

## Identificação de oportunidades de economia circular no setor de alimentos

### Identification of circular economy opportunities in the food sector

Murilo Ricardo Lago<sup>1</sup>, Fabio Neves Puglieri<sup>2</sup>

#### RESUMO

Este estudo teve como objetivo principal explorar as oportunidades de aplicação de práticas de economia circular na indústria de alimentos. Por meio de uma abordagem que envolveu uma revisão sistemática da literatura (RBS) e a análise de estudos de caso relevantes, foi identificadas estratégias-chave para a redução do desperdício, a reutilização de subprodutos e a otimização de recursos no setor alimentício, com o propósito de promover a sustentabilidade e a eficiência econômica. A revisão da literatura revelou uma série de tendências e práticas emergentes que vêm ganhando destaque na indústria de alimentos. Entre elas, destacam-se a minimização de resíduos por meio da implementação de processos mais eficientes, a recuperação de subprodutos para a criação de novos produtos ou ingredientes, e a ênfase na logística reversa para reduzir o impacto ambiental. Os estudos de caso examinados demonstraram como algumas empresas já estão colhendo os benefícios da economia circular. Eles adotaram medidas como a reciclagem de embalagens, a transformação de resíduos orgânicos em fertilizantes ou ração animal e a colaboração com fornecedores e parceiros para otimizar a gestão de recursos. Assim, este estudo ressalta a importância da economia circular na indústria de alimentos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Economia Circular, Indústria de alimentos, Sustentabilidade.

#### ABSTRACT

This study's main objective was to explore opportunities for applying circular economy practices in the food industry. Through an approach that involved a systematic literature review (RBS) and the analysis of relevant case studies, key strategies for reducing waste, reusing by-products and optimizing resources in the food sector were identified, with the purpose of promoting sustainability and economic efficiency. The literature review revealed a number of emerging trends and practices that are gaining prominence in the food industry. Among them, we highlight the minimization of waste through the implementation of more efficient processes, the recovery of by-products to create new products or ingredients, and the emphasis on reverse logistics to reduce environmental impact. The case studies examined demonstrated how some companies are already reaping the benefits of the circular economy. They have adopted measures such as recycling packaging, transforming organic waste into fertilizers or animal feed, and collaborating with suppliers and partners to optimize resource management. Thus, this study highlights the importance of the circular economy in the food industry.

**KEYWORDS:** Circular Economy, Food Industry, Sustainability.

## INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é cada vez mais reconhecida como um tema crucial em discussões globais sobre o futuro do planeta. Um desses modelos sustentáveis é a economia circular que propõe uma transição do modelo econômico atual, linear e baseado na extração, produção, consumo e descarte de recursos, para um sistema mais circular e regenerativo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2020).

Isso é especialmente relevante no setor de alimentos, que desempenha um papel vital na sociedade ao fornecer recursos alimentares para uma população em crescimento.

<sup>1</sup> Bolsista da Fundação Araucária. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: murilolago@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 8463023806144342.

<sup>2</sup> Docente no Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Ponta Grossa, Paraná, Brasil. E-mail: puglieri@utfpr.edu.br. ID Lattes: 0823246960773759.



No entanto, o modelo tradicional de produção e consumo nessa indústria gera impactos ambientais significativos, como esgotamento de recursos, grande produção de resíduos e poluição do ar e da água. Diante desses desafios, é fundamental buscar alternativas mais sustentáveis para garantir a segurança alimentar e proteger o meio ambiente, tornando a economia circular uma abordagem cada vez mais destacada na indústria alimentícia (LEHTOKUNNAS et al. 2022).

A partir deste problema, foi definido o seguinte objetivo geral desta pesquisa de Iniciação Científica: identificar as oportunidades da implementação da economia circular na indústria de alimentos. E assim, os objetivos específicos, para permitir atingir o objetivo geral, foram definidos: caracterizar a economia circular na indústria de alimentos, identificar práticas de economia circular na indústria de alimentos, identificar práticas de economia circular em empresas da região dos Campos Gerais/PR e analisar e discutir os resultados encontrados.

## METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada a partir de 4 etapas, as quais foram: caracterizar a economia circular na indústria de alimentos, identificar práticas de economia circular na indústria de alimentos, identificar práticas de economia circular em empresas da região dos Campos Gerais/PR e analisar e discutir os resultados encontrados.

As duas primeiras etapas foram executadas com base na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) da literatura. Para isso, foi utilizado o roteiro de Conforto, Amaral e Silva (2011). O método de RBS organiza-se em 3 fases (Entrada, Processamento e Saída).

A fase de entrada teve por objetivo identificar oportunidades de implementação da economia circular no setor alimentício e para isso foi usada a base de dados Scopus, utilizando como strings de busca "*circular economy*" AND "*food industry*". Foram incluídos apenas artigos, excluindo documentos de conferências, revisões e capítulos de livros.

A busca retornou 537 artigos, restando 58 após a aplicação do filtro 1, 20 após o filtro 2 e 12 após a aplicação do terceiro filtro de leitura que compuseram o portfólio final.

Na terceira etapa do estudo, foram conduzidos dois estudos de caso envolvendo entrevistas com responsáveis pelas áreas de meio ambiente/sustentabilidade de duas empresas do setor de alimentos na região dos Campos Gerais, sendo uma rede de restaurantes e uma de produção de bebidas. Um questionário estruturado foi desenvolvido para coletar informações das empresas entrevistadas, sendo um questionário respondido por e-mail pelo responsável da área ambiental, e outro por vídeo chamada via Zoom com o diretor de sustentabilidade da empresa.

Por fim, foi desenvolvido um quadro para categorizar as práticas de economia circular e auxiliar na análise comparativa entre os resultados da revisão da literatura e os casos extraídos das entrevistas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, destacam-se as principais contribuições dos artigos selecionados na revisão sistemática da literatura e das duas empresas investigadas na região dos Campos

Gerais, no Paraná. A seguir temos o quadro que sintetiza a revisão sistemática da literatura.

**QUADRO 1 - SÍNTESE DOS RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Princípios	Contribuições da literatura
Preservação de recursos	Utilizar opções de embalagens mais renováveis (FERRARA et al., 2023)
	Avalia os aspectos técnicos e econômicos da integração de processos (ATTASOPHONWATTANA et al., 2022)
	Estratégias e práticas para minimizar a perda (AMICARELLI et al., 2022)
	Examina abordagens inovadoras que integram os princípios da economia circular (DONNER et al., 2021)
Otimização de recursos	Eficiência dos recursos da batata [8]
	Potencial dos subprodutos do abacaxi (KLEIN et al., 2022)
	Investiga as propriedades bioativas da borra de café (ANDRADE et al., 2022)
	Utilizar extratos de brocas espinhosas de castanhas e cascas de avelãs torradas como aditivos bioativos em filmes de embalagem (ESPOSITO et al., 2020)
	Utiliza matéria orgânica como fonte de energia (MADADIAN et al., 2022)
	Utilizar o subproduto do suco de laranja (CASTRO et al., 2020)
	Utiliza as conchas como subproduto para diversos produtos [18]
Redução de externalidades	Destaca a redução no consumo de água e os benefícios ambientais associados (SILVESTRI et al., 2021)
	Geração de energia para diminuir o impacto ambiental (MADADIAN et al., 2022)
	Capacidade de melhorar a qualidade do solo ou proporcionar resistência estrutural (SILVA et al., 2019)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Por sua vez, os resultados dos cases com as empresas apontaram os seguintes resultados:

Na primeira empresa, a responsável da área ambiental foi contatada por e-mail e demonstrou amplo conhecimento sobre sustentabilidade, incluindo uma certificação Leed para a estrutura organizacional. A empresa realiza práticas de economia circular, recolhendo itens recicláveis e óleo usado, encaminhando-os para tratamento adequado. Isso resultou em benefícios como redução da poluição, menos resíduos em aterros sanitários e ganhos financeiros. A empresa planeja avançar em ações de economia circular de acordo com sua estratégia e a política ESG (Environmental, social and governance) recém-implantada.

