



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS FLORIANÓPOLIS-SC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Leandra Silvestre da Silva Lima

**DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA MENSURAR O NÍVEL DE
DESEMPENHO DA ECONOMIA CIRCULAR PAUTADA NA SUSTENTABILIDADE
EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS**

Florianópolis-SC
2023

Leandra Silvestre da Silva Lima

**DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA MENSURAR O NÍVEL DE
DESEMPENHO DA ECONOMIA CIRCULAR PAUTADA NA SUSTENTABILIDADE
EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestra em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof.(a) Marina Bouzon, Dra.
Coorientadora: Prof.(a) Ciliana Colombo, Dra.

Florianópolis-SC

2023

Lima, Leandra Silvestre da Silva

DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA MENSURAR O NÍVEL DE DESEMPENHO DA ECONOMIA CIRCULAR PAUTADA NA SUSTENTABILIDADE EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS / Leandra Silvestre da Silva Lima ; orientadora, Marina Bouzon, coorientadora, Ciliana Colombo, 2023.

115 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção. 2. Economia Circular. 3. Sustentabilidade. 4. Indústria de Alimentos. 5. Nível de Desempenho. I. Bouzon, Marina. II. Colombo, Ciliana. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. IV. Título.

Leandra Silvestre da Silva Lima

DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA MENSURAR O NÍVEL DE
DESEMPENHO DA ECONOMIA CIRCULAR PAUTADA NA SUSTENTABILIDADE EM
INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado, em 23 de outubro de 2023, pela
banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Gisele de Lorena Diniz Chaves, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

Profa. Claudia Cecilia Peña Montoya, Dra.
Universidad Autonoma de Occidente, Colômbia

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado
para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Produção

Prof. Lizandra Garcia Lupi Vergara, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Coordenação do Programa de Pós-Graduação

Profa. Marina Bouzon, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Orientadora

Este trabalho é dedicado aos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e pela oportunidade de estar concluindo meu mestrado, pela minha família, amigos, em especial minhas amigas Erica, Daniela, Daniele, Bárbara, Ana Júlia, Amanda e Ana Paula que me ajudaram nesta caminhada e meu namorado Paulo e minha psicóloga Anne, pelos incentivos. Obrigada, Senhor, por sempre me guiar e estar presente em minha vida.

A minha vó Terezinha (*in memorian*), minha mãe Glória e minhas tias Cida, Goretti, Vânia (*in memorian*) e Edileuza, por me ensinar que por meio da educação podemos conquistar nossos sonhos. Obrigada por todo carinho e compreensão, mesmo a 3160,6 km de distância sempre me apoiaram a não desistir dos meus objetivos. Bruna e Camila as minhas lutas diárias são sempre pensando no futuro de vocês, espero ser uma inspiração para vocês. Irmão Bruno e Cunhada Leia, obrigada pelo amor de vocês e por acreditarem em mim.

A minha orientadora Marina Bouzon agradeço imensamente por todas as palavras ditas, conhecimento compartilhado e maravilhosas sugestões. Sua ajuda foi essencial, obrigada por depositar sua fé na minha capacidade de concluir o mestrado, mesmo que muitas vezes duvidei dela. Você é uma excelente professora, orientadora e o principal, um ótimo ser humano.

Agradeço também aos colegas do Laboratório de Desempenho Logístico (LDL) da UFSC e aos colegas do PPGEF pelas pesquisas realizadas em conjunto e pelos conhecimentos compartilhados em todas nossas reuniões. Em especial a Eliana, que se tornou mais que uma colega, uma conselheira e amiga.

Por fim, agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina, todo o corpo docente do Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas pelas experiências e conhecimentos compartilhados e pela oportunidade de formação em um curso de pós-graduação público e de qualidade em um período conturbado de pós pandemia.

RESUMO

A economia circular (EC) e a sustentabilidade desempenham um papel crítico na atualidade, especialmente quando aplicadas ao setor alimentício, transcende as preocupações puramente ambientais e se estende aos benefícios econômicos e sociais. O objetivo deste trabalho é, portanto, propor um instrumento em forma de aplicativo para mensurar o nível de desempenho da economia circular pautada na sustentabilidade para as indústrias de alimentos. A elaboração de um aplicativo de medição do nível de desempenho da economia circular pautada na sustentabilidade em indústrias de alimentos tem o poder de incentivar mudanças de comportamento e estimular a adoção de práticas mais responsáveis e conscientes. Para isso, a pesquisa foi classificada como exploratória, com abordagem qualitativa, de natureza aplicada e com o procedimento técnico de um estudo de campo múltiplo. Como procedimento metodológico, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com base na abordagem do PRISMA, complementada pelo uso do método *Delphi*. Inicialmente, o portfólio bruto consistia em 84 artigos, que foram subsequentemente refinados com base em critérios de inclusão e exclusão, resultando em um portfólio final de 68 artigos. O método *Delphi* foi empregado para consolidar as descobertas. Este processo culminou na identificação das 7 etapas cruciais da economia circular no contexto do setor alimentício: matéria-prima, design, produção, distribuição e comercialização, consumo (englobando o uso, reuso e reparo de embalagens), coleta e descarte, e reciclagem. Além disso, foram identificadas 28 estratégias da economia circular pautadas na sustentabilidade, todas com relevância para o contexto da indústria de alimentos. Essa abordagem metodológica proporcionou uma compreensão aprofundada das dinâmicas da economia circular e de sua aplicação específica no setor alimentício. Posteriormente, foi utilizado o editor *Bubble* para o desenvolvimento do aplicativo, o qual permitiu a análise do nível de desempenho das indústrias de alimentos com o uso do cálculo NEC (Nível da Economia Circular) definido com base nos dados da pesquisa. O aplicativo foi utilizado por duas empresas do setor alimentício: uma indústria transnacional especializada em alimentos cárneos, que demonstrou um desempenho de liderança, e outra indústria regional sediada no estado de Santa Catarina, atuante no segmento de bebidas, cujo desempenho foi classificado como oportunista. A versão inicial do aplicativo foi desenvolvida com sucesso, concretizando o projeto de construção do instrumento. Este trabalho representa, portanto, um passo significativo na promoção de práticas mais responsáveis e conscientes no setor alimentício, visando um futuro mais sustentável e resiliente.

Palavras-chave: Economia Circular; Sustentabilidade; Indústria de Alimentos; Nível de desempenho; Método *Delphi*; Aplicativo.

ABSTRACT

The circular economy (CE) and sustainability play a critical role today, especially when applied to the energy sector, it transcends environmental concerns and extends to economic and social benefits. The objective of this work is, therefore, to provide an instrument in the form of an application to measure the level of performance of the circular economy based on sustainability for the food sectors. The development of an application to measure the level of performance of the circular economy based on sustainability in the food sectors has the power to promote changes in behavior and encourage the adoption of more responsible and conscious practices. For this, the research was defined as exploratory, with a qualitative approach, of an applied nature and with the technical procedure of a multiple field study. As a methodological procedure, a systematic review of the literature was carried out based on the PRISMA approach, complemented by the use of the Delphi method. Initially, the raw portfolio consisted of 84 articles, which were subsequently rigorous based on inclusion and exclusion criteria, resulting in a final portfolio of 68 articles. The Delphi method was used to consolidate the findings. This process culminated in the identification of the 7 crucial stages of the circular economy in the context of the food sector: raw materials, design, production, distribution and transfer, consumption (encompassing the use, reuse and repair of packaging), collection and disposal, and recycling. Furthermore, 28 circular economy strategies based on sustainability were identified, all relevant to the context of the food industry. This methodological approach provided an in-depth understanding of the dynamics of the circular economy and its specific application in the food sector. Subsequently, the Bubble editor was used to develop the application, which allowed the analysis of the level of performance of the food sectors using the NEC (Circular Economy Level) design defined based on the research data. The application was used by two companies in the food sector: a transnational industry specializing in meat foods, which demonstrated leadership performance, and another regional industry based in the state of Santa Catarina, operating in the beverage segment, whose performance was classified as opportunistic. The initial version of the application was successfully developed, completing the instrument construction project. This work therefore represents a significant step in promoting more responsible and conscious practices in the concerned sector, involving a more sustainable and resilient future.

Keywords: Circular Economy; Sustainability; Food industry; Performance level; Delphi method; Application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Economia linear	22
Figura 2 - Diagrama borboleta do ciclo biológico e técnico da economia circular	23
Figura 3 - Etapas da economia circular no setor alimentício	27
Figura 4 - Classificação da pesquisa	37
Figura 5 - Etapas da pesquisa método LDL	38
Figura 6 - Etapas do método PRISMA	41
Figura 7 - Método <i>Delphi</i> adaptado.....	43
Figura 8 - Distribuição das palavras-chaves.....	52
Figura 9 - Distribuição dos periódicos	53
Figura 10 - Distribuição por anos	53
Figura 11 - Distribuição quanto à autoria.....	54
Figura 12 - Resumo das etapas do método <i>Delphi</i>	56
Figura 13 - Cadastrar usuários.....	67
Figura 14 - Autenticar o acesso	68
Figura 15 - <i>Homepage</i> usuário app	68
Figura 16 - Cadastrar indústrias.....	69
Figura 17 - Cadastrar avaliação de estratégias	70
Figura 18 - Avaliação das estratégias	70
Figura 19 - Resultados e classificações	71
Figura 20 - Cadastrar estratégias e o valor do peso	72
Figura 21 – Indústrias avaliadas pelo aplicativo	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas da economia circular.....	25
Quadro 2 - Dimensões da sustentabilidade relacionadas a economia circular e ao setor alimentício.....	32
Quadro 3 - Ferramentas de medição da economia circular e da sustentabilidade.....	33
Quadro 4 - Definição de requisitos de medição	34
Quadro 5 - Enquadramento das etapas da pesquisa.....	39
Quadro 6 - <i>Strings</i> de busca.....	39
Quadro 10 - Estratégias da economia circular para matéria-prima	59
Quadro 11 - Estratégias da economia circular para o design	59
Quadro 12 - Estratégias da economia circular para a produção	60
Quadro 13 - Estratégias da economia circular para distribuição e venda.....	61
Quadro 14 - Estratégias da economia circular para consumo	61
Quadro 15 - Estratégias da economia circular para coleta e descarte	62
Quadro 16 - Estratégias da economia circular para reciclagem e recuperação	62
Quadro 17 - Sindicatos de alimentos.....	74
Quadro 18 – Resultado da avaliação dos <i>stakeholders</i> das indústrias.....	76
Quadro 19 - Indústrias participante da pesquisa.....	77

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Avaliação do aplicativo em relação à importância ambiental.....	81
Gráfico 2 - Avaliação do aplicativo em relação à importância econômico.....	82
Gráfico 3 - Avaliação do aplicativo em relação à importância social.....	82
Gráfico 4 - Avaliação do aplicativo em relação à tecnologia.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABI	Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CEL	<i>Circular Economy Level</i>
CS	Cadeia de Suprimentos
EC	Economia Circular
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EL	Economia Linear
EMF	<i>Ellen MacArthur Foundation</i>
ESS	Economia Social Solidária
GSCS	Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos
ICD	Indicadores Circulares de Desempenho
ICM	Indicador de Circularidade do Material
IDA	Índice de Desperdício de Alimentos
LDL	Laboratório de Desempenho Logístico
LGAA	Laboratório de Gestão e Avaliação Ambiental
MCVC	Métricas de Criação de Valor Circular
MEO	Métricas de Eficiência Operacional
NEC	Nível de Economia Circular
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
QUORON	<i>Quality of Reporting of Meta-Analyses</i>
SSCM	<i>Sustainable Supply Chain Management</i>
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TLRE	Taxa Líquida de Reciclagem de Embalagens
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
WoS	<i>Web of Science</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA.....	15
1.2	OBJETIVO	16
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	16
1.3	JUSTIFICATIVA	17
1.4	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO APLICATIVO	18
1.5	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA.....	18
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	21
2.1	SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	21
2.2	ECONOMIA CIRCULAR	22
2.2.1	Economia circular e suas etapas.....	24
2.3	SETOR ALIMENTÍCIO	28
2.4	DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE	29
2.4.1	Dimensão ambiental	30
2.4.2	Dimensão social.....	30
2.4.3	Dimensão econômica	31
2.4.4	Dimensões da sustentabilidade relacionadas a economia circular e ao setor alimentício	31
2.5	FERRAMENTAS DE MEDIÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR E DA SUSTENTABILIDADE.....	32
3	MÉTODOS.....	36
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	36
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	37
3.2.1	Etapa 1 - Revisão sistemática	39
3.2.2	Etapa 2 - Desenvolvimento do aplicativo.....	41
3.2.2.1	<i>Método Delphi adaptado</i>	42
3.2.2.2	<i>Nível da Economia Circular.....</i>	47
3.2.2.3	<i>Desenvolvimento do instrumento.....</i>	48
3.2.3	Etapa 3 - Aplicação prática.....	49
4	RESULTADOS	51

4.1	ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	51
4.1.1	Distribuição das palavras-chaves	51
4.1.2	Distribuição dos periódicos.....	52
4.1.3	Distribuição de publicações por ano	53
4.1.4	Distribuição quanto à autoria.....	54
4.2	ANÁLISE DE CONTEÚDO - INSTRUMENTO PARA AVALIAR O NÍVEL DE DESEMPENHO DA ECONOMIA CIRCULAR LEGITIMADO NAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS.....	55
4.3	ESTRATÉGIAS DA ECONOMIA CIRCULAR PAUTADA NA SUSTENTABILIDADE PARA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	64
4.4	FUNÇÕES DO APLICATIVO	67
4.5	USO DO APLICATIVO NAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS	74
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E IMPLICAÇÕES.....	78
5.1	DISCUSSÃO DAS ETAPAS E ESTRATÉGIAS DA ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE.....	78
5.2	DISCUSSÃO SOBRE O NÍVEL DE DESEMPENHO DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS.....	79
5.3	IMPACTOS E REFLEXOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS DO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO.....	80
5.4	DEMAIS IMPLICAÇÕES PRÁTICAS E GERENCIAIS.....	84
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	86
6.1	CONCLUSÃO E ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA	86
6.2	LIMITAÇÕES	88
6.3	SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS.....	89
	REFERÊNCIAS.....	90
	APÊNDICE A – FERRAMENTA <i>NOTION</i>.....	99
	APÊNDICE B – MANUAL DO APLICATIVO NEC.....	100
	APÊNDICE C – SINDICATOS E INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS	107
	APÊNDICE D – RELATÓRIO PARA INDÚSTRIA	109

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo se propõe expor os conteúdos a serem abordados na presente pesquisa, sendo eles: (I) contextualização e problemática; (II) objetivos da pesquisa; (III) justificativa; (IV) justificativa e relevância do aplicativo; (V) delimitação da pesquisa; e (V) estrutura do trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA

O avanço da problemática ambiental e o impacto dos processos humanos na degradação dos recursos naturais trouxeram, nos últimos tempos, constantes debates em relação ao papel das indústrias junto ao meio ambiente e perante a sociedade. Isso, por si só, culmina na necessidade avançada de melhorar os processos e operações das organizações (D'Amico *et al.*, 2021). Nesse contexto, a (SSCM) *Sustainable Supply Chain* emerge como uma resposta crucial e direcionada para enfrentar esses desafios, permitindo que as indústrias adotem práticas mais sustentáveis e responsáveis em todas as etapas de suas cadeias de suprimentos.

Um dos desafios da *sustainable supply chain management* é a crescente preocupação decorrente do modelo Econômico Linear (EL), no qual a produção se concentra na extração de recursos naturais e no descarte de resíduos (Barreiro-Gen; Lozano, 2020). Essa abordagem tem impactado significativamente tanto as práticas das indústrias e empresas quanto o comportamento dos consumidores. Nesse contexto, torna-se fundamental a transição para a Economia Circular (EC), a fim de promover melhorias em termos de sustentabilidade.

A EMF (*Ellen MacArthur Foundation*) define a economia circular como uma alternativa atraente de redefinir a forma das indústrias/empresas crescerem e tem como princípios a eliminação de resíduos e poluição, manter produtos e materiais em uso e regenerar os sistemas naturais (EMF, 2019). A abordagem da economia circular, como uma saída para este contexto, ainda se apresenta em estágios iniciais, nos quais muitas questões-chave são abertas e enfrentam limitações metodológicas e falta de alinhamento com a sustentabilidade (Oliveira; Vincenzi; Pião, 2021).

Entretanto, a economia circular contribui para diminuir um dos principais problemas do setor alimentício: o Índice de Desperdício de Alimentos (IDA). O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) apontou, em 2023, que o Brasil está na 10ª posição no *ranking* de países que mais desperdiçam comida (PNUMA, 2023). Esse desperdício ocorre principalmente na produção e na distribuição, os alimentos são perdidos devido a questões

como mau planejamento, falta de infraestrutura adequada e problemas climáticos e na distribuição, os alimentos são descartados devido a padrões exigentes de aparência e estética, além de problemas logísticos. Isto é indesejável do ponto de vista social e ético, mas também resulta na perda de recursos naturais, como água, fertilizantes e energia (Nairoibe, 2021; Zandonai; Czezacki, 2021; Teigiserova *et al.*, 2020).

Diante das questões que contribuem para o aumento do desperdício de alimentos e da complexidade inerente à cadeia de suprimentos do setor alimentício, Kumar, Singh e Kumar (2021) destacam as dificuldades associadas à medição do desempenho da economia circular nesse contexto específico. Essas dificuldades são agravadas pela ampla variedade de produtos e processos envolvidos, bem como pelas rigorosas regulamentações e normas que governam o setor.

Diante do exposto, identifica-se como problema de pesquisa o seguinte questionamento: **“Como um instrumento que mensura o nível de desempenho da economia circular pode contribuir para a sustentabilidade no contexto de indústrias do setor alimentício?”**

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um método para construir um instrumento que mensura o nível de desempenho da economia circular pautada na sustentabilidade para as indústrias de alimentos.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar os elementos estruturantes da economia circular para o setor de alimentos;
- Estabelecer o método que mensure o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos;
- Criar um aplicativo para avaliar o nível de desempenho da economia circular pautadas nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos; e
- Aplicar o instrumento por meio do aplicativo, mensurando o nível da economia circular pautada nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos.

1.3 JUSTIFICATIVA

As pesquisas científicas contribuem para que a economia circular tenha impactos reais nas dimensões ambientais, sociais e econômicas, e assim atrair a comunidade empresarial e a comunidade de formuladores de políticas para o trabalho de sustentabilidade (Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2017).

O relatório das Nações Unidas de 2018 sobre os objetivos de desenvolvimento da sustentabilidade reconhece a estratégia de perda e desperdício de alimentos do Brasil. No entanto, também enfatiza a necessidade de iniciativas que incluam ações como parcerias públicas/privadas para abranger a cadeia de suprimentos alimentar e apoiar a redução do desperdício da agricultura ao consumidor, e melhores investimentos, além de movimentos de educação direcionados do agricultor ao consumidor (Nairoibe, 2021).

Partindo-se do princípio de que a economia circular elimina o desperdício e a poluição, contribuindo para a proteção da biodiversidade, observa-se a necessidade da contribuição geral, seja de governo, das empresas e da sociedade (Weetman, 2019). É válido, portanto, aprofundar estudos no setor alimentício.

Explorar a economia circular nos processos internos e externos das indústrias de alimentos é uma prerrogativa para seu crescimento e consolidação do mercado, tendo em vista a necessidade crescente de diferenciação nas estratégias competitivas (Ribeiro; Nascimento, 2019).

Nesse contexto, é essencial ressaltar a importância do nível de desempenho da economia circular. De acordo com Machado e Carvalho (2021), o nível de desempenho, aliado a indicadores de sustentabilidade, desempenha um papel central nas decisões das indústrias em relação à implementação da economia circular. Esses modelos de desempenho não apenas definem políticas, diretrizes, atividades e ações específicas para promover a sustentabilidade, mas também oferecem uma estrutura sólida para avaliar e aprimorar o desempenho em relação a metas sustentáveis.

Nesse raciocínio, é crucial que os gestores compreendam em profundidade o impacto que a sustentabilidade de seus processos de produção tem na percepção dos consumidores. Além disso, o nível de desempenho da economia circular desempenha um papel fundamental ao guiar as organizações na busca por práticas da sustentabilidade e na avaliação de seu progresso nessa jornada (Romero-Luis *et al.*, 2021).

Este estudo empreende um levantamento informacional para validar as etapas e estratégias da economia circular, nas indústrias de alimentos de acordo com as dimensões

ambientais, sociais e econômicas. Por isso, é necessário delimitar a pesquisa em alguns pontos, os quais são apresentados a seguir.

1.4 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO APLICATIVO

A economia circular e a sustentabilidade são temas cada vez mais relevantes e urgentes em nossa sociedade. O desenvolvimento de um instrumento em forma de aplicativo para promover a economia circular e a sustentabilidade pode se revelar uma ferramenta poderosa para incentivar mudanças de comportamento e estimular a adoção de práticas mais responsáveis e conscientes.

A tecnologia tem um papel importante na sociedade, quando um aplicativo apresenta características inéditas, recursos exclusivos (Nurcahyani; Sudarmilah, 2023) ou uma abordagem inovadora para promover a economia circular e a sustentabilidade, isso pode ser um diferencial importante. A originalidade do serviço pode despertar o interesse dos usuários, atraindo a atenção da mídia e potenciais parceiros, além de proporcionar uma experiência única aos seus utilizadores.

O interesse crescente em estudos da economia circular e sustentabilidade em países em desenvolvimento indica um ambiente favorável para o desenvolvimento e adoção de um aplicativo. Como exemplo, a Rede de Economia Circular, recentemente confirmada por cinco universidades latinoamericanas: *Universidad Nacional de Cuyo* (Argentina), *Universidad Técnica de Manabí* (Ecuador), *Universidad Federal de Santa Catarina* (Brasil), *Instituto Superior Tecnológico de Tantoyuca* (México) e *Universidad Simón Bolívar* (Colombia), tem contribuído muito para pesquisas e desenvolvimento de soluções para o tema.

A proposta de desenvolver um aplicativo dedicado à economia circular e sustentabilidade se destaca por sua capacidade de abordar desafios educacionais, promover impacto positivo, demonstrar originalidade e ineditismo, incorporar inovações tecnológicas e atrair interesse em escala global.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

A delimitação desta pesquisa abrange as etapas e estratégias da economia circular em indústrias de alimentos, direcionadas às dimensões da sustentabilidade. Alguns recortes de escopo do trabalho estão descritos a seguir:

- As etapas e estratégias da economia circular são pré-definidas pela autora com embasamento literário para as indústrias de alimentos e definidas pelos especialistas pela metodologia *Delphi*;
- São consideradas as três dimensões da sustentabilidade: ambiental, social e econômica;
- Levantamento das etapas e estratégias da economia circular que integram e inter-relacionam as dimensões da sustentabilidade analisadas;
- As etapas e estratégias não aplicáveis a nenhuma das dimensões da sustentabilidade, não são consideradas para análise.

O intuito é validar uma ferramenta em forma de aplicativo para mensurar o nível da economia circular que possa fornecer subsídio aos gestores, pesquisadores e a sociedade em conhecerem o nível de contribuição circular pautada no fator ambiental, social e econômico.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação está estruturada nos seguintes capítulos:

- Capítulo 1 - Introdução: compõe os assuntos de forma geral, apresentando uma visão inicial por meio da contextualização e problemática, objetivos, justificativa, justificativa e relevância do aplicativo, delimitação da pesquisa e estrutura do trabalho;
- Capítulo 2 - Fundamentação teórica: expõe as análises do conteúdo apresentando uma revisão literária, sobre os tópicos *sustainable supply chain management*, economia circular, setor alimentício, dimensões da sustentabilidade e ferramentas de medição da economia circular e da sustentabilidade;
- Capítulo 3 - Métodos: apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para desenvolvimento da pesquisa, informando a classificação da pesquisa e as etapas da pesquisa, que são a revisão sistemática, desenvolvimento do instrumento e aplicação prática;
- Capítulo 4 - Resultados: relata os resultados obtidos do trabalho, primeiro a análise bibliométrica, segundo a análise de conteúdo - instrumento para avaliar o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos, terceiro o desenvolvimento do aplicativo e o quarto resultado é a aplicação do aplicativo nas indústrias de alimentos;
- Capítulo 5 - Discussão dos resultados e implicações: expõe as discussões sobre os resultados encontrados no Capítulo 4, com a discussão das estratégias da economia circular pautada na sustentabilidade para indústria de alimentos, discussão sobre o nível

de desempenho das indústrias de alimentos, impactos e reflexos econômicos e sociais do desenvolvimento do aplicativo e finaliza com as implicações práticas e gerenciais;

- Capítulo 6 - Considerações finais: por fim, apresenta o fechamento da pesquisa apresentada e propõe as limitações ocorridas e sugestões de pesquisas futuras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta as definições que foram a base para a construção desta pesquisa, introduzindo com *sustainable supply chain management*, seguindo para economia circular, e o subtópico economia circular e suas etapas. Em seguida, discorre-se sobre o setor alimentício, continuando com as dimensões da sustentabilidade, destacando as dimensões ambiental, social, econômica e as dimensões da sustentabilidade relacionadas à economia circular e ao setor alimentício. O fechamento do capítulo se dá pelas ferramentas de medição da economia circular e da sustentabilidade.

2.1 SUSTAINABLE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

No cenário empresarial, acadêmico e entre os formuladores de políticas, a Cadeia de Suprimentos desempenha um papel fundamental. Ela abrange o gerenciamento e a movimentação de bens materiais, desde a obtenção das matérias-primas até a entrega do produto final ao consumidor, e desempenha um papel crucial na busca por melhorias na sustentabilidade. O interesse pela (SSCM) *Sustainable Supply Chain Management*, está em constante crescimento. A SSGM visa garantir práticas ambiental e socialmente responsáveis, ao mesmo tempo em que proporciona benefícios econômicos para as indústrias globais (Kosanoglu; Kus, 2021).

Os processos de produção de bens e serviços espalhados pelo mundo atual envolvem uma gama de fatores inseridos em um sistema complexo e auto dependente. Os fornecedores, as empresas e os clientes estão ligadas por processos, materiais e fluxos de capital, onde a preocupação é alinhar o valor do produto com a carga ambiental e social embutida nos diversos estados de produção (Seuring; Müller, 2008).

Nesse íterim, a *sustainable supply chain management* entra em voga como peça fundamental como uma área de negócios em que a sustentabilidade se tornou altamente popular, pois integra processos de negócios para o consumidor final por meio de fornecedores que fornecem produtos, serviços informações com carga de valor agregada (Oelze *et al.*, 2018).

A *sustainable supply chain management* desfoca as atividades para a centralidade econômica dos negócios e engloba as dimensões ambientais da gestão de materiais, informações e fluxos de valor gerando uma cooperação entre todas as empresas da cadeia de abastecimento (Carter; Rogers, 2008). É importante frisar que, enquanto a gestão tradicional de suprimentos considera apenas os requisitos do cliente, a *sustainable supply chain management*

leva em consideração, também os requisitos governamentais e as necessidades de outras partes envolvidas (Seuring; Müller, 2008).

Gerenciar a *sustainable supply chain management* tornou-se uma preocupação crescente, independente do porte do negócio, pois atende os padrões ambientais e sociais ao longo de todos os estágios da cadeia e garante a sustentação do desempenho almejado (Seuring, 2013). Esta preocupação em reduzir os impactos negativos sobre o meio ambiente e promover a sustentabilidade dos negócios permite estudar e aplicar a Economia Circular (EC), tema no qual é discutido no decorrer do trabalho e no subtópico a seguir.

2.2 ECONOMIA CIRCULAR

A extração de recursos tem ocorrido a uma taxa muito superior à capacidade de regeneração da natureza desde a era da primeira Revolução Industrial (1760 a 1840). Esse período marcou um aumento significativo na produção de bens, consumo desenfreado, bem como na geração de poluição e no descarte de resíduos, todos associados a uma Economia Linear (EL), conforme destacado por Rossi (2022). O modelo linear pode ser visualizado de forma mais clara na Figura 1.

Figura 1 - Economia linear



Fonte: Adaptado de Rossi (2022)

O modelo linear é voltado para uma cadeia produtiva que se ocupa apenas em extrair recursos, produzir bens e descartar os rejeitos, tornando uma economia insustentável (Figura 1). Faz-se necessário à sua substituição, sugerindo fortemente pesquisa e desenvolvimento a respeito de modelos alternativos, a economia circular.

