



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DA BAHIA CENTRO
MULTIDISCIPLINAR DE LUÍS EDUARDO MAGALHÃES
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MADALENA SOUSA BEZERRA

**POLÍTICA AMBIENTAL E PROPOSTAS DE PRÁTICAS DE ECONOMIA
CIRCULAR EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UM ESTUDO DE CASO**

LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA

2025

MADALENA SOUSA BEZERRA

**POLÍTICA AMBIENTAL E PROPOSTAS DE PRÁTICAS DE ECONOMIA
CIRCULAR EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros.

LUÍS EDUARDO MAGALHÃES - BA

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

B574 Bezerra, Madalena Sousa.

Política ambiental e propostas de práticas de economia circular em uma indústria alimentícia: um estudo de caso. / Madalena Sousa Bezerra. – 2025.

37 f.; il.

Orientador: Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros.

Trabalho de Conclusão de Curso: (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Oeste da Bahia. Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães, Luís Eduardo Magalhães, BA, 2025.

1. Economia circular – Indicadores de desempenho. 2. Sustentabilidade. 3. Indústria Alimentícia – Bahia, região oeste.

I. Barros, Adriano David Monteiro de. II. Universidade Federal do Oeste da Bahia – Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães. III. Título.

CDD: 658.5

BIBLIOTECAS UFOB - Biblioteca Universitária de Luís Eduardo Magalhães

MADALENA SOUSA BEZERRA

**POLÍTICA AMBIENTAL E PROPOSTAS DE PRÁTICAS DE ECONOMIA
CIRCULAR EM UMA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Multidisciplinar de Luís Eduardo Magalhães da Universidade Federal do Oeste da Bahia – UFOB, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Luís Eduardo Magalhães, BA, 05 de agosto de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adriano David Monteiro de Barros
Universidade Federal do Oeste da Bahia

Prof. Mestre Leonardo Rospi
Universidade Federal do Oeste da Bahia

Prof. Dr. Kaio César da Silva Rodrigues
Universidade Federal do Oeste da Bahia

(A versão assinada deste documento encontra-se com a coordenação de curso)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado a dádiva da vida.

À minha família por todo apoio, minha mãe por ter sido sempre corajosa em sua vida, mostrando que uma mulher pode conquistar o que quiser. Aos meus irmãos, por sempre me aplaudirem em todas as minhas conquistas e estarem sempre do meu lado.

Ao meu marido, Vinícius Castro Ribas, a quem eu dedico este trabalho. Te agradeço por estar comigo desde do meu primeiro dia na universidade, por ser meu companheiro de aula, amigo, namorado, noivo, marido e pai do meu filho. Essa caminhada foi incrível porque eu tive você do meu lado.

Ao meu filho, Bráulio Miguel Sousa Ribas, fruto do meu amor e paixão. Você foi a fonte de impulso para que eu conseguisse concluir esta etapa, seu sorriso e amor foi meu combustível quando achei que não conseguiria.

À esta universidade e seu corpo docente, em especial ao meu orientador Dr. Adriano David Monteiro de Barros pelo amparo e incentivo durante minha graduação.

Agradeço a mim por nunca ter desistido da minha educação.

RESUMO

Este trabalho propõe e analisa práticas alinhadas aos princípios da Economia Circular (EC) em uma indústria alimentícia, por meio da análise de sua política ambiental e dos indicadores de desempenho sustentável. Trata-se de um estudo de caso realizado em uma unidade industrial de óleos vegetais localizada no oeste da Bahia, Brasil. Adotou-se uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, com coleta de dados por meio de análise documental, entrevistas semiestruturadas com profissionais do setor de sustentabilidade e observação direta. Os resultados revelam a existência de uma política ambiental estruturada e indicadores de gestão consolidados, porém com baixo nível de integração com os princípios da circularidade. Destacam-se a ausência de indicadores específicos como Material Circularity Indicator (MCI), Life Cycle Assessment (LCA) e Food Loss and Waste Indicator (FLW), a centralização das decisões ambientais e a dificuldade de formação de parcerias externas para logística reversa. Como contribuições, o estudo apresenta ações práticas voltadas ao reaproveitamento de subprodutos, reuso interno de água, capacitação das equipes e maior autonomia local para inovação ambiental. São também sugeridos indicadores específicos que podem ser incorporados ao sistema atual de monitoramento. Conclui-se que, embora existam limitações institucionais e técnicas, há condições favoráveis para a transição circular, especialmente se forem ampliadas as estratégias de capacitação, medição e articulação local. Este estudo contribui para o avanço das aplicações da EC no setor alimentício e para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 12.

Palavras-chave: Economia Circular. Indústria Alimentícia. Indicadores de Sustentabilidade. Cadeia de Suprimentos Circular. Estudo de Caso.

ABSTRACT

This study proposes and analyzes practices aligned with the principles of the Circular Economy (CE) in a food industry, through the analysis of its environmental policy and sustainability performance indicators. It is a case study conducted in a vegetable oil industrial unit located in western Bahia, Brazil. A qualitative, exploratory, and descriptive approach was adopted, with data collected through document analysis, semi-structured interviews with sustainability professionals, and direct observation. The results reveal the existence of a structured environmental policy and a consolidated management indicator system, but with a low level of integration with circularity principles. Notably, the absence of specific indicators such as the Material Circularity Indicator (MCI), Life Cycle Assessment (LCA), and Food Loss and Waste Indicator (FLW) was identified, along with centralized environmental decision-making and difficulties in establishing external partnerships for reverse logistics. As contributions, the study presents practical actions focused on by-product reuse, internal water recirculation, team training, and increased local autonomy for environmental innovation. Specific circularity indicators are also suggested for integration into the existing monitoring system. It is concluded that, despite institutional and technical limitations, favorable conditions exist for circular transition, especially if measurement, training, and local engagement strategies are expanded. This study contributes to advancing CE applications in the food industry and to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 12.

Keywords: Circular Economy. Food Industry. Sustainability Indicators. Circular Supply Chain. Case Study.

LISTA DE SIGLAS

Economia Circular (EC)

Cadeia de Suprimento Sustentavel (CSS)

Indicador de Circularidade do Material (ICM)

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)

Cadeia de Suprimentos Circular (CI),

Governança Social Ambiental (ESG)

Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde (GCSV)

Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs)

Análise de Fluxo de Materiais (AFM)

Indicador de Perda e Desperdício de Alimentos (FLW).

Sumário

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO	8
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 JUSTIFICATIVA	8
4 REFERENCIAL TEÓRICO	9
4.1 ECONOMIA CIRCULAR.....	9
4.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS SUSTENTÁVEL	12
4.3 INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR	14
5. METODOLOGIA.....	18
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	19
5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6.1 ANÁLISE DA POLÍTICA AMBIENTAL DA INDÚSTRIA	22
6.2 PRÁTICAS CIRCULARES IMPLEMENTADAS	23
6.3 INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE.....	25
6.4 OPORTUNIDADES PARA A ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA	27
6.5 PROPOSTAS DE AÇÕES E INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR...	28
7. CONCLUSÃO.....	30
8. REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

As crescentes preocupações ambientais devido à escassez de recursos naturais nas últimas décadas geraram uma profunda mudança nas perspectivas globais em relação a produção e consumo, obrigando governos, empresas e instituições de ensino a reavaliar criticamente os modelos operacionais estabelecidos. Essas mudanças impulsionou o surgimento da Economia Circular como uma alternativa viável e sustentável ao modelo econômico linear tradicional, fundamentalmente caracterizada por sua ênfase na reintegração de materiais aos ciclos de produção, diminuindo assim a geração de resíduos e aumentando a eficiência na utilização de recursos (Jayarathna et al., 2022). A EC ganha destaque em políticas públicas, legislações e estratégias corporativas como um caminho viável para o desenvolvimento sustentável.

O setor alimentício, em particular, apresenta desafios significativos quanto ao desperdício de alimentos, descarte de resíduos e consumo intensivo de energia e água. O setor alimentício global, caracterizado por sua complexidade e vastidão, enfrenta desafios multifacetados que transcendem a mera produção e distribuição de alimentos, demandando uma reavaliação profunda de suas práticas operacionais e uma transição para modelos mais sustentáveis e resilientes (Fassio; Tecco, 2019). Contudo, apesar de avanços regulatórios e tecnológicos, muitas empresas ainda enfrentam dificuldades em operacionalizar a transição circular, especialmente por ausência de indicadores claros e políticas ambientais integradas.

Diante desse contexto, a presente pesquisa propõe como questão central: quais práticas de economia circular podem ser implementadas ou aprimoradas em uma indústria alimentícia, com base em sua política ambiental vigente e nos indicadores de desempenho sustentável? A investigação parte do entendimento de que a transição para um modelo circular exige não apenas vontade institucional, mas também o uso de ferramentas de diagnóstico, planejamento e monitoramento que orientem a adoção de práticas consistentes com os princípios da EC. O objetivo geral desta pesquisa é propor práticas de Economia Circular para uma indústria alimentícia, a partir da análise de sua política ambiental e da identificação dos indicadores utilizados.

A relevância deste estudo consiste na necessidade da transformação de sistemas de produção lineares em sistemas regenerativos e sustentáveis no qual se torna essencial para atingir o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 12, que enfatiza a produção e o consumo responsáveis. A economia circular desempenha um papel fundamental nessa transformação, pois promove práticas que reduzem o desperdício e aumentam a eficiência dos

recursos. No campo acadêmico, a pesquisa se insere nas discussões contemporâneas da Engenharia de Produção sobre sustentabilidade, inovação e otimização de processos, dialogando com estudos recentes disponíveis nas bases Scopus, ScienceDirect e Web of Science.

Do ponto de vista prático, a aplicação de indicadores de circularidade, como o Indicador de Circularidade do Material (ICM), a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e os indicadores compostos de Cadeia de Suprimentos Circular (CI), permite não apenas o diagnóstico das práticas atuais, mas também a proposição de melhorias baseadas em evidências (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Dessa forma, a pesquisa poderá contribuir para a tomada de decisão estratégica e o reposicionamento sustentável da empresa estudada.

A metodologia adotada para este trabalho é de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva. De acordo com Andriolo et al., (2022), a pesquisa qualitativa está em uma posição única para capturar as nuances da experiência e das perspectivas humanas, oferecendo insights que os métodos quantitativos frequentemente ignoram. Optou-se pelo estudo de caso único, aplicado a uma indústria alimentícia localizada no Brasil. Os dados foram obtidos por meio de análise documental, entrevistas semiestruturadas com profissionais da área ambiental da empresa e observação direta das práticas operacionais. A análise dos dados fortalece a validade da pesquisa e contribui para a construção de um diagnóstico crítico e contextualizado.