Na segunda empresa, durante uma videochamada com o diretor de sustentabilidade, ficou evidente seu sólido compromisso com a economia circular. A empresa está engajada no desafio "*The big food redesign challenge*" da Ellen MacArthur Foundation, centrado na aplicação dos princípios circulares na indústria alimentar. Ela estabeleceu metas para embalagens retornáveis e recicláveis, abrangendo latas, plástico e vidro, sendo notável o alto índice de recuperação do alumínio e a ampla reutilização de embalagens de vidro, apesar do desafio representado pelas embalagens de vidro descartáveis. Além disso, a empresa pratica a quase total recuperação de materiais, incluindo subprodutos como o bagaço do malte, ao mesmo tempo em que busca reduzir o consumo de água, com 11 projetos de bacias hidrográficas em andamento. Os KPIs são empregados para avaliar os benefícios financeiros, a eficiência no uso da água e da energia, bem como o ciclo das embalagens.

Diante do exposto, fica evidente que a adoção da economia circular ainda é limitada em muitas empresas, revelando uma ampla oportunidade de desenvolvimento nessa prática. O desafio atual reside na disseminação da informação e na promoção de uma cultura voltada para esse tema.

A literatura e os estudos de caso abordam diversos aspectos relevantes, como a redução do desperdício alimentar através do aproveitamento integral de insumos e a implementação de sistemas de logística reversa para reciclagem de embalagens e resíduos, com exemplos práticos disso nas empresas analisadas. Além disso, as empresas estão adotando tecnologias avançadas para monitorar e otimizar processos produtivos e logísticos, resultando em benefícios ambientais e econômicos notáveis.

A economia circular no setor de alimentos não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também oferece vantagens financeiras, melhora a eficiência operacional e fortalece a reputação da marca, abrindo oportunidades de mercado e expansão da base de clientes.

## CONCLUSÃO

Nesta pesquisa de iniciação científica, o objetivo foi identificar oportunidades de implementação de práticas de economia circular na indústria de alimentos, visando à promoção da sustentabilidade e à eficiência no uso de recursos. Ao analisar desafios relacionados ao desperdício, à escassez de recursos naturais e ao impacto ambiental nesse setor, uma abordagem multidisciplinar foi adotada para explorar alternativas inovadoras que transformam o modelo linear de produção e consumo de alimentos em um sistema circular, enfatizando a redução, reutilização, recuperação e reciclagem de recursos em todas as etapas da cadeia alimentar.

Com base nos resultados da revisão da literatura e nas observações feitas nas empresas do setor de alimentos, podemos concluir que a economia circular desempenha um papel significativo na busca por práticas sustentáveis nessa indústria crucial. Ficou evidente que, embora o conceito de economia circular tenha ganhado destaque na literatura, sua aplicação efetiva ainda é limitada em muitas empresas do setor. Tanto na literatura quanto nas empresas, identificamos práticas comuns de economia circular, como a redução do desperdício alimentar, a valorização de subprodutos, a reciclagem de embalagens e a redução do consumo de recursos naturais. Além disso, a adoção de

tecnologias avançadas para otimizar processos e a gestão da cadeia de suprimentos também foi observada como uma tendência promissora.

No entanto, o estudo possui limitações, como a amostra restrita a duas empresas e a coleta de dados predominantemente por e-mail. Portanto, futuras pesquisas poderiam abordar um escopo mais amplo, envolvendo diversos setores e empresas de diferentes tamanhos, possibilitando uma compreensão mais completa e de longo prazo da relação entre os fatores analisados e as mudanças no ambiente de negócios.