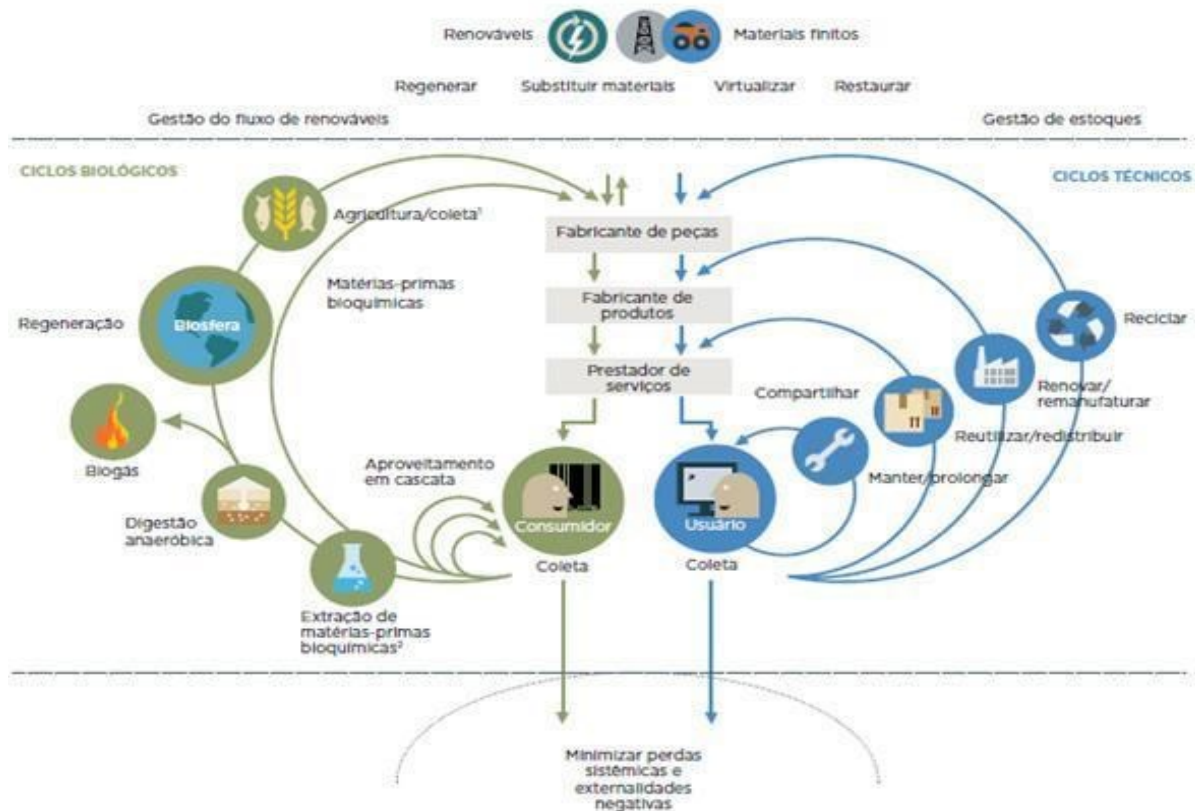
Para Pereira *et al.* (2018), a economia circular surgiu em 1990 em um artigo dos economistas e ambientalistas britânicos R. Kerry Turner e David W. Pearce, no entanto, ganhou visibilidade com as primeiras publicações a partir de 2006. Em oposição à economia linear, os ambientalistas defendem o paradigma de sustentabilidade como um meio de integrar eficiência econômica, equidade intergeracional e o princípio da precaução, resultando em proteger o meio ambiente (Turner; Pearce, 1993).

A origem da economia circular pela a (EMF) *Ellen MacArthur Foundation* tem contexto histórico e filosófico, partindo da ideia da retroalimentação, com importantes referências,

incluindo a economia de performance de Walter Stahel; o capitalismo natural de Amory e Hunter Lovins e Paul Hawken; a abordagem *blue economy* descrita por Gunter Pauli; a filosofia de design *Cradle to Cradle* de William McDonough e Michael Braungart; a ideia de biomimética articulada por Janine Benyus; a ecologia industrial de Reid Lifset e Thomas Graedel (EMF, 2017).

Para explicar o modelo circular biológico e técnico, a *Ellen MacArthur Foundation* introduziu em 2015 a ferramenta denominada *systemsdiagram* ou diagrama borboleta, que tem sido utilizada em relatórios, apresentações e outras estratégias promovidas por essa organização (EMF, 2019). O modelo pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Diagrama borboleta do ciclo biológico e técnico da economia circular



Fonte: EMF (2015)

O diagrama da borboleta, apresentado na Figura 2, aborda a distinção entre dois tipos de nutrientes: os biológicos e os técnicos, incorporando também alguns *loops*. Nutrientes de origem biológica, como madeira, papel, cortiça e algodão, são recursos renováveis que têm a capacidade de se decompor de forma natural ao serem reintegrados à natureza. Por contraste, nutrientes técnicos, derivados de fontes não renováveis, não passam por degradação, o que fundamenta a necessidade de estender ao máximo sua vida útil, como é o caso de materiais como alumínio, ferro, plástico e outros, conforme destacado pelo EMF (2017).

Weetman (2019) enfatiza que abordagens como reutilização, compartilhamento, remanufatura e reforma estão mais centralizadas nos *loops* de materiais, enquanto a reciclagem se encontra mais distante. Em geral, quanto mais próximo o loop estiver do centro do diagrama, mais valorizada será a abordagem.

A EEA (*European Environment Agency*) adota o conceito do diagrama borboleta para promover o uso mais eficiente dos recursos naturais, matérias-primas, energia, água, espaço e alimentos, fechando os loops de forma inteligente. Os recursos naturais são reutilizados sempre que possível, formando a base dos loops de materiais inteligentes, a fim de reduzir a geração de resíduos e minimizar o consumo de recursos (EEA, 2019).

No contexto nacional, a economia circular ganhou destaque no mundo dos negócios em 2014, com o lançamento do Fórum Econômico Mundial em parceria com a *Ellen MacArthur Foundation*. Essa abordagem busca transformar o modelo atual de produção linear-consumo, visando beneficiar os negócios, a sociedade e o meio ambiente (EMF, 2017).

Elia, Gnani e Tornesse (2017) definem os objetivos essenciais da economia circular como a redução da erosão do ecossistema natural, a limitação dos níveis de emissões, tanto diretas quanto indiretas, o aumento da utilização de recursos renováveis e recicláveis, bem como a promoção da durabilidade dos produtos através da extensão de sua vida útil. Estes ambiciosos objetivos da EC se tornam realizáveis por meio de uma série de etapas que constituem a EC e das estratégias que refletem o comprometimento necessário para alcançar resultados efetivos.

O próximo tópico fornecerá uma revisão dos estudos realizados em diversos setores, incluindo o setor alimentício, identificando as etapas-chave que constituem a economia circular.

2.2.1 Economia circular e suas etapas

Abordando a economia circular de forma holística, a EEA (*European Environment Agency*) (2019) destaca as principais fases, englobando materiais, produção, consumo e reciclagem de resíduos. Por sua vez, Hobson (2019) enfatiza a necessidade de uma reconfiguração dos atuais sistemas lineares de recursos e consumo de energia, propondo medidas como sensibilização do consumo, reutilização, reparo, renovação e reciclagem. Tais ações promovem a transição de um modelo baseado na produção primária e contribuem significativamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa ao longo do processo.

Kalmykova, Sadagopanb e Rosado (2017) e Yang *et al.* (2019) entendem que é possível medir a economia circular por meio de algumas etapas tais como: fonte de materiais por meio

da estratégia de avaliação do ciclo de vida; projeto pela desmontagem, reciclagem e redução; manufatura, distribuição e vendas; consumo e uso pelas estratégias de rotulagem ecológica e reutilização; coleta e descarte pela logística reversa, sistema de troca e devolução, reciclagem e recuperação; e remanufatura e entradas circulares pelas materiais de base biológica.

De Angelis, Howard e Miemczyk (2018) apontam que as principais etapas estratégicas para o fim de vida de um produto são: a manutenção para prolongar a durabilidade; a reutilização para o mesmo propósito; o condicionamento/remanufatura envolvendo substituições de alguns componentes e recuperação de componentes a serem usados dentro de um novo processo de fabricação; e a reciclagem.

De acordo com Kalmykova, Sadagopanb e Rosado (2017), uma cadeia de valor na economia circular abrange etapas e estratégias como abastecimento de materiais, projeto e design, fabricação (eficiência energética, uso de materiais), distribuição e vendas, consumo e uso (reutilização), coleta e descarte, reciclagem e recuperação.

No contexto específico do setor de alimentos, Gribaudo *et al.* (2020) destacam quatro etapas para o desenvolvimento da economia circular, que incluem modelo de projeto, reciclagem, cadeia de valor reversa eecoinovação. Já Diéguez-Santana *et al.* (2021) definem sete etapas, como matérias-primas, design, fabricação, círculo econômico, distribuição e vendas, consumo e uso, e 4R (reciclar, reutilizar, reparar e remanufatura), refabricação e sustentabilidade.

Ao abordar essas etapas da economia circular, a indústria pode adotar estratégias que visam minimizar o desperdício, promover a reutilização de materiais, prolongar a vida útil dos produtos e fechar o ciclo de materiais por meio da reciclagem e recuperação de resíduos. Essas medidas têm o potencial de reduzir a dependência de recursos virgens, diminuir o impacto ambiental, social e econômico e promover a eficiência no uso de recursos. O Quadro 1 apresenta um resumo das etapas mencionadas.

Quadro 1 - Etapas da economia circular

Autores	Etapas	Aplicação
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	Abastecimento de materiais; projeto; fabricação/produção; distribuição e vendas; consumo e uso; coleta e descarte; reciclagem e recuperação.	Outros setores
De Angelis, Howard e Miemczyk (2018)	Manutenção; reutilização; condicionamento/remanufatura; reciclagem.	Outros setores

Yang <i>et al.</i> (2019)	Fonte de materiais; projeto; manufatura; distribuição e vendas; consumo e uso; coleta e descarte; reciclagem e recuperação; remanufatura; entradas circulares.	Outros setores
EEA (2019)	Materiais; <i>ecodesign</i> ; produção; consumo; reciclagem de resíduos.	Política Ambiental
Hobson (2019)	Reutilização; reparo; renovação; reciclagem.	Outros setores
Diéguez-Santana <i>et al.</i> (2021)	Matérias-primas; design; produção; círculo econômico; distribuição e vendas; consumo e uso; 4R (reciclar, reutilizar, reparar e remanufatura); refabricação; sustentabilidade.	Outros setores
Gribaudo <i>et al.</i> (2020)	Modelo de projeto; reciclagem e cadeia de valor reversa; estimulando aecoinovação.	Setor alimentício

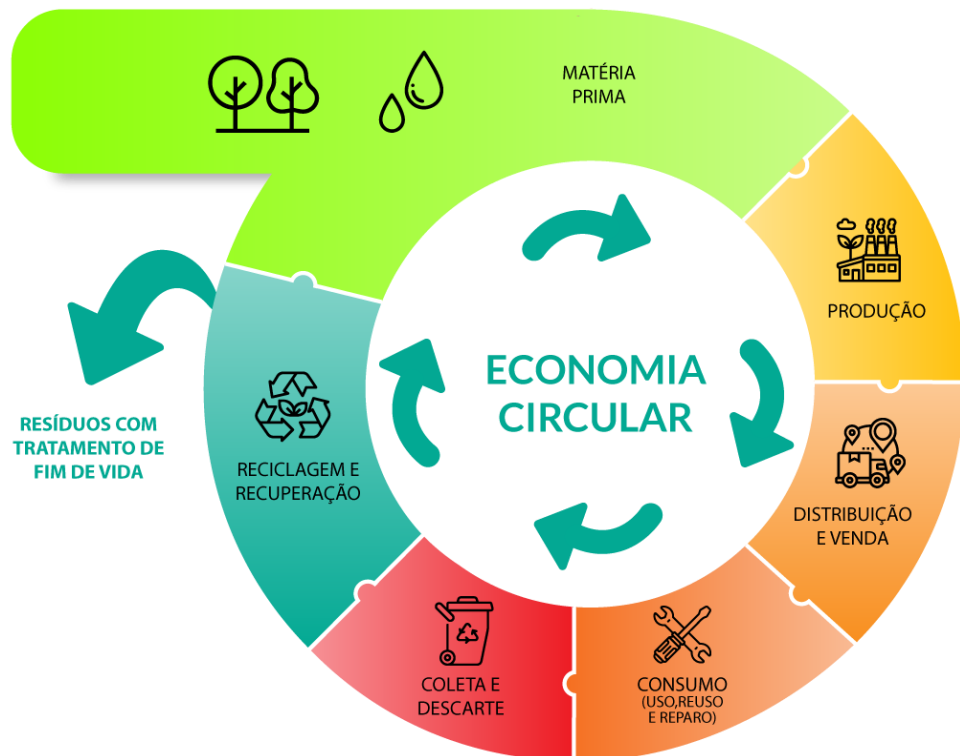
Fonte: Autora (2023)

Conforme destacado no Quadro 1, foram compiladas as principais etapas da economia circular com base nas contribuições dos estudiosos: a matéria-prima citada 4 vezes, o design 6 vezes, a produção ou remanufatura 4 vezes, a distribuição e venda 3 vezes, o consumo e uso 6 vezes, a coleta 2 vezes e a reciclagem 4 vezes. Embora a produção e remanufatura tenham sido mencionadas nos estudos citados, a remanufatura não é considerada uma etapa da economia circular no contexto das indústrias e produtos do setor alimentício.

Com base nos estudos mencionados e na pesquisa principal conduzida por Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2017), escolhida devido à sua abrangência de informações, a qual abarcou uma revisão da literatura envolvendo 118 documentos que exploravam as etapas e estratégias da economia circular em diversas partes da cadeia de valor, identificou-se um total de 7 etapas e 45 estratégias relacionadas à economia circular.

Como resultado, para o escopo deste estudo, foram selecionadas e adaptadas sete etapas específicas da economia circular voltadas para o setor de alimentos, a saber: (I) matéria-prima; (II) design; (III) produção; (IV) distribuição e comercialização; (V) consumo (incluindo o uso, reuso e reparo de embalagens); (VI) coleta e descarte; e (VII) reciclagem, com um tratamento adequado para o fim de vida dos resíduos, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Etapas da economia circular no setor alimentício



Fonte: Adaptado de Kalmykova, Sadagopanb e Rosado (2017)

Na economia circular, as etapas correspondem aos estágios da transição de um modelo linear de produção e consumo para um modelo circular, enquanto as estratégias são as abordagens e planos para implementar essa transição. Elas representam as ações específicas adotadas por organizações e outras partes interessadas para atingir os objetivos da economia circular. No decorrer deste estudo, as estratégias serão detalhadamente apresentadas nos resultados, proporcionando uma compreensão mais clara das etapas envolvidas.

O setor alimentício foi selecionado como objeto de estudo devido ao seu grande impacto nos processos produtivos em termos de sustentabilidade, uma vez que está diretamente envolvido na oferta de produtos essenciais para as necessidades fisiológicas e subsistência das pessoas (Viana, 2021).

Entretanto, vale ressaltar que o setor alimentício continua a enfrentar desafios significativos, incluindo o investimento limitado em pesquisa e a dependência de avanços tecnológicos graduais (Gianezini *et al.*, 2012). Isso sublinha a importância de uma análise profunda do impacto dessas estratégias, não apenas na qualidade de vida das pessoas, mas também na saúde do nosso planeta. Essa questão será abordada com mais detalhes no tópico seguinte.

2.3 SETOR ALIMENTÍCIO

O setor alimentício desempenha um papel demasiadamente importante na economia mundial e na qualidade de vida das pessoas. No Brasil, a geração de empregos é responsável por 1,8 milhão de postos de trabalho diretos e formais, correspondendo a 24,3% dos empregos da indústria de transformação no país (ABIA, 2022). Ainda de acordo com os dados da Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos - ABIA de 2022, em termos de exportação, o Brasil desponta na 1ª posição como maior exportador mundial de suco de laranja e açúcar, e ocupa a 2ª posição de carne bovina, carnes de aves, óleo de soja, bombons e o café solúvel.

No entendimento de Bocken, Morales e Lehner (2020), a indústria alimentícia, mesmo que essencial para a vida cotidiana das pessoas, tem provocado significativos impactos negativos ao meio ambiente nas últimas décadas. Além disso, a ineficiência dos processos produtivos resulta em um índice de perda de 14% dos alimentos entre a colheita e a venda, sendo mais grave no caso de frutas e vegetais em que esta taxa chega a 20% (Zandonai; Czezacki, 2021).

Pagotto e Halog (2016) relatam que a agricultura é o maior consumidor de água. Além disso, a degradação do solo, a emissão de gases de efeito estufa, o consumo de energia e a geração de resíduos são considerados os principais impactos ambientais causados pelo setor alimentício.

Dados fornecidos pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) em 2021 agravam ainda mais esse cenário preocupante, revelando que aproximadamente 17% do total de alimentos disponíveis para a população brasileira acabam desperdiçados, seja na sua produção, nas residências, no varejo ou em outros serviços alimentares.

No contexto atual, aderir de forma mais otimizada aos princípios de economia circular no setor alimentício mostra-se essencial ao se reconhecer que o desperdício de alimentos é uma importante questão contemporânea. Costa *et al.* (2021) comentam que o setor de alimentos busca alcançar objetivos de desenvolvimento da sustentabilidade e circular, e, como resultado, o enfrentamento do desperdício de alimentos ganhou destaque como uma das principais prioridades para governos e economias em todo o mundo.

Em um estudo desenvolvido por Sehnem *et al.* (2019) em indústrias que atuam no setor de alimentos no Brasil e na Escócia, concluiu-se que as organizações estão adaptando as etapas circulares, como compostagem, produção orgânica, boas práticas em termos de solo e manejo dos dejetos dos animais, criação de corredores ecológicos, separação de ativos biológicos e técnicos, incentivo à uso de energia limpa, logística reversa, reciclagem de água, bem-estar dos

funcionários, implementação da bio digestão e ênfase na criação de uma cadeia de abastecimento sustentável. No caso das indústrias na Escócia, elas afirmam que a legislação específica incentiva as empresas a desenvolver modelos de negócios circulares, e que são capazes de serem implementados.

Em outro estudo realizado por Ibn-Mohammed *et al.* (2021), em um cenário pós-Covid-2019, identificou-se uma série de alavancas da EC para diminuir os desperdícios e a degradação ambiental, como o fechamento de ciclos de nutrientes com o uso da agricultura regenerativa, a recuperação de valor de nutrientes orgânicos por meio de instalações de digestão anaeróbica, a adoção da agricultura urbana e periurbana, a expansão das instalações de coleta, redistribuição e valorização de alimentos.

A indústria de alimentos e bebidas é a maior do Brasil, com 58% de tudo que é produzido no campo é processado pela indústria, permitindo uma diversidade dos tipos de indústria de alimentos, como corte de carnes e derivados, de laticínios, de alimentos processados, de cereais e grãos, de alimentos saudáveis e funcionais, de bebidas alcoólica, refrigerantes, sucos e néctares, entre tanto outros (ABIA, 2022).

As indústrias de alimentos têm adotado as etapas da economia circular como um guia inovador para o desenvolvimento de seus produtos (Augusto, 2022). A implementação da economia circular visa criar uma sociedade socialmente justa e inclusiva, impulsionada pela necessidade de alcançar resiliência e metas de sustentabilidade, o que pode resultar em um aumento no bio economia (Ibn-Mohammed *et al.*, 2021). É possível estabelecer uma conexão entre a economia circular e as dimensões da sustentabilidade no setor alimentício, como será abordado no subtópico a seguir.

2.4 DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE

A integração entre as dimensões sociais, ambientais e econômicas trazem uma nova visão pautada em atender as necessidades das gerações atuais sem comprometer as gerações futuras (Assadourian; Prugh; 2013, Pereira; *et al.*, 2018).

Salum (2019) cita que para alcançar a sustentabilidade é preciso respeitar a equidade entre as dimensões ambiental, social e econômica, no qual, a dimensão ambiental está vinculada ao planeta ou aos recursos naturais objetivando a preservação e conservação ambiental; a dimensão social refere-se aos benefícios gerados ao capital humano de uma empresa ou sociedade buscando a inclusão social, saúde e segurança; e a dimensão econômica faz referência

ao lucro visando um desenvolvimento econômico viável por meio de investimentos e benefícios gerados para se ter eficiência produtiva e geração de emprego.

Sachs (2007) ressalta que a sustentabilidade vai além das dimensões propostas pelo TBL (*Triple Bottom Line*), que incluem aspectos ambientais, sociais e econômicos. De acordo com o autor, a sustentabilidade também abrange as dimensões espacial, cultural, política, demográfica, institucional, temporal e ecológica. No entanto, para o escopo deste estudo, serão consideradas apenas as dimensões ambiental, social e econômica da sustentabilidade. A seguir, apresentaremos suas características e relacionaremos essas dimensões à economia circular e ao setor de alimentos.

2.4.1 Dimensão ambiental

A dimensão ambiental faz referência aos recursos naturais e busca-se a preservação e conservação, considerando os impactos causados pelos processos de produção e consumo (Eberhardt; Birgisdottir; Birkved, 2012). Sua importância se dá, sobretudo, devido às demandas de consumo de uma população mundial crescente que tem enormes pressões sobre os recursos naturais.

A gestão do consumo dos recursos ambientais é, portanto, vital para garantir o bem-estar e o progresso contemporâneos e futuros. Sobre isso, Eberhardt, Birgisdottir, Birkved (2019) determinam que a economia circular é percebida como um método de economia industrial com potencial para minimizar a utilização dos recursos naturais, a produção de resíduos e os impactos ambientais. Bakan *et al.* (2022) afirma que um sistema baseado na economia circular visa não só dar um novo valor acrescentado ao bio resíduos e recursos residuais, mas também manter o valor de todos os tipos de recursos pelo maior tempo possível, sem prejudicar o ambiente.

2.4.2 Dimensão social

A dimensão social está vinculada aos benefícios gerados ao capital humano de uma indústria/empresa ou sociedade, por meio da equidade, inclusão social, direitos humanos, condições de trabalho, salários, saúde e segurança, etc. (Elkington, 2012). Para Korhonen, Honkasalo e Seppälä (2017), o objetivo do pilar social é oferecer uma economia compartilhada,

com aumento de emprego, tomada de decisão democrática participativa e mais eficiente uso da capacidade de material físico.

Um exemplo de economia circular social focada no desperdício de alimentos é o projeto desenvolvido na França, chamado Economia Social Solidária (ESS), conforme mencionado por Leipold, Weldner e Hohl (2021). Esse projeto visa abordar a discrepância socialmente preocupante entre o acesso limitado a alimentos e as grandes quantidades de alimentos desperdiçados. Ele busca criar empregos nos setores sociais, aumentar a conscientização e educação das pessoas, e promover condições fiscais favoráveis, justiça social e solidariedade. Esse enfoque beneficia tanto as questões socioeconômicas quanto as ambientais relacionadas ao desperdício de alimentos.

2.4.3 Dimensão econômica

A dimensão econômica da sustentabilidade está relacionada à obtenção de lucros por meio de um desenvolvimento econômico viável, levando em consideração tanto as dimensões ambientais quanto sociais (Elkington, 2012).

De acordo com Yuan, Bi e Moriguchi (2006), o desenvolvimento da economia circular tem sido reconhecido como uma solução mais eficiente para melhorar a produtividade e promover a reestruturação industrial, impulsionado pelo desenvolvimento de novas tecnologias e reformas na política industrial. Essa abordagem busca otimizar o uso de recursos, reduzir o desperdício e promover a eficiência produtiva, resultando em benefícios econômicos.

2.4.4 Dimensões da sustentabilidade relacionadas a economia circular e ao setor alimentício

A tarefa de imaginar um futuro da sustentabilidade está longe de ser simples, pois requer uma avaliação completa e ponderada de todos cenários plausíveis de padrões futuros de mudanças sustentáveis, bem como seus impactos nos sistemas de produção em vários níveis (Bakan *et al.*, 2022). O Quadro 2 relaciona as três dimensões estudadas com a economia circular e ao setor de alimentos, reforçando a importância da pesquisa.

Quadro 2 - Dimensões da sustentabilidade relacionadas a economia circular e ao setor alimentício

Dimensões	Relação com a economia circular	Relação com setor de alimentos
Ambiental	O modelo vigente da EC, busca por um melhor desempenho dos recursos, as empresas começaram a explorar formas de reutilizar seus produtos e restaurar materiais e insumos com o intuito de minimizar os impactos ao meio ambiente (Elia; Gnoni; Tornese, 2017).	Os produtos de base biológica, a bioenergia e a reutilização de águas residuais são setores-chave em que a investigação e a inovação têm um papel fundamental a desempenhar no futuro próximo para desenvolver soluções tecnológicas e em cadeia que apoiem a implantação da EC (Bakan <i>et al.</i> , 2022).
Social	A economia circular fornece uma ampla gama de serviços ecossistêmicos para avaliação da gestão das pessoas, como os benefícios para a saúde, redução do estresse, benefícios para a saúde física, aumento da expectativa de vida, melhora das relações sociais, aumento da coesão social, redução da violência e comportamento agressivo e melhora do bem-estar (Nika <i>et al.</i> , 2021).	A economia social solidária, como exemplo de atividade social da EC direcionado ao setor de alimentos, tem como foco soluções mais viáveis para a discrepância socialmente escandalosa entre o acesso limitado a alimentos e as quantidades substanciais de desperdício de alimentos, seus agentes de mudança, no entanto, são em sua maioria supermercados, <i>startups</i> e associações, bem como consumidores (Leipold; Weldner; Hohl, 2021).
Econômico	O objetivo econômico da EC é reduzir a matéria-prima do sistema econômico de produção-consumo e custos de energia, gestão de resíduos e custos de controle de emissões, riscos de legislação / tributação e imagem pública como bem para inovar novos designs de produtos e oportunidades de mercado para negócios (Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2017).	A falta de estudos sobre as dimensões econômicas das etapas da EC no setor de alimentos pode ser vista como um obstáculo à implementação do plano de ação da economia circular neste setor. Alterar os processos produtivos e os comportamentos dos consumidores exigem que os <i>stakeholders</i> da cadeia de valor e os governos tenham ferramentas adequadas para ajudá-los a mudar para modelos sustentáveis que integrem a EC (Jacob <i>et al.</i> , 2021).

Fonte: Autora (2023)

O Quadro 2 revela a existência de estudos relacionados aos temas abordados, oferecendo uma validação das etapas e estratégias da economia circular, com foco especial no setor de alimentos. No próximo subtópico, é analisado quais as ferramentas de medição da economia circular e da sustentabilidade podem contribuir eficazmente para o alcance dos objetivos propostos.

2.5 FERRAMENTAS DE MEDIÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR E DA SUSTENTABILIDADE

Alcançar o nível de desempenho da economia circular não é algo fácil, principalmente quando se objetiva mensurar a influência da sustentabilidade. As ferramentas de avaliação da economia circular e sustentabilidade dependem de variáveis para cada estudo que se deseja analisar, sendo uma medição única. No Quadro 3, destacam-se algumas ferramentas avaliativas

existentes na literatura relacionadas à medição da economia circular pautada na sustentabilidade.

Quadro 3 - Ferramentas de medição da economia circular e da sustentabilidade

Ferramentas	Descrição	Autores
<i>Circulytics</i>	Medir o desempenho das empresas/indústrias na economia circular, apoiando a transição de uma empresa para a economia circular, independentemente do setor, complexidade e tamanho. Contribuindo para a medição do desempenho da circularidade, na tomada de decisões, destaca pontos fortes e pontos cegos da circularidade, fornece transparência e abre oportunidades e oferece clareza sem precedentes sobre o desempenho da economia circular.	EMF (2022)
Métricas de Eficiência Operacional (MEO)	Principais métricas circulares utilizadas no mercado, considerando os custos e benefícios, podem ser rastreadas antes mesmo de um programa de sustentabilidade corporativa ser adotado. Por meio, das Métricas de Desempenho em Sustentabilidade (MDS) que verificam impactos ambientais e sociais das estratégias e produtos da empresa e pelas Métricas de Criação de Valor Circular (MCVC), rastreiam como o negócio está melhorando por meio de iniciativas de circularidade.	CEBDS (2022)
Nível de Economia Circular (NEC)	É um modelo específico que visa avaliar o progresso e a maturidade de uma organização em relação à economia circular. Ele fornece uma estrutura para identificar e medir o nível de adoção de práticas circulares e sustentáveis em uma organização. O NEC permite que as organizações avaliem sua posição atual em relação aos princípios da economia circular e identifiquem áreas de melhoria para progredir em direção a um maior nível de desempenho.	Diéguez-Santana <i>et al.</i> , (2021)
Modelos de Maturidade Sustentável	Existem modelos de maturidade mais amplos e genéricos que abrangem a sustentabilidade como um todo. Esses modelos podem ser aplicados à economia circular, considerando as práticas sustentáveis relacionadas ao uso eficiente de recursos, reciclagem, reutilização, redução de resíduos e impacto ambiental.	Machado, Carvalho (2021)
Indicador de Circularidade do Material (ICM)	Aborda a avaliação do nível do produto, priorizando a relação do ciclo técnico, o quão restaurado é o seu fluxo, além de contar com indicadores complementares que permitem avaliar os riscos e impactos dos produtos ou empresas: Indicadores Circulares de Desempenho (ICD) que decorrem da análise do fluxo de materiais e a Taxa Líquida de Reciclagem de Embalagens (TLRE) para calcular a pureza média do polímero dos produtos moídos e lavados.	Brouwer <i>et al.</i> (2020); Niero <i>et al.</i> , (2019)

Fonte: Autora (2023)

Visto que existem abordagens e estruturas disponíveis para avaliar uma organização na implementação dos princípios da economia circular, para este estudo, foi integrado e adaptado o método proposto por Diéguez-Santana *et al.* (2021), que utiliza o cálculo do Nível da Economia Circular (NEC). O objetivo dessa adaptação é mensurar a efetividade da economia circular levando em consideração as dimensões da sustentabilidade, conforme detalhado no

Capítulo 3. Esse enfoque permitirá uma avaliação abrangente e precisa do nível da economia circular pautada na sustentabilidade em indústrias de alimentos.

