

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

ENVIRONMENTAL POLICY AND PROPOSED CIRCULAR ECONOMY PRACTICES IN A FOOD INDUSTRY: A CASE STUDY

POLÍTICA AMBIENTAL Y PROPUESTAS DE PRÁCTICAS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN UNA INDUSTRIA ALIMENTARIA: UN ESTUDIO DE CASO

Madalena Sousa Bezerra Ribas¹, Kaio César da Silva Rodrigues², Mario dos Santos Bulhões³, Adriano David Monteiro de Barros⁴

DOI: 10.54899/dcs.v22i85.3914

Recibido: 01/12/2025 | Aceptado: 09/12/2025 | Publicación en línea: 29/12/2025.

RESUMO

Este estudo analisa a implementação de práticas alinhadas à Economia Circular (EC) em uma indústria alimentícia, considerando sua política ambiental e os indicadores de desempenho sustentável. Desenvolvido como um estudo de caso em uma unidade de óleos vegetais no oeste da Bahia, o trabalho adota abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, com coleta de dados baseada em análise documental, entrevistas semiestruturadas com profissionais da área de sustentabilidade e observação direta das operações. Os resultados indicam que a empresa possui uma política ambiental formalizada e indicadores de gestão consolidados, porém com limitada integração aos princípios da circularidade. Entre as principais lacunas identificadas estão a ausência de métricas específicas, como o Material Circularity Indicator (MCI), a Avaliação do Ciclo de Vida (LCA) e o Food Loss and Waste Indicator (FLW), dificultando o monitoramento do desempenho circular. Além disso, verificou-se centralização das decisões ambientais na matriz corporativa, reduzindo a autonomia da unidade para testar soluções locais e formar parcerias externas voltadas à logística reversa e à valorização de subprodutos. O estudo indica ações para ampliar o reaproveitamento de resíduos e subprodutos, otimizar o reuso de água, capacitar as equipes e fortalecer a autonomia local para inovação ambiental. Recomenda também a incorporação de novos indicadores ao sistema de monitoramento, ampliando a capacidade de medir a circularidade.

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

¹ Bacharela em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), Luís Eduardo Magalhães, Bahia, Brasil. E-mail: madalena.bezerra@ufob.edu.br

² Doutor em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, Luís Eduardo Magalhães, Bahia, Brasil. E-mail: kaio.rodrigues@ufob.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0867-8719>

³ Doutor em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Luís Eduardo Magalhães, Bahia, Brasil. E-mail: mario29b@gmail.com

⁴ Doutor em Administração e Controladoria, Universidade Federal do Ceará, Luís Eduardo Magalhães, Bahia, Brasil. E-mail: adriano.david@ufob.edu.br Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0790-979X>

ABSTRACT

This study analyzes the implementation of practices aligned with the Circular Economy (CE) in a food industry, considering its environmental policy and sustainable performance indicators. Conducted as a case study in a vegetable oil processing unit in western Bahia, the research adopts a qualitative, exploratory, and descriptive approach, with data collected through document analysis, semi-structured interviews with sustainability professionals, and direct observation of operations. The results indicate that the company has a formalized environmental policy and consolidated management indicators, but limited integration with circularity principles. Key gaps identified include the absence of specific metrics such as the Material Circularity Indicator (MCI), Life Cycle Assessment (LCA), and the Food Loss and Waste Indicator (FLW), which hinders effective monitoring of circular performance. Additionally, centralized environmental decision-making at the corporate headquarters was observed, reducing the unit's autonomy to test local solutions and establish external partnerships for reverse logistics and by-product valorization. The study highlights opportunities to expand waste and by-product recovery, optimize water reuse, build staff capacity, and strengthen local autonomy for environmental innovation. It also recommends incorporating new indicators into the monitoring system to enhance the ability to measure circularity.