## Agradecimentos

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Prof. Dr. Fabio Neves Puglieri, pela oportunidade de realizar este projeto, juntamente com sua dedicação e orientação. Gostaria de agradecer também aos meus professores do curso de Engenharia de Produção da UTFPR pela excelência da qualidade técnica de cada um e a Fundação Araucária pela bolsa de pesquisa.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

## REFERÊNCIAS

AMICARELLI, V.; ROE, B.E.; BUX, C. Measuring Food Loss and Waste Costs in the Italian Potato Chip Industry Using Material Flow Cost Accounting. **Agriculture (Switzerland)** v.12, 2022.

ANDRADE, C.; PERESTRELO, R.; CÂMARA, J.S. Valorization of Spent Coffee Grounds as a Natural Source of Bioactive Compounds for Several Industrial Applications—A Volatilomic Approach. **Foods**, v.11, 2022

ATTASOPHONWATTANA, P.; SITTHICHIRACHAT, P.; SIRIPAIBOON, C. et al. Evolving circular economy in a palm oil factory: Integration of pilot-scale hydrothermal carbonization, gasification, and anaerobic digestion for valorization of empty fruit bunch. **Applied Energy**, v.324, 2022.

CASTRO, L.A.D.; LIZI, J.M.; CHAGAS, E.G.L.D.; CARVALHO, R.A.D.; VANIN, F.M. From Orange Juice By-Product in the Food Industry to a Functional Ingredient: Application in the Circular Economy. **Foods**, v.9, 2020.

CONFORTO, E.C.; AMARAL, D.C.; DA SILVA, S.L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **ANAIS DO 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO – CBGDP**, 2011.

DONNER, M.; RADÍĆ, I. Innovative Circular Business Models in the Olive Oil Sector for Sustainable Mediterranean Agrifood Systems. **Sustainability**, v.13, 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **What is a circular economy?** 2020

ESPOSITO, T.; NUNO, H.C.S.; SILVA, A.; ALMEIDA, A.J.D.; et al. Valorisation of chestnut spiny burs and roasted hazelnut skins extracts as bioactive additives for packaging films. **Industrial Crops and Products**, v.151, 2020.

FERRARA, C.; MIGLIARO, V.; VENTURA, F.; DE FEO, G. An economic and environmental analysis of wine packaging systems in Italy: A life cycle (LC) approach. **Science of The Total Environment**, v.857, Part 1, 2023.

H. SILVA, T.; MESQUITA-GUIMARÃES, J.; HENRIQUES, B.; SILVA, F.S.; FREDEL, M.C. The Potential Use of Oyster Shell Waste in New Value-Added By-Product. **Resources**, v.8, 2019.

KLEIN, O.; NIER, S.; TAMÁSY, C. Circular agri-food economies: business models and practices in the potato industry. **Sustainability Science**, v.17, p.2237–2252 (2022).

LEHTOKUNNAS, T.; MATTILA, M.; NÄRVÄNEN, E.; MESIRANTA, N. Towards a circular economy in food consumption: Food waste reduction practices as ethical work. **Journal of Consumer Culture**, v.22, p. 227–245, 2022.

LUCA SILVESTRI, ANTONIO FORCINA, GIANPAOLO DI BONA, CECILIA SILVESTRI, Circular economy strategy of reusing olive mill wastewater in the ceramic industry: How the plant location can benefit environmental and economic performance. **Journal of Cleaner Production**, v.326, 2021.

MADADIAN, E.; RAHIMI, J.; MOHEBBI, M.; SIMAKOV, D.S.A.. Grape pomace as an energy source for the food industry: A thermochemical and kinetic analysis. **Food and Bioproducts Processing**, v.132, p.177-187, 2022.

MOREIRA, B.; PEREIRA, E.; FINIMUNDY, T.C.; PINELA, J.; CALHELHA, R.C.; CAROCHO, M.; STOJKOVIĆ, D.; SOKOVIC, M.; FERREIRA, I.C.F.R.; CALEJA, C.; BARROS, L. Pineapple by-products as a source of bioactive compounds with potential for industrial food application. **Food and Function**, v.13, p.9959 - 9972, 2022.