O presente trabalho encontra-se inserido em um campo interdisciplinar que envolve conceitos da Engenharia de Produção, Sustentabilidade, Gestão Ambiental e Inovação. A Engenharia de Produção concentra-se na otimização de processos e sistemas, integrando tecnologia e sustentabilidade para aprimorar a gestão da cadeia de suprimentos (Santos; Scavarda; Machado, 2024). Ao propor a integração entre Economia Circular e Cadeia de Suprimentos Sustentável, busca-se fomentar um modelo organizacional mais resiliente e eficiente, capaz de gerar valor econômico, ambiental e social. Acredita-se que as contribuições deste estudo poderão ser replicadas em outras empresas do setor, promovendo uma transição sistêmica rumo à sustentabilidade.

Por fim, este trabalho busca contribuir não apenas para o avanço do conhecimento científico, mas também para a transformação da prática empresarial. A adoção de práticas circulares não deve ser vista apenas como um diferencial competitivo, mas como uma exigência estratégica diante das demandas ambientais contemporâneas. Ao integrar teoria e prática, diagnóstico e proposição, este estudo pretende oferecer caminhos possíveis para uma indústria alimentícia mais circular, inteligente e sustentável.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Propor ações relacionadas aos princípios da Economia Circular em uma indústria alimentícia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a Política Ambiental da indústria;
- Identificar quais práticas circulares são implementadas;
- Propor ações e indicadores alinhados aos princípios da Economia Circular.

3 JUSTIFICATIVA

A intensificação das preocupações globais quanto aos impactos ambientais provocados pelas atividades industriais tem impulsionado uma transformação nos modelos produtivos, favorecendo o desenvolvimento de abordagens mais sustentáveis e inovadoras (Moro et al., 2015). Nesse contexto, destaca-se a Economia Circular (EC), que propõe a maximização da eficiência no uso de recursos naturais, a redução na geração de resíduos e o reaproveitamento de materiais ao longo de todo o ciclo. Na indústria alimentícia, um dos setores que mais contribui para a geração de resíduos devido ao seu modelo produtivo linear, a adoção de práticas circulares revela-se promissora. Esse modelo linear, baseado na lógica de extrair, produzir, consumir e descartar, demanda grandes volumes de recursos naturais e impõe severos impactos ao meio ambiente (João; Maceno; Antonelo, 2024). Diante disso, a incorporação de princípios da EC representa uma estratégia eficaz. Assim, compreender e aplicar os fundamentos da Economia Circular torna-se essencial para promover um desenvolvimento industrial mais sustentável e equilibrado.

Como alternativa ao modelo linear tradicional, a Economia Circular vem ganhando destaque nas políticas públicas e nas estratégias empresariais em âmbito global. No campo da Engenharia de Produção, configura-se como uma abordagem abrangente, capaz de gerar impactos significativos por meio da otimização de recursos, da redução de resíduos e da criação de valor econômico (João; Maceno; Antonelo, 2024). A indústria alimentícia, em especial, enfrenta desafios consideráveis, como o elevado consumo de energia e água, além da complexa gestão de resíduos. Nesse cenário, a adoção de práticas circulares mostra-se fundamental para o desenvolvimento de cadeias produtivas mais eficientes, resilientes e ambientalmente sustentáveis.

Embora os estudos sobre Economia Circular tenham avançado, ainda persistem lacunas significativas quanto à aplicação prática de seus princípios em setores específicos, especialmente na indústria alimentícia (Olesen et al., 2023). A literatura, apesar de abundante em fundamentos teóricos, necessita de investigações empíricas que evidenciem, de forma concreta, como esses princípios têm sido implementados e quais seus reais impactos no contexto produtivo (Fassio e Minotti, 2019). Além disso, observa-se uma escassez de modelos estruturados de indicadores voltados especificamente à mensuração da circularidade nesse segmento industrial. Diante desse cenário, esta pesquisa se propõe a contribuir para o avanço do conhecimento na área, por meio da realização de um estudo de caso que integre diagnóstico e proposições práticas, com base em uma abordagem crítica e aplicada.

A pesquisa pretende gerar contribuições práticas e aplicáveis ao contexto da indústria alimentícia, um setor estratégico marcado por elevados níveis de desperdício e uso intensivo de recursos. Ao analisar criticamente a política ambiental e as práticas produtivas atuais da empresa estudada, o trabalho busca identificar oportunidades concretas para a adoção e o aprimoramento de estratégias baseadas na Economia Circular. Espera-se, com isso, promover ganhos em eficiência, redução de perdas e valorização de resíduos e subprodutos. Ademais, a proposição de indicadores de desempenho específicos para a circularidade permitirá o monitoramento sistemático e a gestão sustentável dos processos produtivos. Ainda, os resultados deste estudo podem contribuir para outras empresas do setor fortalecendo a transição para modelos produtivos mais sustentáveis em toda a cadeia alimentícia.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 ECONOMIA CIRCULAR

A economia circular propõe um modelo transformador que se distancia do sistema convencional linear de produção e descarte, destacando uma perspectiva regenerativa. De acordo com Camilleri (2019), esse modelo incentiva a reutilização e a reciclagem de produtos, evitando o desperdício e preservando os recursos naturais. Suas origens são fundamentadas na ecologia industrial, que estuda o fluxo de materiais e energia em sistemas industriais. Conforme aponta Korevaar (2022) ela enfatiza as interconexões entre as indústrias e o meio ambiente apoiando a economia circular, fornecendo estruturas e estratégias para práticas sustentáveis.

De acordo com Geissdoerfer et al. (2017), a EC visa prolongar a permanência de produtos, componentes e materiais em circulação nos ciclos técnicos e biológicos pelo maior tempo possível, agregando valor enquanto minimiza os impactos ambientais. O ciclo técnico

concentra-se na manutenção, reparação, remanufatura e reciclagem de produtos, o que ajuda a prolongar a sua vida útil. Por outro lado, o ciclo biológico destaca o retorno dos resíduos orgânicos à natureza, o que favorece a recuperação dos ecossistemas e a biodiversidade. Em conjunto, esses ciclos são uma estrutura ampla que apoia os princípios da CE, enfatizando a importância da eficiência no uso de recursos e na restauração ambiental.

No estudo de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017), foram mapeadas 114 definições de economia circular. O conceito mais comum abrange as estratégias dos “3R”: reduzir, reutilizar e reciclar. No entanto, muitos autores salientam que apenas essas ações não são suficientes para garantir a transição sistêmica desejada. Além disso, o estudo aponta que, apesar da ampla aceitação do termo “economia circular”, há divergências quanto aos seus objetivos centrais: alguns focam na prosperidade econômica, enquanto outros concentram-se na qualidade ambiental, sem considerar a dimensão social ou distributiva. Essa variação conceitual indica a necessidade de pesquisas que considerem diferentes pontos de vista, ampliando a discussão para além de vantagens puramente econômicas ou ambientais.

Na indústria alimentícia, a EC tem ganhado relevância ao priorizar a redução de resíduos e a reutilização criativa de subprodutos, transformando descartes em ingredientes de valor agregado, o que melhora a eficiência no uso de recursos e gera novas fontes de receita. Nesse sentido, o posicionamento de Charter, M. (2016) tem-se que a implementação de modelos de negócios de economia circular permite que as empresas priorizem a sustentabilidade enquanto permanecem competitivas no mercado. Em seu estudo, De Almeida, Aguiar e Jugends (2021) destacaram a eficiência energética, as novas oportunidades de mercado, a colaboração com stakeholders, a ecoeficiência como os principais fatores relacionadas a EC. Coletivamente, esses elementos não apenas contribuem para a sustentabilidade, mas também apresentam potenciais reduções de custos, tornando a transição para a EC uma estratégia atraente para o setor alimentício (Morocho, 2018).

A remanufatura, que é o processo de restauração de produtos usados para que tenham desempenho semelhante ao de produtos novos, tem ganhado cada vez mais destaque como uma estratégia importante na EC. Pesquisas indicam que a remanufatura diminui consideravelmente o consumo de energia e as emissões de CO₂ em relação à produção tradicional. Por exemplo, Singhal, Tripathy e Jena (2020) traz que, a produção de produtos remanufaturados consome 85% menos energia do que a necessária para fabricar a mesma quantidade de produtos novos. Além disso, a remanufatura traz benefícios econômicos, visto que produtos remanufaturados tem menor preço em relação a itens novos.

Outro aspecto que se conecta com a EC é a logística reversa no que diz respeito ao ciclo técnico. Julianelli et al. (2020) mapeou fatores críticos de sucesso para essa logística, incluindo planejamento de materiais, sustentabilidade industrial e relacionamentos institucionais, formulando um modelo que conecta esses elementos aos fluxos circulares, desde o produto até sua reinserção no processo produtivo. Ainda, Mayanti e Helob (2024) consolidaram algumas estratégias circulares implementáveis em cadeias produtivas, classificadas por contribuição à conservação de recursos e fechamento de ciclos, oferecendo um banco de ferramentas aplicáveis a setores como o alimentício. Esse conjunto de evidências reforça que, para além da remanufatura, o desenho de sistemas logísticos inteligentes e integrados é decisivo para a transição ao modelo circular.

O ecodesign, ou design circular, é fundamental para a implementação da economia circular, ele se concentra em projetar produtos e serviços com considerações ambientais em mente desde o início, visando minimizar o desperdício e a poluição e maximizar a vida útil e a reciclabilidade dos materiais. Essa integração visa otimizar a eficiência dos recursos, estender a vida útil dos produtos e minimizar o impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida (Diniz et al. 2020). Essa abordagem permite que designers visualizem o impacto ambiental de decisões ao longo do ciclo de vida, podendo ser um pilar central para a economia circular ao facilitar a criação de produtos com ciclos de vida fechados, menor consumo de recursos, possibilidade de desmontagem e recuperação de materiais.

A integração do Design para Manufatura (DFM) e do Design para Montagem (DFA) aos princípios da Economia Circular (EC) tem potencial para reduzir significativamente o desperdício ao longo de todo o ciclo de vida de um produto. A necessidade de redesenhar produtos e processos de fabricação à luz desses princípios torna-se evidente diante da urgência em ampliar a reutilização e a reciclagem, fomentando novas oportunidades de negócio e impulsionando o crescimento econômico sustentável (Jones & Comfort, 2021). Nesse contexto, o Design para Remanufatura possibilita que produtos sejam remanufaturados de forma eficiente, prolongando sua vida útil e diminuindo a necessidade de novos materiais. Essa abordagem sistêmica não apenas estende a durabilidade dos produtos e de seus componentes, como também reduz de forma expressiva a demanda por matérias-primas virgens e a geração de resíduos, um dos pilares essenciais da Economia Circular (Zanoletti et al., 2021).

Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se consolida como ferramenta-chave para validar o desempenho ambiental de práticas circulares. se consolida como ferramenta-chave para validar o desempenho ambiental de práticas circulares. O livro "*Life Cycle Assessment & Circular Economy*" apresenta casos práticos em diversos setores industriais, sendo o AVC fundamental para quantificar as reduções de pegada ambiental obtidas por estratégias circulares avançadas (Giorgi, Lavagna e Campioli, 2019). Essa abordagem permite mensurar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de produtos, processos, sistemas e até organizações. Sendo essa,

fundamental para identificar e reduzir os pontos críticos de impacto ambiental em toda a cadeia de valor, desde a remoção de matérias-primas até o descarte ou recuperação pós-uso. Ela fornece dados sólidos para a tomada de decisões estratégicas e para o desenvolvimento de produtos e processos mais sustentáveis (Roy 2017).

A adoção em larga escala da economia circular encontra diversos desafios institucionais e organizacionais que dificultam sua operacionalização. Esses desafios decorrem de leis, políticas e normas sociais existentes que obstruem a coordenação necessária entre políticas públicas, marcos regulatórios e incentivos econômicos essenciais para a operacionalização de práticas circulares. Segundo Lieder e Rashid (2016), a transição para ciclos fechados nas indústrias requer a harmonização de políticas públicas, definição de marcos regulatórios claros e quantidade de incentivos econômicos para a prática de remanufatura e reciclagem. Ainda, a falta de padronização de produtos, a ineficiência nas estruturas de logística reversa e as restrições de produtos remanufaturados representam obstáculos consideráveis. Mitigar esses desafios interconectados é essencial para promover uma mudança bem-sucedida em direção a uma economia circular.

Em contrapartida, a integração dos princípios da economia circular e cadeias de suprimentos sustentáveis é essencial para a implementação eficaz de modelos de negócios regenerativos. As estratégias de economia circular concentram-se em projetar a eliminação de resíduos e manter os materiais em uso, o que se alinha com os objetivos das cadeias de suprimentos sustentáveis. Ji-hyland, White e Khaydarov (2025) traz em estudo, que práticas como remanufatura e logística reversa são componentes essenciais e trazem ganhos econômicos, ambientais e sociais, como redução de custos, emprego e fortalecimento de relações na cadeia. Juntos, esses elementos criam uma estrutura robusta para alcançar a sustentabilidade de longo prazo por meio de práticas regenerativas.

4.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS SUSTENTÁVEL

De acordo com os princípios da Governança Social Ambiental (ESG), a Cadeia de Suprimentos Sustentável (CSS) adota uma abordagem holística que integra considerações ambientais e sociais em todo o processo de fornecimento. Ao priorizar a ESG, as empresas podem garantir que suas operações não sejam apenas economicamente viáveis, mas também socialmente responsáveis e ambientalmente sustentáveis (Ferreira et, al. 2015). Essa abordagem amplia o escopo da gestão ambiental, estendendo-se a fornecedores e clientes, com foco em práticas como ecodesign, logística reversa e recuperação de investimento.

A integração do ecodesign com a estratégia CSS oferece ganhos ao considerar o ciclo completo do produto, podendo melhorar significativamente os resultados ambientais e econômicos para as empresas. Essa abordagem integrada facilita a gestão do ciclo de vida do produto, promovendo a colaboração e o compartilhamento de conhecimento entre os elos da cadeia (Oliveira et al., 2018). Além disso, a realização de avaliações do ciclo de vida permite que as empresas identifiquem áreas para melhoria, levando à redução de custos associados à gestão de resíduos e poluição. No contexto da cadeia alimentícia, isso permite que embalagens e ingredientes sejam pensados para facilitar reutilização, reciclagem e retorno ao setor primário, integrando sustentabilidade e circularidade em decisões de projeto.

A implementação da logística reversa em uma cadeia de suprimentos sustentável oferece inúmeros benefícios que aprimoram as dimensões ambiental, econômica e social. Ao facilitar o retorno e a reintegração de produtos, a logística reversa não apenas minimiza o desperdício, mas também otimiza o uso de recursos, contribuindo para as metas de sustentabilidade. De acordo com Silva et al., (2024), a prática promove o uso eficiente de recursos, em linha com os princípios da economia circular. Ainda, as empresas podem recuperar o valor dos produtos devolvidos, o que leva à redução dos gastos de produção e ao crescimento da lucratividade (Adesoga et al., 2024). Embora os benefícios da logística reversa sejam substanciais, desafios como altos investimentos iniciais e complexidades logísticas podem dificultar sua implementação. No entanto, o planejamento estratégico e a integração tecnológica podem mitigar esses problemas, abrindo caminho para cadeias de suprimentos mais sustentáveis.

As práticas de Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde (GCSV) integram a governança ambiental em toda a cadeia de suprimentos, enfatizando a sustentabilidade e a responsabilidade ecológica. Essa abordagem, tem foco em estratégias de reciclagem e redução de resíduos para aumentar a eficiência de recursos e reduzir as contribuições para aterros sanitários (Salifu, Seidu e Sulemana 2025). Tais práticas, não apenas aborda a eficiência tradicional da cadeia de suprimentos, mas também incorpora considerações ambientais como fatores críticos nos processos de tomada de decisão. Ainda a GCSV promove a inovação em processos e produtos, proporcionando uma vantagem competitiva no mercado (Salifu et al., 2025).

A rastreabilidade na cadeia de alimentos é crucial para validar a sustentabilidade das práticas adotadas. A adoção de tecnologias como Internet das coisas (IoT), radio frequência (RFID) e blockchain viabiliza o monitoramento em tempo real, assegurando que produtos cumpram padrões ambientais e de segurança alimentar desde a matéria prima até o produto acabado (Wang, He e Wu, 2022). Essa estratégia contribui com a visibilidade, a administração operacional e com a demanda de informações detalhadas pelos consumidores. Ainda, reforça os ciclos técnico-biológicos, garantindo que materiais circulantes sejam registrados, rastreados e possam ser efetivamente remanufaturados ou reciclados, fortalecendo o vínculo entre CSS e EC.

Os modelos de negócios circulares propostos por Geissdoerfer et al. (2018) sugerem uma estrutura que conecta práticas como remanufatura, reutilização, compartilhamento e plataformas de serviço à cadeia logística completa, intensificando a sinergia entre EC e CSS promovendo a sustentabilidade e a eficiência de recursos. A adoção desses modelos em empresas alimentícias exige colaboração entre os Stakeholders, exigindo sistemas transparentes e rastreáveis, tanto para retorno de embalagens quanto para recuperação de insumos ou subprodutos. A rastreabilidade é peça-chave dessa articulação, pois permite monitorar os fluxos de materiais ao longo de toda a cadeia, sustentando a logística reversa e o eco-design.

A adoção conjunta de EC e CSS exige uma abordagem de gestão sistêmica que integre Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) circulares e sustentáveis para enfrentar efetivamente os desafios da sustentabilidade industrial. Ao empregar esses indicadores, as organizações podem mensurar seu desempenho ambiental, social e econômico, identificando áreas de melhoria e otimizando as operações. Em termos de vantagem competitiva, Cadeias Sustentáveis melhoram a reputação das empresas, reduzem riscos regulatórios e trazem benefícios econômicos, como menor consumo energético, redução de perdas e economias com logística. Quando incorporadas em um modelo de economia circular, essas cadeias possibilitam ainda a geração de valor a partir de resíduos e subprodutos, convertendo custos em novas fontes de receita.

4.3 INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR

A mensuração da Economia Circular (EC) constitui um dos principais desafios enfrentados por empresas e pesquisadores, sobretudo pela ausência de métricas e indicadores padronizados. Tais instrumentos são fundamentais para aferir o progresso e a eficácia na implementação de estratégias circulares. No entanto, muitas organizações ainda enfrentam dificuldades em sua aplicação, o que pode resultar em interpretações equivocadas dos dados obtidos (Saidani et al., 2019). Nesse cenário, a seleção e o uso de indicadores adequados tornam-se indispensáveis para avaliar o desempenho circular, propor melhorias contínuas e assegurar a rastreabilidade e a eficiência dos ciclos produtivos. Ferramentas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Análise de Fluxo de Materiais (AFM) destacam-se como metodologias-chave nesse processo, ao possibilitarem a mensuração dos impactos ambientais e o monitoramento dos fluxos de materiais, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada da circularidade e da eficiência no uso de recursos (Scheepens, Vogtländer e Brezet, 2016).

Os indicadores exercem um papel crucial ao fornecerem dados objetivos que orientam decisões estratégicas, embasam políticas ambientais corporativas e promovem a integração entre as práticas circulares e a gestão sustentável da cadeia de suprimentos (CSS). No contexto da indústria alimentícia, esses indicadores tornam-se ainda mais relevantes, pois auxiliam no enfrentamento de desafios específicos do setor, como o alto volume de resíduos, o uso intensivo de embalagens e a perecibilidade das matérias-primas. A incorporação dos princípios da EC nesse segmento demanda, portanto, uma estrutura de avaliação robusta e abrangente, que vá além das métricas lineares convencionais. Tal estrutura se baseia na aplicação de indicadores de desempenho que possam refletir com precisão as dimensões multifacetadas da circularidade, incluindo aspectos econômicos, sociais e ambientais (Rossi et al., 2019).

Conforme discutido nas seções anteriores, a economia circular se materializa por meio de práticas como o eco-design, a logística reversa e a valorização de resíduos, enquanto a cadeia de suprimentos sustentável garante a fluidez e a rastreabilidade dessas ações. Os indicadores de circularidade atuam como um vínculo fundamental entre os princípios EC e as estratégias da CSS, possibilitando que as empresas quantifiquem e acompanhem processos essenciais. Esses indicadores facilitam a avaliação da reutilização e reciclagem de materiais, que são cruciais para a redução de resíduos e a conservação de recursos. Além disso, eles abrangem métricas de eficiência energética que avaliam a eficácia das práticas de economia de energia, promovendo ainda mais operações sustentáveis. Ao integrar esses indicadores em suas agendas de sustentabilidade, as empresas podem tomar decisões informadas e baseadas em dados que aprimoram seu desempenho ambiental e contribuem para uma economia mais circular (Saidani et al., 2019).

A seguir, apresenta-se a Tabela 1, com os principais indicadores identificados na literatura, aplicáveis ao setor alimentício.