Um instrumento de medição de desempenho para a economia circular, baseada nos princípios da sustentabilidade, permite uma análise abrangente das condições da organização como um todo. Isso auxilia na identificação das etapas que necessitam de melhorias, na priorização de objetivos e recursos, além de se tornar uma parte essencial do processo de gestão. Essa abordagem visa atender às expectativas e demandas dos *stakeholders*, incluindo clientes, colaboradores, fornecedores e auditores (Bititci *et al.*, 2011; Bourne *et al.*, 2000).

A economia circular e a sustentabilidade são temas em constante evolução, e novas ferramentas de medição podem surgir à medida que as práticas e abordagens são refinadas (Nika *et al.*, 2021). Avaliar e controlar a economia circular são tarefas intrinsecamente complexas, exigindo uma análise minuciosa.

Nesse contexto, foram estabelecidas definições cruciais, como métricas, indicadores, metas, bem como a avaliação de desempenho, o sistema de medição de desempenho, os modelos de maturidade, o nível de maturidade e o nível de desempenho, como proposto por Ahi e Searcy (2015) e Romero-Luís *et al.* (2021). Conforme ilustrado no Quadro 4, essas definições dos requisitos de medição proporcionaram uma compreensão mais aprofundada dos objetivos da pesquisa.

Quadro 4 - Definição de requisitos de medição

Definição	
Métrica	As métricas se baseiam na definição de um padrão de medição, que por sua vez pode ser qualitativo ou quantitativo. São medidas brutas como valores e quantidades.
Indicador	Os indicadores mostram a condição ou existência de algo e têm um foco mais amplo do que as métricas. São as medidas calculadas, geralmente representadas por percentual.
Metas	Meta é aquilo que se pretende alcançar dentro de determinado período.
Avaliação de desempenho	Processo de coleta de informações e análise do desempenho de uma organização em relação a metas ou padrões predefinidos.
Sistema de medição de desempenho	Coleta dados relevantes e mensuráveis que são utilizados para avaliar o desempenho de uma organização.
Modelo de maturidade	São estruturas que auxiliam as organizações a avaliarem sua capacidade e maturidade em um determinado processo, área ou prática.
Nível de maturidade	Medida específica que indica o grau de eficácia ou o estágio alcançado por uma organização a um modelo de maturidade específico.
Nível de desempenho	Métrica que avalia o quão eficaz e bem-sucedida uma determinada organização,

	indústria ou sistema está em adotar e implementar.
--	--

Fonte: Adaptado Kamble e Gunasekaran (2019); Mittal, Khan, Romero e Wuest (2018); Ahi e Searcy (2015); Romero-Luis *et al.*, (2021)

Este trabalho tem o intuito de propor um instrumento que se enquadre na mensuração do nível de desempenho, seguindo a fórmula do trabalho de Diéguez-Santana *et al.* (2021), cujo o estudo analisou-se o nível de economia circular em empresas e cadeia de suprimentos. Para a definição do nível de economia circular, os autores realizaram estudo teórico e prático que definiu o conceito de economia circular e a identificação das etapas que devem formar o *checklist*, juntamente com as estratégias.

A análise do nível da economia circular faz parte da seleção do grupo de especialistas da área, onde o cálculo definido fornece o peso ou grau de importância para cada estratégia por meio da matriz de processos analíticos em relação ao objeto de estudo (a empresa). Para sua aplicação a ferramenta realizou-se a análise estatística descritiva e o peso de cada estratégia foi multiplicado pelos resultados dos elementos correspondentes.

3 MÉTODOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

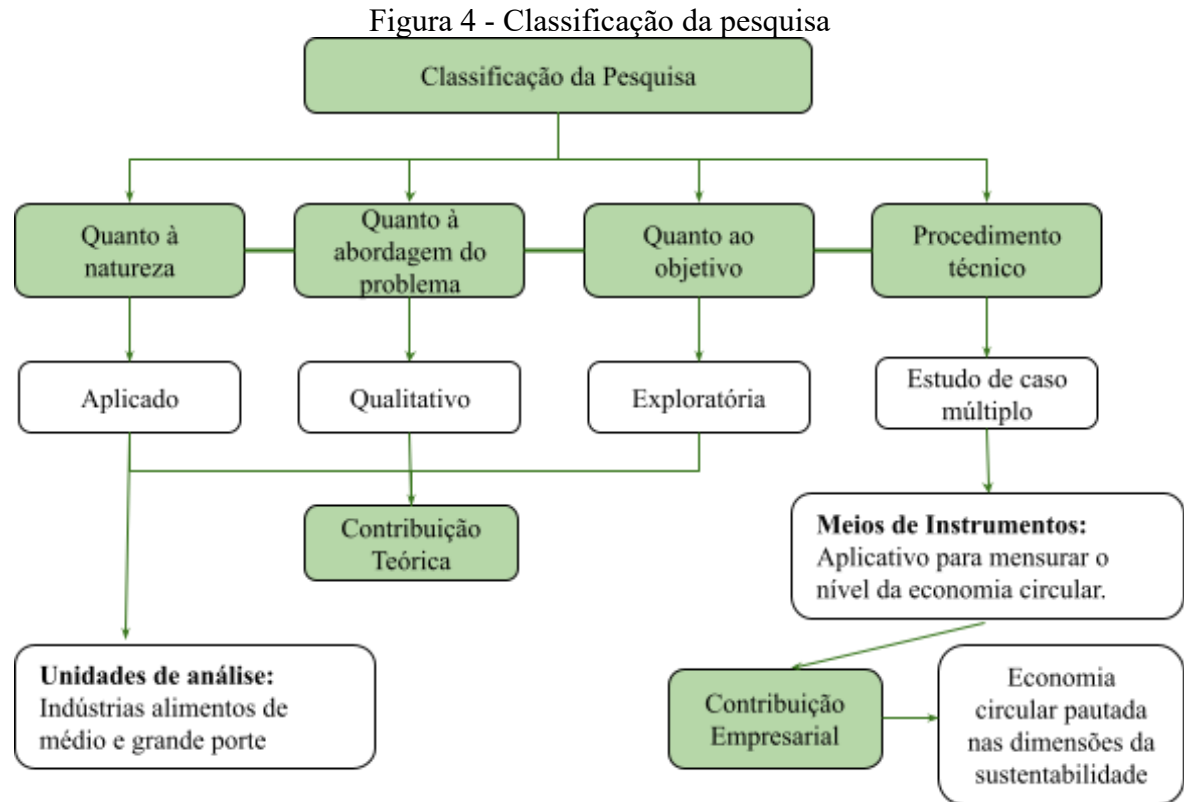
Este trabalho está inserido no campo da Engenharia de Produção, mais especificamente na subárea de Gestão Sustentável da Cadeia de Suprimentos.

Quanto à sua natureza, a pesquisa realizada pode ser classificada como aplicada, uma vez que busca gerar novos conhecimentos relacionados ao tema, contribuindo tanto para o avanço da ciência quanto para o benefício das empresas. A pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo destinado à avaliação do nível de desempenho da economia circular com base nas dimensões da sustentabilidade, focando principalmente em indústrias do setor de alimentos. Dessa forma, o estudo procura identificar verdades temporárias e relativas que possam ser de amplo e universal interesse, como definido por Nascimento e Sousa (2015).

No tocante à abordagem do problema, tem-se um trabalho de cunho qualitativo, haja vista que a análise do panorama em questão não se valerá de critérios ou dados numéricos para validar as proposições da fase inicial, bem como, tomar conclusões sobre o assunto. Tuzzo e Braga (2016) denotam que a utilização da pesquisa qualitativa é importante para delinear cenários em que o campo numérico dificultaria a abordagem de múltiplos conhecimentos e ideias sobre determinado assunto.

No que diz respeito aos objetivos da pesquisa, optou-se por uma abordagem exploratória para este estudo. Como apontado por Silva e Menezes (2005), esse tipo de classificação é mais comum em levantamentos bibliográficos e visa a observação e compreensão de uma ampla gama de aspectos relacionados ao fenômeno investigado pela pesquisadora. Esta definição está em sintonia com o escopo deste trabalho, que tem como objetivo primordial a validação de um instrumento destinado a avaliar o nível da EC.

Quanto aos procedimentos técnicos, o estudo aqui empreendido é classificado como um estudo de campo múltiplo, uma vez que este estudo tem como proposta mensurar o nível de desempenho da economia circular pautada na sustentabilidade em indústrias de alimentos. A Figura 4 apresenta o resumo das classificações da pesquisa.

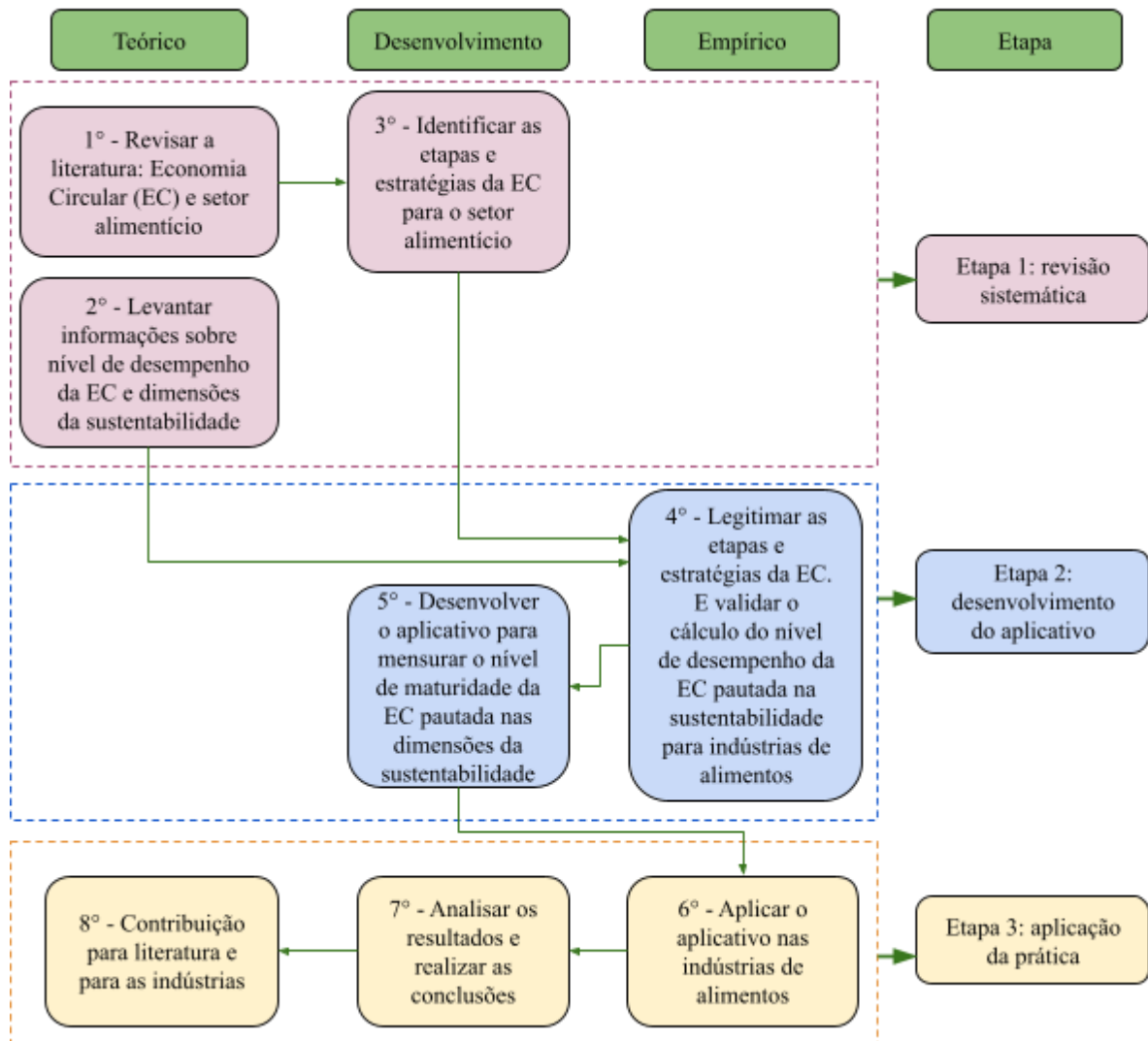


Fonte: Autora (2023)

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A elaboração das etapas da pesquisa segue a estrutura desenvolvida pelo Laboratório de Desempenho Logístico (LDL) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) demonstrando a troca entre teoria e prática e o consequente desenvolvimento do conhecimento, apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Etapas da pesquisa método LDL



Fonte: Autora (2023)

A Figura 5 apresenta as três etapas da elaboração da pesquisa, a primeira é o procedimento da revisão sistemática, a segunda o desenvolvimento do aplicativo para coleta dos dados e a terceira a aplicação da prática. Estas etapas são enquadradas no Quadro 5 onde as etapas são relacionadas aos objetivos específicos e os resultados esperados do presente estudo.

Quadro 5 - Enquadramento das etapas da pesquisa

Etapas	Objetivo específicos	Resultados esperados
Revisão sistemática	1 - Identificar os elementos estruturantes da economia circular para o setor de alimentos;	Identificar as etapas e estratégias da economia circular pautadas na sustentabilidade;
Desenvolvimento do aplicativo	2 - Estabelecer o método que mesure o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos; 3 - Criar um aplicativo para avaliar o nível de desempenho da economia circular pautadas nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos;	Desenvolvimento do aplicativo para mensurar o nível da economia circular;
Aplicação da prática	4 - Aplicar o instrumento por meio do aplicativo, mensurando o nível da economia circular pautada nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos;	Aplicação do aplicativo em indústrias de alimentos; Relatório para as indústrias do nível de desempenho da EC; Contribuição para literatura.

Fonte: Autora (2023)

A Figura 5 e o Quadro 5 apresentam de forma simplificada as etapas. Nos subtópicos a seguir, são discutidas e detalhadas as etapas da pesquisa.

3.2.1 Etapa 1 - Revisão sistemática

Inicialmente, visando aprofundar os conhecimentos na área e embasar o presente trabalho, realizou-se uma revisão de literatura na qual foram definidas as *strings* de busca, para os quatro eixos conceituais, como apresenta o Quadro 6: economia circular, maturidade e avaliação de desempenho, indústria de alimentos e sustentabilidade.

Quadro 6 - *Strings* de busca

Nº	Eixos conceituais	<i>Strings</i> utilizados
Nº1	Economia circular	<i>"circular economy" OR "closed loop" OR "closed loop supply chain" OR "circular supply chain" OR "circular business" OR "circular model" OR "circular* practice" OR "circular* activity" OR circularity</i>
Nº2	Maturidade e avaliação de desempenho	<i>"maturity" OR "performance management" OR "performance evaluation" OR "performance assessment"</i>
Nº3	Indústria de alimentos	<i>Agri* OR food</i>
Nº4	Sustentabilidade	<i>Sustain*</i>

Fonte: Autora (2023)

Assim, realizou-se uma busca estruturada de artigos no dia 20 de junho de 2023, nas bases de dados: *Scopus*, *WOS (Web of Science)*, *Compendex (Engineering Village)*, *Scielo*. Outras bases de dados foram consultadas tais quais, *Science Direct*, *IEEE Xplore* e *Wiley Online Library*, as quais não obtiveram resultados diferentes. As pesquisas levantadas priorizaram o filtro temporal de 2010 a 2022 e o tipo de documento, somente artigos de periódicos, cuja meta é utilizar informações recentes e de alta qualidade.

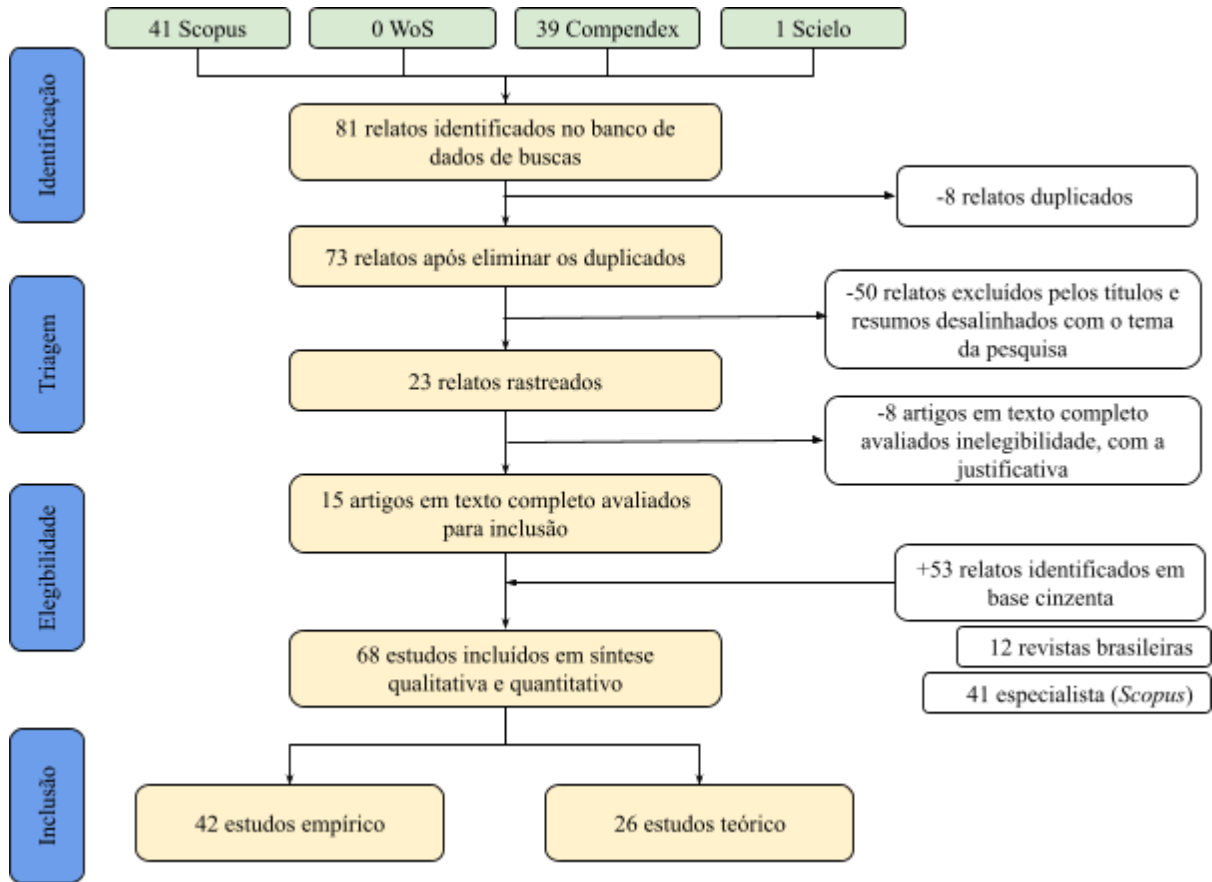
Para qualificar a pesquisa, usou-se o método PRISMA, o software *Mendeley* para a organização dos dados e o software *RStudio* pelo pacote *Bibliometrix* para junção e investigação, proporcionando compreender de forma visual as bibliotecas das referências científicas utilizadas. Iniciando com 81 relatos, observou-se a carência de artigos relacionados aos temas entre si, adicionando mais buscas individuais e fontes de especialistas, finalizando com 78 estudos.

O método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), definido como um método para auxiliar nas revisões sistemáticas e meta-análises, criado a partir de uma orientação chamada QUORON (*Quality of Reporting of Meta-Analyses*), desenvolvido para análise de ensaios clínicos, tornando um método avançado e prático para revisões sistemáticas na ciência (Moher *et al.*, 2010).

Da Silva *et al.* (2020) descrevem que o objetivo do método PRISMA é permitir a pesquisadora objetividade na leitura dos artigos para a elaboração dos projetos e para isso divide-se em quatro partes: identificação, onde é totalizada a quantidade de buscas encontradas; e em seguida a triagem, na qual, são eliminados os arquivos duplicados e com problemas de acesso; a parte de elegibilidade, onde são excluídos os títulos e os resumos desalinhados com o tema da pesquisa; e por último a inclusão, na qual a pesquisadora considera os artigos incluídos na análise qualitativa e quantitativa.

As etapas do método PRISMA aplicada ao estudo podem ser vistas na Figura 6.

Figura 6 - Etapas do método PRISMA



Fonte: Autora (2023)

O portfólio final foi obtido por meio da leitura integral dos artigos resultantes da etapa de análise, a revisão sistemática detalhada é descrita no Capítulo 4.1 deste trabalho. A seguir, apresenta-se o processo de desenvolvimento da ferramenta.

3.2.2 Etapa 2 - Desenvolvimento do aplicativo

O desenvolvimento da ferramenta é proposto em dois objetivos específicos, descritos na Figura 5, identificar as estratégias da EC para o setor de alimentos de acordo com as dimensões da sustentabilidade e desenvolver o aplicativo para avaliar o nível da EC pautada nas dimensões da sustentabilidade.

Para isso dividiu-se o desenvolvimento da ferramenta em três partes:

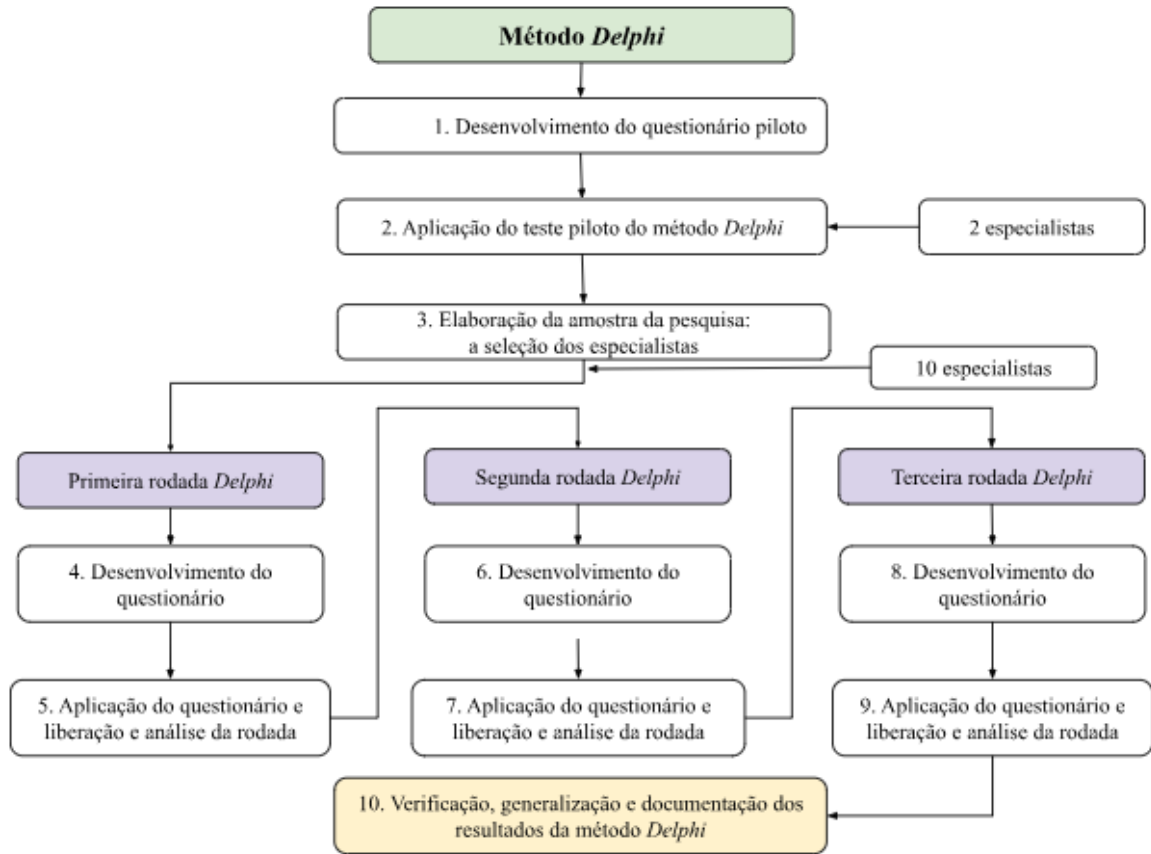
- A primeira parte identificou as estratégias pautadas nas dimensões da sustentabilidade (I) ambientais; (II) sociais; e (III) econômicas, com o auxílio dos especialistas utilizando a metodologia *Delphi*, descrito no subtópico 3.2.2.1;

- A segunda parte envolve a definição da ferramenta para base da construção do aplicativo, que é o Nível da Economia Circular (NEC) de Diéguez-Santana *et al.* (2021), citada no Capítulo 2 e relatada no subtópico 3.2.2.2;
- Na terceira parte, é o desenvolvido o aplicativo, por meio do site *bubble*, que permite criar aplicações personalizadas para *web* e dispositivos móveis *no code*, com alta personalização de design, fácil gerenciamento do conteúdo e com o banco de dados integrado (BUBBLE, 2023), apresentando no subtópico 3.2.2.3.

3.2.2.1 Método Delphi adaptado

O método *Delphi* é uma abordagem convergente do conhecimento em grupo de especialistas, proposto pela primeira vez por Dalkey e Helmer em 1963, cujo objetivo principal é obter o consenso entre suas considerações acerca de um assunto (Giannarou; Zervas, 2014). Onde, os especialistas do estudo expressam suas opiniões por meio de questionários e o facilitador do estudo faz circular as opiniões/respostas dos especialistas (Kumar *et al.*, 2021).

Desde a sua criação, o método *Delphi* tem sido visto como uma técnica básica para obter uma solução inovadora para um questionamento ou problema (Kaviani *et al.*, 2020). Utilizou-se como referência o estudo de Skulmoski *et al.* (2007) para o desenvolvimento do método *Delphi* adaptado, a Figura 7 apresenta o fluxo dos passos da aplicação do método *Delphi* adaptado.

Figura 7 - Método *Delphi* adaptado

Fonte: Autora (2023)

Tem-se como o passo a passo para aplicação do método *Delphi* adaptado e caracterizado de acordo a pesquisa:

- 1) Elaboração das perguntas da pesquisa: estabelecido pela autora, de acordo com a revisão sistemática;
 - a) a princípio foi definidos 7 etapas e 45 estratégias da economia circular pela literatura;
- 2) Aplicação do teste piloto do método *Delphi* adaptado: foi realizado com o objetivo de testar e ajustar o questionário *Delphi*;
 - a) o teste piloto foi respondido por duas especialistas em economia circular e sustentabilidade;
- 3) Elaboração da amostra da pesquisa: a seleção dos especialistas é baseada em (i) conhecimento e experiência com as questões sob investigação; ii) capacidade e vontade de participar; iii) tempo suficiente para participar da pesquisa *Delphi*; e iv) habilidades de comunicação eficazes;
 - a) o questionário foi enviado para 10 especialistas de modo online;

- 4) Desenvolvimento do questionário da primeira rodada *Delphi*: o propósito da primeira rodada do *Delphi* é fazer um *brainstorming*;
 - a) os especialistas responderam se as estratégias da economia circular podem ser aplicadas em indústrias de alimentos, de forma direta, sim (1) ou não (0);
- 5) Aplicação do questionário de liberação e análise da primeira rodada: os questionários são distribuídos aos participantes do *Delphi*, que os preenchem e os devolvem a pesquisadora;
 - a) os resultados da primeira rodada foram analisados de acordo com o paradigma de pesquisa: para análise é calculado a mediana dos resultados, aquelas estratégias que obtiveram o valor 0 (não se aplica à indústria de alimentos) foram justificadas pelos especialistas e analisadas pela pesquisadora e em seguida eliminadas. Para manter a interação dos especialistas, um poderia ver a resposta do outro, podendo concordar ou discordar;
- 6) Desenvolvimento do questionário da segunda rodada: as respostas da primeira rodada delimitam as perguntas do questionário da segunda rodada. Após a redução no número de estratégias, o questionário foi modificado para que os especialistas respondessem se a estratégia da economia circular para cada etapa tem relação com as dimensões da sustentabilidade (ambiental, social e econômica);
 - a) os especialistas responderam à seguinte pergunta: qual é o nível de importância das dimensões da sustentabilidade na referida estratégia: (0) nulo/não se aplica - (1) muito baixo - (2) baixo - (3) médio - (4) alto - e (5) muito alto;
 - b) uma das modificações no método *Delphi* clássico foi feita porque este estudo examinou estratégias já existentes, porém essas estratégias precisam ter contribuição para a sustentabilidade;
- 7) Liberação e análise do questionário da segunda rodada: o questionário da segunda rodada é liberado para os especialistas da pesquisa e quando finalizado, retorna para análise;
 - a) Para análise da segunda rodada foi calculada a mediana dos resultados, como no estudo de Rahlin, Barnett e Sarmiento (2022), no qual, permitiu identificar e a porcentagem (peso) de concordância calculado para determinar se o consenso foi alcançado;
 - b) os especialistas responderam por meio da escala *likert* de 0 a 5 qual a contribuição das dimensões da sustentabilidade para cada estratégia da economia circular;

- c) e em seguida somado os valores da mediana para dimensão ambiental, social e econômica de cada estratégia;
 - d) também foi analisado, se a estratégia recebeu o valor 0 em alguma dimensão da sustentabilidade, sendo um dos critérios adaptados, em que cada estratégia precisa contribuir nas três dimensões da sustentabilidade - caso tenha o valor zero seria eliminada;
 - e) para o cálculo do peso, foi feita a porcentagem, identificou-se a estratégia de maior valor, seguida dividido o valor encontrado pela somatória das medianas;
 - f) para a interação dos especialistas, um poderia ver a resposta do outro, podendo concordar ou discordar e enviar o *feedback* a pesquisadora;
- 8) Desenvolvimento do questionário da terceira rodada: as respostas da segunda rodada foram usadas para desenvolver o questionário da terceira rodada, e entender os limites da pesquisa e onde esses resultados podem ser estendidos;
- a) repescagem: novamente os especialistas avaliaram as estratégias de valor igual ou inferior a nove (9), em forma de bate-papo;
- 9) Aplicação do questionário de liberação e análise da terceira rodada: a rodada final da análise é realizada seguindo um processo semelhante usado para analisar os dados da rodada dois. Novamente, os especialistas da pesquisa têm a oportunidade de mudar suas respostas e comentar sobre as perspectivas emergentes e coletivas dos participantes da pesquisa;
- a) O processo *Delphi* foi finalizado com troca de informações suficientes e justificáveis, ocorrendo um consenso entre os especialistas e a pesquisadora;
- 10) Verificação, generalização e documentação dos resultados da pesquisa;
- a) os resultados do método *Delphi* estão apresentados no Capítulo 4.