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

RESUMEN

Este estudio analiza la implementación de prácticas alineadas con la Economía Circular (EC) en una industria alimentaria, considerando su política ambiental y los indicadores de desempeño sostenible. Desarrollado como un estudio de caso en una unidad de aceites vegetales en el oeste de Bahía, el trabajo adopta un enfoque cualitativo, exploratorio y descriptivo, con recolección de datos basada en análisis documental, entrevistas semiestructuradas con profesionales del área de sostenibilidad y observación directa de las operaciones. Los resultados indican que la empresa posee una política ambiental formalizada y indicadores de gestión consolidados, pero con una integración limitada a los principios de circularidad. Entre las principales brechas identificadas se encuentra la ausencia de métricas específicas, como el Material Circularity Indicator (MCI), el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Food Loss and Waste Indicator (FLW), lo que dificulta el monitoreo del desempeño circular. Además, se observó una centralización de las decisiones ambientales en la sede corporativa, reduciendo la autonomía de la unidad para probar soluciones locales y establecer alianzas externas orientadas a la logística inversa y la valorización de subproductos. El estudio señala acciones para ampliar el reaprovechamiento de residuos y subproductos, optimizar la reutilización del agua, capacitar a los equipos y fortalecer la autonomía local para la innovación ambiental. También recomienda la incorporación de nuevos indicadores al sistema de monitoreo, ampliando la capacidad de medir la circularidad.

Palabras clave: Economía Circular. Industria Alimentaria. Indicadores de Sostenibilidad. Cadena de Suministro Circular.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

O agravamento das preocupações ambientais decorrentes da escassez de recursos naturais tem impulsionado mudanças nos padrões globais de produção e consumo, reforçando a necessidade de modelos mais sustentáveis. A Economia Circular (EC) surge como alternativa ao modelo linear ao priorizar a reintegração de materiais aos ciclos produtivos e a redução de resíduos (Jayarathna et al., 2022). No setor alimentício, altamente intensivo em recursos, persistem desafios relacionados ao desperdício, ao consumo de água e energia e ao manejo de resíduos (Fassio; Tecco, 2019). Apesar dos avanços, muitas organizações encontram dificuldades para implementar práticas circulares devido à ausência de indicadores específicos e à limitada integração de suas políticas ambientais.

Nesse contexto, esta pesquisa busca responder quais práticas de EC podem ser implementadas ou aprimoradas em uma indústria alimentícia com base em sua política ambiental e em seus indicadores de desempenho sustentável. Parte-se do pressuposto de que a transição para modelos circulares exige ferramentas de diagnóstico, planejamento e monitoramento que orientem decisões consistentes. O objetivo geral é propor práticas de EC para uma indústria alimentícia brasileira, considerando sua estrutura atual de gestão ambiental.

O estudo é relevante por apoiar a transição de sistemas lineares para modelos regenerativos alinhados ao ODS 12. Indicadores como ICM, ACV e métricas de Cadeia de Suprimentos Circular orientam melhorias baseadas em evidências (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Esses instrumentos fortalecem a gestão estratégica e o desempenho sustentável.

O estudo é qualitativo, exploratório e descritivo, realizado com análise documental, entrevistas e observação direta, abordagem que capta nuances não acessíveis a métodos quantitativos (Santos; Scavarda; Machado, 2024). O estudo de caso permitiu avaliar a política ambiental e o nível de circularidade da empresa. A pesquisa integra Engenharia de Produção, Gestão Ambiental e Inovação ao discutir a relação entre Economia Circular e Cadeia de Suprimentos Sustentável

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. Por fim, este estudo pretende propor

alternativas mais sustentáveis aos processos produtivos da indústria alimentícia, pela integração das ferramentas e métodos da economia circular.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Economia Circular (EC) toma como base os princípios dos modelos regenerativos, que priorizam a preservação e reintrodução de perdas e resíduos ocorridos nos elos da cadeia produtiva, promovendo uma transição da cadeia linear para uma cadeia circular. Assim, a reutilização, a remanufatura e a reciclagem passam a serem estratégicas na redução do desperdício, como também na preservar recursos naturais (Camilleri, 2019). A EC tem como base, alguns princípios metodológicos empregados na Ecologia Industrial, Prevenção da Poluição, Produção mais Limpa P+L, que analisa fluxos de materiais e energia, como também as interações entre sistemas produtivos e o meio ambiente, oferecendo suporte conceitual e estratégico para as práticas circulares (Korevaar, 2022).

A EC busca manter produtos, partes e componentes de materiais em circulação pelo maior tempo de vida possível. Isso só é possível pela introdução dos conceitos de Ecodesign, onde os ciclos técnico e biológico são maximizados conforme descrito por Geissdoerfer et al. (2017). Embora as estratégias dos “3R” (reduzir, reutilizar e reciclar), sejam amplamente utilizadas, estudos como o de Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) apontam que o conceito de EC varia quanto a seus objetivos econômicos, ambientais e sociais, indicam a necessidade de abordagens mais abrangentes, o que pode ser um fator limitante para sua implementação.