Tabela 1: Principais indicadores identificados na literatura

Indicador	Metodologia	Finalidade	Conexão com EC e CSS	Fonte
EVR (Razão Ecocustos/Valor)	Calcula a relação entre os "eco-custos" (custos de prevenção de poluição e esgotamento de recursos) e o valor de mercado de um produto ou serviço.	Avalia a ecoeficiência de produtos e serviços comparando seu impacto ambiental (custos ecológicos) com seu valor de mercado.	Relaciona-se ao eco-design e avaliação de impactos ao longo da cadeia de suprimentos	<i>EVR - Sustainability Impact Metrics</i> ; 2022
ICS (Índice de Circularidade Sustentável)	Estrutura de cinco fases que fornece uma avaliação abrangente e orientar melhorias na sustentabilidade corporativa e na circularidade.	Mede o grau de circularidade considerando aspectos sociais, econômicos e ambientais	Integra princípios da EC com métricas de sustentabilidade em cadeias produtivas	<i>Azevedo; Godina; Matias</i> , 2017
AHP (Processo de Hierarquia Analítica)	Organiza problemas em uma hierarquia, permitindo a avaliação sistemática de alternativas com base em múltiplos critérios por meio de comparações paritárias	Avaliar sistematicamente critérios de circularidades	Apoia decisões estratégicas na cadeia e análise comparativa da maturidade circular	<i>Bugingo et al.</i> , 2024
EOL-RIR (Taxas de entrada de reciclagem de fim de vida)	Mede, para uma determinada matéria-prima, quanto de sua entrada no sistema de produção provém da reciclagem, ou seja, sucata de produtos em fim de vida útil.	Medir a entrada de reciclados no processo produtivo	Foco em fechamento de ciclos técnicos e rastreabilidade de retorno de materiais	<i>Bobba, et al.</i> 2023
MFA (Análise de fluxo de materiais)	Avaliação sistemática dos fluxos de materiais e estoques, com base no princípio do balanço de massa, considerando os limites de espaço e tempo	Mapeia fluxos de entrada e saída de materiais	Fornecer diagnóstico do ciclo de materiais, utilização de recursos e contribui para decisões de circularidade na cadeia	<i>Escobar; Laibach</i> , 2021
FLW (Indicador de Perda e Desperdício de Alimentos)	Quantifica a quantidade total de alimentos descartados em diferentes etapas da cadeia de suprimentos	Medir perdas e desperdícios ao longo da cadeia	Fortalece práticas logísticas e de reaproveitamento, apoiando tanto EC como CSS	<i>bobba, et al.</i> 2023
KPIs Corporativos	Métricas usadas para avaliar o desempenho geral de uma organização	Relatórios ESG internos que medem energia, água, resíduos	Aplicação direta em metas corporativas alinhadas à circularidade e sustentabilidade operacional	<i>What are ESG key performance indicators (KPIs)? ADEC ESG</i> , 2024)
ICM (Indicador de Circularidade do Material)	Mede quanto o fluxo linear foi minimizado e o fluxo restaurador maximizado para materiais componentes, e por quanto tempo.	Medir o grau de circularidade dos materiais em um produto ao longo do ciclo de vida	Relaciona-se diretamente ao eco-design e exige rastreabilidade da cadeia de suprimentos para mensurar entrada e saída de materiais	<i>Godin, et al.</i> 2019
ACV (Avaliação do Ciclo de Vida)	Avaliação sistêmica dos impactos ambientais de um produto, processo ou serviço ao longo do seu ciclo de vida	Avalia impactos ambientais do ciclo de vida (ex: energia, pegada de carbono, uso de água).	Integra EC via ecodesign e transição energética; fornece base científica à CSS para decisões sustentáveis.	<i>Meskers; Bartie; Reuter</i> , 2024
SC3I (Índice de Cadeia de Suprimentos Circular)	Agrega três subindicadores principais em uma pontuação composta usando a média geométrica (Eficiência de Materiais Uso Secundário de Materiais Eficácia da Recuperação)	Abordar as limitações das métricas de circularidade existentes	Mensuração do ciclo fechado dos fluxos de materiais nas cadeias de suprimentos, fornecendo uma compreensão sistêmica da circularidade	<i>Kopeinig et al.</i> , 2025

Fonte: Autora (2025)

A Tabela 1 revela a diversidade e a complexidade dos indicadores disponíveis para medir a circularidade na indústria alimentícia. Observa-se que há tanto métricas operacionais (como o EOL-RIR e o FLW), quanto estratégicas (ICS, AHP e EVR). Em conjunto, esses instrumentos permitem avaliar desde o reaproveitamento de subprodutos até o nível de maturidade tecnológica da empresa em termos de governança circular.

Além disso, percebe-se que os indicadores mais aplicáveis ao setor alimentício são aqueles que valorizam o reaproveitamento de resíduos, a rastreabilidade logística e a redução

de perdas. Esses aspectos já foram amplamente discutidos nos tópicos anteriores e mostram que os conceitos de EC e CSS se concretizam quando se dispõe de dados mensuráveis e padronizados para orientar a tomada de decisão. Assim, os indicadores não apenas demonstram resultados, mas orientam nos processos de investimento em inovação e a definição de metas ambientais alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os indicadores abrangem diferentes dimensões da circularidade, desde ferramentas clássicas como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) até métricas específicas como o Indicador de Circularidade do Material (ICM) e o Indicador de Perda e Desperdício de Alimentos (FLW). O ACV, por exemplo, permite quantificar impactos ambientais dentro dos processos produtivos, como a pegada de carbono, uso de água e consumo energético. Este permite às indústrias identificarem onde e como seus processos produtivos geram os maiores impactos, servindo como uma base para melhorias e comparação com padrões ou outros processos. (Meskers; Bartie; Reuter, 2024)

O ICM se destaca por sua capacidade de medir o grau de circularidade de produtos, ao considerar fatores como o uso de materiais reciclados e recicláveis, perdas no processo produtivo e extensão do ciclo de vida (Goddin, *et al.* 2019). Seu uso está cada vez mais presente no desenvolvimento de embalagens sustentáveis no setor de alimentos, permitindo a comparação entre alternativas de design com base em critérios quantitativos.

A análise dos fluxos de materiais ao longo da cadeia é representada por indicadores como o MFA e o EOL-RIR, que possibilitam o rastreamento de perdas, subprodutos e entradas de materiais reciclados. Estes indicadores são particularmente úteis em processos agroindustriais, onde é comum o reaproveitamento de resíduos como cascas, polpas e bagaço (Escobar; Laibach, 2021; Bobba, *et al.* 2023). Ainda, o Índice Composto de Circularidade da Cadeia de Suprimentos (SC3I) pode contribuir fornecendo uma maneira de mensurar a natureza de ciclo fechado dos fluxos de materiais nas cadeias de suprimentos. Ele oferece uma ferramenta prática para orientar a alocação estratégica de recursos e priorizar intervenções compreendendo a eficiência dos materiais, o uso de materiais secundários e a eficácia da recuperação (Kopeinig *et al.*, 2025).

No que se refere às perdas e desperdícios alimentares, o FLW representa uma ferramenta indispensável para mensurar a quantidade de alimentos descartados nas diferentes etapas da cadeia, contribuindo para a criação de estratégias de reaproveitamento e redução de impactos ambientais (Bobba, *et al.* 2023). Isso reforça a conexão entre EC e CSS ao promover o uso eficiente de recursos e a redução de resíduos.

Os KPIs ambientais corporativos, utilizados por empresas de diversos setores, refletem a importância da mensuração contínua do desempenho ambiental em grandes corporações do

setor alimentício. Indicadores como volume de água reutilizada, taxa de reaproveitamento de resíduos e eficiência energética têm sido integrados aos relatórios ESG e alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

Em contextos decisórios, métodos como o Processo de Hierarquia Analítica (AHP) e os ICS Índice de Circularidade Sustentável (CI, Circular Supply Chain Index) oferecem apoio analítico para ranquear opções de design, fornecedores ou soluções logísticas com base em critérios ambientais e circulares (Bugingo et al., 2024; Azevedo; Godina; Matias, 2017) Esses indicadores fortalecem a gestão integrada da cadeia, orientando as empresas para a circularidade plena.

Assim, os indicadores não apenas quantificam o desempenho circular, mas também apoiam a tomada de decisão estratégica, o reposicionamento competitivo e a gestão de riscos ambientais. No setor alimentício, sua aplicação prática viabiliza desde o desenvolvimento de embalagens mais sustentáveis até a redução de perdas em processos produtivos, fomentando a transição para modelos regenerativos e sustentáveis. A análise da tabela evidencia, portanto, a interdependência entre EC e CSS, ao passo que fortalece a capacidade de mensuração, comparação e melhoria contínua dos processos circulares nas organizações.

5. METODOLOGIA

Este trabalho fundamenta-se em uma abordagem qualitativa e descritiva, justamente por reconhecer que a complexidade da Economia Circular no ambiente industrial não pode ser plenamente compreendida apenas por meio de métricas quantitativas. É necessário mergulhar no universo das percepções, experiências e práticas reais para captar a riqueza dos fenômenos envolvidos. A pesquisa qualitativa, nesse sentido, torna-se essencial por sua capacidade de revelar nuances e interpretações contextuais, especialmente relevantes em ambientes onde os fatores humanos, organizacionais e culturais são determinantes (Kaae; Traulsen, 2015).

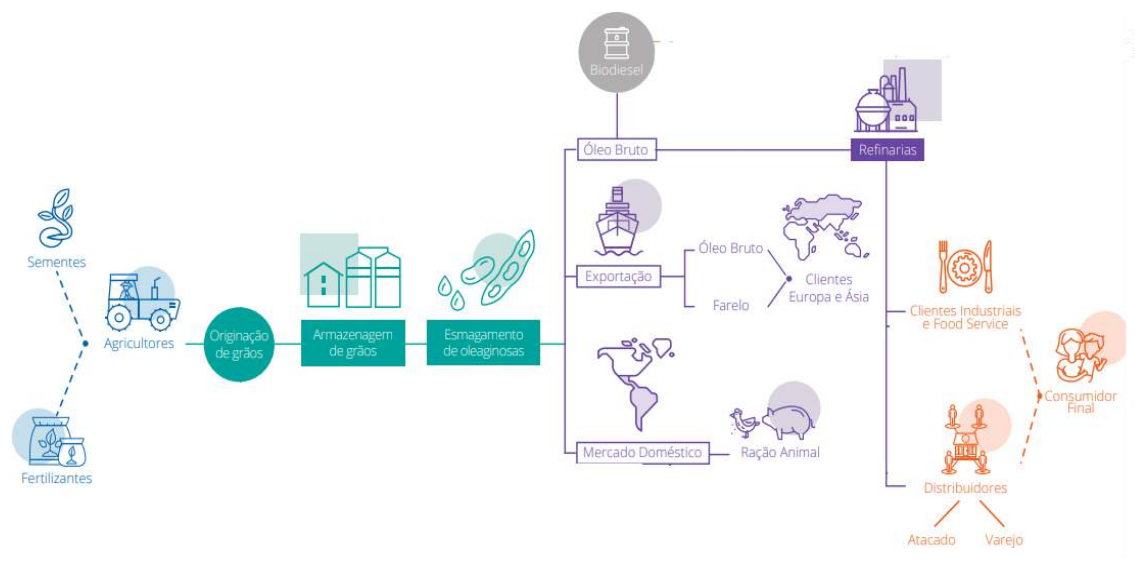
Trata-se de uma pesquisa aplicada, com foco direto na geração de conhecimento prático e útil para uma organização real, indústria alimentícia. O objetivo é: diagnosticar a situação atual, identificar oportunidades e propor melhorias tangíveis alinhadas aos princípios da Economia Circular. Essa proposta busca não apenas refletir teoricamente sobre o tema, mas também indicar caminhos concretos para sua implementação, contribuindo de forma efetiva para a transformação sustentável da produção. A força dessa abordagem está justamente em sua flexibilidade interpretativa, trabalhar com documentos, discursos e registros, ela evita os limites impostos por análises estatísticas rígidas, permitindo uma leitura mais sensível e alinhada à realidade (Pinho, 2021).