Okali e Pawlowski (2004) recomendam de 10 a 18 especialistas para aplicação do método *Delphi*. Os especialistas escolhidos para a pesquisa têm conhecimentos específicos em indústria de alimentos, economia circular e sustentabilidade, como apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 – Descrição dos especialistas

Especialista	Universidade e laboratório	Área de atuação e estudo	Tempo de atuação ou estudo
Especialista 1	Mestra, Profissional da Indústria de Alimentos	Consultora em indústria de alimentos	4 anos
Especialista 2	Dra, Profissional da Indústria de Alimentos	Indústria de alimentos de corte de carne e derivados	10 anos
Especialista 3	Mestra, Profissional da Indústria de Alimentos	Pesquisadora e consultora da Indústria de alimentos	3 anos
		Pesquisadora da área de preservação ambiental	6 anos
Especialista 4	Doutoranda, UFPI - Prodema	Economia circular	1 anos
		Sustentabilidade	3 anos
Especialista 5	Doutorando, UFSC - LDL	Indústrias de alimentos	4 anos
Especialista 6	Doutoranda, UFSC - LDL	Economia circular	3 anos
		Sustentabilidade	13 anos
Especialista 7	Doutoranda, UFSC - LDL	Economia circular	5 anos
		Sustentabilidade	5 anos
Especialista 8	Doutoranda, UFSC - LDL	Economia circular	5 anos
		Sustentabilidade	7 anos
Especialista 9	Doutorando, UFSC - LGAA	Economia circular	5 anos
		Sustentabilidade	5 anos
Especialista 10	Doutoranda, UFSC - LGAA	Economia circular	4 anos
		Sustentabilidade	4 anos

Fonte: Autora (2023)

Os especialistas convidados são membros do Laboratório de Desenvolvimento Logístico (LDL) e do Laboratório de Gestão e Avaliação Ambiental (LGAA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Complementando o time, uma especialista da Universidade Federal do Piauí (UFPI), pelo programa Prodema. E três especialistas que atuam como pesquisadoras e consultoras da indústria de alimentos, fechando com 10 especialistas hábitos a respondem o questionário e fazem suas contribuições.

Foi realizado também, o teste piloto, com duas pesquisadoras e professoras com experiência em sustentabilidade e economia circular, uma da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e outra da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A escolha adequada dos especialistas é de extrema importância para o método *Delphi*, pois isso afeta diretamente a qualidade e os resultados do processo (Skulmoski *et al.*, 2007). Com seleção cuidadosa dos especialistas, garantiu-se que os resultados obtidos sejam relevantes, confiáveis e representativos.

3.2.2.2 Nível da Economia Circular

As pesquisadoras Diéguez-Santana *et al.* (2021) propuseram o Nível de Economia Circular (NEC) ou em inglês *Circular Economy Level (CEL)*, para a cadeia de suprimentos. Esta ferramenta utiliza etapas e estratégias que as combinam em um indicador abrangente. Ele permite que as organizações avaliem sua posição atual em relação aos princípios da economia circular e identifiquem áreas de melhoria para progredir em direção a um maior nível de desempenho.

Assim, a fórmula será modelada para calcular o nível de economia circular em indústrias de alimentos, combinando etapas e estratégias, determinado pela aplicação da Equação 1.

$$NEC_j = \sum_{i=1}^7 (w_i * D_{ij}) \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

- NEC_j : variável de escala que determina o Nível de Economia Circular da Indústria de Alimentos;
- w_i : peso específico determinado para cada i - Nesta pesquisa, o método *Delphi* adaptado é utilizado para alocar pesos a cada estratégia, considerando as dimensões da sustentabilidade ambiental, social e econômica;
- D_{ij} : variável de escala calculada a partir da mediana do E_k correspondente - variável ordinal que é medida em uma escala *likert* de 1 a 5 (Muito Baixo = 1, Baixo = 2, Médio = 3, Alto = 4 e Muito Alto = 5), onde k corresponde às estratégias da lista de verificação $k = \{1, 2... 28\}$, agrupados por cada etapa.

A interpretação do resultado da variável NEC baseou-se nos intervalos definidos por Diéguez-Santana *et al.* (2021): Muito Baixo ($\leq 1,5$); Baixo (1,5 a 2,5); Médio (2,5 a 3,5); Alto (3,5 a 4,5); e Muito Alto ($> 4,5$).

De acordo com o Quadro 8, os autores Bertassini *et al.* (2022) abordam seis níveis de desempenho em que uma indústria/organização pode ser classificada em sua prontidão para implementar uma cultura orientada para EC que estão relacionados às avaliações do nível de economia circular de Diéguez-Santana *et al.* (2021).

Quadro 8 - Relação entre os níveis da economia circular

Nível de desempenho da EC (Bertassini <i>et al.</i> , 2022)	Descrição dos níveis de desempenho da EC (Bertassini <i>et al.</i> , 2022)	Avaliação da NEC (Diéguez-Santana <i>et al.</i> , 2021)
0 Rudimentar	As estratégias circulares não fazem parte dos interesses da indústria, apenas seguem a legislação. Eles não expressam nenhum valor, mentalidade, comportamento, capacidade ou competência voltada para economia circular.	0
1 Estado inicial	A indústria tem pouca experiência e conhecimento de estratégias de economia circulares. Existem algumas ações relacionadas à economia circular, mas as ações de proteção ambiental e social são vistas como custosas.	Muito baixo ($\leq 1,5$)
2 Oportunista	A indústria tem algum conhecimento, mas não tem experiência em economia circular. Entende a necessidade de implementar estratégias circulares, mas não cultiva no dia-a-dia comportamentos que expressam essa preocupação, apenas desenvolve projetos específicos nesta temática.	Baixo ($>1,5$ e $\leq 2,5$)
3 Integrado	A indústria tem algum conhecimento e experiência de trabalhar ocasionalmente com economia circular. Aplica alguns princípios circulares a alguns dos produtos/serviços e processos. Está engajada na transição para um ambiente mais circular.	Médio ($>2,5$ e $\leq 3,5$)
4 Inovativa	A indústria muitas vezes trabalha com economia circular e tem muito bom conhecimento e experiência. Incorpora princípios da economia circular na inovação de portfólios e projetos, incluindo o desenvolvimento de novos produtos/serviços e processos, no marketing da marca e nos relatórios. A maioria dos valores compartilhados são circulares e são cultivados no dia-a-dia.	Alta ($>3,5$ e $\leq 4,5$)
5 Líder	A indústria tem enorme experiência e conhecimento prático de economia circular. A indústria está engajada na proposição de políticas públicas e legislação para promover a transição para a economia circular, influenciando outras organizações a se envolverem na jornada de transição.	Muito alto ($>4,5$)

Fonte: Adaptado Bertassini *et al.* (2022) e Diéguez-Santana *et al.* (2021)

A implementação da EC nas indústrias permite um melhor processo de tomada de decisão, destacando para gestores e líderes seus atuais níveis de desempenho indicando os caminhos que devem ser seguidos para melhorar em cada domínio.

3.2.2.3 Desenvolvimento do instrumento

O instrumento de análise da pesquisa é um aplicativo, que foi desenvolvido pela pesquisadora junto a uma desenvolvedora de *softwares*, tem característica educativa, são

projetados para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, tornando o conhecimento mais envolvente, interativo e acessível. Desta forma, facilita o conhecimento de etapas e estratégias da economia circular pautadas na sustentabilidade para um setor essencial.

Os principais usuários do aplicativo são *stakeholders* das indústrias de alimentos, como engenheiros de alimentos, engenheiro de produção, administradores, gestores, supervisores, proprietários ou atuantes na área.

A ferramenta escolhida para o desenvolvimento do aplicativo é o editor *bubble*, que permite que se projete, construa, mantenha e dimensione o aplicativo. Este processo envolveu a definição do design do fluxo de trabalho, com opções baseadas em eventos e outras abordagens, bem como o gerenciamento dos dados relevantes. Além disso, para a gestão do projeto, adotamos a ferramenta *Notion*, que desempenhou um papel fundamental na distribuição e organização de todo o processo de desenvolvimento do aplicativo.

Para detalhes mais abrangentes sobre essa abordagem, recomendamos consultar o Capítulo 4 - Seção 4.3 do nosso trabalho.

3.2.3 Etapa 3 - Aplicação prática

A aplicação prática desse procedimento está diretamente ligada à validação da ferramenta concebida para medir o nível de economia circular, considerando as dimensões da sustentabilidade, no contexto das indústrias de alimentos. A amostragem adotada nesta pesquisa segue o critério de conveniência, conforme delineado por Sweeney, Williams e Anderson (2015). Essa escolha se baseia na facilidade de coleta de dados, em oposição à seleção aleatória de amostras. Por critério de conveniência, a amostragem foi restrita a indústrias nacionais que mantêm associações com sindicatos da indústria alimentícia.

As indústrias de alimentos foram escolhidas por serem de grande potencial em desenvolvimento e tecnologia, presente cada vez mais na sustentabilidade e circularidade. Um dos estudos base para o estudo é dos autores Diéguez-Santana *et al.* (2021), que trazem uma pesquisa no mesmo segmento.

Segundo Silva e Menezes (2005), a população da pesquisa é a totalidade de indivíduos que possuem as mesmas características definidas para um determinado estudo. Partindo dos sindicatos filiados à Federação da Indústria do Estado de Santa Catarina do setor de alimentos, listado no Apêndice C, também foram incluídas indústrias de alimentos nacionais por conveniência para o contato e solicitação da participação da pesquisa. O contato e o retorno das indústrias ocorreram entre 19 de julho de 2023 e 19 de agosto de 2023.

A pesquisa foi conduzida por meio de um aplicativo, cujos usuários são os *stakeholders* das indústrias em questão. Este aplicativo capacita os usuários a realizar uma análise do desempenho das indústrias no contexto da economia circular e da sustentabilidade. Ao término de cada avaliação, o aplicativo gera um relatório detalhado das estratégias avaliadas, tornando-as acessíveis aos usuários para sua análise e referência.

O próximo capítulo aborda estes e demais resultados da pesquisa.

4 RESULTADOS

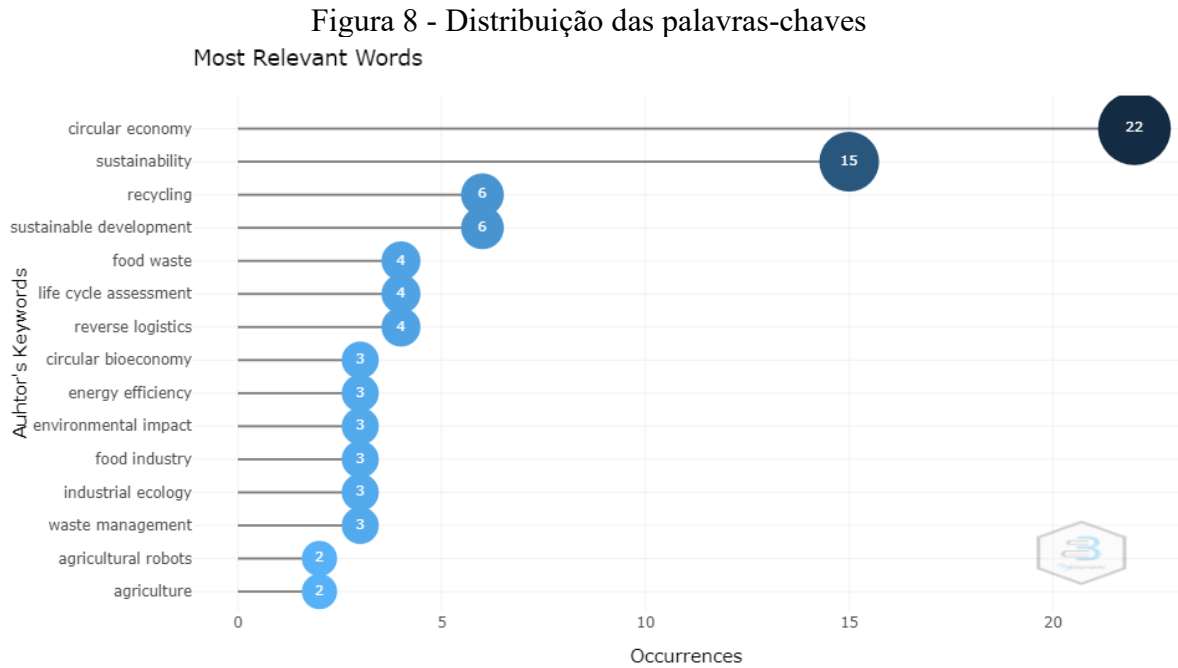
Este capítulo apresenta os resultados obtidos na presente pesquisa, sendo dividido em quatro subtópicos. O primeiro refere-se à análise bibliométrica, com base na pesquisa da literatura para embasamento do estudo; o segundo é a análise de conteúdo - instrumento para avaliar o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústria de alimentos; o terceiro é o desenvolvimento do aplicativo; e o quarto é a aplicação do aplicativo nas indústrias de alimentos.

4.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Por meio do método PRISMA, foram analisadas as bibliografias dos dados encontrados nas plataformas de buscas, totalizando 68 estudos. Com o uso do software *RStudio* pelo pacote *Bibliometrix*, foi investigada a análise bibliométrica, caracterizando em: distribuição das palavras-chaves; das fontes mais relevantes; das publicações por ano e dos autores.

4.1.1 Distribuição das palavras-chaves

Dentre os 68 estudos analisados, as palavras mais citadas, de acordo com a *Bibliometrix*, estão apresentadas na Figura 8. A primeira mais recorrente foi "*circular economy*" mencionada 22 vezes, a segunda foi "*sustainability*", 15 vezes. Em seguida, às palavras relacionadas à sustentabilidade, "*recycling*" e "*sustainable development*", ocuparam a 3ª e 4ª posição, com 6 repetições cada. A palavra relacionada ao tema alimentício, "*food waste*", apareceu apenas em 5º lugar, com 4 repetições. A quantidade de palavras encontradas pela ferramenta para o tema da indústria de alimentos reflete a diversidade de terminologias utilizadas.



Fonte: *RStudio* (2023)

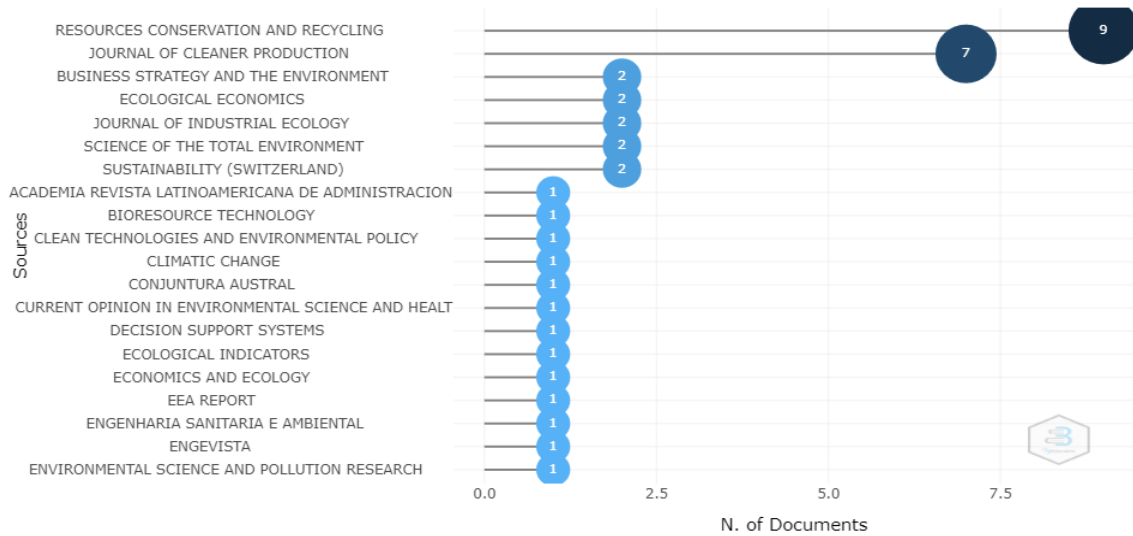
A análise realizada na Figura 7 revela que, das 15 palavras mais citadas no estudo, 3 estão relacionadas ao tema da economia circular, 8 estão relacionadas ao tema da sustentabilidade e 4 estão relacionadas ao setor de alimentos.

4.1.2 Distribuição dos periódicos

Os artigos que compõem o portfólio final, totalizam 68 fontes (periódicos). Percebe-se que estes artigos se concentram em duas fontes com mais recorrência, 9 artigos na revista “*Resources Conservation and Recycling*” em que as métricas deste periódico fornecem informações adicionais sobre três aspectos - impacto, velocidade e alcance - e tem como editor-chefe o Prof. Dr Ming Xu da Universidade de Tsinghua, Pequim, na China.

A revista “*Journal of Cleaner Production*” se destaca com 7 artigos, abrangendo as áreas de negócios, gestão e contabilidade estratégica, engenharia industrial e de manufatura, bem como ciência ambiental geral, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 - Distribuição dos periódicos



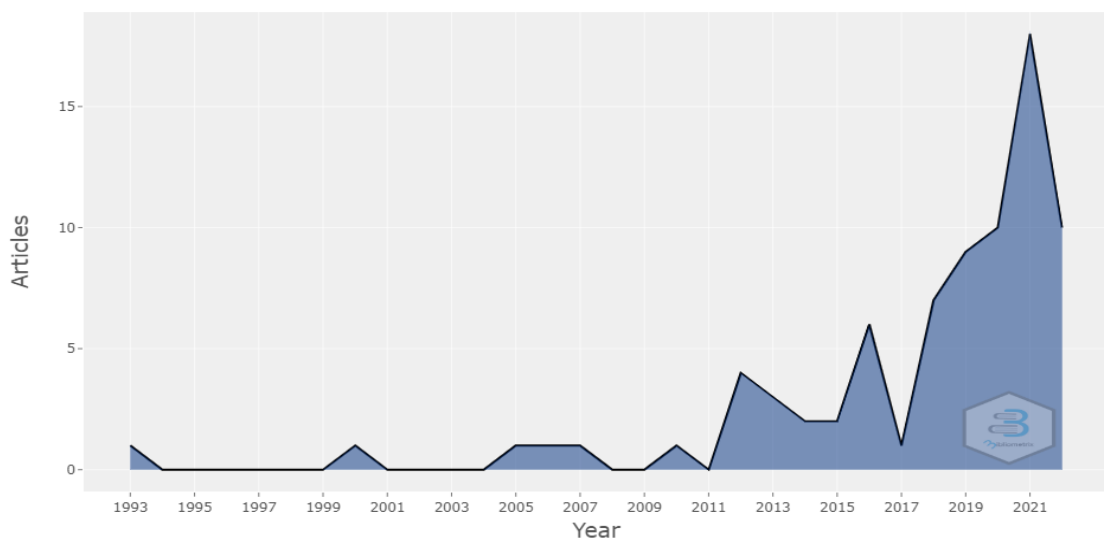
Fonte: RStudio (2023)

Vista na Figura 8 que dentre as revistas citadas, 3 delas são brasileiras, a “Conjuntura Austral”, “Engenharia Sanitária e Ambiental” e “ENGEVISTA”.

4.1.3 Distribuição de publicações por ano

Um fator importante na pesquisa é a identificação da distribuição da quantidade de publicações no tempo estudado. A Figura 10 apresenta a quantidade da distribuição de publicações por ano, permitindo a melhor compreensão do comportamento do interesse pelo tema.

Figura 10 - Distribuição por anos



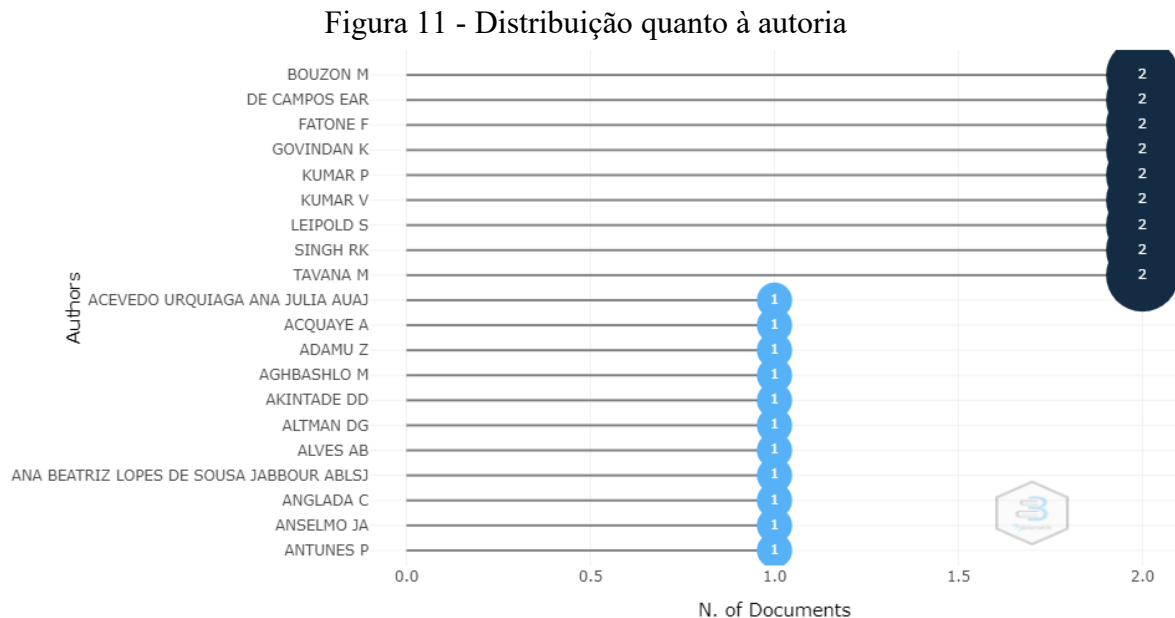
Fonte: RStudio(2023)

Verifica-se pela Figura 9, o ano de 2021 foi o que mais ocorreram publicações, com o total de 18 publicações, é um pico bem discrepante em relação ao período total analisado. De 2018 a 2021 é notável a diferença entre os períodos anteriores, no cenário nacional pode-se justificar pela aprovação do Senado ao incentivo a construções ambientalmente sustentáveis no ano de 2018 no 8º Fórum Mundial da Água (AGÊNCIA SENADO, 2018). Foi referenciado um artigo do ano de 1993, escolhido por ser uma publicação referente aos pioneiros do tema economia circular.

Mesmo com o crescimento da quantidade total de publicações unindo os temas economia circular, setor alimentício e sustentabilidade é baixa, o que mostra que os temas ainda estão pouco difundidos no mundo. Outro tópico discutido é a distribuição quanto à autoria, descrito a seguir.

4.1.4 Distribuição quanto à autoria

Tem-se 297 autores, 12 autores de documentos de autoria única, 285 documentos com mais de um autor. Para esta análise, só foram apresentados os nomes dos 20 primeiros autores em relação a quantidade de publicações, como mostra a Figura 11.



Fonte: RStudio (2023)

Destacam-se os 20 primeiros autores com mais publicações apresentando na Figura 11. Destaca-se autores desta pesquisa: Marina Bouzon da Universidade de Santa Catarina no Brasil,

Elaine Aparecida Regiani de Campos da Universidade do Rio Grande do Sul no Brasil e Madjid Tavana da Universidade Filadélfia nos Estados Unidos com enfoque em logística reversa; Francesco Fatone da Universidade de Verona na Itália com enfoque em agro-resíduos; Kannan Govindan da Universidade do Sul da Dinamarca na Dinamarca com foco em engenharia sustentável e logística reversa; Pravin Kumar da Universidade de Tecnologia da Delhi na Índia e Rajesh Kr Singh do Instituto de Desenvolvimento Gerencial de Gurgaon na Índia com referência ao cadeia de suprimentos sustentáveis; Vimal Kumar da Universidade de Tecnologia de Chaoyang na Taiwan enfoque em economia circular e sustentabilidade; e Sina Leipold na Universidade de Freiburg na Alemanha enfoque em economia circular.

Concluindo que dos 20 autores analisados possuem forte ligação com economia circular, logística reversa e sustentabilidade. Importante destacar-se as duas pesquisadoras brasileiras entre os citados, Marina Bouzon e Elaine Aparecida Regiani de Campos com pesquisas ativas e de grande impacto nos temas estudados, economia circular, sustentabilidade e seus subtemas. Concluindo assim, a análise bibliométrica, segue para análise de conteúdo no tópico a seguir.

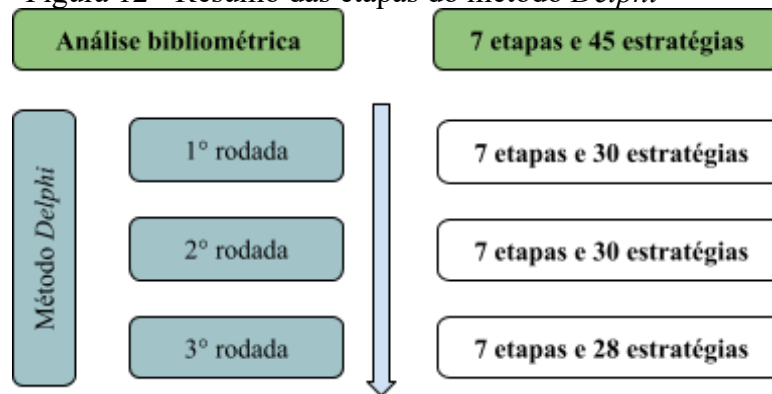
4.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO - INSTRUMENTO PARA AVALIAR O NÍVEL DE DESEMPENHO DA ECONOMIA CIRCULAR LEGITIMADO NAS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

O instrumento para avaliar o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos, tem como resultado as seguintes fases:

- 1) Identificação das etapas da economia circular:
 - a) abordadas na literatura conforme descrito no Tópico 2.1.1, ficou definido: (I) matéria-prima; (II) design; (III) produção; (IV) distribuição e venda; (V) consumo (uso, reuso e reparo de embalagens); (VI) coleta e descarte; e (VII) reciclagem - resíduos, mas com tratamento de fim de vida;
- 2) Identificação das estratégias iniciais da economia circular:
 - a) as estratégias da economia circular citadas nesta seção são a inserção das etapas cotidianas estabelecida pelo estudo dos pesquisadores Kalmykova, Sadagopanb e Rosado em 2017 pela *Resources, Conservation & Recycling*, sendo um trabalho de alto impacto e bastante citado, com 1209 citações segundo o google acadêmico em 26 de junho de 2023;

- b) as 45 estratégias citadas pelos pesquisadores Kalmykova, Sadagopanb e Rosado em 2017 foram identificadas em outros estudos por diferentes autores, são eles: Bakan *et al.*, (2022); Bolzonella *et al.*, (2018); Bouzon *et al.*, (2016); Campos *et al.*, (2021); Compagnoni (2022); Damery *et al.*, (2012); Diéguez-Santana *et al.*, (2021); Gribaudo *et al.*, (2020); Hosseinzadeh-Bandbafha *et al.*, (2022); Ibn-Mohammed *et al.*, (2021); Johnravindar *et al.*, (2022); Leipold; Weldner; Hoh (2021); Mahroof *et al.*, (2021); Pagotto; Halog (2016); Sehnem *et al.*, (2019); Silva *et al.*, (2021); Szabo *et al.*, (2022); Weetman (2019); Wilson *et al.*, (2022); Yang *et al.* (2019); e Yu *et al.*, (2015);
- 3) Validação das etapas e estratégias da economia circular pautada na sustentabilidade em indústrias de alimentos, pelo método *Delphi* adaptado, Figura 12 apresenta o resumo:

Figura 12 - Resumo das etapas do método *Delphi*



Fonte: Autora (2023)

- a) na primeira rodada, os especialistas responderam se as estratégias da economia circular podem ser aplicadas em indústrias de alimentos, de forma direta, sim (1) ou não (0); foram eliminadas 15 estratégias que não atendiam ao setor alimentício. Sendo elas: tributação de externalidades negativas; créditos e incentivos fiscais; corredor ecológico; projeto para desmontagem; design para modularidade; agricultura urbana; redistribuir e revender; envolvimento com a comunidade; sistema de serviço de produto; reuso; uso compartilhado; sistemas de devolução e troca; uso em cascata; *downcycling*; e reciclagem funcional;
- b) na segunda rodada, foi calculada a mediana dos resultados, para as dimensões ambientais, sociais e econômicas e em seguida somado o valor das medianas para análise. Não foi eliminado estratégias na segunda rodada, uma vez, que todas estratégias tem contribuição para sustentabilidade;

- c) na terceira rodada, também conhecida como repescagem: as estratégias com valor igual ou inferior a nove (9) foram categorizadas como "baixo" e, portanto, foram submetidas a uma análise detalhada em um bate-papo com a pesquisadora, resultando na eliminação de 2 estratégias: feedback e virtualização; e
- d) finalizou-se com o total de 7 etapas e 28 estratégias; a estratégia “Redução de riscos”, foi a de maior pontuação, foi usado para o cálculo da porcentagem dos pesos de cada estratégia. O Quadro 9 apresenta o resultado.

