

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
ESCOLA DE QUÍMICA

Allan Figueiredo Machado



AVALIAÇÃO DAS PRÁTICAS DE ECONOMIA CIRCULAR EM
MULTINACIONAIS ALIMENTÍCIAS COM ATUAÇÃO NO BRASIL:
UM ESTUDO DE CASO

RIO DE JANEIRO

2024

Allan Figueiredo Machado

Avaliação das Práticas de Economia Circular em Multinacionais Alimentícias com atuação no
Brasil: um estudo de caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro de
Alimentos.

Orientador(es): Flávia Chaves Alves
Fábio de Almeida Oroski

Rio de Janeiro

2024

CIP - Catalogação na Publicação

M417a Machado, Allan Figueiredo
Avaliação das Práticas de Economia Circular em Multinacionais Alimentícias com atuação no Brasil: um estudo de caso / Allan Figueiredo Machado. -- Rio de Janeiro, 2024.
68 f.

Orientadora: Flavia Chaves Alves.
Coorientador: Fábio de Almeida Oroski.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Bacharel em Engenharia de Alimentos, 2024.

1. Economia Circular. 2. Indústria de Alimentos.
3. Framework 9R. I. Alves, Flavia Chaves, orient.
II. Oroski, Fábio de Almeida, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Allan Figueiredo Machado

Avaliação das Práticas de Economia Circular em Multinacionais Alimentícias com atuação
no Brasil: um estudo de caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Escola de Química da Universidade Federal do
Rio de Janeiro, como parte dos requisitos
necessários à obtenção do grau de Engenheiro de
Alimentos.

Aprovado em 16 de julho de 2024.

Flávia Chaves Alves, D.Sc, Escola de Química

Fábio de Almeida Oroski, D.Sc, Escola de Química

Maristela Duarte Fujimoto Freitas, M.Sc, Escola de Química

Júlia Pancini de Oliveira, D.Sc, Escola de Química

Rio de Janeiro
2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de dedicar este momento especial a algumas pessoas que foram fundamentais ao longo da jornada da minha graduação e elaboração deste trabalho de conclusão de curso.

Primeiramente, à minha querida namorada, Mariana Ribeiro Gomes. Obrigado por todo o amor, paciência e apoio incondicional durante esses meses intensos. Sua presença foi a luz que iluminou os momentos mais desafiadores e alegres desta trajetória. Sua compreensão e encorajamento foram essenciais para que eu pudesse alcançar este objetivo.

Aos meus estimados professores orientadores, Flavia Chaves e Fábio Oroski, minha gratidão profunda. Suas orientações e paciência foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho. Cada conselho, cada debate e correção contribuíram significativamente para a qualidade e o rigor deste estudo. Agradeço também pela confiança depositada em mim e pela inspiração constante que proporcionaram.

À minha família, cujo amor e apoio incondicional são a base de tudo que conquistei até hoje. Vocês sempre foram minha fonte de força e motivação, e este trabalho é também um reflexo do suporte que recebi de cada um de vocês.

Aos meus amigos, pelas horas de descontração que foram essenciais para manter o equilíbrio ao longo desta jornada acadêmica. Suas palavras de incentivo e o apoio mútuo foram fundamentais para superar os desafios e celebrar as vitórias.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero obrigado. Cada pessoa, cada momento e cada experiência vivida ao longo deste caminho foram fundamentais para minha formação acadêmica, pessoal e social.

Que este trabalho não seja apenas um marco acadêmico, mas também um reflexo do apoio generoso e do aprendizado constante que recebi de tantas pessoas incríveis ao meu redor.

Muito obrigado,

Allan Figueiredo Machado.

RESUMO

MACHADO, Allan Figueiredo. **Avaliação das Práticas de Economia Circular em Multinacionais Alimentícias com atuação no Brasil: um estudo de caso**. Rio de Janeiro, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

O crescente problema dos resíduos sólidos e a exploração de recursos não renováveis são desafios que ressaltam a importância da transição para práticas mais sustentáveis. Considerando o aumento do consumo desenfreado, que intensifica a geração de resíduos, este trabalho avalia como grandes corporações da indústria alimentícia estão a mitigar impactos ambientais adotando a economia circular. O estudo de caso examina a implementação de práticas de economia circular por três multinacionais alimentícias atuantes no Brasil: Nestlé, PepsiCo e Coca-Cola. Foi analisado como estas empresas integram estratégias sustentáveis e circulares em suas operações, enfrentando desafios como a ausência de padronização das informações. As práticas foram estudadas sob o *framework* dos 9Rs, além de tipos de solução circular encontrados na literatura, proporcionando uma classificação e estudo das ações circulares por estas organizações. Os resultados indicam que, apesar de esforços significativos para adotar soluções circulares, persistem barreiras substanciais, destacando a necessidade de estratégias mais eficazes para minimizar resíduos, aprimorar a reciclagem e fortalecer a sustentabilidade nas cadeias de suprimentos.

Palavras-chave: Economia Circular. Indústria de Alimentos. Framework 9R.

ABSTRACT

MACHADO, Allan Figueiredo. **Evaluation of Circular Economy Practices in Food Multinationals operating in Brazil: a case study**. Rio de Janeiro, 2024. Undergraduate Thesis (Bachelor's in Food Engineering) - School of Chemistry, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

The growing problem of solid waste and the exploitation of non-renewable resources highlight the importance of transitioning to more sustainable practices. Considering the increasing trend of unchecked consumption that intensifies waste generation, this study evaluates how major corporations in the food industry are mitigating environmental impacts by adopting the circular economy. The case study examines the implementation of circular economy practices by three multinational food companies operating in Brazil: Nestlé, PepsiCo, and Coca-Cola. It analyzes how these companies integrate sustainable and circular strategies into their operations, facing challenges such as the lack of standardization of information. The practices were evaluated using the *framework* of the 9Rs, along with types of circular solutions found in the literature, providing a classification and study of circular actions by these organizations. The results indicate that despite significant efforts to adopt circular solutions, substantial barriers persist, emphasizing the need for more effective strategies to minimize waste, enhance recycling, and strengthen sustainability in supply chains.

Keywords: Circular Economy. Food Industry. Framework 9R.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 – Diagrama borboleta sobre Economia Circular com naturezas técnica e biológica...19	
Figura 2.2 – <i>Framework</i> dos 9Rs.....23	23
Figura 2.3 – Diagrama geral da cadeia de produção de alimentos.....24	24
Figura 3.1 – Fluxograma representativo da metodologia para criação do banco de dados.....36	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Princípios Circulares Identificados

Tabela 3.2 – *Framework 9R*

Tabela 4.1 – Resumo das iniciativas circulares mapeadas da Coca-Cola

Tabela 4.2 – Resumo das soluções circulares mapeadas da PepsiCo

Tabela 4.3 – Resumo das soluções circulares mapeadas da Nestlé

Tabela 4.4 – N° de Rs por empresa e totais

Tabela 4.5 – N° de tipos de solução circular por empresa e totais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 ECONOMIA LINEAR E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	14
2.2 ECONOMIA CIRCULAR	15
2.2.1 Natureza dos materiais: técnico vs biológico.....	18
2.2.2 Desafios da Economia Circular e implementação nas organizações	19
2.3 O <i>FRAMEWORK</i> DOS 9RS	20
2.3.1 Uso e produções inteligentes ou efetivos	21
2.3.2 Extensão de vida útil.....	21
2.3.3 Aplicação regenerativa de matéria-prima ou energia.....	22
2.4 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E A CADEIA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO	22
2.5 ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	24
2.6 SOLUÇÕES CIRCULARES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS.....	25
2.6.1 Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	26
2.6.2 Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos.....	27
2.6.3 Redução do desperdício de alimentos	28
2.6.4 <i>Design</i> para longevidade	28
2.6.5 Reciclagem de embalagens.....	29
2.6.6 Reutilização e retornabilidade de embalagens.....	30
2.6.7 Substituição de matéria-prima para extração de insumos	30
2.6.8 Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos ou embalagens	31
2.6.9 Planejamento e diversificação de logística	31
2.6.10 Uso de energias de fontes renováveis	32
3 METODOLOGIA	33
3.1 TIPO DE MÉTODO ADOTADO	33
3.2 JUSTIFICATIVA E ESCOLHA DAS ORGANIZAÇÕES	34
3.3 ESTRUTURA DA COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS	35
3.3.1 Fonte e coleta dos dados.....	36
3.3.2 Tratamento e categorização dos dados	37
3.4 ANÁLISE DOS DADOS	41

3.4.1 Mapeamento das principais áreas de esforço	41
3.4.2 Análise por classificações da revisão bibliográfica	41
4 RESULTADOS	43
4.1 EMPRESAS ANALISADAS E UMA ANÁLISE GERAL DE ESFORÇOS	43
4.1.1 Coca-Cola	43
4.1.2 PepsiCo	48
4.1.3 Nestlé.....	54
4.2 ANÁLISE POR CLASSIFICAÇÕES DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	57
4.2.1 Análise de Projetos por <i>Framework 9R</i>	57
4.2.2 Análise de Projetos por tipo de solução circular	59
5 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	64

1 INTRODUÇÃO

O aumento exponencial da quantidade de resíduos gerados no mundo é um dos principais desafios enfrentados atualmente. Milhões de toneladas são produzidas diariamente, causando impactos devastadores no meio ambiente (Santa *et al.*, 2021). O aumento da população global, a crescente urbanização e o avanço do consumo têm contribuído para o aumento significativo da geração de resíduos sólidos (Pinto *et al.*, 2020). Além disso, a exploração desenfreada dos recursos naturais não renováveis tem levado à escassez desses materiais essenciais para a sobrevivência da sociedade moderna (Santa *et al.*, 2021). Nesse contexto, é fundamental compreender os impactos negativos da geração de resíduos no meio ambiente e buscar soluções sustentáveis para minimizar esses problemas e preservar os recursos naturais para as futuras gerações. A sustentabilidade envolve atender às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. Esta definição foi inicialmente introduzida pelo Relatório Brundtland, também conhecido como "Nosso Futuro Comum" (1987), publicado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (WCED).

O resíduo descartado de forma inadequada contamina o solo e a água, comprometendo a qualidade desses recursos essenciais (Santa *et al.*, 2021). Além disso, o descarte incorreto de resíduos pode atrair vetores de doenças e poluir o ar, afetando diretamente a saúde das pessoas (de Assunção; de Deus, 2022). É imprescindível adotar políticas eficientes de gestão de resíduos e promover a conscientização da sociedade sobre a importância de princípios sustentáveis, como os 9Rs presentes no *Framework 9R*, sendo composto por Recusar, Repensar, Reduzir, Reuso, Reparar, Recondicionar, Remanufaturar, Reaproveitar, Reciclar e Recuperar. Esse *framework* será abordado e aprofundado posteriormente neste trabalho.