No setor alimentício, a EC destaca-se na redução de resíduos e no aproveitamento de subprodutos, fortalecendo a sustentabilidade e a competitividade (Charter, 2016). Pesquisas recentes aponta que fatores como eficiência energética, oportunidades de mercado e ecoeficiência têm minimizados os impactos negativos das atividades industriais (De Almeida; Aguiar; Jugends, 2021), além do potencial de redução de custos melhorando os resultados econômicos (Morocho, 2018). Já com a remanufatura de produtos em fim de ciclo de vida, por sua vez, reduz significativamente o uso de energia e as emissões de CO₂, podendo demandar até 85% menos energia que a produção utilizando novos insumos e matérias primas (Singhal; Tripathy; Jena, 2020).

Ferramentas como o ecodesign e o design para manufatura e montagem (DFM/DFA) contribuem significativamente para minimização dos desperdícios e ampliando a reciclabilidade

de partes e componentes de produtos em sim de vida, como também favorecer ciclos de vida mais longos e fechados (Diniz et al., 2020; Jones; Comfort, 2021; Zanoletti et al., 2021). Outra ferramenta importante de extrema relevância na mensuração dos impactos ambientais é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) (Giorgi; Lavagna; Campioli, 2019; Roy, 2017).

A adoção da EC enfrenta desafios institucionais e regulatórios, incluindo ausência de padronização, fragilidade da logística reversa e falta de incentivos econômicos, exigindo marcos claros para avançar rumo a ciclos produtivos fechados (Lieder; Rashid, 2016). Por outro lado, sua integração com cadeias de suprimentos sustentáveis potencializa benefícios econômicos, ambientais e sociais, especialmente por meio de remanufatura e logística reversa (Ji-hyland; White; Khaydarov, 2025).

Cadeia de Suprimentos Sustentável

A Cadeia de Suprimentos Sustentável (CSS), alinhada aos princípios ESG, adota uma visão holística que integra aspectos ambientais e sociais ao longo de todo o processo de fornecimento, garantindo operações economicamente viáveis, socialmente responsáveis e ambientalmente sustentáveis (Ferreira et al., 2015). Essa abordagem envolve práticas como ecodesign, logística reversa e recuperação de valor, ampliando a gestão ambiental para fornecedores e clientes.

A integração entre ecodesign e CSS possibilita ganhos ambientais e econômicos ao considerar o ciclo completo do produto e promover colaboração entre os elos da cadeia (Oliveira et al., 2018). No setor alimentício, avaliações do ciclo de vida permitem reduzir custos relacionados a resíduos e poluição, orientando decisões de projeto mais alinhadas à circularidade. A logística reversa, elemento central da CSS, reduz desperdícios, otimiza recursos e recupera valor econômico, embora sua implementação ainda enfrente desafios logísticos e financeiros (Silva et al., 2024; Adesoga et al., 2024).

As práticas de Gestão da Cadeia de Suprimentos Verde (GCSV) reforçam esse movimento ao priorizar reciclagem, redução de resíduos e inovação, integrando a sustentabilidade aos processos decisórios e gerando vantagem competitiva (Salifu; Seidu; Sulemana, 2025). Tecnologias de rastreabilidade IoT, RFID e blockchain ampliam a visibilidade dos fluxos de materiais e asseguram o cumprimento de padrões ambientais e de segurança ao longo da cadeia (Wang; He; Wu, 2022).

Modelos de negócios circulares conectam remanufatura, reutilização e compartilhamento à estrutura logística, intensificando a sinergia entre EC e CSS (Geissdoerfer et al., 2018). A adoção conjunta de EC e CSS requer indicadores de desempenho circulares e sustentáveis, que permitam mensurar impactos e identificar melhorias, fortalecendo a competitividade, reduzindo riscos regulatórios e gerando valor a partir de resíduos e subprodutos.

Indicadores de Economia Circular

No processo de mensuração da EC alguns desafios são citados como fatores limitantes à sua implementação, sendo eles, à ausência de métricas padronizadas, como também a dificuldade de interpretar corretamente os resultados, que estão inseridos em análises qualitativas com forte elementos de subjetividade (Saidani et al., 2019). Para contornar essas dificuldades a adoção de indicadores adequados são essenciais para monitorar o progresso, apoiar as decisões estratégicas e assegurar a rastreabilidade dos ciclos produtivos. Metodologias como a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e a Análise de Fluxo de Materiais (AFM) se destacam, por permitem a mensuração dos impactos ambientais trazendo resultados quantitativos consistentes, contribuindo assim, para uma compreensão mais precisa da circularidade (Scheepens; Vogtländer; Brezet, 2016).