Dentro do campo qualitativo, diversas metodologias são possíveis, sendo o estudo de caso especialmente relevante para esta pesquisa. Ao lado da pesquisa documental, o estudo de caso se destaca por sua capacidade de investigar profundamente uma organização específica, revelando padrões e dinâmicas singulares que podem iluminar teorias mais amplas (Mahmood e Riaz, 2008). O delineamento exploratório, por sua vez, favorece a identificação de novas conexões e interpretações, sendo ideal para áreas ainda em consolidação acadêmica, como a aplicação prática da Economia Circular em setores industriais. Dessa forma, a estrutura metodológica adotada aqui não apenas sustenta a credibilidade do estudo, mas também amplia seu potencial de impacto prático e científico.

A estratégia metodológica adotada nesta pesquisa é o estudo de caso único, uma escolha intencional que se alinha ao objetivo de examinar, em profundidade, um fenômeno contemporâneo inserido em seu contexto real. Essa abordagem é especialmente eficaz quando se busca compreender fenômenos complexos, ainda pouco explorados na literatura, e cuja dinâmica foge ao controle direto do pesquisador (Sibbald et al., 2021). No cenário que se apresenta ao investigar práticas sustentáveis e políticas ambientais no setor alimentício essa abordagem se eficaz. Ao permitir uma análise detalhada e contextualizada, o estudo de caso único revela-se uma ferramenta poderosa para gerar insights significativos e aplicáveis, capazes de iluminar caminhos práticos para a transição circular no ambiente industrial.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A pesquisa foi conduzida em uma indústria alimentícia multinacional, presente em diversas regiões do território brasileiro. Para fins de confidencialidade, a unidade analisada será referida como Empresa A. Localizada na cidade de Luís Eduardo Magalhães, no oeste da Bahia, essa planta industrial atua na produção de óleos vegetais, tanto brutos quanto refinados, e ocupa posição estratégica dentro do grupo empresarial. Sua cadeia produtiva é composta por etapas integradas que incluem a armazenagem de grãos, o processamento, o refino, a exportação e a distribuição, configurando um sistema logístico e operacional de alta complexidade.

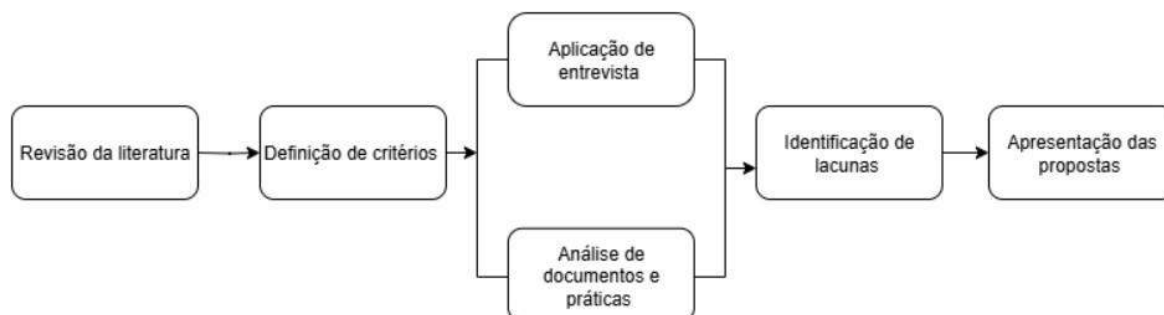
Figura 1: Cadeia produtiva

Fonte: Adaptado a partir do site da empresa

Fundada ainda no século XIX, chegou ao Brasil no na primeira década do século XX, a unidade estudada atua desde 1998. A empresa A conta com aproximadamente 400 colaboradores diretos e possui alto grau elevado automação em seus processos, além de certificações ambientais como a ISO 14001, suas políticas estão alinhadas com a RTRS (Round Table on Responsible Soy) além de objetos alinhados aos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável). Por sua relevância operacional e inserção em cadeias globais de suprimentos, a Empresa A representa um cenário propício para a investigação de práticas de Economia Circular aplicadas à indústria alimentícia, oferecendo oportunidades reais para análise crítica e proposição de melhorias sustentáveis.

5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa tem como característica descritiva, para Gil (2022) uma pesquisa descritiva pode parecer explicativa. Existem estudos que, apesar de serem classificados como descritivos, acabam contribuindo mais para oferecer uma nova perspectiva sobre o problema, aproximando-se dos estudos exploratórios. Assim, a essa metodologia agrega ao estudo de caso contribuindo para o entendimento do “problema”. A metodologia pode ser observada na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma metodológico

Fonte: Autora (2025)

Como etapa inicial do processo metodológico, foi conduzida uma revisão narrativa da literatura com o objetivo de fundamentar teoricamente o tema da economia circular (EC). A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados científicas reconhecidas, como *ScienceDirect*, *Scopus*, *Web of Science* e *SciELO*, complementada por dissertações, teses e relatórios institucionais relevantes. A estratégia de busca utilizou operadores booleanos combinando os descritores em inglês: “*circular economy*” AND “*sustainable supply chain*”, “*sustainability*” AND “*indicators*”, “*life cycle*” AND “*industry*”, entre outras variações pertinentes. Como critério de refinamento, foram aplicados filtros para limitar os resultados a publicações entre 2019 e 2025. Trabalhos anteriores a esse período foram considerados pontualmente, quando citados em fontes recentes e avaliados como relevantes para a construção do referencial teórico.

Na etapa seguinte, foi realizada uma entrevista semiestruturada com os dois profissionais responsáveis pelo setor de sustentabilidade da unidade analisada: o coordenador e o analista de sustentabilidade. A seleção dos participantes se deu por critério intencional, considerando sua atuação direta na gestão das práticas sustentáveis na organização. O questionário foi conduzido individualmente, com base em um roteiro pré-elaborado, assim as evitando influências nas respostas. Ainda, foi realizada uma entrevista registrada por meio de anotações realizadas durante os encontros.

De acordo com Gil (2022), estudos de caso demandam o uso de diferentes técnicas de coleta de dados como entrevistas, análise documental e observação direta. Tais procedimentos diversos visam proporcionar um entendimento aprofundado do fenômeno estudado e assegurar a confiabilidade dos resultados. No que se refere à análise documental, foram examinadas diretrizes internas que orientam as práticas ambientais da organização, além do mapeamento das ações já implementadas na unidade que demonstram os princípios da Economia Circular.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ANÁLISE DA POLÍTICA AMBIENTAL DA INDÚSTRIA

A análise da política ambiental da indústria alimentícia estudada revelou a existência de um sistema estruturado com base em visão, compromissos e princípios organizacionais, formalmente estabelecido. A entrevistada confirmou que a empresa possui uma política ambiental definida, sustentada por metas institucionais que são disseminadas entre as unidades por meio de um sistema padronizado de gestão, os Indicadores de Meio Ambiente. Esses indicadores contemplam objetivos como a redução do consumo de água, diminuição na geração de resíduos, mitigação de gases de efeito estufa e controle da destinação de resíduos em aterros.

No entanto, a partir das respostas obtidas, verifica-se que a compreensão e o envolvimento local com a política ambiental ainda são limitados à aplicação operacional das metas e rotinas, com pouca autonomia da unidade para desenvolver ações específicas. A entrevistada informou que as decisões são tomadas no âmbito corporativo, por meio de um conselho central, sendo as unidades operacionais apenas responsáveis por seguir e gerenciar diretrizes estabelecidas. Isso indica uma estrutura verticalizada, que embora garanta padronização, pode comprometer a adaptação local de práticas circulares e sustentáveis, essa centralização, ao priorizar resultados e metas globais, pode negligenciar as particularidades regionais (Christo et al., 2019)

No que diz respeito aos princípios que norteiam a política, destaca-se o compromisso com o uso eficiente de recursos, o gerenciamento correto de resíduos e a mitigação de impactos ambientais. A empresa realiza a separação e a destinação adequada de diferentes tipos de resíduos, como plásticos, papel, madeira, resíduos de caldeira e eletrônicos, seguindo o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Embora demonstre alinhamento com a legislação ambiental brasileira e com os princípios da EC, como o fechamento de ciclos e o tratamento adequado de resíduos, ainda não há ações específicas de reintrodução de materiais na cadeia produtiva, segundo informações das entrevistas.

A relação entre a política ambiental e o setor produtivo é operacionalizada por meio dos indicadores, que se aplicam a todas as etapas da produção, desde a entrada de insumos até o produto. Tal integração é positiva pois possibilita o acompanhamento da eficiência do uso de recursos. Contudo, a ausência de práticas associadas ao reaproveitamento de materiais, uso de insumos reciclados ou extensão do ciclo de vida de produtos indica uma oportunidade importante de avanço na direção da circularidade.

A entrevista revelou que não há uso de materiais reciclados ou renováveis na unidade, ou ações voltadas à extensão do ciclo de vida dos produtos. Além disso, indicadores como o ICM

((Indicador de Circularidade do Material) ou ACV (Avaliação do Ciclo de Vida) não são aplicados na unidade, sendo desconhecidos sua aplicação por parte dos entrevistados. Isso sugere que, apesar da existência de metas ambientais corporativas, há lacunas no uso de ferramentas de gestão ambiental mais avançadas e específicas da Economia Circular, limitando a capacidade analítica e estratégica da unidade em relação à sustentabilidade.

A ausência de parcerias com cooperativas, ONGs ou outras instituições para o fechamento de ciclos produtivos também foi destacada. Tais parcerias são frequentemente apontadas como essenciais para o fortalecimento da economia circular, especialmente no setor alimentício, onde o reaproveitamento de subprodutos pode ser feito em colaboração com atores externos. Essas colaborações podem abranger desde o compartilhamento de recursos até o desenvolvimento de novas tecnologias para o reaproveitamento de resíduos, alinhando-se com os princípios da economia circular que visam otimizar o ciclo de vida dos recursos e minimizar externalidades negativas (Kopeinig et al., 2025).

