos processos de negociação com empresas, quais são os elementos críticos? O que tende a aproximar ou afastar a parceria?
- 9) Como funciona as ações de proteção de ativos e transferência de tecnologia caso alguma parceria seja viabilizada?
- 10) Em relação aos contratos de transferência de tecnologia, como esse processo funciona? Como é definida a repartição de riscos entre universidade e empresa?
- 11) Já surgiram parcerias universidade-indústria ligadas à sustentabilidade, descarbonização ou economia circular? Como elas aconteceram?
- 12) O que pode ser melhorado dentro desse ecossistema de inovação? Que avanços poderiam ocorrer na integração universidade–indústria?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Stakeholder: Secretaria estadual de desenvolvimento econômico (S9)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Desenvolvimento de estratégias para atração de empresas visando à economia circular e à simbiose industrial.

- 1) Poderia descrever brevemente sua função atual e as principais atribuições da instituição em que atua? Qual é o papel dessa instituição na atração de empresas e no desenvolvimento industrial em âmbito estadual?
- 2) Como ocorre o processo de atração de empresas para o estado? Quais são os principais instrumentos de política industrial utilizados pelo estado para atrair empresas? A economia circular é de alguma forma considerada nesse processo?
- 3) Há algum tipo de prioridade em relação ao setor industrial que o governo tem mais interesse na atração? Como essas escolhas são feitas? O governo define cadeias produtivas com mais potencial de gerar novos negócios?
- 4) Além do benefício fiscal, que outros benefícios ou apoios pesam para uma empresa decidir se instalar no estado?
- 5) Que fatores territoriais e de infraestrutura mais influenciam a localização das indústrias no estado?
- 6) Quais os principais desafios e barreiras que seu órgão enfrenta nas iniciativas de atração de empresas?
- 7) O governo atua de forma mais reativa, respondendo a demandas das empresas, ou também realiza prospecção ativa? Que estratégias são utilizadas para divulgar o estado como destino de investimentos sustentáveis?
- 8) Há iniciativas voltadas à atração de empresas que utilizem resíduos como insumo produtivo? Há exemplos de cadeias produtivas ou setores em que essa lógica já esteja ocorrendo?
- 9) De que forma o governo pode atuar na articulação entre empresas para viabilizar essa simbiose industrial? Quais são os principais limites institucionais para esse tipo de atuação?
- 10) Como se dá a coordenação entre as diferentes secretarias e órgãos quando uma empresa demonstra interesse em se instalar no estado? Existem espaços formais e permanentes de articulação interinstitucional?
- 11) Quais seriam os principais desafios para avançar em uma governança mais integrada da economia circular para atrair empresas voltadas à implementação dessas soluções?
- 12) De que forma seu órgão poderia atuar ou expandir sua atuação na articulação entre empresas para viabilizar simbioses industriais?

Dimensão da circularidade: Negócios circulares e inovação

Stakeholder: Empresa de alimentos (S10)

Oportunidade de melhoria à qual está vinculado: Desenvolvimento de projeto de inovação para utilização de novas biomassas para substituir parcialmente o coque de petróleo.

- 1) Poderia descrever sua função na empresa e suas principais responsabilidades?
- 2) Como sua empresa compreende hoje o conceito de estratégia climática e qual o papel desse tema dentro da estratégia corporativa? O que motivou essa abordagem?
- 3) Como o programa de estratégia climática está organizado atualmente? Quais as iniciativas implementadas? Quais riscos e oportunidades climáticas são priorizados?
- 4) A economia circular se conecta de alguma forma com a agenda de estratégia climática? Se sim, como?
- 5) Sua empresa também possui algum programa ou estratégia formal de economia circular? Se sim, quais são as iniciativas?
- 6) Quais as destinações dadas aos resíduos da empresa, especialmente os orgânicos e os derivados dos processos industriais dos alimentos? Como a empresa decide a rota de destinação desses resíduos quando há múltiplas opções disponíveis?
- 7) Há resíduos destinados para coprocessamento?
 - Se sim:
 - a. Quais tipos de empresas recebem esses resíduos e como a relação com elas foi estabelecida? Houve alguma estratégia para sua viabilização?
 - b. Quais foram os principais aprendizados gerados a partir dessa experiência?
 - c. A empresa lidou com lacunas regulatórias e com a necessidade de construir soluções junto a outros atores da cadeia? Se sim, como?
 - d. Que critérios técnicos, ambientais, econômicos e/ou territoriais influenciam a decisão da empresa de optar por essa destinação?
 - Se não:
 - a. Na sua experiência, como isso poderia ser feito? Já houve algum interesse em fazer algo do tipo?
 - b. Quais barreiras foram determinantes para inviabilizar esse processo?
 - c. Algum contato com empresas de cimento já ocorreu? Se sim, como? Por que não deu certo?
- 8) Como acontece a homologação de um destinador/parceiro?
- 9) A empresa precisa adotar alguma estratégia ativa para encontrar parceiros de destinação ou os fornecedores/gestores de resíduos procuram vocês?
- 10) Houve alguma experiência em que foi necessário “desenvolver o mercado” e não apenas contratar um serviço ou solução existente? Se sim, como esse processo ocorreu?