A escassez de recursos naturais renováveis é uma realidade preocupante que afeta a sustentabilidade do planeta. Por exemplo, o *Global Footprint Network* (2024) calcula que em 2021, a humanidade tenha consumido, em oito meses, todos os recursos que a Terra é capaz de regenerar em um ano - marcando o "*Overshoot Day*". A ONU Meio Ambiente (2024) prevê que a produção global de resíduos sólidos urbanos crescerá 70% até 2050, passando de 2,01 bilhões de toneladas, em 2016, para 3,40 bilhões de toneladas, sendo um dos exemplos de dados que indicam que o consumo de recursos naturais tem ocorrido em um ritmo insustentável. Esse aumento na geração de resíduos é alarmante e evidencia a necessidade de adotar modelos mais sustentáveis de produção e consumo.

As mudanças climáticas estão se acelerando, causando eventos climáticos extremos, aumento do nível do mar e perda de biodiversidade. Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas alertaram que as emissões de gases de efeito estufa precisam ser drasticamente reduzidas para evitar consequências catastróficas. Medidas urgentes são necessárias para garantir a preservação e o uso sustentável dos recursos, promovendo a consciência ambiental e a busca por alternativas renováveis e ecologicamente corretas (IPCC, 2018).

A indústria de alimentos, junto de sua cadeia de fornecedores, é uma das maiores geradoras de resíduos do mundo, devido à sua grande escala de produção e consumo (Campello, 2020). Desde o plantio e colheita das matérias-primas até a fabricação, embalagem e distribuição dos alimentos são gerados resíduos ao longo de todo o processo (Smaniotto, 2020). Esses resíduos incluem restos de alimentos, embalagens plásticas, garrafas, latas, entre outros (da Silva, 2020). Portanto, é crucial entender a extensão desse problema e suas consequências para buscar soluções sustentáveis.

De acordo com estudos e estatísticas da FAO (2024), a indústria de alimentos é responsável por uma quantidade significativa de resíduos: estima-se que cerca de 13% de todos os alimentos produzidos no mundo sejam desperdiçados na cadeia de produção e distribuição. Segundo a UNEP (Programa Ambiental das Nações Unidas), em seu relatório *Food Waste Index Report 2024*, 19% dos alimentos são desperdiçados no varejo, serviços de alimentação e residências. Isso representa aproximadamente 1,05 bilhão de toneladas de alimentos jogados fora anualmente (UNEP, 2024). Além disso, a quantidade de embalagens plásticas e outros materiais descartados também é alarmante, com números que ultrapassam milhões de toneladas. Por exemplo, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), são produzidas cerca de 430 milhões de toneladas de plástico por ano, sendo 46% dos resíduos plásticos depositados em aterros, 22% são mal geridos e transformam-se em lixo, 17% são incinerados e 15% são coletados para reciclagem, com menos de 9% realmente reciclados. Conforme a Fundação Ellen MacArthur (2021), o sistema alimentar é responsável por um terço das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e metade das pressões que a humanidade exerce sobre a biodiversidade. Ainda segundo a Fundação, mesmo que 75% das empresas de alimentos e agricultura publicamente assumam responsabilidade com sustentabilidade, apenas algumas definiram planos claros e tangíveis.

A Economia Circular é um conceito que busca se afastar do modelo tradicional de “usar e descartar” para um sistema que prioriza princípios de eficiência no uso de matéria-prima e

energia e regeneração de recursos (Fundação Ellen MacArthur, 2015). Além disso, a Economia Circular incentiva a transição para embalagens mais sustentáveis e facilmente recicláveis, como papel, vidro e alumínio. Na cadeia de alimentos, isso significa minimizar o desperdício e maximizar o valor dos recursos, através da regeneração de matéria-prima ou energia, desde a produção agrícola até o consumo final (Hamam, 2024). Grandes organizações da indústria de alimentos já estão adotando práticas de Economia Circular como uma alternativa para sustentabilidade, como embalagens retornáveis, além de outras práticas e com diferentes impactos dentro do sistema de produção e logística de alimentos (Gonçalves, 2024). Dadas as particularidades dessas empresas, fica em aberto como elas se estruturam com relação às soluções circulares e quais os impactos que são gerados a partir das suas implementações.

Portanto, a partir do contexto apresentado anteriormente, este trabalho tem como objetivo identificar e analisar as práticas de Economia Circular adotadas na indústria de alimentos, a partir de estudos de caso em três empresas com atuação relevante no setor. Assim, o trabalho se propõe a: entender quais as circularidades implementadas, segundo o tipo de solução circular e conforme a classificação do *framework* 9R, analisando principais áreas de esforço.

O presente trabalho é composto de 4 capítulos, além dessa introdução. O Capítulo 2 é destinado à revisão bibliográfica dos assuntos centrais como Economia Circular, indústria de alimentos e a cadeia de produção e distribuição além da economia Circular na indústria de alimentos. Posteriormente, o Capítulo 3 apresenta a metodologia que foi utilizada para realização da pesquisa, com suas particularidades e limitações. O Capítulo 4 aborda a análise dos dados e resultados, com foco nos objetivos definidos no parágrafo anterior. Finalizando, o Capítulo 5 apresenta as conclusões, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A economia é um sistema complexo que abrange a produção, distribuição e consumo de bens e serviços em uma sociedade ou região (Marshall, 1920). É um pilar central da organização e do desenvolvimento social, influenciando no bem-estar dos indivíduos e crescimento das nações, seja através de políticas públicas, na orientação de decisões empresariais ou mesmo na dinâmica da riqueza e da prosperidade na sociedade (Keynes, 1936). Contudo, apesar das definições gerais de economia possuírem ligação com a Economia Circular, existem diferenças fundamentais, que são principalmente compreendidas conforme se analisa a evolução e contexto histórico desde a Revolução Industrial até os dias atuais.

2.1 ECONOMIA LINEAR E A REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

Segundo McDonough e Braungart (2024), no livro *"Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things"*, durante a Revolução Industrial, que se iniciou no final do século XVIII, houve uma transformação significativa nas práticas econômicas, marcando a transição de uma economia majoritariamente agrária para uma economia industrializada.

A economia linear, ainda predominante, é caracterizada pelo modelo de "extrair-produzir-descartar." A produção passou a ser baseada na extração de matérias-primas, seguida da fabricação de produtos e, finalmente, do descarte destes após o uso. Alguns dos problemas derivados deste sistema:

- (1) Bilhões de materiais tóxicos descartados em solo, ar e água;
- (2) Monitoramento de remanescentes tóxicos pelas gerações futuras;
- (3) Produção de volumes gigantescos de resíduos;
- (4) Desperdício de materiais, que poderiam ser reutilizados como matéria-prima por outros processos produtivos;
- (5) Prioriza obtenção de lucros em curto prazo, resultando em perda de matéria-prima por depósito no solo ou mesmo queima - o processo produtivo tem o foco total na receita, eventualmente desconsiderando danos ambientais ou ineficiências produtivas do ponto de vista de otimização de uso de energia e matéria-prima.

De forma geral, criou-se um sistema que prioriza a produção com máximo retorno financeiro, sem avaliar possíveis danos ambientais ou alternativas de métodos para maior

eficiência sob a óptica de uso de recursos. Essa é uma das consequências diretas do hiperconsumo e da hiperprodução. Lacy e Rutqvist (2015), no livro *"Waste to Wealth: the Circular Economy Advantage"*, caracterizam a Economia Linear como um sistema de fluxo do “berço-ao-túmulo”, onde a maioria dos recursos é descartada ao final do seu emprego no processo produtivo, direta ou indiretamente, devido à priorização da produção frente à sustentabilidade, elevando a geração de resíduos e consequentemente o não aproveitamento adequado dos recursos naturais. O impacto ambiental é, em grande parte, desprezado, e incentivos para reduzir o desperdício durante o uso e o fim da vida útil do produto são poucos. Alternativamente, os autores trabalham a possibilidade da reintrodução, em processos produtivos, de itens descartados ou retornados, como matéria-prima. A predominância deste sistema produtivo também é, principalmente, uma consequência de recursos historicamente baratos e abundantes, os quais, em uma economia linear, podem se tornar cada vez menos acessíveis, conforme sua disponibilidade diminui. A linearidade produtiva (sem aplicação de circularidades) exerce pressão na oferta de recursos finitos, ocasionando, possivelmente, aumento de custos pela dinâmica de oferta e demanda. Por mais que existam variações momentâneas, a tendência de longo prazo é a escassez, portanto, o encarecimento gradativo da matéria-prima, o que diminui as margens e a efetividade econômica de empresas.

2.2 ECONOMIA CIRCULAR

Ainda de acordo com Lacy e Rutqvist (2015), a Economia Circular é um sistema no qual o crescimento não se concentra na utilização ilimitada de recursos, focando em regeneração com um ciclo sustentável. Os materiais são definidos em dois tipos: biológicos (renováveis), concebidos para reutilização e retorno final à biosfera; e técnicos (não renováveis), projetados para ir e voltar entre produção e consumo, com perda mínima de qualidade ou valor.

A inserção de circularidades em modelos de negócios envolve a reestruturação das operações para maximizar princípios circulares, como os 9Rs, minimizando o desperdício e o impacto ambiental (Webster, 2015). Essa abordagem não só fortalece a eficiência dos recursos e a resiliência econômica, mas também promove a inovação, oferecendo vantagens competitivas e criando oportunidades de mercado. Empresas que adotam práticas circulares podem reduzir sua dependência de recursos externos e melhorar sua imagem junto a consumidores e reguladores, contribuindo para um desenvolvimento mais sustentável e uma

economia mais robusta (Webster, 2015). Por sua vez, essas empresas podem criar vantagens competitivas, tais quais:

(1) A resiliência da cadeia logística (menor dependência de recursos escassos) - como parte da matéria-prima volta parcial ou integralmente ao processo produtivo, a necessidade de matéria-prima virgem é menor;

(2) Redução de pegada ambiental - menor produção de resíduos;

(3) Redução de custos pela eficiência produtiva - menor necessidade de matéria-prima virgem;

(4) Atribuição de maior valor à sua mercadoria ou serviço perante o cliente, o que pode resultar em um bom posicionamento de mercado e marca;

(5) Redução da produção de lixo gerado.

A Fundação Ellen MacArthur (2022), por exemplo, defende a circularidade em diversas frentes:

(1) O *design* sustentável como um ponto chave, visando produtos com vida útil mais longa e resistência ao desgaste, com o objetivo de reduzir a necessidade de substituições frequentes, resultando em uma oferta de funcionalidade com menos recursos extraídos. A marca de roupas italiana *Napapijri*, por exemplo, simplificou seu *design* de forma que toda a jaqueta - tecido, enchimento e acabamentos - seja fabricada a partir de um único polímero, o que a torna mais fácil de reciclar (Fundação Ellen MacArthur, 2022).

(2) A reutilização e redistribuição, concentrando-se em componentes projetados para serem reutilizados sempre que possível, envolvendo a manutenção e o reparo destes, aumentando sua vida útil. Existem mercados secundários que adotam esse princípio, como o de celulares usados.