Na indústria de alimentos, a importância dos indicadores é tida como fundamental, devido à alta geração de resíduos, oriundos de embalagens e matérias-primas perecíveis. Assim, a implementação da EC necessita de uma estrutura robusta de controle e monitoramento que incorpore dimensões econômicas, sociais e ambientais (Rossi et al., 2019). Dessa maneira, é possível afirmar que os indicadores de circularidade, possuem um papel central nas práticas da EC, associadas as atividades de Ecodesign, Logística Reversa e Valorização de Resíduos, fortalecendo as ações de sustentabilidades voltadas as atividades da Cadeia de Suprimentos Sustentável.

As organizações, ao integrarem os indicadores para a prática da EC, identificam oportunidades de melhoria, o que permite melhor seus processos operacionais, pela otimização do uso de recursos, além de auxiliar e apoiar as tomadas de decisões baseadas em dados promovendo o desempenho ambiental (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, 2022</i>
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, 2017)</i>
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., 2024</i>
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. 2023</i>
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, 2021</i>
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. 2023</i>
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”, 2024)</i>
ICM (Indicador	Mede quanto o fluxo linear foi minimizado e o fluxo	Medir o grau de circularidade dos	Relaciona-se diretamente ao eco-	<i>Goddin, et al. 2019</i>

de Circularidade do Material)	restaurador maximizado para materiais componentes, e por quanto tempo.	materiais em um produto ao longo do ciclo de vida	design e exige rastreabilidade da cadeia de suprimentos para mensurar entrada e saída de materiais	
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.	Meskers; Bartie; Reuter, 2024
SC3I (Índice de Cadeia de Suprimentos Circular)	Agrega três subindicadores principais em uma pontuação composta usando a média geométrica	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	Kopeinig et al., 2025

A Tabela 1 evidencia a diversidade e complexidade dos indicadores aplicados à mensuração da circularidade no setor alimentício, abrangendo métricas operacionais, como EOL-RIR e FLW, e indicadores estratégicos, como ICS, AHP e EVR. Esses instrumentos permitem avaliar desde o reaproveitamento de subprodutos até o nível de maturidade tecnológica e de governança circular das empresas. Observa-se que os indicadores mais relevantes para o setor são aqueles voltados ao reaproveitamento de resíduos, à rastreabilidade e à redução de perdas, reforçando a conexão entre Economia Circular (EC) e Cadeia de Suprimentos Sustentável (CSS).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma das ferramentas mais consolidadas para mensurar impactos ambientais, como pegada de carbono, uso de água e energia (Meskers; Bartie; Reuter, 2024). O Indicador de Circularidade do Material (ICM) avalia o grau de circularidade considerando materiais reciclados, reciclabilidade e vida útil do produto (Goddin et al., 2019). Já indicadores de fluxo, como MFA e EOL-RIR, permitem rastrear perdas e insumos reciclados, sendo especialmente úteis em agroindústrias que reaproveitam resíduos como cascas e bagaço (Escobar; Laibach, 2021; Bobba et al., 2023). O SC3I complementa essas métricas ao medir o fechamento dos fluxos de materiais na cadeia produtiva (Kopeinig et al., 2025).

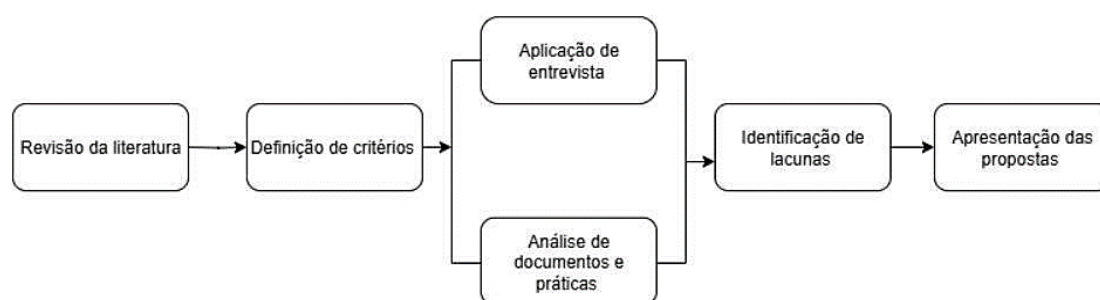
Para perdas alimentares, o FLW destaca-se como ferramenta essencial para quantificar desperdícios e orientar estratégias de reaproveitamento (Bobba et al., 2023). Indicadores ambientais corporativos, como volume de água reutilizada, reaproveitamento de resíduos e

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.