Quadro 9 - Resultado da aplicação do método *Delphi* adaptado

E n°	Estratégia	Sim (1) ou Não (2)	A*	S	E	<= 9	Peso
Matéria-prima							
E1	Aquisição verde	1	5,0	1,0	4,0	10,0	3,18%
E2	Produção de energia mais limpa	1	5,0	1,5	4,5	11,0	3,50%
E3	Avaliação do ciclo de vida	1	5,0	5,0	3,0	13,0	4,14%
E4	Substituição de material não renováveis	1	5,0	1,0	5,0	11,0	3,50%
	Tributação de externalidades negativas	0					
	Créditos e incentivos fiscais	0					
	Corredor ecológico	0					
Design							
E5	Personalização	1	4,0	3,5	4,0	11,5	3,66%
	Projeto para desmontagem	0					
	Design para modularidade	0					
E6	<i>Ecodesign</i>	1	5,0	2,0	3,5	10,5	3,48%
E7	Redução do uso de materiais	1	4,5	3,0	3,5	11,0	3,97%
E8	Diversidade e ligações intersetoriais	1	1,5	3,5	4,5	9,5	3,14%
Produção							
E9	Eficiência energética	1	5,0	2,0	5,0	12,0	3,82%
E10	Produtividade de materiais	1	3,0	1,0	5,0	9,0	2,87%
E11	Produção reproduzível e adaptável	1	3,5	3,0	3,5	10,0	3,18%
	Agricultura urbana	0					
E12	Estratégia de bem-estar dos colaboradores	1	0,5	5,0	3,5	9,0	2,87%
Distribuição e venda							
E13	Design de embalagem otimizadas	1	4,0	2,0	3,5	9,5	3,03%
	Redistribuir e revender	0					
	Feedback	1	1,0	4,0	4,0	9,0	
E14	Redução de riscos	1	4,5	4,5	5,0	14	4,46%
Consumo (uso, reuso e reparo de embalagens)							
	Envolvimento com a comunidade	0					
E15	Rotulagem ecológica	1	5,0	4,0	4,0	13,0	4,14%
	Sistema de serviço de produto	0					

	Reuso	0					
	Uso compartilhado	0					
E16	Consumo socialmente responsável	1	5,0	4,5	4,0	13,5	4,30%
	Virtualizar	1	2,0	3,0	4,0	9,0	
Coleta e descarte							
E17	Responsabilidade estendida do produtor	1	5,0	3,5	4,0	12,5	3,98%
E18	Reciclagem incentivada	1	5,0	4,0	4,0	13,0	4,14%
E19	Logística de infraestrutura	1	5,0	3,0	4,0	12,0	3,82%
E20	Separação dos constituintes	1	5,0	3,0	3,5	11,5	3,66%
	Sistemas de devolução e troca	0					
Reciclagem e recuperação (resíduos, mas com tratamento de fim de vida)							
E21	Uso de subprodutos	1	5,0	1,0	5,0	11,0	3,50%
	Uso em cascata	0					
	<i>Downcycling</i>	0					
E22	Recuperação de elemento	1	5,0	0,5	4,5	10,0	3,18%
E23	Recuperação de energia	1	5,0	1,0	4,5	10,5	3,34%
E24	Extração de bioquímicos	1	5,0	1,0	4,0	10,0	3,18%
	Reciclagem funcional	0					
E25	Reciclagem de embalagens de alta qualidade	1	5,0	2,0	4,0	11,0	3,50%
E26	Simbiose industrial	1	5,0	2,5	5,0	12,5	3,98%
E27	Compostagem	1	5,0	1,0	4,0	10,0	3,18%
E28**	<i>Cradle to Cradle</i>	1	5,0	2,5	5,0	12,5	3,98%
Somatória final por pilar da sustentabilidade			128,5	78,5	125,0		

*A=Ambiental; S=Social; E=Econômico.

<=9 = Estratégias com valor inferior ou igual a nove que precisou ser analisada na terceira rodada.

**Acesso a planilha do cálculo: <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1tXOVgmvHyrmo-Tmx5CwdXA-oxLcLX1A/edit?usp=sharing&oid=101933125762040546129&rtpof=true&sd=true>

Fonte: Autora (2023)

O método *Delphi* adaptado foi usado para calcular o peso de cada estratégia da economia circular pautadas na sustentabilidade. Esses pesos são aplicados no cálculo do Nível de Economia Circular (NEC) da indústria, em que o “ w_i ” representa o peso específico atribuído a cada “ i ” (estratégia) - nesta pesquisa.

A seguir, os Quadros 10 a 16 apresentam as 7 etapas e as 28 estratégias da economia circular pautadas na sustentabilidade e direcionada a indústrias alimentícias, aprovadas pelos especialistas para presente pesquisa.

Quadro 7 - Estratégias da economia circular para matéria-prima

Matéria-prima			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Weetman (2019), Szabo <i>et al.</i> (2022)	E1	Aquisição verde	A indústria tem ou considera adquirir bens e serviços com a mesma função primária, porém com menor impacto ambiental? Exemplo: escolha de fornecedores que utilizam embalagens biodegradáveis em seus processos produtivos.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Mahroof <i>et al.</i> (2021)	E2	Produção de energia mais limpa	A indústria realiza a produção de energia mais limpa a partir do aproveitamento de subprodutos gerados durante o processo produtivo, como resíduos de alimentos e biomassa? Ou a redução do consumo de energia e a utilização mínima de embalagens? Exemplo: sistema de geração de energia a partir de biogás gerado no tratamento de resíduos orgânicos?
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Hosseinzadeh-Bandbafha <i>et al.</i> (2022)	E3	Avaliação do ciclo de vida	A indústria mensura os possíveis impactos ambientais e de saúde, emissões de gases, esgotamento de recursos que estão associados na fabricação de produtos alimentícios? Ou o levantamento de dados em todas as fases do ciclo de vida do produto: produção, distribuição, consumo e disposição final?
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E4	Substituição de material não renováveis	A indústria substitui matéria-prima por materiais mais renováveis, tornando o processo de produção mais resiliente às flutuações de preços e à escassez de recursos? Exemplo: a utilização de embalagens feitas a partir de materiais renováveis, como plásticos biodegradáveis e papel reciclado. Esses materiais são mais abundantes e renováveis do que o plástico convencional, que é derivado do petróleo, e podem ser produzidos a partir de fontes renováveis, como amido de milho e cana-de-açúcar.

Fonte: Autora (2023)

O Quadro 11 descreve as estratégias da economia circular para a etapa de design.

Quadro 8 - Estratégias da economia circular para o design

Design			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E5	Personalização	Os produtos desenvolvidos pela indústria são feitos sob medida para atender às necessidades e preferências do cliente, reduzindo o desperdício e evitando a superprodução?
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Wilson <i>et al.</i> (2022), Damery <i>et al.</i> (2012)	E6	<i>Ecodesign</i>	Seus produtos foram submetidos a algum processo de <i>ecodesign</i> em alguma fase, com o objetivo de minimizar seus impactos ambientais? Exemplo: novas formas de criação de animais, frutas, vegetais que envolvam menos antibióticos ou estudo para criação de carnes "orgânicas".

Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E7	Redução do uso de materiais	A indústria aborda o processo de projeto e fabricação que incorpora etapas de redução do uso de materiais e eliminação do uso de substâncias nocivas? Exemplo: eliminação de substâncias nocivas como os metais pesados, produtos químicos perigosos, plásticos de uso único, pesticidas e agrotóxicos e produtos químicos sintéticos, visando a sustentabilidade e a proteção ambiental.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E8	Diversidade e ligações intersetoriais	A indústria promove a colaboração intersetorial por meio de transparência de ferramentas financeiras e de gerenciamento de risco, regulamentação e desenvolvimento de infraestrutura e educação? Exemplo: práticas de transparência em suas operações financeiras, fornecendo informações claras sobre investimentos, custos, riscos e retornos, promove a confiança e facilita a colaboração entre diferentes setores ou programas de treinamento, workshops, conferências e parcerias com instituições acadêmicas para o desenvolvimento conjunto de novos produtos e tecnologias.

Fonte: Autora (2023)

Em seguida é discutida as estratégias da economia circular para a etapa produção, no Quadro 12.

Quadro 9 - Estratégias da economia circular para a produção

Produção			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Bakan <i>et al.</i> (2022)	E9	Eficiência energética	A indústria consegue produzir produtos com redução no consumo e maior eficiência energética? Exemplo: investimentos em tecnologias de recuperação de energia, como sistemas de cogeração, que permitem aproveitar o calor residual da produção para gerar eletricidade, reduzindo o consumo de energia convencional.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E10	Produtividade de materiais	A produtividade do material no nível da indústria refere-se a quantidade de valor econômico gerado a partir de uma unidade de entrada ou consumo de material? Exemplo: uma indústria de alimentos pode buscar aumentar a produtividade do material ao otimizar seus processos de produção, minimizando perdas e maximizando o aproveitamento dos ingredientes utilizados.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Sehnem <i>et al.</i> (2019), Ibn-Mohammed <i>et al.</i> (2021)	E11	Produção reproduzível e adaptável	Existe uma tecnologia de produção transparente e escalável que pode ser emulada em outros lugares usando recursos e habilidades locais disponíveis? Exemplo: produção de alimentos orgânicos de forma transparente, com informações claras sobre os métodos de cultivo.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E12	Estratégia de bem-estar dos colaboradores	Existem estratégias e ações adotadas para criar um ambiente de trabalho harmônico, motivando os funcionários e empenhando com suas tarefas diárias, além de garantir saúde e segurança no ambiente laboral?

			Exemplo: comunicação aberta e transparente, reconhecimento e recompensas, desenvolvimento de carreira, programas de bem-estar, ambiente físico seguro e cultura organizacional positiva.
--	--	--	--

Fonte: Autora (2023)

O Quadro 13 apresenta as estratégias da etapa de distribuição e venda da economia circular.

Quadro 10 - Estratégias da economia circular para distribuição e venda

Distribuição e venda			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E13	Design de embalagem otimizadas	O produto final tem embalagem em conformidade com as regulamentações e permite o uso no final da vida útil do material de embalagem? Exemplo: embalagem de papel cartonado reciclável para seus produtos, com design ergonômico que facilite o manuseio e a abertura.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Diéguez-Santana <i>et al.</i> (2021)	E14	Redução de riscos	A indústria tem iniciativas de redução de riscos em sua rede de valor? Exemplo: riscos de transportes, armazenamento, ambientais, sociais, econômicos, etc.

Fonte: Autora (2023)

O Quadro 14 apresenta as estratégias da etapa consumo - (uso, reuso e reparo de embalagens).

Quadro 11 - Estratégias da economia circular para consumo

Consumo (uso, reuso e reparo de embalagens)			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E15	Rotulagem ecológica	A indústria adota a rotulagem ecológica como uma medida de transparência, fornecendo informações nos rótulos das embalagens para auxiliar os consumidores na escolha de produtos com menor impacto ambiental em comparação aos concorrentes disponíveis no mercado? Exemplo: uso de certificações que indicam práticas sustentáveis e menor impacto ambiental em toda a cadeia de produção e fornecimento do produto.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E16	Consumo socialmente responsável	Existe campanha ou incentivo para o consumo socialmente responsável dos produtos da indústria que tem menos influência negativa sobre o meio ambiente? Exemplo: parcerias com organizações que atuam na redistribuição de alimentos excedentes, direcionando-os para instituições de caridade, bancos de alimentos ou programas de combate à fome.

Fonte: Autora (2023)

Na sequência, são relatadas as estratégias da etapa de coleta e descarte no Quadro 15.

Quadro 12 - Estratégias da economia circular para coleta e descarte

Coleta e descarte			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Compagnoni (2022)	E17	Responsabilidade estendida do produtor	A indústria adota uma abordagem de responsabilidade estendida do produtor, incorporando uma política ambiental que considera os custos totais do ciclo de vida do produto, incluindo o tratamento e descarte de produtos pós-consumo? Exemplo: implementação de programas de reciclagem, logística reversa e gestão de resíduos.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Bouzon <i>et al.</i> (2016), Campos <i>et al.</i> (2021),	E18	Reciclagem incentivada	A indústria possui estratégias de reciclagem incentivada, ou seja, conjunto de estratégias e medidas adotadas para incentivar e facilitar a reciclagem de materiais? Exemplo: implementação de logística reversa, o uso de embalagens retornáveis, a disponibilidade de pontos de coleta específicos para produtos em fim de vida e até mesmo oferecendo descontos para aqueles que devolvem os produtos antigos.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E19	Logística de infraestrutura	A indústria disponibiliza instalações para promover a coleta e descarte pós-consumo de forma econômica, rápida e ambientalmente segura? Exemplo: armazéns e centros de distribuição estrategicamente localizados, garantindo sua integridade e qualidade.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E20	Separação dos constituintes	A indústria realiza a separação entre os constituintes técnicos ou artificiais/inorgânicos dos biológicos? Exemplo: nutrientes técnicos devem ser usados para a remanufatura e os nutrientes biológicos devem ser restaurados ou degradados naturalmente garantindo o reaproveitamento ou destinação adequada.

Fonte: Autora (2023)

Por último, são relatadas as estratégias da etapa de reciclagem e recuperação (resíduos, mas com tratamento de fim de vida) no Quadro 16.

Quadro 13 - Estratégias da economia circular para reciclagem e recuperação

Reciclagem e recuperação (resíduos, mas com tratamento de fim de vida)			
Autores	Nº	Estratégias	Descrição da atividade
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E21	Uso de subprodutos	A indústria utiliza subprodutos provenientes de outros processos de fabricação como matéria-prima para a produção de novos produtos, aproveitando assim suas cadeias de valor correspondentes? Exemplo: uso de resíduos de alimentos como fonte de nutrientes para a produção de ração animal.

Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Leipold; Weldner; Hohl (2021)	E22	Recuperação de elemento	Existem processos de recuperação de substâncias reutilizáveis de um fluxo de resíduos de material na indústria? Exemplo: recuperação de resíduos biodegradáveis, como restos de alimentos, folhas, cascas e outros materiais orgânicos. Esses resíduos podem passar por processos de compostagem, onde são decompostos em condições controladas, resultando em composto orgânico de alta qualidade que pode ser utilizado como fertilizante em agricultura ou jardinagem.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Ibn-Mohammed <i>et al.</i> (2021), Johnravindar <i>et al.</i> (2022), Silva <i>et al.</i> (2021), Bolzonella <i>et al.</i> (2018)	E23	Recuperação de energia	A indústria realiza a conversão de materiais residuais em formas de energia utilizáveis, como calor, eletricidade ou combustível, por meio de uma variedade de processos de conversão de resíduos em energia? Esses processos incluem a combustão, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica e recuperação de gás de aterro. Exemplo: recuperação de resíduos biodegradáveis, como restos de alimentos, folhas, cascas e outros materiais orgânicos.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E24	Extração de bioquímicos	A indústria adota a conversão de biomassa em produtos químicos de alto valor e baixo volume, por meio da geração de calor, energia, combustível ou produtos químicos a partir dos recursos da biomassa? Exemplo: a biomassa, como resíduos agrícolas, restos de colheitas, madeira ou outros materiais orgânicos, pode passar por processos de conversão, como a pirólise, gaseificação ou fermentação, para produzir uma variedade de produtos químicos valiosos.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017)	E25	Reciclagem de embalagens de alta qualidade	A indústria realiza recuperação de materiais na forma pura sem contaminação, para servir como matéria-prima secundária na produção de novos produtos de qualidade igual ou similar? Exemplo: reciclagem de embalagens de alimentos de alta qualidade, como latas de alumínio. Após serem coletadas e separadas de outros resíduos, essas embalagens passam por um processo de triagem e limpeza rigorosos para garantir a remoção de qualquer contaminação. Em seguida, elas são trituradas e transformadas em lingotes de alumínio de alta pureza.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Pagotto; Halog (2016), Yu <i>et al.</i> (2015), Weetman (2019)	E26	Simbiose industrial	A indústria realiza simbiose industrial, que é uma abordagem colaborativa na qual empresas trocam materiais ou fluxos de resíduos entre si, de forma que os resíduos gerados por uma empresa se tornem matérias-primas de outra empresa? Exemplo: indústria de criação de animais pode utilizar os resíduos orgânicos da empresa de processamento de frutas como alimento para seus animais.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017), Sehnem <i>et al.</i> (2019)	E27	Compostagem	Existe processo de compostagem, ou seja, processo natural em que os resíduos orgânicos, como restos de alimentos, cascas de frutas e vegetais, são decompostos por microrganismos em condições controladas? Exemplo: o processo de transformação de resíduos orgânicos em húmus por meio da compostagem.
Kalmykova; Sadagopanb; Rosado (2017),	E28	<i>Cradle to Cradle</i>	Existe a conversão de materiais em novos materiais de maior qualidade e funcionalidade, como o <i>Cradle to Cradle</i> (do berço ao berço), em que cada passagem de ciclo se torna um

Weetman (2019), Gribaudo <i>et al.</i> (2020)			novo ‘berço’ para determinado material? Exemplo: a reutilização de embalagens sustentáveis, agricultura regenerativa (promovem a saúde do solo) e reciclagem de resíduos (sobras de alimentos, adequadamente tratados, para a produção de ração animal).
---	--	--	--

Fonte: Autora (2023)

Os Quadros 10 ao 16 apresentam as 7 etapas e 28 estratégias da economia circular pautada na sustentabilidade para indústrias de alimentos, definidas na pesquisa, que possibilitou o desenvolvimento do aplicativo, tema do subtópico a seguir.

4.3 ESTRATÉGIAS DA ECONOMIA CIRCULAR PAUTADA NA SUSTENTABILIDADE PARA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A fim de discutir as estratégias da economia circular pautada na sustentabilidade para indústria de alimentos, a apresentação foi dividida nas três rodadas do método *Delphi* adaptado, levando em consideração as opiniões dos especialistas. Os resultados obtidos permitiram realizar uma análise das etapas e suas contribuições para a sustentabilidade ambiental, social e econômica de acordo com a literatura disponível.

Primeira rodada do método *Delphi*

Para responder o questionamento da primeira rodada do método *Delphi*, “Quais estratégias da economia circular podem ser aplicadas em indústrias de alimentos?”. Os especialistas da área de economia circular e sustentabilidade tiveram dúvidas e questionamentos. No geral, fizeram levantamentos importantes e relataram que foi a etapa mais difícil, pois tiveram de pesquisar sobre indústria de alimentos.

A seguir, estão apresentados alguns comentários sobre as estratégias, de todos os participantes, de acordo com cada etapa da EC:

- **Etapa - matéria-prima:** os especialistas 03 e 07 observaram que as estratégias relacionadas à "tributação de externalidades negativas," "créditos e incentivos fiscais" e "corredor ecológico" poderiam ser consideradas como elementos a serem avaliados e incluídos na ferramenta. Contudo, atualmente, essas práticas são praticamente inexistentes no Brasil ou têm uma efetividade muito limitada. Em última análise, essas estratégias foram excluídas da pesquisa devido à sua falta de aplicação ou impacto significativo no contexto brasileiro.
- **Etapa - design:** a especialista número 07 abordou a estratégia do "*ecodesign*" durante a discussão. Ela destacou a relevância dessa abordagem ao mencionar que muitas

indústrias aproveitam subprodutos como sangue, ossos e vísceras, contribuindo assim para a redução dos impactos ambientais causados por esses resíduos. O "*ecodesign*" recebeu a aprovação unânime dos quatro especialistas do setor industrial.

Em resumo, eles endossaram essa estratégia por considerá-la uma abordagem inovadora na criação de animais, caracterizada pela redução do uso de antibióticos e por promover uma criação mais sustentável e, até mesmo, a produção de alimentos orgânicos.

- **Etapa - produção:** o especialista 05 abordou a estratégia do "bem-estar dos colaboradores," o que chamou a atenção devido à natureza intrinsecamente insalubre e desgastante do setor de alimentos. Isso ressalta a importância vital de implementar essa estratégia, visando a melhoria das condições de trabalho e do bem-estar dos funcionários.

Os especialistas 02, 03, 08 e 10 levantaram questionamentos em relação à estratégia de "produtividade de materiais." Esta estratégia é crucial para garantir uma produção que seja reproduzível e adaptável, sendo um indicador-chave para medir a eficiência operacional e o desempenho de uma organização ou sistema de produção. Suas perguntas refletem a relevância dessa estratégia para avaliar e otimizar o funcionamento eficaz das operações no setor de alimentos.

- **Etapa - distribuição e venda:** a especialista 10 falou sobre “design de embalagem otimizadas”, que as embalagens precisam estar de acordo com as normas exigidas pela legislação brasileira e/ou internacional, mas para o setor alimentício não são reutilizadas. As especialistas 01 e 08 discutiram sobre a estratégia “redistribuir e revender” acreditam que acabe recaindo mais sobre os mercados mesmo, não na indústria em si, no geral, esta estratégia foi eliminada;
- **Etapa- consumo (uso, reuso e reparo de embalagens):** os especialistas 04, 05 e 06 discutiram sobre a estratégia “reuso” quando se trata de alimentos perecíveis, ou seja, com índice elevado de serem contaminados é difícil o reuso e reparo, pois esse tipo de alimento não pode mudar de ambientes com facilidade, pois isso significaria uma facilidade para se contaminarem por microrganismos patogênicos. Os especialistas 07, 08 e 10, relataram sobre a estratégia “sistema de serviço de produto”, “uso compartilhado” e a “reuso” que essas estratégias podem entrar em conflito com a Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), “não é todo produto nem todo componente que poderá ser reutilizado”, assim, a estratégia reutilizada foi descartada;

- **Etapa - coleta e descarte:** os especialistas 04, 05, 07 e 08 destacaram a estratégia “responsabilidade estendida do produtor”, embora tenham tido algumas dúvidas, no geral, consideraram que é aplicável ao cenário de criação de animais e produção agrícola. Os especialistas 03 e 04 discutiram a "separação dos constituintes", enfatizando que somente a separação, sem um destino adequado, não traz resultados significativos;
- **Etapa - reciclagem e recuperação (resíduos, mas com tratamento de fim de vida):** os especialistas 06 e 09 tiveram suas dúvidas quanto à “*Cradle to Cradle*”, porém, ao final, concluíram que é uma abordagem interessante, usual e pertinente ao questionário.

Desta forma, foi possível fazer uma sumarização dos resultados, a partir das discussões relatadas à pesquisadora. Tem-se os resultados de forma imparcial, respeitando as opiniões dos especialistas e evitando interpretações tendenciosas. Nesta etapa foram eliminadas 15 estratégias que não atendiam ao setor alimentício.

Segunda rodada do método *Delphi*:

Calculou-se a mediana de cada estratégia para sustentabilidade ambiental, social e econômica separadamente e, em seguida, somou-se os resultados encontrados. Nesta rodada, nenhuma estratégia foi eliminada, o que se mostrou fundamental para o cálculo do peso posteriormente. Vale ressaltar que o uso da mediana é comumente aplicado em outros estudos, como o de Rahlin, Barnett e Sarmiento (2022).

Terceira rodada do método *Delphi*:

Na terceira rodada, ou repescagem, foram questionados apenas os especialistas da área das indústrias se as quatro estratégias que tinham os valores baixos, ou seja, igual ou inferior a nove pontos na soma dos impactos ambientais, econômicos e sociais, seriam relevantes ou não para o estudo.

- **Etapa - produção:** as estratégias “produtividade de materiais” e “estratégia de bem-estar dos colaboradores” continuaram no estudo. O valor baixo para “produtividade de materiais” se dá pela contribuição social baixa e a ambiental média, mas grande relevância econômica. Já a “estratégia de bem-estar dos colaboradores” apresenta praticamente nenhuma contribuição ambiental e média contribuição econômica, mas ótima contribuição social. Então, no consenso final, as estratégias foram mantidas.
- **Etapa - distribuição e venda:** a estratégia “*feedback*” ficou com valor 1,0 ambiental, 4,0 social e 4,0 econômica, mas foi eliminada, justificada pelos especialistas como uma ótima prática de gestão, mas não necessariamente acarreta em sustentabilidade ambiental.

- **Etapa - consumo (uso, reuso e reparo de embalagens):** a estratégia “virtualizar” ficou com valor 2,0 ambiental, 3,0 social e 4,0 econômica, entretanto foi eliminada, pois a virtualização de modo geral, é efetiva apenas se for empregada com propósito de sustentabilidade, do contrário, será apenas uma tecnologia que permite a criação e operação de múltiplos ambientes virtuais (Silva e Hourneaux Junior, 2013).

Após concluir a definição das etapas e estratégias da economia circular, prosseguimos com o desenvolvimento do aplicativo, como detalhado no próximo subtópico.

4.4 FUNÇÕES DO APLICATIVO

Neste tópico, são apresentadas as funcionalidades do aplicativo, acompanhadas de ilustrações que utilizam o exemplo de uma indústria fictícia para fins de validação. O detalhamento do projeto do aplicativo Nível da Economia Circular (NEC) foi realizado na plataforma *Notion*, e a página inicial desta ferramenta pode ser visualizada no Apêndice A. Além disso, em paralelo às entregas do projeto, continuam em andamento o desenvolvimento e aprimoramento do aplicativo, que possui os seguintes macros requisitos:

- 1) Definição das funções: a descrição do propósito e a função geral do aplicativo, que se subdividiu nas funcionalidades:
 - a) cadastrar usuários: criou-se um formulário de cadastro para os usuários se registarem no aplicativo. Os campos estabelecidos foram: nome, e-mail e senha;

Figura 13 - Cadastrar usuários

Novo usuário

[Voltar](#)

Fonte: Autora (2023)

- b) autenticar o acesso: implementou-se um sistema de autenticação, que permite os usuários fazerem login no aplicativo usando suas credenciais: e-mail e senha. E também possam redefinir sua senha, caso seja necessário;

Figura 14 - Autenticar o acesso

Log in

[Entrar](#)

[Redefinir senha](#)

[Voltar](#)

Fonte: Autora (2023)

- c) *homepage* usuário app: projetou-se a tela inicial do aplicativo, que é exibida após o login, no qual os usuários têm disponível todas as funcionalidades existentes no aplicativo e pode se direcionar a elas: cadastrar indústria; cadastrar avaliações e resultado das avaliações;

Figura 15 - *Homepage* usuário app



Usuário: leandra.silvestree@gmail.com

Sair

Fonte: Autora (2023)

- i) cadastrar indústrias: permite aos usuários cadastrar informações sobre as indústrias relacionadas. Os campos necessários são: nome da indústria, quantidade de funcionários e área de atuação;

Figura 16 - Cadastrar indústrias

<

Nova indústria

Nome da indústria

Quantidade de funcionários

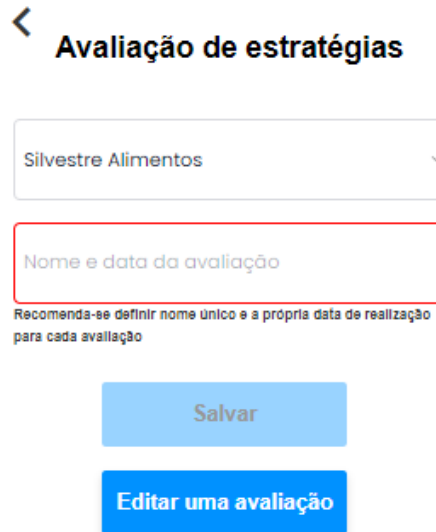
Área de atuação

Cadastrar

Fonte: Autora (2023)

- ii) cadastrar avaliação de estratégias: permite aos usuários cadastrar uma avaliação. Os campos definidos foram: indústria, nome/data da avaliação e a opção de editar uma avaliação;

Figura 17 - Cadastrar avaliação de estratégias



< **Avaliação de estratégias**

Silvestre Alimentos

Nome e data da avaliação

Recomenda-se definir nome único e a própria data de realização para cada avaliação

Salvar

Editar uma avaliação

Fonte: Autora (2023)

- iii) avaliação de estratégias: permite aos usuários avaliar o nível de desempenho de cada estratégia da economia circular para as indústrias analisadas. Os campos definidos foram: escolha da avaliação, as etapas, as estratégias e a opção de digitar o valor do desempenho da estratégia;

Figura 18 - Avaliação das estratégias

< **Avaliação de estratégias**

Avaliação 1 - 25/08/2023

Indústria: Silva Alimentos

Etapas

Escolha sua estratégia

Desempenho da estratégia

Salvar

Resultados

Estratégias avaliadas



Fonte: Autora (2023)

- iv) exibir resultados e classificações: após a coleta dos dados feita pelo usuário, o resultado é exibido de acordo com a classificação do nível de desempenho da indústria. Disponibilizando a opção para impressão das estratégias preenchidas por cada avaliação.