(3) A remanufatura, que consiste na desmontagem de produtos, com a substituição de peças antigas e/ou defeituosas, tornando os componentes desgastados equivalentes a novos, também muito comum no mercado de eletrônicos, os itens recondicionados ou remanufaturados.

(4) A reciclagem, que objetiva transformar artigos que não podem mais ser reutilizados, remanufaturados ou recondicionados, em materiais e componentes básicos para a criação de

novos, reduzindo, assim, a necessidade de matérias-primas virgens, por exemplo, a reciclagem de embalagens PET.

(5) A eficiência de recursos, alcançada por meio da otimização dos processos de produção para minimizar o desperdício de matéria-prima e energia, bem como reduzir a poluição, sendo as garrafas de Coca-Cola com menor quantidade de plástico, um exemplo de eficiência de uso de matéria-prima no produto final, sem interferir com a função original.

(6) A otimização da logística de suprimentos, por outro lado, parte da ideia de converter cadeias de produção lineares para circulares, através da colaboração entre empresas para criar cadeias de suprimentos em que resíduos de uma são utilizados como recursos por outras. Na indústria cervejeira, o subproduto do malte, o bagaço, pode ser convertido em ração animal. Assim, aloca-se um subproduto como insumo para outra empresa, não só gerando a circularidade, mas também criando linhas de receita.

(7) Plataformas e modelos de negócio que compartilham produtos e serviços, como carros e ferramentas, promovendo o uso produtivo de recursos, estilo *Uber* e *AirBnB*.

(8) A digitalização e rastreabilidade, através do uso de tecnologias digitais, como a Internet das Coisas (IoT) e *blockchain*, para rastrear objetos e materiais ao longo de sua vida útil, facilitando a gestão eficiente. Um exemplo mencionado é o uso de sensores para monitorar o *status* de produção e funções, permitindo atuações preventivas, tanto na manutenção quanto na preservação de energia, vistos em sensores de pneus e sistemas de refrigeração de ar, respectivamente.

(9) A inovação em materiais desempenha um papel fundamental, com pesquisa e desenvolvimento voltados para a criação de insumos mais sustentáveis, biodegradáveis e recicláveis.

O *redesign* de produtos para minimizar desperdícios e resíduos apresenta desafios significativos que incluem aspectos técnicos, econômicos e comportamentais (Bakker *et al.*, 2014). Tecnicamente, a necessidade de desenvolver produtos que sejam facilmente desmontáveis para reparo ou reciclagem exige inovação em *design* e materiais, o que pode levar a custos iniciais mais altos e complexidades na cadeia de suprimentos (Lensink, 2020). Economicamente, empresas enfrentam o desafio de justificar o retorno sobre investimento em tecnologias de *design* sustentável, que frequentemente apresentam um custo inicial maior em comparação com métodos convencionais (Stahlecker; Hansmann, 2015). Comportamentalmente, a resistência à mudança tanto de consumidores quanto de *stakeholders*

internos pode retardar a adoção de práticas de *design* sustentável. A aceitação de produtos projetados para maior durabilidade ou reutilização exige uma mudança cultural e uma nova percepção de valor por parte dos consumidores (Bhattacharya, 2021).

Resumidamente, a Economia Circular é um modelo econômico que busca a eliminação do desperdício e a contínua utilização de recursos, diferenciando-se do modelo econômico linear tradicional, que segue uma abordagem de “extrair, fabricar, descartar”. Este conceito tem sido explorado e interpretado por vários autores e organizações, cada um com sua própria perspectiva e foco. Lacy e Rutqvist (2015) veem a Economia Circular como uma oportunidade para criar riqueza a partir do desperdício. Em seu livro “*Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage*”, eles propõem cinco novos modelos de negócios que fornecem crescimento circular, desde a implantação de recursos sustentáveis até a economia compartilhada. Por outro lado, McDonough e Braungart (2002) introduziram o conceito de “*Cradle to Cradle*” (do berço ao berço), que é uma abordagem de *design* para a Economia Circular. Eles defendem a eliminação do conceito de resíduos, criando um sistema onde os resíduos podem ser totalmente reutilizados, promovendo assim a sustentabilidade e a eficiência. Já a Fundação Ellen MacArthur (2015), define a Economia Circular como um sistema que visa eliminar resíduos e poluição, manter produtos e materiais em uso e regenerar sistemas naturais.

Embora essas definições possam variar em detalhes, todas compartilham a visão de um sistema econômico que maximiza a utilização de recursos e minimiza o desperdício. É importante notar que, embora possa haver divergências em suas abordagens, todos compartilham o objetivo comum de promover a sustentabilidade e a eficiência no uso de recursos.

2.2.1 Natureza dos materiais: técnico vs biológico

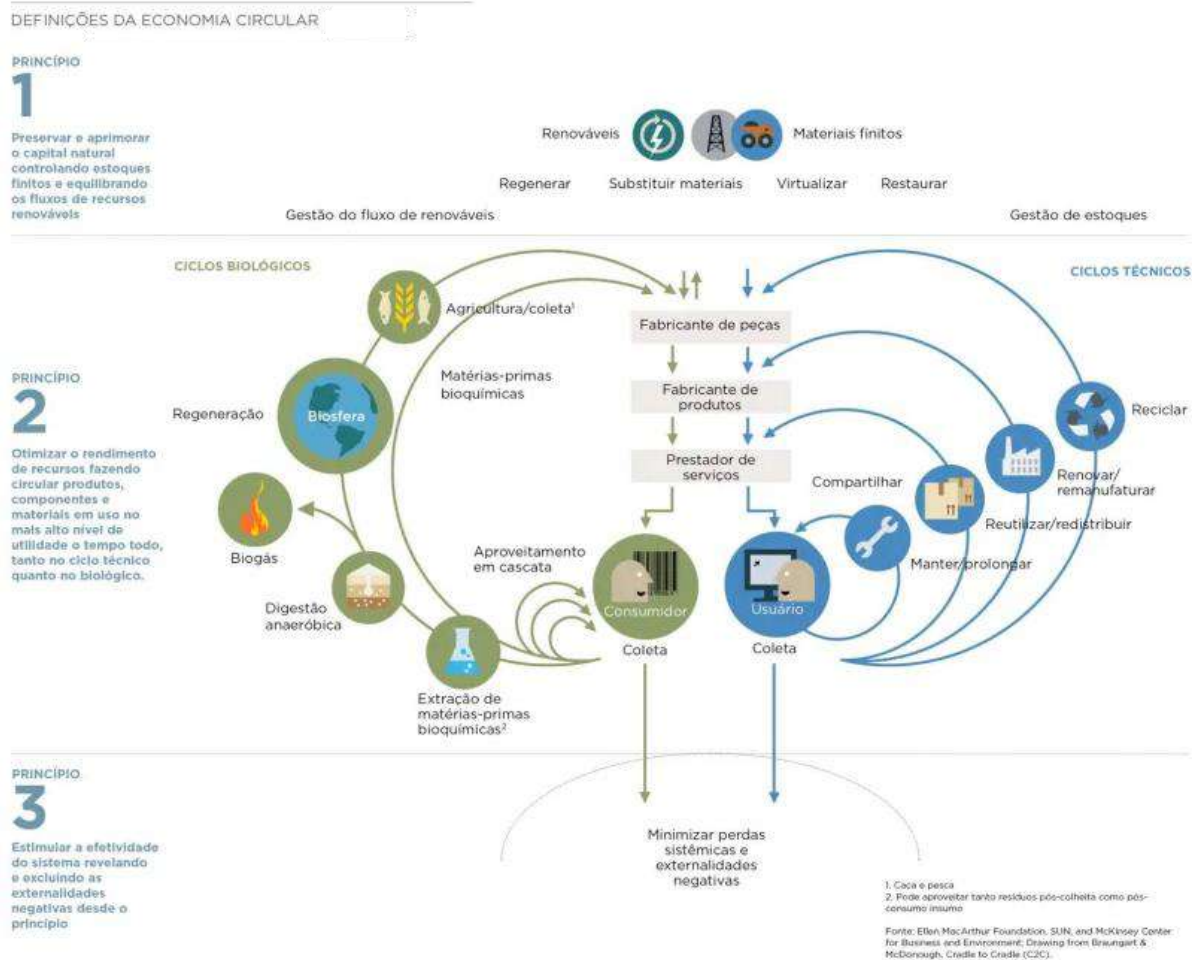
A Economia Circular tem a análise de seus processos em duas vertentes principais: ciclos biológicos e técnicos. Estes ciclos representam diferentes estratégias para gerenciar recursos e resíduos de maneira sustentável (Fundação Ellen MacArthur, 2022), conforme ilustrado na Figura 2.1.

O ciclo biológico em uma Economia Circular concentra-se em materiais que podem ser reintegrados ao ambiente natural. Este ciclo mimetiza os ecossistemas naturais, nos quais materiais orgânicos são decompostos e se tornam nutrientes para novas formas de vida. Um

exemplo seria a compostagem de resíduos orgânicos, a reciclagem de insumos biodegradáveis e o uso de recursos renováveis (Fundação Ellen MacArthur, 2022).

O ciclo técnico envolve materiais e produtos projetados para serem reutilizados, reformados, remanufaturados ou reciclados dentro do sistema industrial. O objetivo é manter o valor dos elementos utilizados pelo maior tempo possível. Como exemplo, pode-se citar a reciclagem de metais, plásticos e componentes eletrônicos, além de técnicas de remanufatura. Os artigos são projetados com foco em durabilidade, capacidade de reparo e reciclabilidade (Fundação Ellen MacArthur, 2022).

Figura 2.1 – Diagrama borboleta sobre Economia Circular com naturezas técnica e biológica.



Fonte: Fundação Ellen MacArthur (2015)

2.2.2 Desafios da Economia Circular e implementação nas organizações

A Economia Circular enfrenta diversos desafios para sua adoção efetiva. Um desses desafios é a complexidade da cadeia de suprimentos, que envolve múltiplos atores e fluxos de

materiais, dificultando a gestão e recuperação de resíduos (Streit, 2022). Além disso, existe resistência ao modelo circular por parte de empresas e consumidores que estão acostumados com a economia linear, no viés de ativamente serem colaboradores do processo circular, como no caso da retornabilidade de garrafas reutilizáveis (Pereira; Motta, 2020). Muitas vezes, a falta de incentivos governamentais também é um obstáculo, pois não há políticas e regulamentações adequadas para estimular a adoção da Economia Circular (de Almeida *et al.*, 2024).

A implementação da Economia Circular nas empresas requer uma abordagem sistemática e planejada. Antes de iniciar qualquer iniciativa, é essencial avaliar a viabilidade econômica e técnica do projeto. Isso envolve a análise dos custos envolvidos na implementação de práticas circulares, como a aquisição de equipamentos adequados, treinamento de funcionários e possíveis mudanças nos processos produtivos (Alves, 2023). A avaliação das viabilidades econômica e técnica permite às empresas tomarem decisões mais seguras sobre as melhores estratégias a serem adotadas.