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



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.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise da Política Ambiental da Indústria

A análise da política ambiental da Empresa A demonstra a existência de um sistema formalizado e alinhado às diretrizes corporativas globais, estruturado por metas e indicadores que orientam a gestão de recursos naturais, resíduos e emissões. A entrevistada confirmou que a unidade segue um conjunto padronizado de Indicadores de Meio Ambiente, voltados à redução de consumo de água, diminuição de resíduos, mitigação de gases de efeito estufa e controle da destinação de materiais. Esse modelo garante consistência institucional e facilita o acompanhamento corporativo do desempenho ambiental.

Entretanto, verificou-se que a internalização da política na unidade ocorre principalmente em nível operacional, sem autonomia significativa para desenvolver soluções próprias. As decisões são centralizadas em um comitê corporativo, enquanto às unidades cabe apenas executar os procedimentos definidos. Apesar de garantir padronização, tal verticalização pode limitar a adaptação a contextos regionais e enfraquecer a capacidade local de inovar em práticas circulares, como apontam Christo et al. (2019).

No campo das práticas ambientais, observou-se conformidade com a legislação e com os princípios básicos da EC, como segregação e destinação adequada de resíduos seguindo o PGRS. Contudo, não foram identificadas estratégias voltadas à reinserção de materiais, ao uso de insumos reciclados ou à extensão do ciclo de vida dos produtos dimensões centrais da

circularidade. Indicadores-chave como o ICM e a ACV não são aplicados e, segundo os entrevistados, sequer são conhecidos na unidade, o que evidencia lacunas na adoção de ferramentas analíticas avançadas para suporte estratégico.

Outro ponto crítico refere-se à ausência de parcerias externas. Não existem colaborações com cooperativas, ONGs ou instituições locais para fechamento de ciclos, mesmo diante do potencial de valorização de subprodutos característico do setor alimentício. Essa fragilidade limita o desenvolvimento de iniciativas de logística reversa — consideradas essenciais para ciclos fechados (Kopeinig et al., 2025). Tentativas de replicar programas já consolidados na corporação, como o recolhimento de óleo pós-consumo, esbarram em barreiras locais associadas à falta de infraestrutura e articulação territorial.

Assim, os resultados indicam que os desafios enfrentados pela unidade são predominantemente externos, enquanto internamente prevalece uma estrutura organizacional alinhada, porém pouco integrada aos princípios avançados da Economia Circular. A política ambiental é sólida em nível institucional, mas sua implementação prática ainda opera sob a lógica linear, priorizando mitigação de impactos em vez de regeneração, reinserção de materiais e inovação circular. Esses achados revelam oportunidades significativas para o fortalecimento da circularidade por meio da ampliação da autonomia local, uso de indicadores específicos e estabelecimento de parcerias estratégicas.

Práticas Circulares Implementadas

A análise dos dados evidencia que a Empresa A possui um conjunto estruturado de práticas ambientais, com forte ênfase no monitoramento e controle dos impactos operacionais. Contudo, as iniciativas diretamente associadas à Economia Circular (EC) aparecem de forma pontual e predominantemente orientadas à mitigação, e não ao fechamento efetivo dos ciclos produtivos. Esse cenário reforça a observação de Kirchherr et al. (2017) sobre a prevalência de ações ambientais lineares em organizações que ainda não alcançaram maturidade circular.

O sistema de gestão de resíduos sólidos destaca-se como uma das práticas mais consolidadas. A empresa realiza segregação na fonte, classificação conforme a NBR 10.004/2004, rastreabilidade até a destinação final e treinamentos contínuos para as equipes operacionais. Embora tais ações contribuam para reduzir impactos e assegurar conformidade

legal, o reaproveitamento interno de resíduos como matéria-prima ainda não ocorre, limitando o avanço rumo à circularidade plena.

No uso de recursos hídricos, a empresa adota o reaproveitamento de efluentes tratados para irrigação de áreas verdes, seguindo padrões da Resolução CONAMA nº 430/11. Essa prática está alinhada ao conceito de cascatas circulares (Ellen MacArthur Foundation, 2019), mas não há estratégias para recirculação de água nos processos industriais, o que revela foco maior na mitigação do que na regeneração de recursos.