Em relação aos desafios enfrentados, observou-se que as principais barreiras para a implementação de novas práticas e programas estão associadas a fatores externos, especialmente à dificuldade de estabelecer parcerias locais. A Empresa A busca replicar na unidade analisada um programa já existente em outras filiais, voltado para o recolhimento do produto pós-consumo, com posterior destinação à reciclagem e reaproveitamento na fabricação de novos itens. No entanto, foram relatadas dificuldades específicas na viabilização de parcerias para o recolhimento do óleo usado. Não foram identificadas menções a obstáculos internos, o que pode estar relacionado à centralização das decisões em nível corporativo e à limitada autonomia das unidades operacionais

Por fim, observa-se que a política ambiental da empresa é bem estruturada em nível institucional e contempla metas alinhadas à sustentabilidade, mas sua implementação prática ainda carece de conexão com os princípios da Economia Circular. A unidade estudada demonstra esforços de gestão ambiental, mas ainda opera majoritariamente dentro da lógica linear, com foco na mitigação de impactos em vez de reinserção sistêmica de materiais e inovação circular.

6.2 PRÁTICAS CIRCULARES IMPLEMENTADAS

A análise dos dados revelou que a empresa estudada possui diversas práticas ambientais estruturadas, com destaque para um sistema robusto de monitoramento e controle dos impactos operacionais. No entanto, no que diz respeito à adoção de práticas de Economia Circular (EC) propriamente ditas, observa-se que essas iniciativas estão presentes de forma pontual e

predominantemente orientadas à mitigação, não necessariamente ao fechamento de ciclos produtivos.

Entre as práticas mais relevantes, destaca-se o sistema de gestão de resíduos sólidos, que adota a separação na fonte, a classificação conforme a NBR 10.004/2004 e a rastreabilidade dos resíduos até a destinação final, com ênfase na prevenção da contaminação, conformidade legal e redução de volume. A empresa estabelece diretrizes para redução, reutilização e reciclagem, e realiza capacitações com as equipes operacionais. Apesar disso, o reaproveitamento direto de resíduos como matéria-prima em novos processos ainda não é praticado, o que limita a circularidade plena (Kirchherr et al., 2017).

Outro ponto de destaque é o uso dos efluentes tratados na irrigação de jardins e pátios, evitando descarte direto em corpos hídricos e demonstrando alinhamento com os princípios da circularidade no reaproveitamento de recursos hídricos. O sistema de tratamento inclui etapas físico-químicas e biológicas, com controle rigoroso de parâmetros conforme a Resolução CONAMA nº 430/11. Essa prática é coerente com o conceito de cascatas circulares, que preveem o uso progressivo e eficiente de recursos (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

No campo energético, a empresa utiliza biomassa como um dos combustíveis para caldeiras (cavaco), e adota sistemas de controle de emissões atmosféricas, como pré-aquecedores e multiciclones. O monitoramento da fumaça emitida é feito por meio da Escala de Ringelmann, com controle sistemático, é uma escala gráfica para avaliação calorimétrica de densidade de fumaça. Embora o uso de biomassa configure uma transição para fontes renováveis, ainda não há evidência do uso de indicadores como ACV para avaliar o impacto energético ao longo do ciclo produtivo.

No aspecto hídrico, há monitoramento do consumo de água por tonelada produzida, análise de água subterrânea e conformidade com a CONAMA nº 396/08. A empresa mantém poços de monitoramento e cumpre rigorosamente as metas estabelecidas pelo grupo empresarial. Ainda que haja controle eficiente e esforços de redução, não foram identificadas ações para recirculação ou reutilização interna de água nos processos industriais, o que caracteriza mais uma prática de mitigação do que circularidade propriamente dita.

A reutilização de materiais aparece pontualmente, há menções à possibilidade de restaurar componentes e equipamentos, mas foi relatado que tais ações são tratadas de forma técnica e não possuem relação explícita com os conceitos de EC. Em relação à logística reversa, não foram mencionadas ações concretas de retorno de embalagens ou resíduos pós-consumo.

O sistema de indicadores ambientais IMB, utilizado pela empresa, contempla parâmetros importantes como consumo de energia, consumo de água, emissões de CO₂, geração de resíduos

e conformidade legal. Todavia, os indicadores utilizados são genéricos e voltados para o desempenho ambiental linear. Indicadores de circularidade mais específicos, como MCI, CI ou índices compostos de cadeia, não são aplicados conforme evidenciado pela equipe operacional.

De forma geral, a empresa apresenta ações ambientais consistentes e conformes à legislação, mas que operam sob uma lógica predominantemente linear. As práticas circulares implementadas ainda se concentram em áreas periféricas (efluentes, resíduos, educação ambiental), com ausência de estratégias integradas de fechamento de ciclos de materiais e energia. Há, portanto, um espaço significativo para evolução em direção à circularidade sistêmica, tanto nas operações quanto na gestão estratégica da cadeia.

6.3 INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE

A análise documental e das entrevistas revelou que a empresa possui um sistema estruturado de indicadores ambientais. Este conjunto de métricas é aplicado de forma padronizada em todas as unidades operacionais e contempla elementos importantes como: consumo de energia elétrica e térmica, consumo de água por tonelada produzida, geração e destinação de resíduos sólidos, emissões atmosféricas e conformidade com a legislação ambiental vigente.

Quadro 1: Indicadores de Economia Circular e Sustentabilidade

Indicador	Unidade
Consumo de água	m ³
Consumo de água por Tonelada Pro	m ³ /ton
Consumo de Energia Elétrica	Kwh
Emissões de CO ₂ eq	kg CO ₂ eq
Emissões de CO ₂ eq por Tonelada Produzida	kg CO ₂ eq/Ton
Destinação Não Sustentavel de Resíduos (TonRES)	ton
Geração de resíduos (TonRES)	ton

Fonte: Adaptado pela autora

Os indicadores atualmente utilizados pela empresa estão alinhados ao modelo de mitigação de impactos, característico da abordagem linear de gestão ambiental. Métricas como “volume de resíduos enviados para aterro”, “volume de efluente tratado” ou “emissões controladas” refletem o esforço da organização em minimizar seus efeitos negativos sobre o

meio ambiente. No entanto, tais métricas não capturam a regeneração de recursos, o reaproveitamento sistêmico de materiais ou a extensão do ciclo de vida dos produtos.

Apesar da robustez dos indicadores, não foram identificados indicadores específicos de EC na unidade analisada. Conforme a entrevista revelou, indicadores como o ICM, ACV, SC3I ou FLW não fazem parte da rotina de avaliação ambiental da empresa. Isso evidencia uma lacuna importante entre as práticas de gestão ambiental convencionais e os modelos de medição mais atualizados.

Essa limitação também foi identificada no próprio sistema de monitoramento de desempenho ambiental, que embora auditável, foca principalmente no cumprimento de metas internas e regulatórias. A ausência de indicadores circulares pode estar relacionada à estrutura corporativa centralizada, que define metas padronizadas. Estruturas centralizadas normalmente impõem uniformidade na definição de metas, o que pode não se alinhar aos diversos contextos operacionais das diferentes unidades. Para Amicarelli et al., (2023), essa estrutura pode resultar na falta de indicadores circulares personalizados que reflitam os desafios e oportunidades específicos enfrentados por cada setor.

O uso de indicadores compostos, como o Índice de Cadeia de Suprimentos Circular, permitiria avaliar a cadeia de suprimentos da empresa de forma mais integrada, considerando desde a origem dos insumos até o descarte ou reuso final. Já ferramentas como o MCI poderiam ser aplicadas ao design de embalagens, com foco na reciclabilidade e uso de materiais secundários. A ausência desses indicadores representa não apenas uma lacuna técnica, mas também uma oportunidade estratégica de reposicionamento da empresa frente às exigências crescentes por relatórios ESG. No setor alimentício, a adoção de indicadores de perdas e desperdícios de alimentos FLW tem se mostrado relevante para a otimização de processos e a redução de custos. No entanto, a empresa analisada não monitora esse tipo de indicador, e os resíduos alimentares gerados no processo são destinados para compostagem ou descarte, sem quantificação específica do volume evitado ou reaproveitado. Essa ausência compromete a capacidade de mensuração da eficiência circular em uma das áreas mais críticas do setor.

Em síntese, observa-se que embora a empresa demonstre maturidade no uso de indicadores ambientais clássicos, ainda não incorporou ferramentas específicas para avaliar o desempenho circular de seus processos e produtos. O desconhecimento técnico sobre métricas de EC, associado à centralização das diretrizes corporativas, constitui um dos principais obstáculos à implementação efetiva de indicadores mais avançados. A incorporação de novos indicadores pode representar um importante avanço para o monitoramento e a gestão circular

na empresa, além de fortalecer sua atuação em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 12 e 13.

6.4 OPORTUNIDADES PARA A ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA

A análise dos dados qualitativos evidencia que, embora a empresa possua uma estrutura consolidada de gestão ambiental, ainda enfrenta barreiras significativas para a implementação plena da Economia Circular (EC). Ao mesmo tempo, foram identificadas oportunidades concretas de avanço, tanto no nível técnico quanto estratégico, que poderão favorecer a transição para modelos mais sustentáveis e regenerativos no setor alimentício.

A principal barreira identificada está relacionada à centralização das decisões ambientais no nível corporativo, o que restringe a autonomia das unidades operacionais para desenvolver ou adaptar ações circulares. Segundo a entrevistada, todas as metas, indicadores e iniciativas ambientais são definidos por um comitê corporativo, cabendo às unidades apenas sua execução. Essa estrutura verticalizada dificulta a personalização de soluções locais e limita o protagonismo das equipes operacionais. De acordo com Nascimento (2022), as equipes operacionais quando não têm autoridade para tomar decisões, leva a uma desconexão entre os objetivos estratégicos e a implementação prática.

Outra barreira significativa está na falta de conhecimento específico sobre ferramentas e indicadores da EC. A entrevistada demonstrou desconhecer métodos como o ICM (Indicador de Circularidade do Material) LCA (Avaliação do Ciclo de Vida), FLW (Indicador de Perda e Desperdício de Alimentos) e IC (Indicador de Circularidade). Esse desconhecimento impossibilita o uso estratégico de dados para mensuração da circularidade, planejamento de ações e comunicação de desempenho ambiental avançado. A capacitação técnica é um fator crítico para o sucesso da adoção de práticas circulares nas indústrias brasileiras.

Contudo, foram identificadas oportunidades relevantes para o avanço da circularidade. Em primeiro lugar, a empresa já possui um sistema robusto de controle de indicadores ambientais, o que pode facilitar a incorporação gradual de novos indicadores de circularidade, desde que haja capacitação e adaptação. A existência de rotinas de monitoramento, auditorias e relatórios institucionais representa uma base sólida para ampliar o escopo das medições e incluir métricas como a pegada de carbono, intensidade de materiais e índice de reutilização.