Além disso, estabelecer parcerias estratégicas com fornecedores e clientes é fundamental para que as empresas implementem a Economia Circular de forma eficaz (Winck, 2022). Essas parcerias podem envolver a troca de melhores práticas, a colaboração na gestão de resíduos e a adoção de cadeias de suprimentos mais sustentáveis. Ao trabalhar em conjunto com fornecedores e clientes, as empresas podem identificar oportunidades de circularidade em toda a cadeia de valor, promover a inovação e alcançar resultados positivos em termos econômicos e ambientais (Winck, 2022).

O monitoramento e a mensuração dos resultados são fundamentais para avaliar o progresso e o impacto da implementação da Economia Circular nas empresas. Isso envolve a definição de indicadores-chave de desempenho (KPIs) e a coleta de dados relevantes (Campoli, 2023). Ao monitorar e mensurar os resultados, as empresas podem identificar áreas de melhoria, tomar medidas corretivas e ajustar suas estratégias. Além disso, o monitoramento e a mensuração são essenciais para comunicar os resultados alcançados internamente e externamente, reforçando o compromisso da empresa com a Economia Circular (Campoli, 2023).

2.3 O *FRAMEWORK* DOS 9Rs

Há uma vasta diversidade de princípios e estratégias relacionadas à Economia Circular na literatura, que podem ser redundantes até certo grau. A classificação 9R é um sistema de

categorização que encapsula diversas estratégias de circularidade dentro do conceito de Economia Circular (Potting *et al.*, 2017). Esta classificação é composta por oito opções de reutilização e duas opções preventivas. Os autores também enfatizam que a inovação tecnológica é mais relevante para estratégias de circularidade mais baixas, aquelas que não seriam tão efetivas, como a recuperação de energia por incineração de resíduos. A inovação no *design* do produto se torna mais importante com estratégias de circularidade mais altas que podem envolver mudanças em regras, hábitos e opiniões em toda a cadeia do produto. No relatório “*Circular Economy: Measuring innovation in product chains*”, Potting *et al.* (2017) discutiram a relevância da inovação na transição para a Economia Circular em cadeias de produtos. Eles avaliam o papel das estratégias de circularidade e a importância da inovação em uma grande quantidade de casos que se concentram nas transições para a Economia Circular em cadeias de produtos específicas.

O *Framework 9R* é uma evolução dos tradicionais "4 Rs" (Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recuperar), como uma abordagem mais aprofundada para a Economia Circular. Embora não exista um padrão universal para os Rs, os nove princípios são geralmente considerados na literatura (Kirchherr *et al.*, 2017).

Ainda, segundo os autores, existe o “R0”, que seria uma forma de refutar e, portanto, reformular todo o produto e serviço, substituindo-o por um novo com mesma funcionalidade, assim tornando o anterior obsoleto. Os 10 Rs são divididos em 3 subcategorias, conforme apresentado na Figura 2.2 e discutido a seguir.

Considera-se que Rs de menor número, como R1 e R2, estão mais próximos da economia circular pelo fato da maior circularidade que ocasionam nos processos, quando comparados com Rs de maior número como R8 e R9.

2.3.1 Uso e produções inteligentes ou efetivos

Os primeiros 2Rs representam (1) repensar - incentivar a reformulação e observação crítica de todo o sistema, artefatos e técnicas, para eliminar possíveis desperdícios. Significa projetar peças com maior durabilidade, facilidade de manutenção e uso de recursos mais eficientes. Um exemplo é o sistema de *leasing*, no qual, ao invés do modelo tradicional de venda de bens duráveis, a rentabilidade é atrelada à vida útil do bem, sendo, portanto, economicamente vantajosa a manutenção mais longa deste, uma vez “vendido” como serviço; (2) reduzir, que

é o princípio de redução de uso de energia e matéria-prima ou seu desperdício durante o processo produtivo (Kirchherr *et al.*, 2017).

2.3.2 Extensão de vida útil

Dentre os Rs deste princípio, temos (3) reutilizar, onde há a atuação no uso de bens descartados ou mesmo repassados, por consumidores primários, para outros que ainda utilizem a função original do produto, tal qual o método de funcionamento de brechós; (4) reparar, na condição de objetos que são consertados e têm vida útil estendida, sem necessidade descarte ou desmanche prévio; (5) recondicionar, que consiste no procedimento da desmontagem completa de mercadorias, substituição de peças defeituosas e reconstrução, de maneira que sejam tão funcionais quanto novas. Esta prática é comum em indústrias de venda de equipamentos eletrônicos; (6) remanufaturar, que em sua essência, envolve a desmontagem de artigos defeituosos para utilizar peças em bom estado na constituição de novos, diferenciando-se do recondicionamento em que a maior parte do produto permanece, sendo apenas algumas peças substituídas, onde aqui as peças sobressalentes em boas condições são utilizadas em outros produtos; (7) reaproveitar, em que peças funcionais de itens defeituosos são utilizadas para reparos ou outra função, que não a original (Kirchherr *et al.*, 2017).

2.3.3 Aplicação regenerativa de matéria-prima ou energia

Os Rs envolvidos no princípio de regeneração são (8) reciclar, ou seja, transformar materiais usados em novos, que podem ou não possuir a mesma finalidade que o anterior. O processo pode ser realizado com papel, vidro, plástico, metal e outros materiais recicláveis; (9) recuperar, realizando o método de restauração de energia ou recursos, a partir de resíduos que não podem ser reciclados ou reutilizados. Dentre os modos de recuperação, pode-se incluir a incineração (dado a capacidade de geração de eletricidade), a extração de metais de itens descartados, além da restauração de matéria-prima do processo produtivo, como a água (Kirchherr *et al.*, 2017).

Figura 2.2 – Framework dos 9Rs



Fonte: Adaptado de Kirchherr *et al.*, 2017

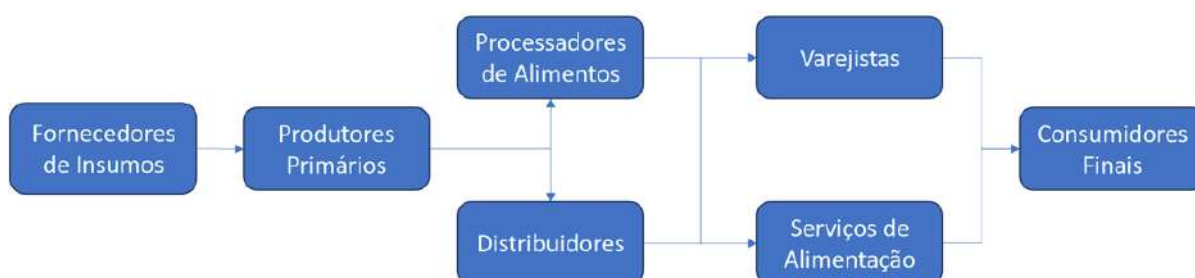
2.4 INDÚSTRIA DE ALIMENTOS E A CADEIA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA, 2023), a cadeia de alimentos é um setor complexo que abrange uma série de processos interconectados, desde a produção inicial de matérias-primas até o consumo final de alimentos. Esta cadeia de suprimentos envolve uma variedade de atores, incluindo agricultores, fornecedores em geral, processadores e distribuidores. Os produtores (agricultores e pecuaristas) são responsáveis pela produção inicial de matérias-primas, que podem incluir uma variedade de produtos agrícolas, como grãos, frutas, vegetais e produtos de origem animal (ABIA, 2023). Os fornecedores, por outro lado, podem fornecer uma variedade de insumos necessários para a produção e processamento de alimentos, incluindo sementes, fertilizantes, equipamentos agrícolas, insumos químicos e embalagens (ABIA, 2023). Na cadeia produtiva da indústria alimentar, os processadores de alimentos desempenham um papel crucial ao transformar matérias-primas em produtos acabados através de processos como moagem, pasteurização, embalagem e conservação (ABIA, 2023). Após o processamento, os distribuidores assumem a responsabilidade de gerenciar a logística necessária para mover esses alimentos dos centros de produção até os pontos de venda, o que inclui atividades críticas de transporte, armazenamento e distribuição (ABIA, 2023). Os varejistas, como supermercados e mercados locais, então disponibilizam esses produtos aos consumidores finais (Scaciota; Jaime; Borges, 2020). Além disso, os serviços de alimentação, que englobam restaurantes e outras entidades que preparam

alimentos para consumo imediato, também formam um elo vital nessa cadeia, atendendo diretamente às necessidades do consumidor. Por fim, os consumidores finais são os indivíduos e famílias que compram e consomem os produtos, completando o ciclo da cadeia de suprimentos alimentares.

A figura a seguir mostra uma representação genérica da cadeia de produção de alimentos, conforme definições definidas posteriormente.

Figura 2.3 – Diagrama geral da cadeia de produção de alimentos



Fonte: Elaboração própria.

Na visão da ABIA (2023), a indústria alimentícia é formada por empresas que se dedicam à preparação de alimentos frescos, como indústrias de conservas que transformam alimentos frescos em produtos com maior durabilidade e indústrias que produzem alimentos prontos para o consumo.

O setor é dividido em dois grandes segmentos: produção e distribuição. A produção engloba o processamento de qualquer produto destinado ao consumo humano, como a produção de carnes, queijos, alimentos embalados, laticínios e bebidas alcoólicas. Os alimentos e produtos frescos produzidos por meio da agricultura e da pecuária não são incluídos, pois são considerados parte de outro tipo de mercado: da produção agropecuária.

Ainda de acordo com a ABIA (2023), a indústria de alimentos e bebidas processa 60,9% de toda a produção agropecuária do Brasil e representa o maior setor da indústria de transformação brasileira. Além disso, é também o maior gerador de empregos, com 1,97 milhão de postos diretos de trabalho em mais de 38 mil empresas. A indústria brasileira de alimentos produz 250 milhões de toneladas de alimentos por ano e 72% dessa produção é para o abastecimento do mercado interno.

2.5 ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A Economia Circular, dadas as particularidades da indústria de alimentos, tem enfoques específicos pelos tipos de matéria-prima utilizados e processos de produção e logística. Uma dessas particularidades é a gestão de resíduos orgânicos: através da implementação de práticas como o *upcycling*, os subprodutos provenientes da indústria de alimentos podem ser matéria-prima para criar ou melhorar produtos existentes, agregando valor ao produto final (Fundação Ellen MacArthur, 2021).

Para avançar na circularidade, as empresas do setor deveriam implementar estratégias para evitar o descarte de alimentos em boas condições, como a melhoria do planejamento da produção, reaproveitamento de excedentes, a criação de linhas de produção mais eficientes e a utilização de embalagens inteligentes (Gomes, 2024). A reciclagem e o reuso de embalagens também são práticas relevantes na indústria de alimentos, buscando a utilização de materiais recicláveis e a implementação de sistemas de coleta seletiva e logística reversa, com devida higienização para cada caso, apesar de existirem restrições regulatórias (Ministério do Meio Ambiente, 2024). A instituição de sistemas de reuso de água, a redução do consumo e o monitoramento do uso de água durante os processos produtivos são estratégias que podem ser adotadas para garantir o uso responsável desse recurso natural, principalmente pela indústria de alimentos ser uma das maiores consumidoras dessa matéria-prima no mundo (Torres *et al.*, 2018).