Figura 19 - Resultados e classificações

Nome	Resultado
Indústria: Bebidas	
Bebidas 11/08	2,2403
Indústria: Frigorífico	
F-11/08	4,5727
Indústria: Silvestre Alimentos	
Avaliação 1 - 15/08/2023	5,034
Indústria: Silvestre Alimentos	
Avaliação 2 - 15/08/2023	3,0204
Indústria: Silvestre Alimentos	
Avaliação 3 - 15/08/2023	1,0068
Indústria: Radix	
1-Radix 20-08-23	0,7724

Fonte: Autora (2023)

- d) *homepage* administrador app: em paralelo à *homepage* usuário, elaborou-se a *homepage* do administrador, que inclui as funcionalidades necessárias para o desenvolvimento do cálculo: cadastrar estratégias e o valor dos pesos;
- i) cadastrar estratégias e o valor do peso: implementou-se uma funcionalidade onde o administrador do aplicativo coloca/altera as estratégias da economia circular pautadas na sustentabilidade. No total, 7 etapas e 28 estratégias foram estabelecidas no estudo. Para cada etapa foi informado o nome da estratégia, uma descrição e o valor do peso definido pela aplicação do método *Delphi* e apresentado no Capítulo 4, tópico 4.2;

Figura 20 - Cadastrar estratégias e o valor do peso

< **Nova estratégia**

Matéria-prima

Estratégia teste

Estratégia teste: descrição e exemplo.

5,0000

Cadastrar

Voltar

Fonte: Autora (2023)

- e) funcionalidades complementares - disponível apenas na plataforma *bubble* desenvolvimento: cadastro das etapas da EC, elaboração do cálculo e a descrição do nível desempenho da EC avaliados;
- i) cadastro das etapas da economia circular: implementou-se as 7 etapas da economia circular definidas pela aplicação do método *Delphi* e apresentado no Capítulo 4, tópico 4.2;
 - ii) cálculo o nível de desempenho da economia circular para cada avaliação feita: foi desenvolvido um algoritmo que calcula o nível de economia circular, explicado no Capítulo 3, tópico 3.2.2.2; e
 - iii) descrição do nível de desempenho para cada avaliação: de acordo com cada avaliação, tem-se como o resultado o nível de desempenho, podendo ser: rudimentar, estado inicial, oportunista, integrado, inovativa e líder, descrito no Quadro 7, subtópico 3.2.2.2.
- 2) Definição de dados e telas: foram detalhadas as especificações das telas do aplicativo, incluindo *layout*, elementos visuais e interações;

- 3) Estrutura de dados: Definiu-se também a estrutura de dados necessária para armazenar as informações dos usuários, indústrias, estratégias e avaliações;
- 4) Desenvolvimento: processo da implementação das funcionalidades e das telas do aplicativo com base nas definições feitas anteriormente. Utilizou-se conhecimentos de engenharia de requisitos, lógica de programação e *UX/UI*, priorizando a criação de telas em *mobile first*, com possibilidade de posterior desenvolvimento para telas no formato *desktop*, e *workflows* de ações para criar, buscar e atualizar dados no banco de dados;
- 5) Teste: testes rigorosos de validação foram feitos para garantir o bom funcionamento do aplicativo. Verificou-se se todas as funcionalidades estão corretas, se não há erros ou *bugs* e se a interface do usuário é intuitiva;
- 6) Entrega: após a conclusão do desenvolvimento e dos testes, foi feita a preparação para a entrega do aplicativo, disponibilizado na plataforma a versão 1 em web para o usuário.

4.5 USO DO APLICATIVO NAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

As indústrias de alimentos utilizadas para a população da pesquisa fazem parte de sindicatos filiados à Federação da Indústria do Estado de Santa Catarina, além de outras indústrias de alimentos nacionais escolhidas por conveniência. Os sindicatos listados para entrar em contato estão representados no Quadro 17. A lista completa dos sindicatos e das indústrias filiadas que entraram em contato está no Apêndice C.

Quadro 14 - Sindicatos de alimentos

Sindicatos	Indústrias
Sindicato das Indústrias de Alimentação do Oeste Catarinense – SINDIALIMENTOS	4
Sindicato da Indústria do Arroz no Estado de Santa Catarina - SINDARROZ	17
Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de Santa catarina – SINDICARNE	12
Sindicato da Indústria do Trigo no Estado de Santa Catarina – SINDITRIGO	3

Fonte: Autora (2023)

Dessa forma, a população da pesquisa englobou 36 indústrias, identificadas por meio de sindicatos e outros contatos convenientes. A abordagem para estabelecer contato com essas indústrias envolveu o uso do site (por meio da seção "Fale Conosco") e do envio de e-mails. Esse processo de comunicação ocorreu durante o período compreendido entre 19 de julho de 2023 e 19 de agosto de 2023.

Das 36 indústrias previamente selecionadas, apenas quatro delas responderam ao nosso contato inicial. No entanto, somente uma dessas organizações seguiu adiante com a avaliação sugerida. Adicionalmente, outra empresa decidiu participar da pesquisa de forma oportunista, por conveniência.

Aqui estão as características das indústrias que efetivamente participaram da pesquisa:

Indústria 1: Trata-se de uma indústria transnacional brasileira do setor de alimentos, caracterizada pelo seu grande porte. A unidade em questão, um frigorífico, emprega 1200 colaboradores. A *stakeholder* que respondeu às perguntas é uma engenheira de alimentos, com doutorado e ampla experiência em pesquisa na área de alimentos cárneos.

Indústria 2: Esta é uma indústria nacional do ramo de bebidas, de pequeno porte, localizada no estado de Santa Catarina. A unidade conta com uma equipe de 25 colaboradores. A *stakeholder* que respondeu à pesquisa é a engenheira de alimentos da indústria.

Conforme evidenciado na Figura 21, essas indústrias utilizaram o aplicativo para avaliar o nível de desempenho de suas práticas, contribuindo, assim, de maneira significativa para o estudo.

Figura 21 – Indústrias avaliadas pelo aplicativo

Nova indústria		Nova avaliação	
Nome	Quantidade de funcionários	Nome	Resultado
Frigorífico	1200	Indústria: Bebidas 11/08	2,2403
Área de atuação: Alimentos cárneos		Indústria: Frigorífico	F-11/08
	25		4,5727
Área de atuação: Bebidas			

Fonte: Autora (2023)

No que diz respeito aos valores de desempenho atribuídos a cada estratégia pelas indústrias, essas informações estão disponíveis apenas para os usuários participantes. Com a devida autorização das indústrias, o Quadro 19 apresenta os valores estabelecidos para cada estratégia.

Quadro 15 – Resultado da avaliação dos *stakeholders* das indústrias

E n°	Estratégia	Indústria 1	Indústria 2
Matéria-prima			
E1	Aquisição verde	4	2
E2	Produção de energia mais limpa	5	2
E3	Avaliação do ciclo de vida	4	1
E4	Substituição de material não renováveis	4	1
Média		4,25	1,5
Design			
E5	Personalização	5	4
E6	<i>Ecodesign</i>	4	3
E7	Redução do uso de materiais	5	3
E8	Diversidade e ligações intersectoriais	4	5
Média		4,5	3,75
Produção			
E9	Eficiência energética	5	1
E10	Produtividade de materiais	4	4
E11	Produção reproduzível e adaptável	4	4
E12	Estratégia de bem-estar dos colaboradores	5	3
Média		4,5	3
Distribuição e venda			
E13	Design de embalagem otimizadas	4	5
E14	Redução de riscos	5	2
Média		4,5	3,5
Consumo			
E15	Rotulagem ecológica	4	2
E16	Consumo socialmente responsável	4	2
Média		4	2
Coleta e descarte			
E17	Responsabilidade estendida do produtor	4	3
E18	Reciclagem incentivada	5	3
E19	Logística de infraestrutura	5	3
E20	Separação dos constituintes	5	2
Média		4,75	2,75
Reciclagem e recuperação (resíduos, mas com tratamento de fim de vida)			
E21	Uso de subprodutos	4	1
E22	Recuperação de elemento	4	1
E23	Recuperação de energia	5	1
E24	Extração de bioquímicos	5	1
E25	Reciclagem de embalagens de alta qualidade	5	1
E26	Simbiose industrial	5	1
E27	Compostagem	5	1
E28	<i>Cradle to Cradle</i>	5	1
Média		4,75	1

Fonte: Autora (2023)

Como mencionado anteriormente, a análise geral do instrumento é obtida por meio da avaliação geral das estratégias. Ambas as indústrias avaliaram as 28 estratégias, a Indústria 1 apresentando valores mais elevados e a Indústria 2 com valores mais baixos.

Como parte da análise complementar, foi realizada uma média por etapas. Notou-se que a etapa de coleta e descarte e reciclagem e recuperação obteve o valor mais alto na Indústria 1, enquanto a etapa de design teve destaque na Indústria 2. Isso é compreensível, já que cada etapa pode ser mais desenvolvida em diferentes indústrias, e a variação é aceitável de acordo com as especificidades de cada uma delas.

O Quadro 20 apresenta a descrição e o resultado da avaliação das indústrias participantes.

Quadro 16 - Indústrias participante da pesquisa

Nome	Área de atuação	Quantidade de colaboradores	Resultado	Nível de desempenho da EC
Frigorífico	Alimentos cárneos	1200	4,5727	Líder
Licores	Bebidas	25	2,2403	Oportunista

Fonte: Autora (2023)

Conforme previsto pela pesquisadora, a implementação do aplicativo voltado para a economia circular nas indústrias de alimentos apresenta desafios significativos em relação à obtenção de respostas favoráveis. Estes desafios incluem a receptividade por parte dos *stakeholders*, apreensões em relação à confiabilidade dos dados disponibilizados e à própria natureza do tema, visto que a economia circular e a sustentabilidade podem não ser amplamente praticadas na realidade operacional dessas indústrias brasileiras.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E IMPLICAÇÕES

Este capítulo apresenta as discussões dos resultados e implicações que foram a base para conclusão da pesquisa, introduzindo com a discussão das estratégias da economia circular para indústria de alimentos; discussão das estratégias da economia circular pautada na sustentabilidade para indústria de alimentos; sobre o nível de desempenho das indústrias de alimentos; dos impactos e reflexos econômicos e sociais do desenvolvimento do aplicativo; e o fechamento do capítulo se deu pelas implicações práticas e gerenciais.

5.1 DISCUSSÃO DAS ETAPAS E ESTRATÉGIAS DA ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE

Análise geral das etapas da economia circular

Foi observado que a maioria das estratégias adotadas pela literatura está concentrada na etapa de reciclagem e recuperação. A reciclagem é uma prática estabelecida em muitos países, enquanto a recuperação ainda está em desenvolvimento (Kopsidas; Giakoumatos, 2021).

Além disso, a reciclagem e recuperação são frequentemente consideradas como soluções eficazes para lidar com resíduos e reduzir o volume que precisam de disposição final (Oh; Hettiarachchi, 2020). Outro fator que pode influenciar a predominância da reciclagem e recuperação é a demanda do mercado, comprovada em um estudo realizado por Dussaux e Glachant (2018).

A razão para a escassez de estratégias abordando as fases de produção, distribuição, venda e consumo, como destacado por Kalmykova, Sadagopan e Rosado (2017), está intimamente ligada ao fato de que essas etapas da cadeia de valor como um todo, não se limitando apenas ao setor de alimentos, ainda estão em estágios iniciais de adoção da economia circular.

A observação da implementação dos diversos níveis de estratégias empregadas nas etapas de produção, distribuição, venda e consumo, sugere que já existe uma variedade de soluções disponíveis no mercado. Entretanto, a abrangência atual da EC demanda uma reformulação mais profunda dos sistemas em direção a princípios circulares (Kalmykova, Sadagopan e Rosado, 2017). Essa transformação deve abarcar produtos, materiais e setores diversos, incluindo o setor de alimentos, que é frequentemente negligenciado em tais abordagens.

Análise geral da questão ambiental, social e econômico

A somatória final por pilar da sustentabilidade ficou 128,5 para dimensão ambiental, 78,5 para dimensão social e 125,00 para dimensão econômica.

Destaca-se a dimensão econômica, que ficou com um valor próximo ao da dimensão ambiental. A economia circular é um conceito abrangente que vai além de suas implicações ambientais. É fundamental reconhecer que ela também desempenha um papel crucial na dimensão econômica. A economia circular busca otimizar o uso de recursos, promover a reutilização, reciclagem e a redução de desperdício, resultando em benefícios significativos para as indústrias e a economia como um todo.

No entanto, percebe-se uma relação inferior da EC com os aspectos da sustentabilidade social, corroborando trabalhos anteriores como Dantas *et al.*, (2021) e Bai; Orzes; Sarkis, (2022). De acordo com Jacob *et al.* (2021), a falta de estudos sobre as dimensões sociais das estratégias da economia circular no setor alimentício pode ser um obstáculo à implementação efetiva do plano de ação da EC nessa área específica. A transição de produtores e os comportamentos dos consumidores exigem que os *stakeholders* da cadeia de valor e os governos disponham de ferramentas apropriadas para apoiá-los na adoção de modelos de sustentabilidade que incorporem os princípios da EC.

Embora os estudiosos já tenham começado a explorar a avaliação da sustentabilidade social no contexto das etapas de EC, pouco se sabe sobre as perspectivas e experiências relativas à avaliação social de empresas ativamente envolvidas com EC (Walker *et al.*, 2021; Pitkanen *et al.*, 2023).

Neste contexto, sugestões específicas para a aplicação da EC, especialmente em segmentos como o de alimentos, tendem a ser escassas. Isso ocorre devido à natureza diferenciada desses setores e à necessidade de adaptações substanciais nos sistemas convencionais para se alinharem aos princípios circulares.

O subtópico a seguir apresenta a discussão em relação ao nível de desempenho das indústrias de alimentos.

5.2 DISCUSSÃO SOBRE O NÍVEL DE DESEMPENHO DAS INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS

A discussão sobre o nível de desempenho das indústrias de alimentos refere-se a uma classificação definida no estudo, com base nos autores Bertassini *et al.* (2022) e Diéguez-Santana *et al.* (2021). Os principais níveis de desempenho definidos foram: rudimentar, estado inicial, oportunista, integrado, inovativo e líder.

Conclusão em relação ao nível de desempenho das indústrias:

Indústria 1: A indústria teve como resultado o valor de 4,5727, mostrando-se o nível de desempenho líder para economia circular e sustentabilidade. Este resultado parece ser pertinente, uma vez que trata-se de uma indústria de grande força no mercado e altamente inovadora.

Indústria 2: A indústria teve como resultado o valor de 2,2403, mostrando-se o nível de desempenho oportunista para economia circular e sustentabilidade. Considera-se este resultado pertinente, uma vez que é uma indústria de bebida nova no mercado e do segmento de licores, que demonstrou uma preocupação incipiente com a EC e a sustentabilidade.

É crucial ressaltar que a classificação em diferentes níveis de desempenho pode variar substancialmente, dependendo de fatores como o porte da indústria, a localização geográfica e as condições econômicas.

A pesquisa concluiu que o aplicativo conseguiu medir o nível de desempenho conforme proposto, oferecendo às indústrias a capacidade de estabelecer estratégias voltadas para a economia circular. Esse processo é facilitado pela geração de um relatório que resume as informações do aplicativo, apresentando um modelo exemplar no Apêndice D. Isso possibilita às empresas um guia prático e valioso para orientar suas estratégias de adoção da economia circular.

5.3 IMPACTOS E REFLEXOS AMBIENTAIS, SOCIAIS E ECONÔMICOS DO DESENVOLVIMENTO DO APLICATIVO

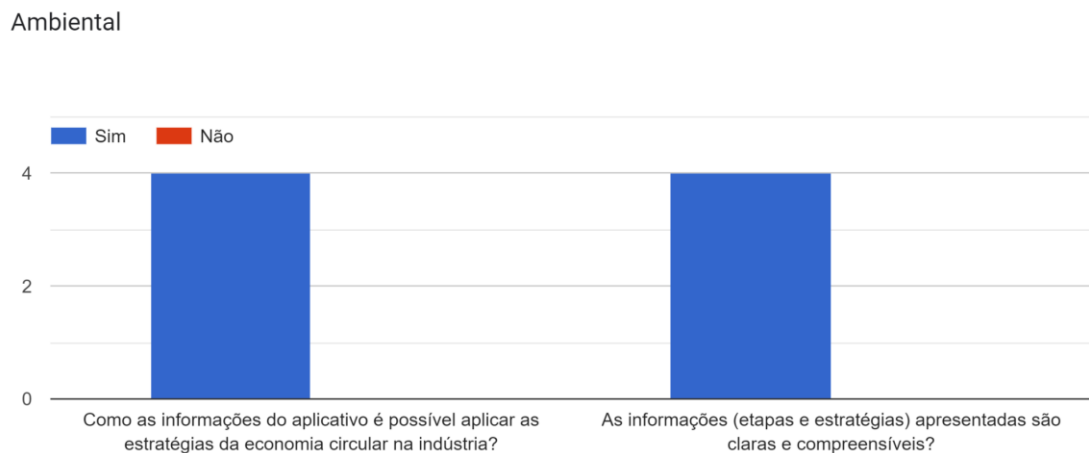
Dado o número limitado de indústrias de alimentos que participaram, a pesquisadora optou por corroborar o aplicativo por meio de uma apresentação aos especialistas envolvidos no método *Delphi*. Essa apresentação teve como objetivo compartilhar os resultados das participações dos especialistas. Sendo assim, os 12 especialistas foram contatados e, após a exposição, foi requisitada a participação em um breve questionário.

Três dos especialistas optaram por não/ou, não conseguiram participar. As apresentações foram realizadas online, repletas de *insights* e enriquecedoras trocas de conhecimento, resultando em considerações extremamente valiosas. Apenas 4 dos especialistas completaram os questionários. A pesquisadora não sentiu necessidade de reforçar o pedido para preencher os questionários, uma vez que a participação por si só já havia proporcionado valiosos *feedbacks* e sugestões.

O questionário foi elaborado com base na pesquisa de Fatimah, *et al.* (2023), as perguntas são usadas para determinar a inter-relação entre a utilização do aplicativo com os valores ambiental, social, econômico e tecnológico.

Foram formuladas duas perguntas referentes à dimensão ambiental. Os resultados dessas questões estão apresentados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Avaliação do aplicativo em relação à importância ambiental



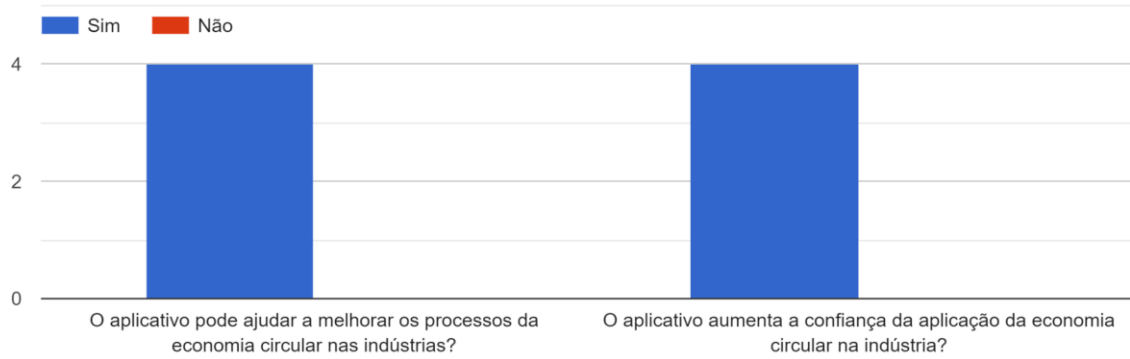
Fonte: Autora (2023)

Os 4 especialistas consideraram as avaliações do aplicativo em relação à importância ambiental positivas. Sua aplicação pode promover estratégias para a redução de resíduos, promovendo o aumento da reciclagem e a utilização eficiente de recursos naturais que ajudam a preservar o meio ambiente.

No que tange à dimensão econômica, foram formuladas as seguintes questões: "O aplicativo é capaz de aprimorar os processos relacionados à economia circular nas indústrias?" e "O aplicativo incrementa a confiança na aplicação da economia circular na indústria?". Os resultados dessas perguntas são exibidos no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Avaliação do aplicativo em relação à importância econômica

Econômico



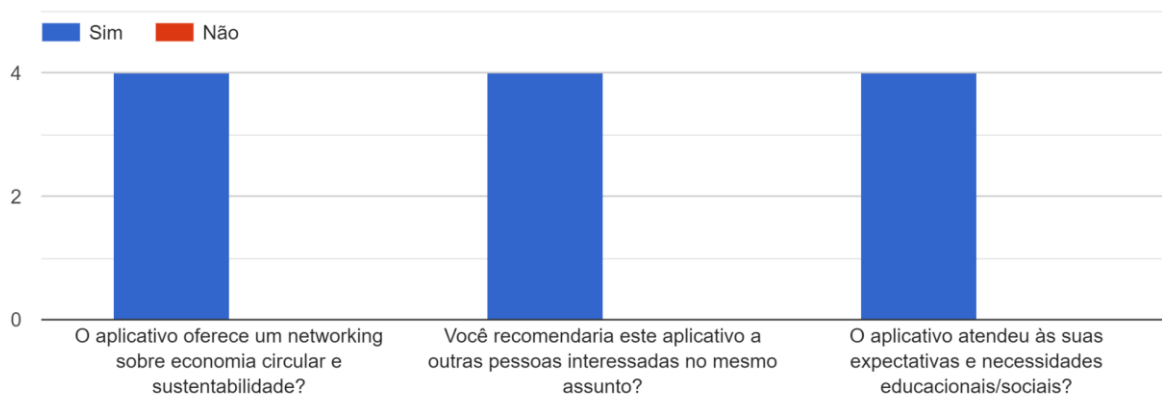
Fonte: Autora (2023)

Os especialistas consideraram as avaliações do aplicativo em relação à importância econômica positiva. Podendo impulsionar a inovação e contribuições econômicas, levando ao desenvolvimento de novos produtos, serviços e modelos de negócios sustentáveis.

Em relação à dimensão social foram elaboradas três perguntas: “O aplicativo oferece um *networking* sobre economia circular e sustentabilidade?”, “Você recomendaria este aplicativo a outras pessoas interessadas no mesmo assunto?” e “O aplicativo atendeu às suas expectativas e necessidades educacionais/sociais?”. Os resultados são apresentados no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Avaliação do aplicativo em relação à importância social

Social



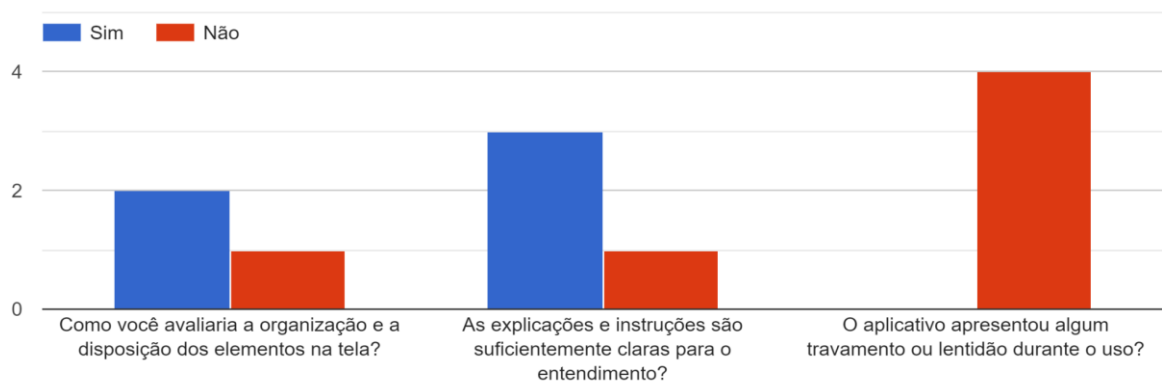
Fonte: Autora (2023)

Todas as perguntas relacionadas à questão social, foram positivas. O aplicativo pode desempenhar um papel importante na conscientização e engajamento da sociedade em relação à economia circular e à sustentabilidade.

Em relação à tecnologia foram elaboradas três perguntas: “Como você avaliaria a organização e a disposição dos elementos na tela?”, “As explicações e instruções são suficientemente claras para o entendimento?” e “O aplicativo apresentou algum travamento ou lentidão durante o uso?”. Os resultados são apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Avaliação do aplicativo em relação à tecnologia

Tecnológica



“Sim (Bom) e Não (Ruim)

Fonte: Autora (2023)

É relevante enfatizar que os especialistas completaram o questionário logo após a apresentação da pesquisadora. Todos reconheceram que se tratava de uma versão preliminar, no entanto, todos também apontaram áreas a serem aprimoradas. Embora tenham surgido resultados positivos, é importante notar que alguns desses resultados poderiam ter sido negativos caso não tivesse havido a apresentação prévia, conforme evidenciado no Gráfico 4.

Nesse contexto, algumas das observações compartilhadas pelos especialistas e os *stakeholders* das indústrias participante englobam os seguintes pontos:

- Revisar a funcionalidade que permite a visibilidade das avaliações por todos, pois existe a possibilidade de uma indústria manipular os resultados para exibir um nível de desempenho mais alto. É necessário repensar o formato de apresentação dos resultados;
- Falta uma explicação detalhada sobre o desempenho da estratégia durante a avaliação, fornecendo clareza aos participantes;
- Existe a carência de maior padronização;
- A apresentação comercial do aplicativo precisa ser aprimorada, considerando uma revisão completa do *layout* para futuras versões;
- A automação das avaliações conforme o cadastro (nome) dos participantes é uma recomendação válida;
- Seria benéfico contar com uma base de dados prévia das indústrias, ao invés de requerer o cadastro manual, seguindo padrões de acordo com as áreas de atuação;
- A sugestão é que as descrições das estratégias sejam exibidas ao lado do formulário, em vez de aparecerem sobrepostas, a fim de otimizar o espaço da tela e ajustar a visualização de acordo com o dispositivo em uso;
- É sugerido desenvolver um modelo de relatório com métricas que possam agregar valor;
- Como ideia adicional, é sugerido atualizar o aplicativo para permitir avaliações separadas, o que possibilitaria a criação de avaliações específicas para diferentes setores, permitindo identificar a adesão à economia circular em cada um;

Apesar de não ser perfeitamente convincente para uso, os especialistas e *stakeholders* de ambas as indústrias elogiaram a pesquisa, reconhecendo o aplicativo como uma inovação útil na avaliação da implementação da economia circular nas indústrias. A concepção de um aplicativo voltado para a economia circular, ancorado na sustentabilidade e focado no setor alimentício, pode ter impactos significativos nos âmbitos econômico e social, ao ajudar as indústrias a identificar oportunidades de aprimoramento.

5.4 DEMAIS IMPLICAÇÕES PRÁTICAS E GERENCIAIS

Sob uma perspectiva teórica, este estudo acerca da economia circular e sustentabilidade traz implicações substanciais para a literatura, ao fornecer uma generalização empírica sobre a influência dos antecedentes das intenções de continuidade da economia circular (Kumar; Tyagi; Sachdeva, 2023). Além disso, ele explora diferentes indústrias de alimentos em uma ampla abrangência, com potencial até mesmo para expansão para outros países e contextos.

No âmbito das implicações gerenciais, é essencial colher as opiniões dos usuários e especialistas a respeito dos aspectos positivos e negativos de sua interação com essas tecnologias, considerando esses *insights* no planejamento de aprimoramentos (Maurício *et al.*, 2023). Além disso, a análise destacou a relevância da utilização de dados resultantes da interação do usuário com a tecnologia, podendo ser obtidos, por exemplo, por meio do aplicativo. Essa abordagem não só viabiliza uma avaliação dos diferentes níveis de desempenho das indústrias, mas também proporciona uma visão valiosa sobre o processo de implementação.

Em termos mais diretos, a contribuição central deste estudo reside na sua capacidade de ser um facilitador para a aplicação das etapas e estratégias da economia circular e sustentabilidade.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O capítulo final dividiu-se em três seções, a primeira aborda a conclusão e atingimento dos objetivos da pesquisa, a segunda as limitações e a terceira as sugestões para futuras pesquisas.

6.1 CONCLUSÃO E ATINGIMENTO DOS OBJETIVOS DA PESQUISA

A integração da mensuração dos princípios da economia circular e da sustentabilidade está adquirindo uma relevância crescente. No campo acadêmico, as pesquisas estão se mantendo atualizadas e abrangentes, fornecendo soluções para o aprimoramento das práticas da gestão sustentável da cadeia de suprimentos.

A contribuição teórica iniciou-se com um levantamento sobre economia circular, culminando na validação das etapas e estratégias mais eficazes dessa abordagem. Posteriormente, essas etapas e estratégias foram contextualizadas de acordo com o setor alimentício. Possibilitou-se também, identificar se tais etapas e estratégias da EC possuem impactos nas dimensões ambientais, sociais e econômicas. Para validar esse processo, foi empregado o método *Delphi*, que permitiu compreender como os especialistas da área enxergam os pesos das estratégias da EC pautadas na sustentabilidade. Assim, a principal contribuição para o meio científico reside na construção do índice novo destinado a medir o nível de desempenho das indústrias de alimentos em relação à economia circular e à sustentabilidade.