Na dimensão energética, observa-se o uso de biomassa para alimentação de caldeiras, além da instalação de pré-aquecedores e multiciclones para controle de emissões. O monitoramento pela Escala de Ringelmann demonstra rigor no controle atmosférico; contudo, a ausência de ferramentas como Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) impede a mensuração completa dos impactos energéticos ao longo de todo o ciclo produtivo.

Embora a organização monitore seu consumo de energia, água, emissões e resíduos através do Sistema de Indicadores Ambientais IMB, este está focado apenas em métricas lineares., ou seja, indicadores específicos de circularidade como MCI, CI ou índices compostos de cadeia não são aplicados, o que reduz a capacidade da empresa de avançar no gerenciamento de atividades e processos circulares dentro das operações produtivas.

Diante desses resultados, é possível perceber que embora a empresa apresente práticas ambientais robustas e aderentes à legislação, sua atuação ainda é voltada para o controle das atividades operacionais em um modelo linear, e com ações circulares bem restritas voltadas ao controle de efluentes, resíduos e educação ambiental. Assim, é possível concluir que a inexistência de indicadores específicos voltados para a EC como: recirculação de recursos e reintrodução de materiais, além de articulação de parcerias externas para fechamento de ciclos, indicam a existência de uma importante lacuna a ser explorada pela organização preenchida.

Indicadores de Economia Circular e Sustentabilidade

A análise evidenciou que a empresa utiliza um sistema padronizado de indicadores ambientais, monitorando consumo de energia, uso de água por tonelada produzida, geração e destinação de resíduos, emissões atmosféricas, como também voltados para o atendimento à legislação. É importante deixar claro que este conjunto de indicadores são responsáveis principalmente pela mitigação de impactos ambientais e não indicados para a mensuração

específica da circularidade existente nos processos, como por exemplo: indicadores específicos ICM, ACV, SC3I e FLW.

Indicadores compostos, como o Índice de Cadeia de Suprimentos Circular, permitiriam integrar toda a cadeia, enquanto ferramentas como o MCI poderiam contribuir para o desenvolvimento de embalagens mais circulares. A falta desses instrumentos representa uma lacuna técnica, mas também uma oportunidade estratégica, especialmente diante das demandas crescentes por relatórios ESG. No setor alimentício, o FLW tem se mostrado essencial para medir perdas e desperdícios, porém esse indicador não é monitorado pela empresa, impedindo a mensuração da eficiência circular em uma área crítica.

A centralização das metas em nível corporativo é outro problema que não contribui para o preenchimento dessa lacuna, uma vez que dificulta a adaptação dos indicadores voltados para a EC às particularidades de cada unidade. Como destacam Amicarelli et al. (2023), estruturas centralizadas tendem a padronizar metas, reduzindo a possibilidade de adoção de métricas circulares personalizadas.

Em síntese, embora a empresa demonstre maturidade em indicadores ambientais clássicos, permanece limitada na avaliação do desempenho circular. O desconhecimento técnico sobre métricas de EC e a centralização das diretrizes constituem barreiras relevantes para a consolidação das práticas de EC na organização. Por fim, a adoção de indicadores circulares ampliaria a capacidade analítica da organização nessa direção, como também fortaleceria o desempenho ambiental e alinharia a empresa rumo ao alcance dos ODS 12 e 13.

Oportunidades para a Economia Circular na Indústria

Os resultados apresentados nesta pesquisa, indicam que a organização ainda enfrenta barreiras significativas para avançar de maneira plena rumo a EC. Pode-se citar como principal limitação a centralização das decisões em nível corporativo, que acaba restringindo e reduzindo a autonomia das unidades, dificultando a adaptação de soluções circulares às realidades locais. Essa desconexão entre estratégia e prática operacional é reforçada por Nascimento (2022), que aponta que a falta de autoridade decisória compromete o protagonismo das equipes.

Outra barreira importante que esta pesquisa destaca é o desconhecimento técnico sobre ferramentas de EC, como ICM, LCA, FLW e IC. A ausência de conhecimento técnico sobre essas ferramentas impede a mensuração da circularidade de maneira mais efetiva.

Embora a organização esteja nesse estágio incipiente de implementação das práticas e metodologias de EC, seu sistema de monitoramento ambiental oferece bases para incorporar indicadores como pegada de carbono, intensidade de materiais e índices de reutilização. É possível citar também indicadores de reuso de efluentes para os processos industriais e aprimoramento do uso de biomassa.