2.6 SOLUÇÕES CIRCULARES NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

A partir da premissa que existem particularidades em cada indústria e seus processos produtivos, as principais soluções circulares encontradas na literatura para empresas de alimentos foram selecionadas e definidas. Neste trabalho, **uma solução circular foi considerada uma iniciativa, seja de qualquer natureza, que crie circularidade no processo geral, diminuindo resíduos ou ineficiências energéticas direta ou indiretamente, atendendo necessariamente ao menos um dos Rs.** Exemplificando: o uso de matéria-prima reciclada na produção de embalagens diminui o uso de matéria-prima virgem, portanto diminui a linearidade do processo, além de estar relacionada ao R8.

As soluções circulares foram documentadas a partir de artigos ou trabalhos científicos que se relacionam com a indústria de alimentos, sendo referenciada a fonte em cada solução

abaixo. Adicionalmente, outras fontes como os próprios documentos de sustentabilidade ou páginas na internet das empresas analisadas neste trabalho foram consideradas. Soluções circulares implementadas em produtores ou fornecedores de insumos foram categorizadas de forma própria, entendendo que são importantes e foco destas indústrias alimentícias, mas deixadas de forma superficial pois não são o foco deste trabalho em si.

2.6.1 Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares

Os pequenos fornecedores são estratégicos para a aplicação das circularidades, uma vez que produzem cerca de um terço dos alimentos mundiais, contribuindo substancialmente para os sistemas e economias agroalimentares em todo o mundo (FAO, 2024). Logo, é necessário que eles sejam englobados como parceiros cruciais para a implementação de circularidades, tanto na redução de desperdícios, efetividade do uso de matéria-prima e energia, quanto na regeneração e ciclo fechado da agricultura. É importante reforçar que os pequenos e médios agricultores devem ter parcerias de longo prazo com as empresas de alimentos, com seguranças comerciais e contratuais, que permitam o aperfeiçoamento das técnicas, principalmente de rotação e combinação de cultivos para regeneração do solo (Fundação Ellen MacArthur, 2022).

A agricultura de precisão é uma abordagem que visa a aplicação de insumos agrícolas de forma mais eficiente, levando em consideração as características específicas de cada área de uma propriedade. Ela tem o potencial de reduzir o desperdício, aprimorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, e proteger o meio ambiente. As principais ferramentas utilizadas na agricultura de precisão são o GPS (sistema de posicionamento global), o GIS (sistema de informação geográfica), os sensores remotos e os sensores de solo (Embrapa, 2022).

De acordo com a Fundação Ellen MacArthur (2022), a agricultura de ciclo fechado, diferentemente da agricultura de precisão, é um conjunto de técnicas agrícolas que objetiva fechar o ciclo de nutrientes e energia, reduzindo a dependência de insumos externos e minimizando os impactos ambientais. Essa conduta pode ser aplicada a uma ampla gama de sistemas agrícolas, sendo algumas das principais características, a recuperação e reciclagem de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, através de resíduos agrícolas, tais quais esterco e restos de colheita, respectivamente. Também é importante citar o gerenciamento do uso de água, que evita desperdícios e poluição, exemplificado com o uso de irrigação inteligente por sistemas eletrônicos e/ou com precisão, além da redução da dependência de insumos externos, como

fertilizantes, pesticidas e combustíveis fósseis, através da rotação de culturas e seleção de diferentes espécies frente à monocultura.

2.6.2 Regeneração de energia ou matéria-prima e *Upcycling* de insumos

A regeneração de energia e o *upcycling* de produtos são aspectos importantes da bioeconomia, que se refere às atividades que utilizam recursos biológicos renováveis como base para a produção de materiais, produtos químicos e energia. (McCormick; Kautto, 2013). A bioeconomia circular, especificamente na indústria de alimentos, se concentra na produção, utilização, conservação e regeneração de recursos biológicos, incluindo conhecimento, ciência, tecnologia e inovação relacionados, para fornecer soluções sustentáveis em todos os setores econômicos (Silva; Pereira; Martins, 2018).

O *upcycling*, também conhecido como “reutilização para cima”, é uma técnica que reaproveita insumos que seriam descartados, mas que ainda apresentam um grande potencial de utilidade (Fundação Ellen MacArthur, 2022). Na indústria de alimentos, o *upcycling* tem sido cada vez mais reconhecido como uma estratégia eficaz para reduzir o desperdício de alimentos e promover a sustentabilidade. Um caso exemplo foi o estudo realizado por Moura (2022) - que explorou o uso do *upcycling* para o aproveitamento de resíduos de frutas na obtenção de farinhas para uso em produtos alimentícios. O estudo destacou que a substituição parcial da farinha de subprodutos nesses produtos alimentícios os enriqueceu nutricionalmente e aumentou, na sua grande maioria, nos valores de fibra bruta, proteínas e carboidratos.

Além disso, o *upcycling* na indústria de alimentos não se limita apenas ao reaproveitamento de resíduos de alimentos. Ele também envolve a transformação de subprodutos de alimentos em novos produtos alimentícios de maior valor. Por exemplo, os subprodutos da indústria podem ser transformados em ingredientes alimentares de alto valor, como proteínas, fibras e óleos (IPEA, 2017).

Já a regeneração de energia envolve a recuperação e reutilização de energia que seria normalmente desperdiçada durante os processos de produção de alimentos. Isso pode ser feito através de várias técnicas, como a recuperação de calor, a geração de biogás a partir de resíduos orgânicos, e a utilização de energia solar e eólica (Brenan, 2024).

A regeneração de matéria-prima, por outro lado, envolve a recuperação e reutilização de recursos que seriam normalmente descartados durante a produção de alimentos. Isso pode incluir a compostagem de resíduos orgânicos para criar fertilizantes ricos em nutrientes, a

utilização de subprodutos da produção de alimentos como ingredientes em novos produtos, e a implementação de práticas agrícolas regenerativas que melhoram a saúde do solo e promovem a biodiversidade (Dudek; Rosa, 2023).

Essas práticas não só ajudam a reduzir o desperdício e a melhorar a eficiência na indústria de alimentos, mas também têm o potencial de reduzir significativamente as emissões de gases de efeito estufa associadas à produção de alimentos. Além disso, elas podem contribuir para a segurança alimentar e energética, promovendo sistemas alimentares mais resilientes e sustentáveis (Schulte *et al.*, 2021).

2.6.3 Redução do desperdício de alimentos

A redução do desperdício de alimentos pode ser efetuada através de inúmeras medidas, incluindo a conscientização dos consumidores, a melhoria da cadeia de suprimentos e o desenvolvimento de novas tecnologias de armazenamento e transporte. O processamento e logística dos alimentos, se executados de modo eficiente pode auxiliar na preservação de sua qualidade e aumento da vida de prateleira. Um exemplo clássico de desperdício de alimentos é o dano físico em frutas ao longo da cadeia, que pode comprometer a qualidade e venda do produto final, o que pode ser evitado com um melhor acondicionamento durante transporte (Santos *et al.*, 2020).

2.6.4 Design para longevidade

As embalagens desempenham um papel crucial na indústria de alimentos, protegendo os produtos durante o manuseio e o transporte contra danos, contaminação e perda de qualidade, aumentando assim a vida útil dos produtos embalados (Ibrahim *et al.*, 2023). No entanto, o vasto consumo desses materiais leva à alta geração de resíduos devido à crescente demanda global (Ibrahim *et al.*, 2023).

Segundo a Fundação Ellen MacArthur (2022), o *design* pode ser aplicado em todos os estágios da cadeia de valor dos alimentos, desde a produção até o consumo. Algumas estratégias de *design* para longevidade incluem, por exemplo, a escolha de ingredientes, uma vez que, a utilização de ingredientes com maior durabilidade - como frutas e vegetais de casca mais grossa, o que contribui com a proteção contra danos físicos - ou mesmo a utilização de agentes microbiológicos.

A seleção ou desenvolvimento de novas embalagens, mais adequadas e otimizadas para cada tipo de produto, que protegem os alimentos de danos e contaminação, também podem contribuir no prolongamento de sua vida útil. Além da seleção, a própria formulação ou substituição de embalagens pode ser eficaz, como bioplásticos capazes de aumentar a vida de prateleira de itens específicos, ou mesmo embalagens que utilizem menor quantidade de componentes, preservando sua funcionalidade.

2.6.5 Reciclagem de embalagens

A reciclagem de embalagens pode ajudar a mitigar esses problemas, permitindo a recuperação e reutilização de materiais que seriam normalmente descartados (Fundação Ellen MacArthur, 2024). Isso pode incluir a reciclagem de vários materiais de embalagem, como papel e papelão, plásticos, metais e vidro (Fundação Ellen MacArthur, 2024).

Além disso, a reciclagem de embalagens pode trazer benefícios ambientais significativos, incluindo a redução do uso de recursos naturais, a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e a redução da quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários (Ibrahim *et al.*, 2023).

No entanto, segundo Bauer *et al.* (2021), a reciclagem de embalagens na indústria de alimentos enfrenta várias dificuldades, que podem ser agrupadas em desafios técnicos, econômicos e regulatórios.

- **Desafios técnicos:** a embalagem de alimentos muitas vezes envolve o uso de películas multicamadas flexíveis, que são difíceis de reciclar com a infraestrutura atual, baseada principalmente na reciclagem mecânica. Além disso, a necessidade de soluções mais recicláveis pede uma redução na escolha do material. A substituição de embalagens de barreira flexíveis não recicláveis é desafiadora, porque apenas um número limitado de barreiras das películas multicamadas está disponível.
- **Desafios econômicos:** a reciclagem de embalagens de alimentos tende a ser economicamente difícil, dado o custo de coleta, separação e processamento de materiais recicláveis pode ser alto. Além disso, o valor de mercado dos materiais reciclados pode não ser suficiente para cobrir esses custos.

- Desafios regulatórios: existem também desafios regulatórios, pois as diretrizes para o *design* de embalagens recicláveis podem limitar a escolha de materiais e sua efetiva reciclagem.

2.6.6 Reutilização e retornabilidade de embalagens

O reuso refere-se à capacidade de uma embalagem ser reutilizada em um propósito diferente após o uso inicial (Satre; Paula; Echeveste, 2022). Isso pode envolver a limpeza e esterilização da embalagem antes da reutilização, ou a reformulação da embalagem para se adequar a um novo uso (Satre; Paula; Echeveste, 2022). O reuso pode reduzir significativamente a quantidade de resíduos de embalagem gerados, além de economizar recursos ao reduzir a necessidade de novos materiais de embalagem (Satre; Paula; Echeveste, 2022).