Outra oportunidade está na estrutura de tratamento e reaproveitamento de efluentes, que já contempla o uso de águas residuais na irrigação de áreas verdes. Tal iniciativa pode ser expandida para processos industriais internos, promovendo uma lógica de reuso em cascata, alinhada aos princípios da EC. Do mesmo modo, o uso de biomassa nas caldeiras já representa

um passo em direção à transição energética, que pode ser potencializado com a avaliação do ciclo de vida energético.

A prática de educação ambiental interna também foi destacada como oportunidade. A empresa promove treinamentos periódicos sobre separação de resíduos, manuseio de produtos perigosos e consumo consciente. Essas ações poderiam ser redirecionadas ou ampliadas com foco em conceitos de circularidade, como design regenerativo, logística reversa e simbiose industrial, promovendo uma mudança cultural gradual entre os colaboradores.

Em síntese, a existência de um Programa de Gestão Ambiental estruturado e de uma Política Ambiental formalizada confere legitimidade e estabilidade às ações ambientais, o que é uma vantagem competitiva no setor alimentício. Por fim, os resultados evidenciam que, embora existam obstáculos estruturais e operacionais, há também condições favoráveis para a transição da empresa rumo à Economia Circular. A superação das barreiras dependerá do fortalecimento da capacitação técnica, da ampliação das parcerias externas e da flexibilização da governança ambiental, abrindo espaço para ações locais mais inovadoras e integradas à cadeia de suprimentos sustentável.

6.5 PROPOSTAS DE AÇÕES E INDICADORES DE ECONOMIA CIRCULAR

A partir da análise crítica das práticas atuais da empresa e considerando as lacunas identificadas nas seções anteriores, foram elaboradas propostas de ações práticas e indicadores complementares para alinhar a atuação ambiental da unidade estudada aos princípios da Economia Circular (EC) e da Cadeia de Suprimentos Sustentável (CSS). Essas sugestões têm como base os referenciais teóricos discutidos e as boas práticas documentadas na literatura científica internacional recente.

A primeira ação recomendada é a inserção de práticas de reaproveitamento de subprodutos no processo produtivo. A unidade poderia desenvolver rotinas internas de segregação e reintegração de resíduos orgânicos como cascas, polpas, outros excedentes, insumos para compostagem, geração de energia ou uso em produtos secundários. Outra ação importante é a implantação de programas de logística reversa para embalagens primárias e secundárias, especialmente em parceria com cooperativas locais ou fornecedores. Além da ação já existente em outras filiais de recolhimento e reprocessamento do produto. A empresa pode firmar parcerias com redes logísticas regionais. Essa medida permitiria o fechamento de ciclos de materiais e contribuiria para o aumento da circularidade.

Além disso, recomenda-se o reaproveitamento interno de água em processos industriais, por meio de sistemas de reuso e recirculação parcial. A estrutura já existente para tratamento e

irrigação externa pode ser adaptada, reduzindo o consumo de água subterrânea e promovendo o reuso dentro do processo, uma estratégia seria utilizar no resfriamento de caldeiras. No campo da cultura organizacional, sugere-se a implementação de programas de capacitação em Economia Circular para equipes operacionais e técnicas, com foco em conceitos como design regenerativo, simbiose industrial, reuso de materiais, e avaliação de ciclo de vida.

A inclusão desses temas nos treinamentos recorrentes pode promover mudanças de comportamento e qualificar os profissionais para novos projetos sustentáveis. Por fim, recomenda-se a descentralização da governança ambiental, de forma a permitir maior autonomia às unidades para propor e testar ações locais de circularidade, sem depender exclusivamente do comitê central.

Para monitorar a efetividade das ações circulares, é necessário incorporar indicadores específicos de circularidade ao sistema de gestão ambiental da empresa. A seguir, no Quadro 2, são sugeridos alguns indicadores alinhados ao setor alimentício:

Quadro 2: Sugestão de indicadores para o setor alimentício

Indicador Proposto	Descrição	Finalidade
MCI -- Material Circularity Indicator (Indicador de circularidade do material)	Mede a circularidade de materiais usados no produto (uso de reciclados, reciclabilidade, perdas)	Avaliar embalagens, rótulos, paletes
FLW – Food Loss and Waste Indicator (Indicador de Perda e Desperdício de Alimentos)	Quantifica perdas e desperdícios ao longo do processo produtivo e logístico	Reduzir resíduos alimentares e aumentar eficiência produtiva
Pegada de Carbono por produto (kg CO₂e)	Avalia emissões ao longo do ciclo de vida	Planejamento de transporte, uso de energia, aquecimento
% de água reaproveitada internamente	Volume de água reutilizada dividido pelo consumo total	Medir eficiência hídrica
CSCI - Circular Supply Chain Index (Índice de cadeia de suprimentos circulares)	Índice composto que avalia circularidade da cadeia (insumos, fornecedores, logística reversa)	Medir integração com parceiros externos

Fonte: Autora (2025)

Esses indicadores podem ser incorporados gradualmente ao sistema IM existente, permitindo uma transição estratégica e monitorável do modelo linear para um modelo mais circular. Contudo, as propostas apresentadas oferecem caminhos práticos e mensuráveis para o avanço da circularidade na indústria estudada. Sua implementação pode melhorar o

desempenho ambiental da empresa, fortalecer sua posição no mercado e alinhar suas operações às exigências atuais de responsabilidade socioambiental e competitividade sustentável.

7. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo propor práticas de Economia Circular em uma indústria alimentícia, a partir da análise de sua política ambiental e dos indicadores de desempenho sustentável. A pesquisa foi conduzida por meio de um estudo de caso qualitativo, utilizando análise documental e entrevistas com profissionais da área ambiental da empresa.

A análise revelou que a empresa possui uma política ambiental institucionalizada, com diretrizes bem definidas e metas associadas à redução de impactos. Contudo, foi identificado que as práticas circulares implementadas são incipientes e voltadas majoritariamente à mitigação de danos, como destinação de resíduos, uso de biomassa e reaproveitamento de efluentes. Além disso, não há indicadores específicos de circularidade como ICM, ACV ou FLW sendo utilizados na unidade. O sistema de governança ambiental é centralizado e limita a autonomia local para desenvolvimento de soluções circulares.

O estudo contribui para o campo da Engenharia de Produção ao integrar os conceitos de EC e CSS no contexto da indústria alimentícia, um setor estratégico e intensivo em recursos. As propostas apresentadas como implementação de logística reversa, capacitação em EC e adoção de indicadores específicos, fornecem um plano prático e mensurável para orientar a transição da empresa para um modelo mais circular. Ademais, o trabalho oferece um quadro analítico que pode ser adaptado a outras organizações do setor, ampliando o impacto da pesquisa.

A principal limitação do estudo reside na restrição de escopo à análise de uma única unidade industrial, o que pode limitar a generalização dos achados. Também houve restrição de acesso a dados quantitativos internos, o que impediu a aplicação de análises de desempenho mais profundas. Além disso, a pesquisa se concentrou no nível organizacional, não incluindo percepções de fornecedores, clientes ou stakeholders externos da cadeia de suprimentos.

Pesquisas futuras podem incluir estudos comparativos entre unidades industriais do mesmo grupo ou entre empresas concorrentes, ampliando a base empírica e a diversidade de contextos. Também se recomenda a aplicação de indicadores de EC em ambientes reais, testando sua viabilidade prática e impacto na performance ambiental e econômica. Outra sugestão é a análise das barreiras culturais e comportamentais à adoção da EC, aspecto que demanda investigações mais profundas em nível organizacional.

8. REFERÊNCIAS

- ADESOGA, Temitayo Oluwadamilola et al. Review of reverse logistics practices and their impact on supply chain sustainability'. **International Journal of Scientific Research and Advances**, v. 12, n. 2, p. 45-55, 2024.
- AMICARELLI, Vera et al. An application of the UNI/TS 11820: 2022 on the measurement of circularity in an electrical equipment manufacturing organization in Italy. **Journal of Cleaner Production**, v. 420, p. 138439, 2023.
- ANDRIOLO, Arley et al. Music workshops as social aesthetic contributions to cultivating community sensibilities. *International Perspectives in Psychology*, 2022.
- AZEVEDO, Susana Garrido; GODINA, Radu; MATIAS, João Carlos de Oliveira. Proposal of a sustainable circular index for manufacturing companies. **Resources**, v. 6, n. 4, p. 63, 2017.
- BOBBA, Silvia et al. Circular Input Rate: novel indicator to assess circularity performances of materials in a sector—Application to rare earth elements in e-vehicles motors. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 197, p. 107037, 2023.
- BUGINGO, Emmanuel et al. Application of AHP in Decision-Making: Case Studies and Practical Implementation. In: **The Art of Decision Making—Applying AHP in Practice**. IntechOpen, 2024.
- CAMILLERI, Mark Anthony. O ciclo fechado da economia circular e os sistemas de produtos e serviços para o desenvolvimento sustentável: Uma revisão e avaliação. **Desenvolvimento Sustentável**, v. 27, n. 3, p. 530-536, 2019.
- CASANI, Sandra; ROUHANY, Mahbod; KNÖCHEL, Susanne. A discussion paper on challenges and limitations to water reuse and hygiene in the food industry. **Water research**, v. 39, n. 6, p. 1134-1146, 2005.
- CHARTER, Martin. Circular economy business models. 2016.
- CHRISTO, Cirlene de Souza et al. Trabalho e cooperação: apresentação do dossiê. **Laboreal**, v. 15, n. Nº1, 2019.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&view=processo&id=1835>.
- DA SILVA, Everaldo Veloso et al. Reverse logistics and sustainability in the supply chain: global strategies and policies for reintegrating products into the economic cycle. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 12, p. e8039-e8039, 2024.
- DE ALMEIDA, Gabriel de Ávila; AGUIAR, Marina Fernandes; JUGEND, Daniel. Estímulos e barreiras para a economia circular no setor alimentício: uma revisão sistemática e de conteúdo. **Revista Produção Online**, v. 21, n. 3, p. 837-862, 2021.
- DE MENEZES PINHO, Lidia Maria. INTRODUÇÃO A ELEMENTOS DE PESQUISA QUALITATIVA: EXPLORANDO O ESTUDO DE CASO, A OBSERVAÇÃO PARTICIPANTE E AS ANÁLISES DE RESULTADOS. **Revista Fragmentos de Cultura-Revista Interdisciplinar de Ciências Humanas**, v. 30, n. 4, p. 758-768, 2020.
- DE OLIVEIRA DINIZ, Graciele; FERMAM, Ricardo Kropf Santos; DA SILVA SAMPAIO, Cristiane Mascarenhas. Small and medium-sized confectioning companies of the State of Rio de Janeiro: analysis of the implementation of the Life Cycle Assessment Tool. **Sistemas & Gestão**, v. 15, n. 3, p. 301-313, 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The Global Commitment 2021. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/global-commitment-2021/overview>>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **The Circular Economy in Detail**. Disponível em: <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive>>.