As barreiras estruturais apresentadas, como centralização corporativa e lacunas de conhecimento técnicos de EC, a empresa estudada indica condições sólidas para evoluir dentro dessa perspectiva. A superação desses desafios requer investimentos em capacitação técnica, ampliação das parcerias externas e maior flexibilidade na governança ambiental, favorecendo práticas inovadoras e alinhadas à cadeia de suprimentos sustentável.

A análise identificou oportunidades para fortalecer a EC na empresa, como o reaproveitamento de subprodutos em compostagem, energia ou novos produtos, além da implantação de logística reversa para embalagens e da ampliação do reuso interno de água usando a estrutura de tratamento já existente. No âmbito organizacional, recomenda-se capacitar equipes em conceitos de EC e ampliar a autonomia das unidades para testar iniciativas locais. Além disso, para acompanhar o avanço, devem ser incorporados indicadores como MCI, ACV, FLW e índices compostos, oferecendo métricas mais precisas e assertivas para orientar as decisões de implementação de modelos regenerativos.

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 CO ₂ e)	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

Esses indicadores podem ser incorporados gradualmente ao sistema IM existente, permitindo uma transição estratégica de maneira contínua e gradual, saindo do modelo linear para

um modelo mais circular. Sua implementação pode melhorar o desempenho ambiental da empresa, fortalecendo seu posicionamento no mercado como um empresa sustentável e alinhada com as diretrizes e políticas de modelos produtivos mais circularizados.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo avaliar as atividades operacionais das etapas produtivas da organização, no sentido de identificar o grau de linearidade e circularidade dessas operações, para propor práticas de Economia Circular. Foram analisados aspectos de sua política ambiental, como também 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. Os resultados também indicaram que, não há indicadores específicos de circularidade como ICM, ACV ou FLW sendo utilizados na unidade. Outro aspecto importante é que o sistema de governança ambiental é centralizado e limita a autonomia local para desenvolvimento de soluções circulares.

De maneira geral, este estudo contribui para o campo da Engenharia de Produção, ao passo que 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 informações importantes para 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.

Algumas limitações desse estudo devem ser destacadas como por exemplo: o foco em uma única unidade industrial, o que reduz a generalização dos resultados, restrição de acesso a dados quantitativos, limitando análises mais aprofundadas, concentração da pesquisa a nível organizacional, sem incluir percepções de fornecedores, clientes ou outros stakeholders da cadeia de suprimentos.

Pesquisas futuras podem comparar unidades do mesmo grupo ou empresas concorrentes, ampliando a base empírica e a diversidade de contextos. Recomenda-se também testar indicadores de EC em ambientes reais, avaliando sua viabilidade e impacto ambiental e econômico. Além disso, é importante aprofundar a análise das barreiras culturais e comportamentais que influenciam a adoção da EC no ambiente organizacional.

REFERÊNCIAS

- ADESOGA, Temitayo Oluwadamilola et al. Review of reverse logistics practices and their impact on supply chain sustainability. **International Journal of Science and Research Archive**, v. 12, n. 2, p. 45-55, 2024. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.12.2.1216>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138439>
- 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. <https://doi.org/10.3390/resources604006>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107037>
- BUGINGO, E., LEONE Ndimubenshi, E., TSHIMANGA Kamanga, C., XAVIER Rugema, F., HABIMANA, O., & BATAMULIZA, J. (2024). Application of AHP in Decision-Making: Case Studies and Practical Implementation. **IntechOpen**. doi: 10.5772/intechopen.1006966.
- CAMILLERI, Mark Anthony. The Circular Economy's Closed Loop and Product Service Systems for Sustainable Development: A Review and Appraisal. **Sustainable Development**. Forthcoming, v. 27, n. 3, p. 530-536, 2019. <https://doi.org/10.1002/sd.1909>.
- CHARTER, Martin. Circular economy business models. **Sustainable Innovation** 2016. <https://research.uca.ac.uk/3270/1/MC%20Paper.pdf> Acessado: 10/03/2025.
- CHRISTO, Cirlene de Souza et al. Trabalho e cooperação: apresentação do dossiê. **Laboreal**, v. 15, n. 1, 2019. <https://doi.org/10.4000/laboreal.1032>.
- Alteração da resolução conama 357/05 para a disposição oceânica de efluentes sanitários CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.downl

oad&id=21963 Acessado: 10/02/2025.

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 <https://doi.org/10.55905/oelv22n12-016>.

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. <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v21i3.4321>.

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. 10.20985/1980-5160.2020.v15n3.1684.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The Global Commitment 2021. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/global-commitment-2021/overview> Acessado: 22/11/2024.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. The Circular Economy in Detail. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive> Acessado: 22/11/2024.