A retornabilidade refere-se à capacidade de uma embalagem ser devolvida ao fabricante ou varejista após o uso (Nair; Trafialek; Kolanowski, 2023). Isso pode envolver sistemas de depósito-retorno, onde os consumidores recebem um reembolso ao devolver embalagens vazias (Nair; Trafialek; Kolanowski, 2023). A retornabilidade pode incentivar a reutilização e reciclagem de embalagens, além de fornecer uma fonte de receita para os fabricantes e varejistas (Nair; Trafialek; Kolanowski, 2023).

No entanto, a implementação eficaz da reutilização e retornabilidade de embalagens na indústria de alimentos pode apresentar desafios. Isso inclui garantir a segurança do alimento durante a reutilização de embalagens, bem como a logística de coleta e transporte de embalagens retornáveis (Versino *et al.*, 2023). Além disso, pode haver barreiras regulatórias e econômicas para a implementação desses sistemas (Versino *et al.*, 2023).

2.6.7 Substituição de matéria-prima para extração de insumos

Existem diversas matérias-primas que podem ser extraídas de mais de uma origem: um exemplo é o açúcar, que pode ser extraído da cana-de-açúcar, beterraba, dentre outros alimentos. Com isso, é possível não só diversificar a fonte, como também estudar qual (ou quais) alternativa seria mais eficiente, seja de forma direta, ou de forma indireta - combinando com o *upcycling* e agricultura de ciclo fechado (Fundação Ellen MacArthur, 2022).

2.6.8 Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos ou embalagens

A substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e embalagens é uma prática cada vez mais comum na indústria de alimentos, principalmente devido à crescente demanda por produtos mais saudáveis e sustentáveis (ANVISA, 2024). Isso envolve a substituição de materiais de embalagem tradicionais, como plástico, por materiais mais sustentáveis e ecologicamente corretos, como papel, papelão, bioplásticos e materiais compostáveis. Essa mudança não apenas reduz o desperdício de embalagens e a poluição plástica, mas também contribui para a redução da pegada de carbono da indústria de alimentos (ANVISA, 2024).

2.6.9 Planejamento e diversificação de logística

O planejamento e a diversificação logística na indústria de alimentos são essenciais para garantir a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos (Palazzo; Vollero, 2022). Isso envolve a coordenação eficaz de uma variedade de atividades, incluindo aquisição de matérias-primas, produção, armazenamento, transporte e distribuição de produtos alimentícios (Palazzo; Vollero, 2022).

A diversificação do suprimento logístico pode envolver a utilização de uma variedade de fornecedores e canais de distribuição, bem como a implementação de diferentes métodos de transporte e armazenamento (Palazzo; Vollero, 2022). Isso pode ajudar a reduzir os riscos associados à dependência de um único fornecedor ou canal de distribuição, além de permitir uma maior flexibilidade na resposta a mudanças nas condições do mercado (Palazzo; Vollero, 2022).

A diversidade de centros logísticos também desempenha um papel crucial na eficiência e sustentabilidade dos sistemas de suprimento logístico (Abideen *et al.*, 2021). Centros logísticos diversificados podem facilitar a rápida movimentação e distribuição de produtos alimentícios, reduzindo o tempo de trânsito e minimizando o desperdício de alimentos (Abideen *et al.*, 2021). Além disso, eles podem permitir uma maior flexibilidade na alocação de recursos, permitindo que as empresas respondam de forma mais eficaz às mudanças na demanda (Abideen *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a diversidade de centros logísticos pode facilitar a implementação de práticas de Economia Circular, permitindo a coleta e o processamento eficientes de resíduos e

subprodutos para reciclagem e reutilização (Cheng *et al.*, 2023). Além disso, a diversificação do suprimento logístico pode apoiar a Economia Circular, permitindo a utilização de matérias-primas recicladas e a distribuição de produtos renovados (Cheng *et al.*, 2023).

2.6.10 Uso de energias de fontes renováveis

O uso de energias de fontes renováveis (solar, eólica, etc.), com intuito de aumentar a sustentabilidade, diminuindo a pegada de carbono e diminuindo a dependência de energias fósseis, também se protegendo da variação do preço dessas commodities (Fundação Ellen MacArthur, 2022).

Embora todas as soluções circulares mencionadas tenham um impacto significativo na sustentabilidade da indústria de alimentos, algumas podem ter um impacto maior devido à sua abrangência e potencial para mudança, como a reciclagem de resíduos de alimentos e embalagens e práticas agrícolas regenerativas (World Economic Forum, 2022).

Além disso, o uso combinado de soluções circulares na indústria de alimentos pode aumentar a eficiência e a sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos (Alzaabi; Chia; Show, 2023). Por exemplo, a reciclagem de resíduos de alimentos e embalagens pode ajudar a reduzir a quantidade de resíduos gerados pela indústria de alimentos, além de fornecer uma fonte valiosa de matérias-primas para a produção de novos produtos (Alzaabi; Chia; Show, 2023).

Outras soluções não foram incluídas por serem suporte ou não diretamente ligadas à circularidade, como tecnologias de medição e rastreamento.

3 METODOLOGIA

O Capítulo 3 deste trabalho acadêmico detalha a metodologia adotada no estudo de caso das três empresas do setor alimentício e suas implementações circulares. Inicialmente, a seção 3.1 descreve o tipo de método adotado, caracterizando o estudo. Na seção 3.2, justifica-se a escolha das organizações baseada na relevância econômica global. A seção 3.3 aborda a estrutura da coleta e tratamento dos dados, explicando que as informações foram coletadas através da análise de documentos das empresas, com posterior codificação qualitativa para identificar temas e padrões emergentes. Por fim, a seção 3.4 discute a análise de dados, na qual os dados coletados foram examinados usando uma abordagem de análise temática, permitindo a interpretação detalhada das estratégias de circularidade e a avaliação de sua eficácia e sustentabilidade.

3.1 TIPO DE MÉTODO ADOTADO

O estudo de caso é uma metodologia de pesquisa amplamente utilizada em várias disciplinas acadêmicas, incluindo negócios, para entender fenômenos complexos e aplicar teorias em situações do mundo real. Essa abordagem oferece *insights* valiosos sobre duas variações: o estudo de caso único e o estudo de caso múltiplo (Yin, 2014). A análise de caso único e a análise de caso múltiplo são abordagens distintas na pesquisa qualitativa.

Ainda segundo Yin (2014), a análise de caso único oferece profundidade na investigação, permitindo uma compreensão detalhada e holística do fenômeno estudado. Além disso, proporciona informações contextuais minuciosas que podem enriquecer a análise. Essa abordagem é particularmente útil em estágios iniciais de pesquisa, permitindo a exploração de fenômenos pouco compreendidos e a ilustração de princípios teóricos por meio de exemplos concretos. No entanto, a generalização dos resultados é limitada devido à natureza específica do caso estudado, levantando questões sobre a validade externa dos achados. Além disso, o envolvimento pessoal do pesquisador pode introduzir viés na interpretação dos dados.

Por outro lado, a análise de casos múltiplos permite a comparação entre diferentes casos, identificando padrões e diferenças que podem fortalecer as conclusões e teorias desenvolvidas. Essa abordagem também permite uma generalização qualificada dos resultados, embora com cautela. Além disso, a análise de múltiplos casos pode ajudar a reduzir o viés do pesquisador, uma vez que os padrões emergentes tendem a ser mais objetivos do que a interpretação de um único caso. No entanto, a abordagem de múltiplos casos é mais complexa e custosa, envolvendo

maiores custos de tempo e recursos, dado que encontrar casos comparáveis também pode ser desafiador, o que pode limitar a utilidade da comparação (Yin, 2014).

No contexto de organizações privadas, o estudo de caso único pode ser empregado para investigar a dinâmica interna de uma empresa específica ou o impacto de uma estratégia empresarial particular (Yin, 2014). O estudo de caso múltiplo pode ser utilizado para comparar diferentes empresas que enfrentam desafios semelhantes ou que adotaram abordagens similares para resolver um problema específico (Yin, 2014). Por exemplo, em um estudo sobre inovação em *startups* de tecnologia, os pesquisadores podem analisar várias empresas de tecnologia para identificar padrões nas estratégias de inovação adotadas. Uma das principais vantagens dessa abordagem é a capacidade de generalização. Ao analisar múltiplos casos, os pesquisadores podem identificar tendências e melhores práticas que podem ser aplicadas em diferentes contextos empresariais. Além disso, o estudo de caso múltiplo permite uma análise comparativa mais robusta, ajudando os pesquisadores a identificar os fatores que contribuem para o sucesso ou fracasso em determinadas situações.

Desta forma, este trabalho adota uma abordagem qualitativa, utilizando o estudo de caso múltiplo. A partir desse método, é possível realizar uma análise individual, considerando suas particularidades, nuances e aspectos comparativos entre os pares, a fim de identificar padrões e diferenças.

3.2 JUSTIFICATIVA E ESCOLHA DAS ORGANIZAÇÕES

Foram selecionadas empresas multinacionais do ramo de alimentos que operam no Brasil: Nestlé, PepsiCo e Coca-Cola. A escolha destas foi estratégica, visto que representam uma amostra significativa do setor alimentício global, tem um grande impacto na economia brasileira. Segundo a 20ª edição da Forbes (2023), as 25 maiores empresas de alimentos faturaram 1,8 trilhão de dólares, reforçando o tamanho de mercado que esta indústria engloba. As três organizações foram escolhidas pois estão entre as 4 maiores empresas em faturamento bruto, segundo este mesmo ranking.