É notável que as indústrias estão adotando ativamente a tecnologia e a inovação como meios para se destacarem em um mercado competitivo. Esse movimento está não apenas reforçando sua posição no setor, mas também impulsionando uma abordagem mais holística que abraça os princípios da economia circular e da sustentabilidade. Como resultado, embora a aplicação industrial foi restrita no momento, as bases estão sendo lançadas para uma mudança gradual em direção a práticas mais responsáveis e voltadas para o futuro.

Durante as conversas com os *stakeholders* das indústrias de alimentos e os especialistas participantes, não emergiu uma deficiência de compreensão sobre o assunto em discussão. No entanto, relataram que para algumas estratégias buscaram informações adicionais. No geral, as informações e exemplos fornecidos no aplicativo foram suficientes para estabelecer uma base apropriada para avaliar a presença ou ausência das práticas da EC na indústria.

Ao entregar o aplicativo, o presente trabalho, atingiu o objetivo geral proposto no tópico 1.2.1, de *propor um instrumento para mensurar o nível de desempenho da economia circular pautada na sustentabilidade para as indústrias de alimentos*. E o cumprimento dos objetivos específicos, descrito no tópico 1.2.2, respondidos pela pesquisa:

- *Identificar os elementos estruturantes da economia circular para o setor de alimentos*: por meio da revisão e agrupamento de vários estudos na literatura, foi possível identificar as etapas e estratégias da economia circular, juntamente com seus conceitos e exemplos;
- *Estabelecer o método que mesure o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos*: partindo da revisão da literatura, foram validadas as 7 etapas e 28 estratégias da economia circular pautadas na sustentabilidade, com a contribuição de especialistas da área por meio da aplicação do método *Delphi*. Além disso, foi possível desenvolver uma ferramenta que possibilita a medição do nível de desempenho das indústrias de alimentos;
- *Criar um aplicativo para avaliar o nível de desempenho da economia circular legitimado nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos*: a literatura permitiu definir a ferramenta de calcular o nível da economia circular nas indústrias, assim foi possível o desenvolvimento do aplicativo. A versão inicial do aplicativo foi concluída, assim como todo o projeto de construção do mesmo; e
- *Aplicar o instrumento por meio do aplicativo, mensurando o nível da economia circular pautada nas dimensões da sustentabilidade em indústrias de alimentos*: o foco principal do aplicativo reside na capacidade das próprias indústrias realizarem uma análise interna para determinar o nível de desempenho alcançado em relação à economia circular, que está disponibilizado no uso do aplicativo.

Desta forma, a pesquisa realizada alcançou resultados significativos ao identificar os elementos estruturantes da economia circular, embasada nas dimensões da sustentabilidade, aplicáveis ao setor de alimentos e ao criar o aplicativo, concebido com base na literatura e nas conclusões da pesquisa. A versão inicial do aplicativo foi desenvolvida com sucesso, concretizando o projeto de construção do instrumento.

Este trabalho representa, portanto, um passo significativo na promoção de práticas mais responsáveis e conscientes no setor alimentício, visando um futuro mais sustentável e resiliente. Portanto, concluiu-se que este estudo cumpre ao que se propõe, assim como traz *insights* para trabalhos futuros.

6.2 LIMITAÇÕES

Mesmo tendo cumprido com seu proposto, todo trabalho científico apresenta limitações que trazem oportunidades para futuras pesquisas na área. Devido à abrangência específica deste estudo, esta dissertação apresentou algumas limitações, especialmente em relação à maneira de mensurar a economia circular com base na sustentabilidade dentro das indústrias de alimentos. A restrição surgiu ao buscar métodos para avaliar o nível de desempenho dentro de uma indústria, como calcular as práticas, assim foi necessário adaptar um modelo existente para a proposta desejada.

Outra limitação foi encontrada na aplicação do método *Delphi*, utilizado para validar as etapas e estratégias da economia circular. Foi essencial adaptar esse método para alinhar-se ao objetivo da pesquisa, levantando questões sobre a confiabilidade dos dados coletados. Por ser um método expansivo, houve dificuldades em manter os especialistas engajados ao longo das rodadas do processo.

Além disso, uma limitação significativa na aplicação do método *Delphi* reside na natureza subjetiva da avaliação de cada estratégia, a qual dependeu da percepção dos especialistas. Isso levanta questões sobre a falta de critérios definidos para interpretar a escala *likert*, deixando margem para interpretações diversas e potencialmente inconsistentes.

Ao longo do estudo, algumas das estratégias iniciais tiveram que ser descartadas devido à sua falta de aplicação prática ou impacto significativo no contexto brasileiro. No cenário atual, é evidente que ainda há um longo caminho a percorrer no Brasil quando se trata de implementar plenamente a economia circular. Embora tenha sido identificado um leque de oportunidades promissoras, o país carece de iniciativas abrangentes e eficazes para impulsionar o desenvolvimento da economia circular.

Em relação à restrição concernente ao aplicativo, a fase mais desafiadora de seu desenvolvimento envolveu a criação do cálculo que determinaria o valor do nível de desempenho. A experiência da pesquisadora ao colaborar com desenvolvedores no processo de criação apresentou desafios, particularmente devido à sua inexperiência em projetos de desenvolvimento, o que impactou o resultado esperado do aplicativo. Isso resultou na necessidade de deixar os detalhamentos nas mãos do desenvolvedor.

E por último, a limitada adesão das indústrias respondentes pode ser atribuída a diversas razões complexas. Entre elas, está a relutância das indústrias em compartilhar dados, especialmente quando estão imersas em um tema inovador, e o curto período para aplicação.

6.3 SUGESTÕES DE PESQUISAS FUTURAS

Considerando as limitações e desafios que surgiram durante a coleta de dados na indústria de alimentos, emerge uma oportunidade significativa para pesquisas futuras. Uma lacuna fundamental que merece destaque é a necessidade de direcionar a atenção da economia circular para as questões sociais, com o objetivo de aprimorar as condições de trabalho e o bem-estar dos colaboradores.

Até o momento, o conhecimento sobre as perspectivas e experiências relacionadas à avaliação social de empresas ativamente engajadas na economia circular, permanece limitado. Portanto, é imperativo aprofundar as investigações nessa área essencial para compreender como a economia circular pode ter um impacto positivo na vida e no bem-estar das pessoas envolvidas em todas as fases, desde a produção até o descarte de produtos.

Para aprimorar a avaliação da aplicação do método *Delphi*, é fundamental adotar as seguintes estratégias: estabelecer critérios mais precisos, transparentes e objetivos; uniformizar o uso da escala *likert*; providenciar treinamento detalhado para os participantes, incluindo exemplos práticos, e assegurar a transparência na documentação apresentada aos envolvidos. A implementação destas melhorias visa fortalecer o processo de avaliação, reduzir a subjetividade e reforçar a consistência nas decisões tomadas pelos especialistas.

Outra área promissora de pesquisa reside no desenvolvimento de ferramentas eficazes para a coleta de dados, uma vez que ainda existem limitações na obtenção de informações precisas sobre a economia circular em diversas indústrias. O foco deve estar em alcançar resultados práticos tanto para a economia circular quanto para a conscientização dentro das indústrias e empresas.

Assim, como uma extensão da proposta anterior, é fundamental aprimorar o aplicativo desenvolvido, tornando-o mais atraente comercialmente e confiável em sua utilização. Esse aperfeiçoamento pode, por sua vez, abrir portas para sua aplicação em outras áreas de produção, ampliando seu impacto e alcance.

O aplicativo detém um potencial notável para desempenhar um papel significativo na aplicação das etapas e estratégias da economia circular, promovendo a sustentabilidade. Sua versatilidade permite a expansão para diversas indústrias de diferentes segmentos, o que reforça sua importância como uma ferramenta versátil na promoção da economia circular e do desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

ABIA - Associação Brasileira de Indústrias de Alimentos. **Relatório Anual do Setor de Alimentos no Brasil**. 2022. Disponível em:

<https://www.abia.org.br/vsn/temp/z202329INFOGRAFICO.pdf>. Acesso em 15 mai 2023.

AGÊNCIA SENADO. **Senado aprova incentivo a construções ambientalmente sustentáveis**. 2018. Disponível em:

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2018/03/20/senado-aprova-incentivo-a-construcoes-ambientalmente-sustentaveis>. Acesso em 11 set 2021.

AHI, PAYMAN; SEARCY, CORY. An analysis of metrics used to measure performance in green and sustainable supply chains. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 360-377, 2015. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.005>.

ASSADOURIAN, Erik; PRUGH, Tom. Is Sustainability Still Possible? - Getting to true sustainability. **State of the World 2013**, p. 111-112, 2013. ISBN 13: 978-1-61091-449-9.

AUGUSTO, Caio. **Economia circular: por que importa? E onde nos levará?**. 2020.

Disponível em:<https://terracoeconomico.com.br/economia-circular-por-que-importa-e-onde-nos-levara/>. Acesso em 20 mai. 2022.

BAI, Chunguang; ORZES, Guido; SARKIS, Joseph. Exploring the impact of Industry 4.0 technologies on social sustainability through a circular economy approach, **Industrial Marketing Management**, v 101, p. 176-190, 2022. DOI: 10.1016/j.indmarman.2021.12.004.

BAKAN, B.; BERNET, N.; BOUCHEZ, T.; BOUTROU, R.; CHOUBERT, J.; DABERT, P.; DUQUENNOI, C.; FERRARO, V.; GARCÍA-BERNET, D.; GILLOT, S.; MERY, J.; RÉMOND, C.; STEYER, J. TRABLY, E.; TREMIER, A. Circular economy applied to organic residues and wastewater: Research challenges. **Waste and biomass valorization**, v. 13, n. 2, p. 1267–1276, 2022. DOI:10.1007/s12649-021-01549-0.

BARREIRO-GEN, M.; LOZANO, R. How circular is the circular economy? Analysing the implementation of circular economy in organisations. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, p. 3484–3494, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/bse.2590>.

BERGMANN, M.; MAÇADA, A. C. G.; SANTINI, F. O.; RASUL, T. Continuance intention in financial technology: a framework and meta-analysis. **International Journal of Bank Marketing**, v. 41, p. 749-786, 2023. DOI: 10.1108/IJBM-04-2022-0168.

BERTASSINI, A. C.; CALACHE, L. D. D. R.; CARPINETTI, L. C. R.; OMETTO, A. R.; GEROLAMO, M. C. CE-oriented culture readiness: An assessment approach based on maturity models and fuzzy set theories. **Sustainable Production and Consumption**, v. 31, p. 615-629, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.03.018>.

BITITCI, U.; GARENGO, P.; DORFLER, V.; NUDURUPATI, S. Performance Measurement: Challenges for Tomorrow?. **International Journal of Management Reviews**, v. 14, n. 3, p. 305–327, 2011. DOI:10.1111/j.1468-2370.2011.00318.x.

BOCKEN, N.; MORALES S. L.; LEHNER, M. Sufficiency business strategies in the food industry - the case of Oatly. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 824, 2020. DOI: 10.3390/su12030824.

BOLZONELLA, D.; FATONE, F.; GOTTARDO, M.; FRISON, N. Nutrients recovery from anaerobic digestate of agro-waste: Techno-economic assessment of full scale applications. **Journal of environmental management**, v. 216, p. 111–119, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.08.026>.

BOURNE, M.; MILLS, J.; WILCOX, M.; NEELY, A.; PLATTS, K. Designing, implementing and updating performance measurement systems. **International Journal of Operations & Production Managem**, v. 20, n. 7, p. 754-771, 2000. ISSN: 0144-3577.

BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; TABOADA RODRIGUEZ, C. M.; CAMPOS, L. M. S. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 108, p. 182-197, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.021>.

BROUWER, M. T.; VAN VELZEN, E. U. T.; RAGAERT, K.; KLOOSTER, R.T. Technical limits in circularity for plastic packages. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 1 - 29, 2020. DOI: 10.3390/su122310021.

BUBBLE.IO. **A melhor forma de construir painéis sem código**. 2023. Disponível em: <https://bubble.io>. Acesso em 18 abr 2023.

CAMPOS, E. A. R.; TAVANA, M.; CATEN, C. S.; BOUZON, M.; PAULA, I. C. A grey-DEMATEL approach for analyzing factors critical to the implementation of reverse logistics in the pharmaceutical care process. **Environmental Science and Pollution Research**, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-020-11138-8>.

CARTER, C. R.; ROGERS, D. A framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 38, n. 5, 2008. DOI 10.1108/09600030810882816.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Economia Circular – Análise das Métricas Circulares**. 2022. Disponível em: <https://cebds.org/economia-circular-analise-das-metricas-circulares/#.YvWw7XbMLIU>. Acesso em 20 set 2022.

COMPAGNONI, Marco. Is Extended Producer Responsibility living up to expectations? A systematic literature review focusing on electronic waste. **Journal of Cleaner Production**, v. 367, n. 133101, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133101>.

COSTA, F. H. O.; MORAES, C. C.; SILVA, A. L.; PEREIRA, C. R.; DELAI, I.; JABBOUR, A. B. L. S. Does resilience impact food waste? moving the debate on. **Journal of Business Management**, 2021. DOI: 10.1590/S0034-759020210506.

D'AMICO, G.; ARBOLINO, R.; SHI, L.; YIGITCANLAR, T.; IOPPOLO, G. Digitalisation driven urban metabolism circularity: A review and analysis of circular city initiatives. **Land Use Policy**, v. 112, 2021. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105819.

DANTAS, T. E. T.; DE-SOUZA, E. D.; DESTRO, I. R.; HAMMES, G.; RODRIGUEZ, C. M. T.; SOARES, S. R. How the combination of circular economy and industry 4.0 can contribute towards achieving the Sustainable Development Goals. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 213-227, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005>.

DA SILVA, M. R. F.; SOUZA, N. L. S.; RODRIGUEZ, C. M. T.; FRAZZON, E. M. **Logística portuária: revisão sistemática de literatura utilizando o método prisma**. Simpósio de Engenharia de Produção XXVII. Bauru UNESP, 2020.

DAMERY, D.; WEBB, J.; DANYLCHUK, A.; HOQUE, S. Natural systems in building integrated aquaculture design. **Design and Nature VI**, 2012. DOI:<http://library.witpress.com/viewpaper.asp?pcode=DN12-008-1>.

DE ANGELIS, Roberta; HOWARD, Mickey; MIEMCZYK, Joe. Supply chain management and the circular economy: towards the circular supply chain. **Production Planning & Control**, p. 425-437, 2018. DOI: 10.1080/09537287.2018.1449244.

DIÉGUEZ-SANTANA, K.; RUDI, G. R.; URQUIAGA, A. J. A.; MUNÓZ, E.; SABLÓN-COSSIO, N. Una herramienta de evaluación de la aplicación de la economía circular. **Evaluation of circular economy**, 2021. DOI:10.1108/ARLA-08-2020-0188.

DRESH, A.; LACERDA, D. P.; MIGUEL, P. A. C. Uma Análise Distintiva entre o Estudo de Caso, A Pesquisa-Ação e a Design Science Research. **Revista brasileira de Gestão e Negócios**, v. 17, n. 56, 2015. DOI: 10.7819/rbgn.v17i56.2069.

DUSSAUX, DAMIEN; GLACHANT, MATTHIEU. How much does recycling reduce imports? **Evidence of metallic raw materials**, v. 8, n. 2, p. 128-146, 2019. DOI: 10.1080/21606544.2018.1520650.

EBERHARDT, L.C.M.; BIRGISDOTTIR, H.; BIRKVED, M. Potential of circular economy in sustainable buildings. IOP Conf. **Materials Science and Engineering**, v. 471, 2019. DOI:10.1088/1757-899X/471/9/092051.

EEA - EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. Resource efficiency and the circular economy in Europe 2019 – even more from less: An overview of the policies, approaches and targets of 32. **European countries**, 2019. DOI: 10.2800/331070.

ELIA, V.; GNONI, M. G.; TORNESE, F. Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. **Journal of cleaner production**, v. 142, p. 2741-2751, 2017. DOI:10.1016/j.jclepro.2016.10.196.

ELKINGTON, John. **Sustentabilidade, canibais com garfo e faca**. Original: Cannibals with forks - the triple bottom line of 21st century business. M.Books do Brasil Editora Ltda. São Paulo, 2012. E-ISBN: 978-65-5800-029-7.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Diagrama sistêmico do Processo Industrial baseado em uma Economia Circular**. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Diagrama-sistemico-do-Processo-Industrial-baseado-em-uma-Economia-Circular-Fonte_fig1_328006486. Acesso em 21 set. 2022.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Economia circular**. 2017. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acesso em 20 nov. 2021.

EMF - Ellen MacArthur Foundation. **Circular design**. 2019. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/circular-design>. Acesso em 05 jun. 2021.

FATIMAH, Y. A.; KANNAN, D.; GOVINDAN, K.; HASIBUAN, Z. A. Circular economy e-business model portfolio development for e-business applications: Impacts on ESG and sustainability performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 415, n. 137528, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.137528.

GIANNAROU, L.; ZERVAS, E. Using Delphi technique to build consensus in practice. **International Journal of Business Science and Applied Management**, v. 9, n. 2, p. 65–82, 2014. ISSN: 17530296.

GIANEZINI, M.; ALVES, A. B.; TECHEMAYER, C. A.; RÉVILLION, J. P. P. Diferenciação de produto e inovação na indústria agroalimentar: a inserção de alimentos funcionais no Brasil. **RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 11, n. 1, p. 9-26, 2012.

GRIBAUDO, M.; PIRONTI, M.; PISANO, P.; MANINI, D.; SCUOTTO, V. Circular Economy: A Coloured Petri Net Based Discrete Event Simulation Model. **Proceedings - European Council for Modelling and Simulation**, v. 34, n.1, p.97-1031, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.7148/2020-0097>.

HOBSON, Kersty. Small stories of closing loops’: social circularity and the everyday circular economy. **Climatic Change**, 2019. DOI:10.1007/s10584-019-02480.

HOSSEINZADEH-BANDBAFHA, H.; NIZAMI, A-S.; KALOGIROU, S. A.; GUPTA, V. K.; PARK, Y-K.; FALLAHI, A.; SULAIMAN, A.; RANJBARI, M.; RAHNAMA, H. AGHBASHLO, M.; PENG, W.; TABATABAEI, M. Environmental life cycle assessment of biodiesel production from waste cooking oil: A systematic review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 161, n. 112111, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112411>.

IBN-MOHAMMED, T.; MUSTAPHA, K. B.; GODSELL, J.; ADAMU, Z.; BABATUNDE, K. A.; AKINTADE, D. D.; ACQUAYE, A.; FUJII, H.; NDIAYE, M. M.; YAMOAH, F. A.; KOH, S. C. L. A critical analysis of the impacts of COVID-19 on the global economy and ecosystems and opportunities for circular economy strategies. **Resources, Conservation & Recycling**, n. 164, p. 105169, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105169>.

JACOB, C.; NOIROT, C.; ANGLADA, C.; BINET, T. The benefits of integrating socioeconomic dimensions of circular economy practices in the seafood sector. **Current opinion in environmental science & health**, v. 22, n. 100255, p. 100255, 2021. DOI:10.1016/j.coesh.2021.100255.

JOHNRAVINDAR, D.; WONG, J. W. C.; DHARMA PATRIA, R.; UISAN, K.; KUMAR, R.; KAUR, G. Bioreactor-scale production of rhamnolipids from food waste digestate and its recirculation into anaerobic digestion for enhanced process performance: Creating closed-loop integrated biorefinery framework. **Bioresource technology**, v. 360, n. 127578, 2022. DOI:10.1016/j.biortech.2022.127578.

KALMYKOVA, Y.; SADAGOPAN, M.; ROSADO, L. Circular economy—From review of theories and practices to development of implementation tools. **Resources, conservation and recycling**, v. 135, p. 190-201, 2017. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.034.

KAMBLE, S. S.; GUNASEKARAN, A. Big data-driven supply chain performance measurement system: a review and framework for implementation. **International Journal of Production Research**, 2019. DOI:10.1080/00207543.2019.1630770.

KAVIANI, M. A.; TAVANA, M.; KUMAR, A.; MICHNIK, J.; NIKNAM, R.; CAMPOS, E. A. R. An integrated framework for evaluating the barriers to successful implementation of reverse logistics in the automotive industry. **Journal of Cleaner Production**, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122714>.

KOPSIDAS, O. N.; GIAKOUMATOS, S. D.V. Economics of Recycling and Recovery. **Scientific Research an Academic Publisher**, n. 12, p. 73-90, 2021. DOI: 10.4236/nr.2021.124007.

KORHONEN, J; HONKASALO, A; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37-46, 2017. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041.

KOSANOGLU, F.; KUS, H. T. Sustainable supply chain management in construction industry: a Turkish case. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 23, n. 9, p. 2589-2613, 2021. DOI: 10.1007/s10098-021-02175-z.

KUMAR, K.; TYAGI, M.; SACHDEVA, A. A sustainable framework development and assessment for enhancing the environmental performance of cold supply chain. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, v. 34, p. 1077-1110, 2023. DOI: 10.1108/MEQ-03-2022-0046.

KUMAR, P.; SINGH, R. K.; PAUL, J.; SINHA, O. Analyzing challenges for sustainable supply chain of electric vehicle batteries using a hybrid approach of Delphi and Best-Worst Method. **Resources, Conservation and Recycling**, 2021. DOI:http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105879.

KUMAR, P; SINGH, R. K.; KUMAR, V. Managing supply chains for sustainable operations in the era of industry 4.0 and circular economy: Analysis of barriers. **Resources, Conservation & Recycling**, v.164, 2021. DOI: 10.1016/j.resconrec.2020.105215.

LEIPOLD, Sina; WELDNER, Kaja; HOHL, Marius. Do we need a ‘circular society’? Competing narratives of the circular economy in the French food sector. **Ecological Economics**, v. 187, 2021. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2021.107086.

MACHADO, M. C.; CARVALHO, T. C. M. B. Maturity Models and Sustainable Indicators - A New Relationshipfile. **Sustainability**, v. 13, n. 23, p 13247, 2021.
<https://doi.org/10.3390/su132313247>.

MAHROOF, K.; OMAR, A.; RANA, N. P.; SIVARAJAH, U.; WEERAKKODY, V. Drone as a Service (DaaS) in promoting cleaner agricultural production and Circular Economy for ethical Sustainable Supply Chain development. **Journal of Cleaner Production**, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125522>.

MITTAL, S.; KHAN, M. A.; ROMERO, D.; WUEST, T. A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). **Journal of Manufacturing Systems**, v. 49, p. 194-214, 2018.
 DOI:10.1016/j.jmsy.2018.10.005

MOHER, D; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. G. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. **International Journal of Surgery**, v. 8, p. 336-341, 2010. DOI:10.1016/j.ijssu.2010.02.007.

NAIROIBE. **ONU pede mais ação contra a perda e o desperdício de alimentos em dia internacional**. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/onu-pede-mais-acao-contra-perda-e-o-desperdicio-de>. Acesso em 20 nov. 2021.

NASCIMENTO, F. P.; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2015.

NIERO, M.; KALBAR, P. P. Coupling material circularity indicators and life cycle based indicators: A proposal to advance the assessment of circular economy strategies at the product level. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 140, p. 305-312, 2019.
 DOI:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.002>.

NIKA, C. E.; EXPÓSITO, A.; KISSER, J.; BERTINO, G.; ORAL, H. V.; DEGHANIAN, K.; VASILAKI, V.; IACOVIDOU, E.; FATONE, F.; ATANASOVA, N.; KATSOU, E. Validating Circular Performance Indicators: The Interface between Circular Economy and Stakeholders. **Water**, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/w13162198>.

NURCAHYANI, M.; SUDARMILAH, E. Augmented reality solar system learning media applications based on Android for elementary school. **AIP Conference Proceedings**, n. 2727, v. 040006, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0141771>.

OELZE, N.; BRANDENBURG, M.; JANSEN, C; WARASTHE, R. Applying sustainable supply chain management frameworks to two german case studies. **IFAC Papers Online**, v. 51, n. 30, 2018. DOI: 10.1016/j.ifacol.2018.11.304.

OH, JUNKYUNG; HWTTIARACHCHI, HIROSHAN. Collective Action in Waste Management: A Comparative Study of Recycling and Recovery Initiatives from Brazil, Indonesia, and Nigeria Using the Institutional Analysis and Development Framework, **Recycling**, v.5, n. 4, 2020. DOI:10.3390/recycling5010004.

OKOLI, Chitu; PAWLOWSKI, Suzanne D. The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. **Information & Management**, n. 42, p. 15-29, 2004. DOI:10.1016/j.im.2003.11.002.

OLIVEIRA, M. C. C.; VINCENZI, T. B.; PIÃO, R. S. Economia Circular e Inclusão Social: uma revisão sistemática da literatura. **XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 2021.

PAGOTTO, M.; HALOG, A. Towards a circular economy in Australian agri-food industry: An application of input-output oriented approaches for analyzing resource efficiency and competitiveness potential. **Journal of Industrial Ecology**, v. 20, n. 5, p. 1176–1186, 2016. DOI:10.1111/jiec.12373.

PEREIRA, R.; LIMA, L. K. A.; RAMOS, M. A.; BARBOSA, G. S.; NADAE, J. Economia circular e cadeia de suprimentos: uma revisão da literatura. **XXI SEMEAD Seminários em Administração**, 2018. ISSN 2177-3866.

PITKÄNEN, K.; KARPPINEN, T. K. M.; KAUTOTO, P.; PIRTONEN, H.; SALMENPERÄ, H.; SAVOLAHTI, H.; SCHUBIN, E.; MYLLYMAA, T. How to measure the social sustainability of the circular economy? Developing and piloting social circular economy indicators in Finland. **Journal of Cleaner Production**, v. 392, n. 136238, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136238>.

PNUMA. **Brasil é o 10º país que mais desperdiça alimentos no mundo**. 2023. Disponível em: <https://www.supervarejo.com.br/consumo/brasil-e-o-10o-pais-que-mais-desperdica-alimentos-no-mundo/>. Acesso em 25 jun. 2023.

PNUMA. **Relatório sobre a Lacuna de Produção 2021**. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/relatorio-sobre-lacuna-de-producao-2021>. Acesso em 05 dez. 2021.

RAHLIN, M.; BARNETT, J.; SARMIENTO, B. Functional Symmetry Observation Scale, Version 2: Development and Content Validation Using a Modified Delphi Method. **Pediatric Physical Therapy**, n. 34, v. 1, p. 37-44, 2022. DOI:10.1097/PEP.0000000000000847.

RIBEIRO, J. L.; NASCIMENTO, R. M. L. L. Sustentabilidade na prática: análise em grandes empresas brasileiras. **Revista Acadêmica do Curso de Administração**, v.1, n.2, 2019.

RODRÍGUEZ-ESPÍNDOLA, O.; ROMO, A. C.; CHOWDHURY, S.; DÍAZ-ACEVEDO, N.; ALBORES, P.; DESPOUDI, S.; MALESIOS, C.; DEY, P. The role of circular economy principles and sustainable-oriented innovation to enhance social, economic and environmental performance: Evidence from Mexican SMEs. **International Journal of Production Economics**, n. 248, v. 108495, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108495>.

ROMERO-LUIS, JUAN; CARBONELL-ALCOCER, ALEJANDRO; GERTRUDIX, MANUEL; CASADO, MARIA. DEL CARMEN GERTRUDIS. What is the maturity level of circular economy and bioenergy research addressed from education and communication? A systematic literature review and epistemological perspectives. **Journal of Cleaner Production**, n. 322, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129007>.

ROSSI, F. L.; LIMA, I. T. S.; SILVEIRA, L. L.; BARBOSA, R.; SOUZA, R. F. Economia circular: conceitos e perspectivas na sociedade contemporânea. **Revista de Geopolítica**, v. 13, nº 1, p. 79-94, 2022.

RSTUDIO. **RStudio Cloud**. Version R 4.0.5. 2022. Disponível em: <https://rstudio.cloud/content/2574568>. Acesso em 09 set. 2022.

SACHS, I. The biofuels controversy. **United Nations Conference on Trade and Development**, 2007.

SALUM, Maria Inácia Favila. **Modelo para avaliação do grau da sustentabilidade na logística de suprimentos**. 2019. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

SEHNEM, S.; JABBOUR, C. J. C.; PEREIRA, S. C. F.; Improving sustainable supply chains performance through operational excellence: circular economy approach. **Resources, Conservation & Recycling**, n. 149, p. 236-248, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.021>.

SEURING, S. A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. **Decision Support Systems**, v. 54, 2013. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.04.020.

SEURING, S.; MÜLLER, M. From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, 2008. DOI: 10.1016/j.jclepro.2008.04.020.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 3ª edição revista atual, Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2005.

SILVA, I.; JORGE, C.; BRITO, L.; DUARTE, E. A pig slurry feast/famine feeding regime strategy to improve mesophilic anaerobic digestion efficiency and digestate hygienisation. **Waste management & research: the journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA**, v. 39, n. 7, p. 947–955, 2021. DOI:10.1177/0734242X20972794.

SILVA, N. R.; HOURNEAUX JUNIOR, F. TI Verde: Sustentabilidade por meio da virtualização de servidores. **IPTEC - Revista Inovação, Projetos e Tecnologias**, v 1, m. 1, p. 30-42, 2013. DOI: 10.5585/iptec.v1i1.3.

SKULMOSKI, G. J.; HARTMAN, F. T.; KRAHN, J. The Delphi Method for Graduate Research. **Journal of Information Technology Education**, v. 6, 2007. DOI:<http://dx.doi.org/10.28945/199>.