Escala de Ringelmann - Sindirepa Toledo - Sindicatos - Fiepr. Disponível em: <https://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindirepatoledo/escala-de-ringelmann-1-11560-301452.shtml> Acessado: 14/01/2025.

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. 10.1016/j.rser.2020.110213.

EVR - Sustainability Impact Metrics. Disponível em: <https://www.ecocostsvalue.com/evr/> Acessado: 04/04/2025.

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. <https://doi.org/10.3390/systems7030043>.

FERREIRA FILHO, Hélio Raymundo et al. Sustentabilidade empresarial através da logística reversa: Um estudo de caso em uma cooperativa de laticínio. **Revista ESPACIOS**, v. 36, n. 24, 2015.

GEISSDOERFER, M. et al. The circular economy-a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 757-768, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

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

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.159>.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. E-book.

GIORGI, Serena; LAVAGNA, Monica; CAMPIOLI, Andrea. LCA and LCC as decision-making tools for a sustainable circular building process. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, 2019. 296. 012027. **10.1088/1755-1315/296/1/012027**

GODDIN, J. et al. Circularity indicators: An approach to measuring circularity. *Methodology*, v. 2019, p. 1-65, 2019. ResearchGate. 10.13140/RG.2.2.29213.84962.

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. <https://doi.org/10.1002/bse.3170>.

JI-HYLAND, Chao; WHITE, David; KHAYDAROV, Ravshan. The impact of circular economy practices on sustainable logistics performance. **International Journal of Logistics Research and Applications**, p. 1-27, 2025. 10.1080/13675567.2025.2465579.

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. 10.30958/ajbe.7-4-5

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. doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005

KOPEINIG, Jacob et al. Supply chain circularity composite index: Measuring the closed-loopedness of material flows. **Sustainable Production and Consumption**, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.07.005>

KOREVAAR, Gijsbert. Industrial Ecology in support of building a Circular Economy. **Ökologisches Wirtschaften – Fachzeitschrift**, 37, p. 24-25, 2022. <https://doi.org/10.14512/OEW370124>

LIEDER, Michael; RASHID, Amir. Towards Circular Economy implementation: A comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 115, p. 36-51, 2016. 10.1016/j.jclepro.2015.12.042

MESKERS, Christina; BARTIE, Neill J.; REUTER, Markus A. Chapter 47 - Life cycle assessment (LCA). **Handbook of Recycling**, 2024. p. 701-721. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85514-3.00010-5>

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. 10.33890/innova.v3.n12.2018.786

NASCIMENTO, L. et al. Barreiras para a implementação da economia circular: revisão

sistemática da literatura e proposta de agenda de pesquisa. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**, 2022.

What are ESG key performance indicators (KPIs)? Disponível em: <https://www.adecesg.com/resources/faq/what-are-esg-key-performance-indicators-kpis> Acesso em: 15 jun. 2025.

Resíduos sólidos - Classificação. [s.l: s.n.]. Disponível em: https://www.sua.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf Acessado: 10/04/2025.

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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119137>

ROY, Shaibal. Applying Life Cycle Assessment (LCA) in process industry—The chemours experience. **Encyclopedia of Sustainable Technologies** 2017. [https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=3UUUDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA357&dq=ROY,+Shaibal.+Applying+Life+Cycle+Assessment+\(LCA\)+in+process+industry%E2%80%94The+chemours+experience.+2017&ots=RUyKUa2hC6&sig=IgQqyDN Gw9WzH8eywSXUAeLsq_g#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=3UUUDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA357&dq=ROY,+Shaibal.+Applying+Life+Cycle+Assessment+(LCA)+in+process+industry%E2%80%94The+chemours+experience.+2017&ots=RUyKUa2hC6&sig=IgQqyDN Gw9WzH8eywSXUAeLsq_g#v=onepage&q&f=false) Acessado: 08/03/2025

SAIDANI, Michael et al. A taxonomy of circular economy indicators. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, p. 542-559, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>

SALIFU, Shani; SEIDU, Alhassan; SULEMANA, Ibrahim. Key Drivers of Green Supply Chain Management. **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. 10.56238/sevenVmulti2024-128

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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075>

SINGHAL, Deepak; TRIPATHY, Sushanta; JENA, Sarat Kumar. Remanufacturing for the circular economy: Study and evaluation of critical factors. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 156, p. 104681, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104681>

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. 10.3390/foods11050744