Adicionalmente, as três empresas têm certificações ou reconhecimentos específicos no quesito sustentabilidade, dentre elas a classificação "A" no CDP (*Carbon Disclosure Project*) para Clima e Água - significa que elas estão entre as empresas mais transparentes e com melhor desempenho na gestão de seus impactos climáticos e hídricos; DJSI: As três empresas também estão listadas no *Dow Jones Sustainability Index (DJSI) World & North America* - sendo esse

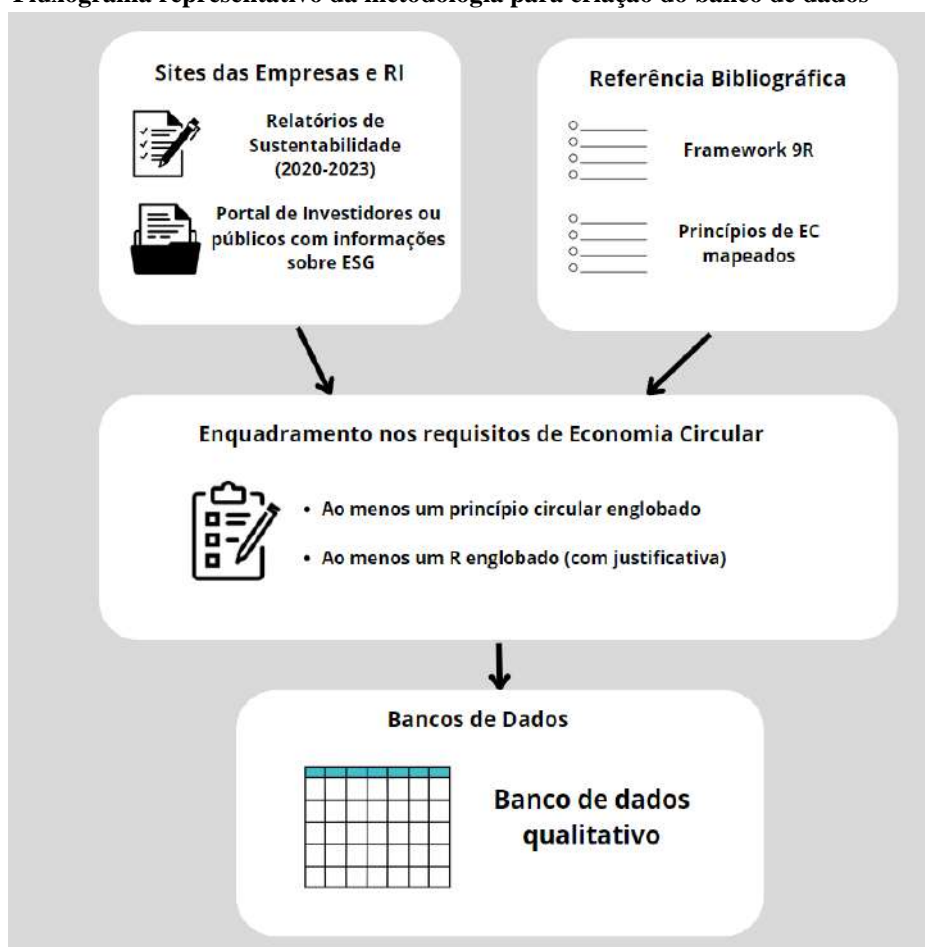
índice um dos principais índices de sustentabilidade do mundo, que avalia o desempenho das empresas em diversas áreas, como governança corporativa, impacto social e ambiental; também apresentam a certificação ISO 14001 - Certificação de gestão ambiental. Seus respectivos portais na internet têm seções dedicadas à ESG, sigla de governança ambiental, social e corporativa, focando bastante no *branding* sob essa ótica.

Outro fator considerado foi o acesso aos dados institucionais por portais públicos ou de relação aos investidores, pois organizações privadas não necessariamente publicam dados além do requerido pela legislação vigente local, o que pode dificultar ou até mesmo inviabilizar pesquisas sobre óticas específicas.

3.3 ESTRUTURA DA COLETA E TRATAMENTO DOS DADOS

A Figura 3.1 apresenta o fluxograma com as etapas de coleta e organização das informações, as quais serão apresentadas a seguir.

Figura 3.1 – Fluxograma representativo da metodologia para criação do banco de dados



Fonte: Elaboração própria

3.3.1 Fonte e coleta dos dados

Relatórios de sustentabilidade corporativa são documentos que detalham o desempenho ambiental, social e de governança de uma empresa, destacando seu compromisso com a responsabilidade social e ambiental. Geralmente, incluem uma visão geral da empresa, desempenho ambiental e social, governança corporativa, metas e compromissos, desafios e oportunidades, indicadores de desempenho, certificações e reconhecimentos, casos de estudo e divulgações adicionais. São preparados de acordo com padrões internacionais como as diretrizes da *Global Reporting Initiative* (GRI) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

A *Global Reporting Initiative* é uma organização internacional de normalização independente que ajuda empresas, governos e outras organizações a compreender e comunicar os seus impactos em questões como as alterações climáticas, os direitos humanos e a corrupção.

Já os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU são princípios que representam um apelo urgente à ação de todos os países – desenvolvidos e em desenvolvimento – para uma parceria global (GRI, 2024). Os ODS reconhecem que a erradicação da pobreza e outras privações devem ser acompanhadas de estratégias que melhorem a saúde e a educação, reduzam a desigualdade e estimulem o crescimento econômico – ao mesmo tempo que combatem as alterações climáticas e preservam os ecossistemas (ONU, 2024).

Portanto, os relatórios de sustentabilidade, serviram como principal base de informações na composição deste estudo, sendo acrescentados dados complementares obtidos em consultas aos *websites* das empresas, dada a insuficiência de padronização de informações por parte das organizações privadas. Ainda faltam princípios e procedimentos de comunicação padronizados para publicar os progressos em matéria de circularidade (Opferkuch *et al.*, 2021).

O período de análise de relatórios de sustentabilidade foi de 2020 a 2023, com a finalidade de entender como foi a evolução das empresas durante e pós pandemia do COVID-19 sob a ótica da sustentabilidade e circularidade das iniciativas propostas. Também houve a intenção de verificar se houve alguma mudança na metodologia de análise ou métrica das empresas.

3.3.2 Tratamento e categorização dos dados encontrados

Uma vez definida a fonte dos dados, as informações encontradas foram comparadas conforme definições estruturadas no capítulo anterior, conforme apresentado nas Tabelas 3.1 e 3.2. Comparou-se as descrições com os pontos descritos nas seções 2.3 e 2.6 para entender quais os ‘Rs’ e princípios circulares uma iniciativa atenderia, justificando sua inclusão e, subjetivamente, avaliando a sua dimensão, dado que não existem parâmetros quantitativos claros para balizar essa classificação. O intuito é diferenciar o que dentro de ESG é também Economia Circular: nem todo ponto colocado como ESG pelas empresas é um princípio de Economia Circular, como por exemplo diversidade de equipes. Já gestão de recursos é um ponto que está ligado ao uso inteligente de energia e materiais, assim fazendo sentido ser incluído na análise.

Foram analisados 18 documentos em formato PDF e 36 websites de domínio público, além de 1 arquivo em excel.

Durante o processo de criação do banco de dados, algumas dificuldades foram notadas, dentre elas a falta de padronização das informações, a descrição completa de todo o processo,

menção a todos os parceiros inclusos para a realização do projeto em si ou se somente a equipe interna da organização estava envolvida. Como as companhias formatam e fornecem o documento sem uma padronização específica e de acordo com seus interesses, esse foi um fator complicador para a equidade na análise.

Tabela 3.1 – Princípios Circulares Identificados

Princípio Circular	Descrição
1. Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Colaboração com parceiros da cadeia produtiva para promover a adoção de práticas circulares e sustentáveis, como agricultura de precisão, agricultura de ciclo fechado ou gestão hídrica eficiente.
2. Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>upcycling</i> de insumos	Recuperação energia ou matéria-prima de materiais e/ou energia de resíduos e subprodutos para reinserção na cadeia produtiva.
3. Redução do desperdício de alimentos	Minimização da geração de resíduos e do consumo de recursos através de ações como otimização de processos.
4. <i>Design</i> para longevidade	Desenvolvimento de produtos e embalagens com maior durabilidade, visando reduzir a necessidade de descarte e geração de resíduos.
5. Reciclagem de embalagens	Reutilização de materiais de embalagens após o descarte, transformando-os em novos produtos ou insumos.
6. Reutilização/retornabilidade de embalagens	Implementação de um sistema produtivo que visa eliminar/diminuir o desperdício e a necessidade de insumos externos, através da reutilização de recursos dentro da própria propriedade.
7. Substituição de matéria-prima para extração de insumos	Utilização de outras origens para extração de insumos, que sejam mais circulares.
8. Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Busca por alternativas mais sustentáveis e de menor impacto ambiental para a obtenção de matéria-prima, como bioplásticos.
9. Planejamento e diversificação logística	Otimização da cadeia de suprimentos, buscando reduzir emissões de gases do efeito estufa, desperdício de recursos e fortalecer relações com fornecedores locais.
10. Uso de energias de fontes renováveis	Utilização de fontes de energia renovável e limpa na produção de alimentos, como energia solar, eólica e biomassa.

Fonte: Própria

Tabela 3.2 – *Framework 9R*

Classificação	Princípio	Descrição
R0	Recusar	Evitar a geração de resíduos através da mudança de hábitos, escolha de produtos duráveis e práticas de consumo consciente.
R1	Repensar	Redesenhar produtos e embalagens para minimizar o uso de materiais, facilitar a reutilização e a reciclagem.
R2	Reduzir	Diminuir a quantidade de resíduos gerados através da otimização de processos, reuso de materiais e consumo consciente.
R3	Reutilizar	Usar novamente produtos ou embalagens após o seu uso original, evitando o descarte.
R4	Reparar	Consertar produtos danificados para prolongar sua vida útil e evitar o descarte prematuro.
R5	Recondicionar	Restaurar produtos danificados para um estado de funcionamento adequado, com ou sem a substituição de peças.
R6	Remanufaturar	Fabricar novos produtos a partir de peças e componentes de produtos usados.
R7	Reaproveitar	Utilizar materiais residuais para a criação de novos produtos, evitando o descarte e a necessidade de novas matérias-primas.
R8	Reciclar	Transformar materiais residuais em novos produtos ou insumos, através de processos de reprocessamento.
R9	Recuperar	Extrair valor de materiais residuais através de processos de recuperação de energia ou compostagem.

Fonte: Própria

Dentro do documento de informações qualitativas, foram definidos os seguintes campos:

1. Empresa - qual é a organização;
2. Iniciativa - um projeto com ao menos uma solução circular englobada, com uma descrição resumida;
3. Descrição do processo - um texto explicando de forma breve e, de acordo com as informações disponíveis, como é estruturado e executado o princípio circular;

4. *Stakeholders* incluídos - menciona quais as equipes estão envolvidas, podendo ser a ‘equipe interna’ da organização, organizações parceiras como ‘fornecedores’ (de matéria-prima, de *design* de produtos, agricultores de diferentes escalas), ‘parceiros terceiros’ (ex. de reciclagem), ONGs, Governo;
5. Princípios circulares englobados - são marcados quais os princípios circulares estão dentro das características do processo;
6. Rs englobados - são marcados quais os Rs estão dentro das características do processo;
7. Justificativa dos Rs - é explicado de que forma o processo se relaciona com ao menos um dos Rs categorizados;
8. Observações - informações adicionais que sejam pertinentes;
9. Fonte - a origem da informação (ex. Relatório de Sustentabilidade, etc).

3.4 ANÁLISE DE DADOS

Uma vez consolidada uma base de informações, na busca por compreender e avaliar a implementação de iniciativas de Economia Circular nas empresas selecionadas, a análise de dados desempenha um papel fundamental. Nesse contexto, a análise pode ser desdobrada em duas perspectivas distintas: a classificação do *Framework* 9R e tipos de soluções circulares, possibilitando a compreensão dos pontos de foco das organizações no contexto da Economia Circular.

3.4.1 Mapeamento das principais áreas de esforço

Além disso, a análise de dados permite o mapeamento dos focos das empresas no que diz respeito à Economia Circular. Isso envolve a identificação dos tipos de soluções circulares ou Rs que mais aparecem ao longo do estudo. Ao mapear os focos das empresas, é possível identificar lacunas e oportunidades de melhoria, bem como alinhar as estratégias de Economia Circular com os objetivos organizacionais e as demandas do mercado.