Escala de Ringelmann - Sindirepa Toledo - Sindicatos - Fiepr. Disponível em: <<https://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindirepatoledo/escala-de-ringelmann-1-11560-301452.shtml>>.

ESCOBAR, Neus; LAIBACH, Natalie. Sustainability check for bio-based technologies: A review of process-based and life cycle approaches. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 135, p. 110213, 2021.

ESG, como fazer investimentos sustentáveis e responsáveis? Disponível em: <<https://www.iberdrola.com/compromisso-social/criterios-da-esg>>.

EVR - Sustainability Impact Metrics. Disponível em: <<https://www.ecocostsvalue.com/evr/>>.

FASSIO, Franco; MINOTTI, Bianca. Circular economy for food policy: The case of the RePoPP project in the city of Turin (Italy). **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 6078, 2019.

FASSIO, Franco; TECCO, Nadia. Circular economy for food: A systemic interpretation of 40 case histories in the food system in their relationships with SDGs. **Systems**, v. 7, n. 3, p. 43, 2019.

FERREIRA FILHO, Hélio Raymundo et al. Sustentabilidade empresarial através da logística reversa: Um estudo de caso em uma cooperativa de laticínio. **Revista ESPACIOS| Vol. 36 (Nº 24) Año 2015**, 2015.

GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy-a new sustainability paradigm? *Journer of Cleaner Production*. 143, 757-768 [em linha]. 2017.

GEISSDOERFER, Martin et al. Business models and supply chains for the circular economy. **Journal of cleaner production**, v. 190, p. 712-721, 2018.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. *E-book*. p.40. ISBN 9786559771653. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/>. Acesso em: 15 mai. 2025.

GIORGI, S.; LAVAGNA, M.; CAMPIOLI, A. LCA e LCC como ferramentas de tomada de decisão para um processo de construção circular sustentável. Em: **Série de conferências do IOP: ciências da terra e do meio ambiente**. Publicações do IOP, 2019. p. 012027.

GODDIN, J. et al. Circularity indicators: An approach to measuring circularity. **Methodology**, v. 2019, p. 1-65, 2019.

JAYARATHNA, Chamari Pamoshika; AGDAS, Duzgun; DAWES, Les. Exploring sustainable logistics practices toward a circular economy: A value creation perspective. *Business Strategy and the environment*, v. 32, n. 1, p. 704-720, 2023.

JI-HYLAND, Chao; WHITE, David; KHAYDAROV, Ravshan. O impacto das práticas da economia circular no desempenho logístico sustentável. **Revista Internacional de Pesquisa e Aplicações em Logística**, p. 1-27, 2025.

JOÃO, Samuel; MACENO, Marcell Mariano Corrêa; ANTONELLO, Aliny Kelly. Proposta de Modelo Circular de Desenvolvimento de Produto Aplicado a Embalagens. **Sustentabilidade**, v. 17, n. 1, pág. 206, 2024.

- JONES, Peter; COMFORT, Daphne. The circular economy: an exploratory case study from the paper and retail industries. *Athens Journal of Business and Economics*, v. 7, n. 4, p. 379-394, 2021.
- JULIANELLI, Vivianne et al. Interação entre logística reversa e economia circular: Taxonomia e estrutura baseadas em fatores críticos de sucesso. **Recursos, Conservação e Reciclagem**, v. 158, p. 104784, 2020.
- KAAE, Susanne; TRAULSEN, Janine Marie. Qualitative methods in pharmacy practice research. **Pharmacy practice research methods**, p. 31-54, 2020.
- KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, conservation and recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.
- KOPEINIG, Jacob et al. Supply chain circularity composite index: Measuring the closed-loopedness of material flows. **Sustainable Production and Consumption**, 2025.
- KOREVAAR, Gijsbert. Industrial Ecology in support of building a Circular Economy. **Ökologisches Wirtschaften-Fachzeitschrift**, v. 37, n. 1, p. 24-25, 2022.
- LIEDER, Michael; RASHID, Amir. Rumo à implementação da economia circular: uma revisão abrangente no contexto da indústria manufatureira. **Journal of cleaner production**, v. 115, p. 36-51, 2016.
- MAHMOOD, Z.; RIAZ, Z. **Using Case Study Research Method to Emergent Relations of Corporate Governance and Social Responsibility**. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1304390>. Acesso em: 6 jun. 2025.
- MAYANTI, Bening; HELO, Petri. Economia circular na gestão da cadeia de suprimentos: uma estrutura para o desenvolvimento de ferramentas de banco de dados para aprimorar a sustentabilidade. **International Journal of Environmental Studies**, v. 81, n. 4, p. 1962-1979, 2024.
- MESKERS, Christina; BARTIE, Neill J.; REUTER, Markus A. Life cycle assessment (LCA). In: **Handbook of Recycling**. Elsevier, 2024. p. 701-721.
- MORO, Patrícia Dal et al. Diagnóstico ambiental de indústrias de fabricação de estruturas metálicas e esquadrias de metal de pequeno e médio porte. **Gestão & Produção**, v. 22, n. 1, p. 229-237, 2015.
- MOROCHO, Flavio Roberto Arroyo. La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. **INNOVA Research Journal**, v. 3, n. 12, p. 78-98, 2018.
- NASCIMENTO, L. et al. BARREIRAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA E PROPOSTA DE AGENDA DE PESQUISA. **Anais ... Encontro Nacional de Engenharia de Produção/Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 10 out. 2022
- O que são indicadores-chave de desempenho (KPIs) ESG?** Disponível em: <<https://www.adecesg.com/resources/faq/what-are-esg-key-performance-indicators-kpis/>>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- ODS 6 -12-13-15**. Disponível em: <https://www.amaserra.org/ods-6-12-13-15?srsltid=AfmBOooE-QLetVBr_M5U9FTSBt6sTjQpPQd-aH_bLG1QRjvpS0Sc_-li>. Acesso em: 21 mai. 2025.
- OLESEN, Ingrid et al. Moving beyond agriculture and aquaculture to integrated sustainable food systems as part of a circular bioeconomy. **Frontiers in Marine Science**, v. 10, p. 1178014, 2023.
- OLIVEIRA, Paulo Sérgio Gonçalves de et al. Proposta do modelo PLM-PV3G para gestão do ciclo de vida do produto. **Gestão & Produção**, v. 25, p. 935-947, 2018.

Padrão para Contabilizar e Relatar a Perda e o Desperdício de Alimentos RESUMO EXECUTIVO VERSÃO 1.0. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2016/05/FLW-Standard-executive-summary-PORTUGUESE.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

Resíduos sólidos -Classificação. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf>.

ROSSI, Efigenia et al. Circular economy indicators for organizations considering sustainability and business models: Plastic, textile and electro-electronic cases. **Journal of Cleaner Production**, v. 247, p. 119137, 2020.

ROY, Shaibal. Applying Life Cycle Assessment (LCA) in process industry—The chemours experience. 2017.

SAIDANI, Michael et al. A taxonomy of circular economy indicators. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 542-559, 2019.

SALIFU, Shani; SEIDU, Alhassan; SULEMANA, Ibrahim. Principais Impulsionadores da Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde. Em: **Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde** . Apple Academic Press, 2025. p. 57-76.

SANTOS, T. DE F.; SCAVARDA, A.; MACHADO, F. V. The importance of production engineering in supply chain management with a focus on multidisciplinary. V Seven International Multidisciplinary Congress, 13 maio 2024.

SCHEEPENS, Arno E.; VOGTLÄNDER, J. G.; BREZET, J. C. Two life cycle assessment (LCA) based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: Making water tourism more sustainable. **Journal of cleaner production**, v. 114, p. 257-268, 2016.

SCHMIDT RIVERA, XC; BALCOMBE, P.; NIERO, M. Avaliação do ciclo de vida como métrica para economia circular. 2021.

SIBBALD, Shannon L. et al. Continuando a aprimorar a qualidade da metodologia de estudo de caso em pesquisas sobre serviços de saúde. Em: **Fórum de Gestão em Saúde** . Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2021. p. 291-296.

SINGHAL, Deepak; TRIPATHY, Sushanta; JENA, Sarat Kumar. Remanufatura para a economia circular: Estudo e avaliação de fatores críticos. **Recursos, Conservação e Reciclagem** , v. 156, p. 104681, 2020.

WANG, Lixing; HE, Yulin; WU, Zhenning. Design of a blockchain-enabled traceability system framework for food supply chains. **Foods**, v. 11, n. 5, p. 744, 2022.

APÊNDICE A

Questionário sobre Práticas de Economia Circular

Este roteiro é parte da pesquisa de conclusão de curso em Engenharia de Produção, com o tema “Propostas de práticas de economia circular em uma indústria alimentícia”. Os resultados obtidos com essa pesquisa serão utilizados para fins acadêmicos. Ressaltando que essa pesquisa segue princípios éticos determinados pelo conselho Nacional de Ética em pesquisa- CONEP, garantindo o completo anonimato dos respondentes. Também, enfatizamos que os dados serão analisados de forma agregada somente para fins de pesquisa. A entrevista tem caráter confidencial e os dados serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos.

- 1- Você conhece os princípios e conceitos da Economia Circular?
- 2- A empresa possui uma política ambiental formalizada? Se sim, como ela é estruturada?
- 3- Quais princípios norteiam essa política (ex: prevenção da poluição, gestão de resíduos, uso eficiente de recursos)?
- 4- Há metas ambientais definidas? Quais são os principais indicadores de desempenho utilizados?
- 5- No processo produtivo, quais os tipos de resíduos são gerados? A empresa aplica ações para a reutilização/ eliminação e/ou reciclagem?
- 6- Há algum tipo de parceria com cooperativas, ONGs ou outras empresas para fechar ciclos produtivos?
- 7- Como a política e metas ambientais se relaciona com as operações do setor produtivo?
- 8- A empresa utiliza materiais reciclados ou renováveis em seus processos?
- 9- Existem ações voltadas à extensão do ciclo de vida dos produtos?
- 10- Há dados disponíveis que permitam mensurar indicadores como pegada de carbono, consumo de água ou resíduos gerados?
- 11- Quais indicadores são atualmente utilizados para acompanhar o desempenho ambiental?
- 12- A empresa considera aplicar indicadores como MCI (Material Circularity Indicator), LCA (Life Cycle Assessment) ou outros?
- 13- Como as decisões são tomadas com base em dados ambientais ou indicadores de sustentabilidade?
- 14- Que tipos de ações sustentáveis a empresa gostaria de implementar, mas ainda não conseguiu? Por quê?
- 15- Quais são os principais desafios enfrentados na implementação da política ambiental e ações de economia circular?