SWEENEY, D. J.; WILLIANMS, T. A.; ANDERSON, D. R. **Estatística aplicada à administração e economia**. 3ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

SZABO, K.; TELEKY, B.-E.; RANGA, F.; ROMAN, I.; KHAOULA, H.; BOUDAYA, E.; LTAIEF, A. B.; AOUANI, W.; THIAMRAT, M.; VODNAR, C. Carotenoid Recovery from Tomato Processing By-Products through Green Chemistry. **Molecules**, v. 27, n. 12, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules27123771>.

TEIGISEROVA, D. A.; L. HAMELIN, L.; THOMSEN, M. Towards transparent valorization of food surplus, waste and loss: clarifying definitions, food waste hierarchy, and role in the circular economy. **Science of the Total Environment**, 2020. DOI:10.1016/j.scitotenv.2019.136033.

TURNER, R. K. PEARCE, D. W. Sustainable economic development: economic and ethical principles. **Economics and Ecology: New frontiers and sustainable development**, p. 117-194, 1993. ISBN 0 412 48180 4.

TUZZO, S. A.; BRAGA, C. F. O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 4, n.5, 2016. ISSN 2525-8222.

VIANA, F. L. E. Indústria de Alimentos. **Caderno Setorial ETENE**, v. 6, n. 176, 2021.

WALKER, A. M.; OPFERKUCH, K.; LINDGREEN, E. R.; SÍMBOLO, A.; VERMEULEN, W. J. V.; RAGGI, A. Assessing the social sustainability of circular economy practices: Industry perspectives from Italy and the Netherlands. **Sustainable Production and Consumption**, p. 831-844, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.030>.

WEETMAN, Catherine. **Economia circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa**. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. São Paulo: Autêntica Business, ed. 1, 2019. ISBN 978-85-513-0514-0.

WILSON, G. T.; CLARK, N.; HATTON, F. L.; TRIMINGHAM, R.; WOOLLEY, E. Perpetual plastic for food to go: a design-led approach to polymer research. **Polymer international**, 2022. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pi.6401>.

YANG, Y.; CHEN, L.; JIA, F.; XU, Z. Complementarity of circular economy practices: an empirical analysis of Chinese manufacturers. **International Journal of Production Research**, v.. 57 n. 20, p. 6369-6384, 2019. DOI: 10.1080/00207543.2019.1566664.

YU, F.; HAN, F.; CUI, Z. Evolution of industrial symbiosis in an eco-industrial park in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 87, p. 339-347, 2015. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.058>.

YUAN, Zengwei; BI, Jun; MORIGUICHI, Yuichi. The Circular Economy: a new development strategy in China. **Journal of Industrial Ecology**. v. 10, n. 1-2, p. 4-8, 2006.

ZANDONAI, Roberta; CZEZACKI, Aline. UNEP. **PNUMA e FAO convocam movimento no Brasil para reduzir perdas e desperdícios de alimentos**. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/pnuma-e-fao-convocam-movimento-no-brasil-para-reduzir>. Acesso em 05 dez 2021.

APÊNDICE A – Ferramenta *Notion*

Ferramenta *Notion*

A ferramenta *Notion* foi utilizada para a elaboração do projeto aplicativo NEC, a Figura abaixo apresenta a página inicial da ferramenta.

Projeto App - NEC: Calculando o nível de economia circular para indústrias de alimentos

Useful Links

(info here is relevant for the entire trip)

- 📌 Brain Dump
- 📌 Useful Information
- 📌 What to pack

Databases

- 📌 APP Milestones DB
- 📌 APP Tasks DB
- 📌 Design System (App - ...)

PROJECT DASHBOARD

Overview project

All Simple Step 1 - Relations Step 2 - Rollup Step 3 - Formula

APP Milestones DB

Stage	Milestone Name	Status	Done?	Deadline	Undone...
1. Definição da função	Cadastrar usuários	Done	1 Task Left	03/04/2023	1
1. Definição da função	Autenticar no app	Done	2 Tasks left	03/05/2023 – 03/12/2023	2
1. Definição da função	Homepage app	Done	4 Tasks left		4
1. Definição da função	Cadastrar indústrias	Done	4 Tasks left	03/13/2023 – 03/20/2023	4
1. Definição da função	Cadastrar atividades	Done	1 Task Left		1
1. Definição da função	Cadastrar avaliação de atividades	WIP	5 Tasks left	03/21/2023 – 03/28/2023	5
1. Definição da função	Calcular nível de economia circular	Done	5 Tasks left	03/29/2023 – 04/05/2023	5
1. Definição da função	Exibir resultados e classificações	WIP	4 Tasks left	04/06/2023 – 04/13/2023	4
2. Definição de dados e tel...	Infraestrutura	WIP	1 Task Left		1

+ Novo

APÊNDICE B – Manual do aplicativo NEC

Manual do aplicativo NEC.

Versão 1.

Link de acesso do aplicativo: app-nec <https://app-nec.bubbleapps.io>.

Bem-vindo ao Manual do Usuário do NEC - Calculando o Nível de Economia Circular pautada na Sustentabilidade para Indústrias de Alimentos! Este manual foi desenvolvido para fornecer orientações e informações sobre como utilizar todas as funcionalidades do nosso aplicativo de forma eficiente e aproveitar ao máximo a experiência.

1 Introdução

1.1 Sobre o aplicativo:

O aplicativo é uma ferramenta acadêmica, desenvolvida para calcular o nível de desempenho da economia circular, pautada na sustentabilidade e aplicado especificamente à indústria de alimentos. Ele apresenta etapas e estratégias da economia circular, fornecendo descrições e exemplos para cada estratégia. O propósito é oferecer suporte às indústrias que utilizam o aplicativo, promovendo embasamento e orientação para o desenvolvimento das estratégias da economia circular em seus processos e operações.

1.2 Objetivo

Mensurar o nível de desempenho da economia circular pautada na sustentabilidade para as indústrias de alimentos.

1.3 Requisitos de sistema

A versão 1 do aplicativo foi desenvolvida para acesso via web, podendo ser acesso de um dispositivo mobile ou desktop. O software usado para desenvolvimento é o *Bubble*, que permite criar aplicativos web sem a necessidade de codificação tradicional. É necessário ter conectividade com a internet.

1.4 Acesso

O acesso está disponível na versão 1 em web por meio do link: <https://app-nec.bubbleapps.io>.

2 Visão geral da interface

2.1 Tela inicial

Acesso ao usuário, o primeiro passo é o de autenticação para usuário já cadastrados, informe e-mail e senha e clique em “Entrar”.



**NEC: Calculando o nível de economia circular
pautada na sustentabilidade para indústrias
de alimentos**

Entrar

Inscrever-se

2.2 Criação de conta

Para o primeiro acesso é necessário cadastrar um novo usuário informando: nome, e-mail e senha. Após preencher o formulário de cadastro, clique em “Cadastrar”.

Novo usuário

[Voltar](#)

2.3 Homepage, menu principal

Apresenta a função cadastrar indústria, cadastrar avaliações e resultado das avaliações.

Início

Um menu principal contendo três botões azuis com texto branco, dispostos verticalmente dentro de um container cinza claro com cantos arredondados. Os botões são: 'Cadastrar indústria', 'Cadastrar avaliações' e 'Resultado das avaliações'.

2.4 Cadastrar indústria

Após o primeiro acesso é necessário cadastrar sua indústria. Informe o nome da indústria, a quantidade de funcionários e área de atuação, ao preencher o formulário clique em “Cadastrar”. Como o exemplo abaixo:

The image shows two parts of a web interface. On the left is a registration form titled 'Nova indústria' with three input fields: 'Nome da indústria', 'Quantidade de funcionários', and 'Área de atuação'. Below the form is a blue 'Cadastrar' button. On the right is a table with the title 'Nova indústria' and two columns: 'Nome' and 'Quantidade de funcionários'. The table contains one entry: 'Silvestre Alimentos' with '10' employees. Below the table is the text 'Área de atuação: Teste'.

Nome	Quantidade de funcionários
Silvestre Alimentos	10

Área de atuação: Teste

2.5 Cadastrar avaliações

Na *homepage*, menu principal, clique em “Cadastrar avaliações”. Selecione sua indústria cadastrada, informe o nome e data da avaliação, recomenda-se definir nome único e a própria data de realização para cada avaliação. Exemplo: Avaliação 1 - 25/07/2023. Caso seja necessário editar uma avaliação que já existe, clique em “Editar uma avaliação” e selecione a que deseja editar.

The image shows a form titled 'Avaliação de estratégias'. It has a dropdown menu labeled 'Selecione a indústria' and a text input field containing 'Avaliação 1 - 24/07/2023'. Below the input field is a note: 'Recomenda-se definir nome único e a própria data de realização para cada avaliação'. At the bottom of the form are two buttons: a light blue 'Salvar' button and a dark blue 'Editar uma avaliação' button.

2.6 Adicionando estratégias em uma avaliação

- Primeiro, escolha a avaliação que deseja editar. Em seguida escolha a etapa, cada etapa possui suas próprias estratégias;
- Após a escolha da etapa e estratégia que deseja avaliar, à medida que uma estratégia for informada e acrescentada na avaliação, depois de informar o desempenho da estratégia, na próxima escolha, a estratégia já adicionada não estará disponível para seleção;
- Para o desempenho da estratégia, insira um valor de 1 a 5. Recomenda-se informar o desempenho de todas as estratégias, garantindo a boa avaliação da pesquisa. (1 = Muito Baixa Aplicação da Estratégia (ou tem conhecimento da estratégia), 2 = Baixa Aplicação da Estratégia, 3 = Médio Aplicação da Estratégia, 4 = Alta Aplicação da Estratégia e 5 = Muito Alto da Estratégia);
- Tem-se o total de 7 etapas e 28 estratégias da economia circular pautada na sustentabilidade;
- Em suma, o passo a passo é: selecionar “avaliação” > “etapa” > “estratégia” > informar o desempenho da estratégia selecionada para a indústria que está sendo avaliada (lembrando que o valor do desempenho é uma escala de 1 a 5). Caso a estratégia não seja aplicada na indústria ou não tenha conhecimento, recomenda-se não incluir a estratégia na avaliação (ou seja, pula a estratégia, não a selecione);

Avaliação de estratégias

Escolha a avaliação

Indústria:

Etapas

Escolha sua estratégia

Desempenho da estratégia

Salvar

Resultados

Avaliação de estratégias

Teste 1 - 24/07/2023

Indústria: Silvestre Alimentos

Materia-prima

Produção de energia mais limpa

2

Salvar

Resultados

Estratégias avaliadas

- Caso precise parar a avaliação e posteriormente retornar para a avaliação que já foi iniciada, clique em “Cadastrar avaliações” e “Editar uma avaliação” e retorne para as atividades que ainda faltam avaliar.

- Perceba que ao selecionar uma avaliação cadastrada, o botão “Estratégias avaliadas” estará disponível. Então, para conferir a lista de estratégias de uma avaliação, clique em “Estratégias avaliadas”, posteriormente clique em “Imprimir” para imprimir a lista de estratégias em exibição. Recomenda-se imprimir somente em dispositivos desktops para que o PDF seja gerado sem problemas;
- Após avaliar todas estratégias, clique em “Resultados” e observe no “valor do resultado” para que um *pop-up* seja aberto e seja exibido o nível de economia circular que a indústria encontra-se.

Estratégias da avaliação

Estratégias avaliadas: Aquisição verde

Desempenho: 1

Descrição: A indústria têm ou considera adquirir bens e serviços (a mesma função primária, porém com menor impacto ambiental)? Exemplo: escolha de fornecedores que utilizam embalagens biodegradáveis em seus processos produtivos.

Estratégias avaliadas: Avaliação do ciclo de vida

Desempenho: 1

Descrição: A indústria mensurar os possíveis impactos ambientais de saúde, emissões de gases, esgotamento de recursos que est associados na fabricação de produtos alimentícios? Ou o levantamento de dados em todas as fases do ciclo de vida do produto: produção, distribuição, consumo e disposição final?

Estratégias avaliadas: Produção de energia mais limpa

Desempenho: 1

Descrição: A indústria realiza a produção de energia mais limpa

Imprimir

Nova avaliação

Nome	Resultado
Indústria: Silvestre Alimentos	
Teste 1 - 24/07/2023	1,0068

Estado inicial

A indústria tem pouca experiência e conhecimento de estratégias de economia circulares. Existem algumas ações relacionadas à economia circular, mas as ações de proteção ambiental e social são vistas como custosas.

4 Contato

4.1 Informações de contato

leandra.silvestree@gmail.com

+55 86 9 9909 7988

4.2 Feedback e sugestões

Link:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeq5jlOq5EIS7Gcg9u78QsOo82vDxmJ-Ocv4A-S-tpsI6PFuw/viewform?usp=sharing>

Agradecemos por escolher o NEC. Esperamos que você aproveite a jornada de descoberta do nível de desempenho da economia circular por meio do nosso aplicativo. Se tiver alguma dúvida ou precisar de suporte adicional, não hesite em entrar em contato com nossa equipe de suporte ao cliente.

Tenha uma ótima experiência!

Equipe NEC

APÊNDICE C – Sindicatos e indústrias de alimentos

O quadro apresenta o contato das indústrias válidas aos sindicatos de alimentos, que foram contados para aplicação do aplicativo.

Sindicatos	Indústrias	Contato da indústria
Sindicato das Indústrias de Alimentação do Oeste Catarinense – SINDIALIMENTOS	Casaredo	https://www.casaredo.com/ https://www.casaredo.com/contato/fale-conosco
	Apti	https://apti.com.br/ dpo@apti.com.br
	Arvoredo	https://frigorificoarvoredo.com.br/blog/ https://www.facebook.com/frigorificoarvoredo/
	Vemat	https://vemat.com.br/#cabecalho https://conteudo.vemat.com.br/fale-com-a-vemat
Sindicato da Indústria do Arroz no Estado de Santa Catarina - SINDARROZ	Inscapel	https://arrozolivo.com.br/ arrozolivo@arrozolivo.com.br
	Arno Bendo Alimentos	https://grupobendo.com.br/alimentos/ https://grupobendo.com.br/alimentos/contato/
	Celia	https://cereaiscelia.com.br/ https://cereaiscelia.com.br/contato/
	Arroz Predileto	http://www.cdaraguaia.com.br/nossas-marcas/arroz-predileto/ http://www.cdaraguaia.com.br/fale-conosco/
	Coopersulca	https://coopersulca.com.br/ https://coopersulca.com.br/contato/
	Cooperja	https://www.agropecuariascooperja.com.br cooperja@cooperja.com.br
	Cooperativa Agropecuária de Tubarão	http://www.copagro.com.br/ http://www.copagro.com.br/contato
	Cooperjuriti	https://juriti.com.br/ https://juriti.com.br/contato.php
	Dalon Alimentos Ltda	https://www.dalon.com.br/ dalon@dalon.com.br
	Sabor Sul Alimentos	https://www.saborsulalimentos.com.br/everest-industria-alimentos/ https://www.saborsulalimentos.com.br/contato/
	Fumacense Alimentos	https://www.fumacensealimentos.com.br/ https://www.fumacensealimentos.com.br/trabalhe-conosco
Olim Agro Cereais Ltda	https://www.olim.com.br/empresa https://www.olim.com.br/contato	

	Panelaço	https://www.panelaco.com.br/novo/index.php https://www.panelaco.com.br/novo/contato.php
	Arroz Rampinelli	https://www.rampinelli.com.br/ https://www.rampinelli.com.br/contato
	Realengo Unidade Industrial	https://arrozrealengo.com.br/ https://arrozrealengo.com.br/contato/
	Safra Alimentos Ltda	https://www.arrozsafra.com.br/ https://www.arrozsafra.com.br/contato
	Urbano Agroindustrial Ltda	https://www.urbano.com.br/ https://www.urbano.com.br/contato
Sindicato da Indústria de Carnes e Derivados no Estado de Santa Catarina – SINDICARNE	Avícola Catarinense Ltda	http://granjafaria.com.br/ http://granjafaria.com.br/fale-conosco/
	BRF S.A	https://www.brf-global.com/
	COBB - Vantress Brasil Ltda	https://www.cobb-vantress.com/
	Cooperativa Central Aurora Alimentos	https://www.auroraalimentos.com.br/ https://www.auroraalimentos.com.br/fale-conosco/
	Frangos Morgana Abate de Aves Ltda	https://www.frangosmorgana.com.br/ https://www.frangosmorgana.com.br/contato
	Friaves Indústria de Alimentos Ltda	http://www.friaves.com.br/arquivos_internos/index.php http://www.friaves.com.br/arquivos_internos/index.php?abrir=contato
	Globoaves São Paulo Agroavícola Ltda	http://globoaves.com.br/ https://globoaves.com.br/contato/
	JBS Aves Ltda - Nova Veneza	https://jbs.com.br/ https://jbs.com.br/contato/
	Plasson do Brasil Ltda	https://www.plasson.com.br/livestock/ https://www.plasson.com.br/livestock/site/contact
	Pluma Agro Avícola Ltda	http://plumaagroavicola.com.br/ http://plumaagroavicola.com.br/contato
	Seara Alimentos Ltda	https://seara.com.br/ https://seara.com.br/fale-conosco/
Villa Germânia Alimentos	https://www.villagermania.com.br/ https://www.villagermania.com.br/contato.php	
Sindicato da Indústria do Trigo no Estado de Santa Catarina – SINDITRIGO	Bunge Alimentos	https://www.bunge.com.br/ https://www.bunge.com.br/Fale-Conosco
	Moinhos Cruzeiro do Sul	https://www.mcs.com.br/ https://www.mcs.com.br/contato
	Buaiz Alimentos	https://nita.com.br/ https://nita.com.br/contato

APÊNDICE D – RELATÓRIO PARA INDÚSTRIA

Apresentação do relatório das etapas e estratégias avaliada pelos usuários do aplicativo. O relatório apresenta dados de uma indústria fictícia que mostra que todos os valores de desempenho são 5.

Estratégias avaliadas: Aquisição verde

Desempenho: 5

Descrição: A indústria tem ou considera adquirir bens e serviços com a mesma função primária, porém com menor impacto ambiental?

Exemplo: escolha de fornecedores que utilizam embalagens biodegradáveis em seus processos produtivos.

Estratégias avaliadas: Avaliação do ciclo de vida

Desempenho: 5

Descrição: A indústria mensura os possíveis impactos ambientais e de saúde, emissões de gases, esgotamento de recursos que estão associados na fabricação de produtos alimentícios? Ou o levantamento de dados em todas as fases do ciclo de vida do produto: produção, distribuição, consumo e disposição final?

Estratégias avaliadas: Produção de energia mais limpa

Desempenho: 5

Descrição: A indústria realiza a produção de energia mais limpa a partir do aproveitamento de subprodutos gerados durante o processo produtivo, como resíduos de alimentos e biomassa? Ou a redução do consumo de energia e a utilização mínima de embalagens? Exemplo: sistema de geração de energia a partir de biogás gerado no tratamento de resíduos orgânicos?

Estratégias avaliadas: Substituição de materiais não renováveis

Desempenho: 5

Descrição: A indústria substitui matéria-prima por materiais mais renováveis, tornando o processo de produção mais resiliente às flutuações de preços e à escassez de recursos? Exemplo: a utilização de embalagens feitas a partir de materiais renováveis, como plásticos biodegradáveis e papel reciclado.

Esses materiais são mais abundantes e renováveis do que o plástico convencional, que é derivado do petróleo, e podem ser produzidos a partir de fontes renováveis, como amido de milho e cana-de-açúcar.

Estratégias avaliadas: Diversidade e ligações intersetoriais

Desempenho: 5

Descrição: A indústria promove a colaboração intersetorial por meio de transparência de ferramentas financeiras e de gerenciamento de risco, regulamentação e desenvolvimento de infraestrutura e educação?

Exemplo: práticas de transparência em suas operações financeiras, fornecendo informações claras sobre investimentos, custos, riscos e retornos, promove a confiança e facilita a colaboração entre diferentes setores ou programas de treinamento, workshops, conferências e parcerias com instituições acadêmicas para o desenvolvimento conjunto de novos produtos e tecnologias.

Estratégias avaliadas: Ecodesign

Desempenho: 5

Descrição: Seus produtos foram submetidos a algum processo de ecodesign em alguma fase, com o objetivo de minimizar seus impactos ambientais?

Exemplo: novas formas de criação de animais, frutas, vegetais que envolvam menos antibióticos ou estudo para criação de carnes "orgânicas".

Estratégias avaliadas: Personalização

Desempenho: 5

Descrição: Os produtos desenvolvidos pela indústria são feitos sob medida para atender às necessidades e preferências do cliente, reduzindo o desperdício e evitando a superprodução?

Estratégias avaliadas: Redução do uso de materiais

Desempenho: 5

Descrição: A indústria aborda o processo de projeto e fabricação que incorpora etapas de redução do uso de materiais e eliminação do uso de substâncias nocivas?

Exemplo: eliminação de substâncias nocivas como os metais pesados, produtos químicos perigosos, plásticos de uso único, pesticidas e agrotóxicos e produtos químicos sintéticos, visando a sustentabilidade e a proteção ambiental.

Estratégias avaliadas: Eficiência energética

Desempenho: 5

Descrição: A indústria consegue produzir produtos com redução no consumo e maior eficiência energética?

Exemplo: investimentos em tecnologias de recuperação de energia, como sistemas de cogeração, que permitem aproveitar o calor residual da produção para gerar eletricidade, reduzindo o consumo de energia convencional.

Estratégias avaliadas: Estratégia de bem-estar dos colaboradores

Desempenho: 5

Descrição: Existem estratégias e ações adotadas para criar um ambiente de trabalho harmônico, motivando os funcionários e empenhando com suas tarefas diárias, além de garantir saúde e segurança no ambiente laboral?

Exemplo: comunicação aberta e transparente, reconhecimento e recompensas, desenvolvimento de carreira, programas de bem-estar, ambiente físico seguro e cultura organizacional positiva.

Estratégias avaliadas: Produção reproduzível e adaptável

Desempenho: 5

Descrição: Existe uma tecnologia de produção transparente e escalável que pode ser emulada em outros lugares usando recursos e habilidades locais disponíveis?

Exemplo: produção de alimentos orgânicos de forma transparente, com informações claras sobre os métodos de cultivo.

Estratégias avaliadas: Produtividade de materiais

Desempenho: 5

Descrição: A produtividade do material no nível da indústria refere-se a quantidade de valor econômico gerado a partir de uma unidade de entrada ou consumo de material?

Exemplo: uma indústria de alimentos pode buscar aumentar a produtividade do material ao otimizar seus processos de produção, minimizando perdas e maximizando o aproveitamento dos ingredientes utilizados.

Estratégias avaliadas: Design de embalagem otimizadas

Desempenho: 5

Descrição: O produto final tem embalagem em conformidade com as regulamentações e permite o uso no final da vida útil do material de embalagem?

Exemplo: embalagem de papel cartonado reciclável para seus produtos, com design ergonômico que facilite o manuseio e a abertura.

Estratégias avaliadas: Redução de riscos

Desempenho: 5

Descrição: A indústria tem iniciativas de redução de riscos em sua rede de valor?

Exemplo: riscos de transportes, armazenamento, ambientais, sociais, econômicos, etc.

Estratégias avaliadas: Logística de infraestrutura

Desempenho: 5

Descrição: A indústria disponibiliza instalações para promover a coleta e descarte pós-consumo de forma econômica, rápida e ambientalmente segura?

Exemplo: armazéns e centros de distribuição estrategicamente localizados, garantindo sua integridade e qualidade.

Estratégias avaliadas: Consumo socialmente responsável

Desempenho: 5

Descrição: Existe campanha ou incentivo para o consumo socialmente responsável dos produtos da indústria que tem menos influência negativa sobre o meio ambiente?

Exemplo: parcerias com organizações que atuam na redistribuição de alimentos excedentes, direcionando-os para instituições de caridade, bancos de alimentos ou programas de combate à fome.

Estratégias avaliadas: Rotulagem ecológica

Desempenho: 5

Descrição: A indústria adota a rotulagem ecológica como uma medida de transparência, fornecendo informações nos rótulos das embalagens para auxiliar os consumidores na escolha de produtos com menor impacto ambiental em comparação aos concorrentes disponíveis no mercado?

Exemplo: uso de certificações que indicam práticas sustentáveis e menor impacto ambiental em toda a cadeia de produção e fornecimento do produto.

Estratégias avaliadas: Reciclagem incentivada

Desempenho: 5

Descrição: A indústria possui estratégias de reciclagem incentivada, ou seja, conjunto de estratégias e medidas adotadas para incentivar e facilitar a reciclagem de materiais? Exemplo: implementação de logística reversa, o uso de embalagens retornáveis, a disponibilidade de pontos de coleta específicos para produtos em fim de vida e até mesmo oferecendo descontos para aqueles que devolvem os produtos antigos.

Estratégias avaliadas: Responsabilidade estendida do produtor

Desempenho: 5

Descrição: A indústria adota uma abordagem de responsabilidade estendida do produtor, incorporando uma política ambiental que considera os custos totais do ciclo de vida do produto, incluindo o tratamento e descarte de produtos pós-consumo?

Exemplo: implementação de programas de reciclagem, logística reversa e gestão de resíduos.

Estratégias avaliadas: Separação dos constituintes

Desempenho: 5

Descrição: A indústria realiza a separação entre os constituintes técnicos ou artificiais/inorgânicos dos biológicos?

Exemplo: nutrientes técnicos devem ser usados para a remanufatura e os nutrientes biológicos devem ser restaurados ou degradados naturalmente garantindo o reaproveitamento ou destinação adequada.

Estratégias avaliadas: Compostagem

Desempenho: 5

Descrição: Existe processo de compostagem, ou seja, processo natural em que os resíduos orgânicos, como restos de alimentos, cascas de frutas e vegetais, são decompostos por microrganismos em condições controladas?

Exemplo: o processo de transformação de resíduos orgânicos em húmus por meio da compostagem.

Estratégias avaliadas: Uso de subprodutos

Desempenho: 5

Descrição: A indústria utiliza subprodutos provenientes de outros processos de fabricação como matéria-prima para a produção de novos produtos, aproveitando assim suas cadeias de valor correspondentes?

Exemplo: uso de resíduos de alimentos como fonte de nutrientes para a produção de ração animal.

Estratégias avaliadas: *Cradle to Cradle*

Desempenho: 5

Descrição: Existe a conversão de materiais em novos materiais de maior qualidade e funcionalidade, como o *Cradle to Cradle* (do berço ao berço), em que cada passagem de ciclo se torna um novo ‘berço’ para determinado material?

Exemplo: a reutilização de embalagens sustentáveis, agricultura regenerativa (promovem a saúde do solo) e reciclagem de resíduos (sobras de alimentos, adequadamente tratados, para a produção de ração animal).

Estratégias avaliadas: Simbiose industrial

Desempenho: 5

Descrição: A indústria realiza simbiose industrial, que é uma abordagem colaborativa na qual empresas trocam materiais ou fluxos de resíduos entre si, de forma que os resíduos gerados por uma empresa se tornem matérias-primas de outra empresa?

Exemplo: indústria de criação de animais pode utilizar os resíduos orgânicos da empresa de processamento de frutas como alimento para seus animais.

Estratégias avaliadas: Extração de bioquímicos

Desempenho: 5

Descrição: A indústria adota a conversão de biomassa em produtos químicos de alto valor e baixo volume, por meio da geração de calor, energia, combustível ou produtos químicos a partir dos recursos da biomassa?

Exemplo: a biomassa, como resíduos agrícolas, restos de colheitas, madeira ou outros materiais orgânicos, pode passar por processos de conversão, como a pirólise, gaseificação ou fermentação, para produzir uma variedade de produtos químicos valiosos.

Estratégias avaliadas: Reciclagem de embalagens de alta qualidade

Desempenho: 5

Descrição: A indústria realiza recuperação de materiais na forma pura sem contaminação, para servir como matéria-prima secundária na produção de novos produtos de qualidade igual ou similar?

Exemplo: reciclagem de embalagens de alimentos de alta qualidade, como latas de alumínio. Após serem coletadas e separadas de outros resíduos, essas embalagens passam por um processo de triagem e limpeza rigorosos para garantir a remoção de qualquer contaminação. Em seguida, elas são trituradas e transformadas em lingotes de alumínio de alta pureza.

Estratégias avaliadas: Recuperação de elemento

Desempenho: 5

Descrição: Existem processos de recuperação de substâncias reutilizáveis de um fluxo de resíduos de material na indústria?

Exemplo: recuperação de resíduos biodegradáveis, como restos de alimentos, folhas, cascas e outros materiais orgânicos. Esses resíduos podem passar por processos de compostagem, onde são decompostos em condições controladas, resultando em composto orgânico de alta qualidade que pode ser utilizado como fertilizante em agricultura ou jardinagem.

Estratégias avaliadas: Recuperação de energia

Desempenho: 5

Descrição: A indústria realiza a conversão de materiais residuais em formas de energia utilizáveis, como calor, eletricidade ou combustível, por meio de uma variedade de processos de conversão de resíduos em energia? Esses processos incluem a combustão, gaseificação, pirólise, digestão anaeróbica e recuperação de gás de aterro.

Exemplo: recuperação de resíduos biodegradáveis, como restos de alimentos, folhas, cascas e outros materiais orgânicos.