3.4.2 Análise por classificações da revisão bibliográfica

Será abordada a análise dos dados coletados nas três empresas do setor alimentício, com foco nas soluções circulares implementadas. Esta análise será conduzida alinhando as informações obtidas com os tipos de soluções circulares detalhados na subseção 2.6 e as categorias do *framework* dos 9Rs descritas na subseção 2.3. O objetivo é avaliar como as

práticas específicas das empresas se alinham com os princípios de circularidade descritos nesses *frameworks* teóricos. Será utilizada uma abordagem comparativa para identificar padrões e divergências entre as práticas observadas e os modelos teóricos. A integração desses elementos permitirá uma análise robusta e contextualizada das estratégias de Economia Circular adotadas, proporcionando *insights* sobre sua eficácia e áreas potenciais para melhoria.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta a discussão dos resultados obtidos na análise das implementações de soluções circulares das empresas Coca-Cola, PepsiCo e Nestlé, conforme descrito nos capítulos anteriores deste trabalho. O objetivo desta discussão é, além de entender os projetos de cada organização, avaliar e comparar as estratégias adotadas por essas empresas por:

- tipo de solução circular;
- distribuição das iniciativas conforme classificação do *Framework 9R*;

Ressalta-se que a não contabilização de projetos de algum ‘R’ ou tipo de solução circular por uma das empresas não significa que ela não tenha esforços naquele sentido, mas que não foram encontradas informações suficientes nos documentos analisados.

4.1 EMPRESAS ANALISADAS E UMA ANÁLISE GERAL DE ESFORÇOS

Nesta seção, apresenta-se as empresas do estudo de caso, suas iniciativas circulares de forma resumida além de uma breve análise das principais áreas de esforço na implantação de iniciativas de Economia Circular. As Tabelas 4.1, 4.2 e 4.3 a seguir apresentam os dados dos projetos, conforme processos de coleta e tratamentos de dados especificados no Capítulo 3 de metodologia, apresentando os campos Iniciativa; Descrição do processo; *Stakeholders* incluídos; Soluções circulares; Rs englobados.

4.1.1 Coca-Cola

Segundo documentos da própria companhia, a *Coca-Cola Company* é uma corporação americana fundada em 1892. Hoje, a empresa está envolvida principalmente na fabricação e venda de xarope e concentrado para a Coca-Cola, uma bebida carbonatada adoçada que é uma instituição cultural nos Estados Unidos (Coca-Cola, 2023). Com mais de 500 marcas disponíveis em mais de 200 países, a Coca-Cola é o maior fabricante e distribuidor de bebidas do mundo, uma das maiores corporações dos Estados Unidos (Coca-Cola, 2024). Foram encontrados no total 12 projetos da empresa, com 6 tipos de solução circular e 5 Rs. Não foram encontrados projetos com princípios de Redução do desperdício de alimentos, *Design* para longevidade, Substituição de matéria-prima para extração de insumos e Planejamento e

diversificação de suprimento logístico, além dos Rs Reparar, Recondicionar, Remanufaturar e Reaproveitar.

Tabela 4.1 – Resumo das iniciativas circulares mapeadas da Coca-Cola

Iniciativa	Descrição Processo	Stakeholders Incluídos	Soluções Circulares	Rs Englobados
Programa de Catálogo da Eficiência Hídrica	Programa que avalia normas técnicas (por exemplo, monitoramento de fluxo on-line, coleta de água e capacidades de reutilização) e no desenvolvimento de novas plantas, aproveitam a Ferramenta de Sustentabilidade desde o <i>design</i> para garantir que processos eficientes em termos de água são implementados e que se alcance a melhor eficiência hídrica da categoria	<i>World Resources Institute's Aqueduct</i>	Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos	Recuperar
Ferramenta "Custo da Água" para as equipes	Ajuda a entender melhor o custo da água, avaliando os custos associados com potenciais riscos hídricos, além dos custos operacionais associados ao uso da água. Uma melhor compreensão desses custos ajuda a fortalecer a tomada de decisão e o negócio argumentos para investir em iniciativas que respondam aos desafios locais	<i>Denkstatt</i> - uma empresa do grupo EY focada em consultoria de sustentabilidade	Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos	Repensar
Investindo em soluções baseadas na natureza	Trincheiras de infiltração para reabastecimento de águas subterrâneas, Restauração de zonas úmidas e proteção, Reconexão de várzea, Eficiência de irrigação melhoria	<i>CEO Water Mandate, Denkstatt, Pequenas Comunidades e Agricultores</i>	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Recuperar
Embalagens Reutilizáveis	Embalagens de vidro retornável ou garrafas plásticas ou em dispensadores de fonte com embalagens reutilizáveis	Varejistas, Serviços de Alimentação (Depende do país)	Reutilização/reabilitação de embalagens	Reutilizar
Embalagens Recicláveis (Redução de PET Virgem, aumento do percentual de reciclabilidade das embalagens)	Fabricação de embalagens passíveis de reciclagem e realização do processo	Fornecedores locais, Fundação Ellen MacArthur	Reciclagem de embalagens	Reciclar
" <i>Labelless Product</i> " (Rótulo gravado na embalagem)	Rótulo gravado na embalagem	Fornecedores	Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Repensar
" <i>Tethered Caps</i> " (Tampas "amarradas" na garrafa pet)	Tampas "amarradas" na garrafa pet para que possam também ser recicladas	<i>Coca-Cola Europacific Partners</i> , baseado na patente da <i>CompactFlip</i>	Reciclagem de embalagens	Repensar

Projetos de implementação de técnicas de agricultura de precisão, sustentável e regenerativa	Uso de técnicas de agricultura de ciclo fechado e precisão	ONGs, Organizações industriais, Empresas, Pequenos agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Reduzir, Recuperar
Mudança de cor de garrafas PET para transparente	A troca de cor para transparente facilita a reciclagem destes produtos	Equipe Interna, Fornecedores	Reciclagem de embalagens	Repensar
Investimento em tecnologias de reciclagem	É citado o investimento em 3 tecnologias/processos: "Reciclagem Mecânica", "Otimização de Reciclagem" e "Plástico renovável <i>plant-based</i> "	Equipe Interna, Fornecedores	Reciclagem de embalagens	Repensar
Projetos que visam melhorar a irrigação, qualidade e reuso da água	Utilização de tecnologias e técnicas avançadas para reduzir o uso de água, um dos principais insumos	Parceiros Terceiros e Agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Reduzir
Investimento em energia limpa	Aumento de uso da energia elétrica de fonte sustentável em todos os sistemas	Equipe Interna, Fornecedores	Uso de energias de fontes renováveis	Repensar

Fonte: Elaboração Própria

A empresa tem focado em três áreas principais: gestão hídrica, reciclagem de embalagens e parcerias agrícolas. Em termos de gestão da água, a empresa implementou programas avançados de eficiência hídrica e reabastecimento de águas subterrâneas, utilizando tecnologias de ponta para monitoramento e reuso da água. Estas iniciativas foram realizadas em parceria com agentes externos, como o *World Resources Institute*, que utiliza a ferramenta *Aqueduct*, que é um conjunto de quatro ferramentas de avaliação que ajudam empresas, governos e sociedade civil a compreender e responder aos riscos hídricos (World Resources Institute, 2024). Essas ferramentas incluem:

- Atlas de Risco Hídrico: um mapa global que destaca áreas de alto risco hídrico, incluindo estresse hídrico, variabilidade sazonal, poluição e problemas de acesso;
- Classificações de países: um sistema de classificação que avalia os países com base nos seus riscos hídricos, proporcionando uma visão abrangente dos desafios relacionados com a água;
- Comida de Aqueduto: uma ferramenta que avalia os riscos hídricos associados à produção de alimentos, ajudando empresas e governos a tomar decisões informadas sobre a gestão da água;

- Inundações do Aqueduto: uma ferramenta que fornece avaliações de risco de inundação, permitindo que empresas e governos se preparem e respondam a eventos de inundação.

Também há a parceria com a *Denkstatt* no projeto de Ferramenta de Custo de Água. Essa empresa parceira, também conhecida como *EY Denkstatt*, oferece uma gama de serviços, incluindo gestão ESG, relatórios de sustentabilidade, estratégias de descarbonização e clima, finanças sustentáveis e suporte para conformidade com a taxonomia da União Europeia (UE). A empresa acredita que um equilíbrio entre os três pilares da sustentabilidade - desempenho econômico, ecológico e social - é crucial para o sucesso dos negócios no futuro (Denkstatt, 2024).

Além disso, há a integração com a iniciativa *CEO Water Mandate*, que foi estabelecida em 2007 pelo Secretário-Geral da ONU, e o Pacto Global da ONU em parceria com o *Pacific Institute* para promover a gestão corporativa da água em todo o mundo (CEO Water Mandate, 2024). Através da parceria com a *CEO Water Mandate* e a *Denkstatt*, a Coca-Cola realiza projetos junto às comunidades e pequenos agricultores com foco em sustentabilidade, sendo uma das consequências a recuperação natural de recursos.

Na área de reciclagem e reutilização, a empresa já realizava esforços há anos nessa direção, sendo o indicador de percentual de material reciclado em embalagens de 22%, em 2020. A Coca-Cola também se destacou pelo uso de garrafas de vidro retornáveis, de 9% em 2022, em contraste ao indicador de 1,6% de não retornáveis. Também indicou o aumento do percentual de materiais reciclados em suas embalagens, de 20% em 2020 para 25% em 2022. A organização tem realizados projetos para melhoria das embalagens, como o que inclui a fabricação de embalagens recicláveis com alto percentual de materiais reciclados ou mesmo a criação de *designs* que viabilizem a reutilização de mais garrafas. A empresa também trabalha em colaboração com a Fundação Ellen MacArthur, além de *players* locais da cadeia como varejistas, unidades de alimentação e outros, para promover a reciclabilidade das embalagens. A companhia também testa novas soluções através de projetos piloto, como os de “*Label-less product*”, “*Tethered caps*”, mudança da cor de garrafas PET para transparente e investimentos em tecnologias de reciclagem, com a finalidade de testar novas soluções a serem implementadas em larga escala.

A Coca-Cola colabora com fornecedores e agricultores para implementar soluções sustentáveis e circulares, como a restauração de zonas úmidas e proteção, a reconexão de várzea, e a eficiência de irrigação, indo desde o uso de técnicas de agricultura regenerativa e

precisão, até a utilização de tecnologias e técnicas avançadas para reduzir o uso de água, um dos principais insumos de seus produtos.

No quesito uso de energia limpa, apesar de existirem informações limitadas, a Coca-Cola reportou, em 2023, no seu relatório de sustentabilidade, que atingiu, em 2022, o uso de 22% de matriz energética sustentável em todos os seus sistemas de manufatura.

4.1.2 PepsiCo

Segundo documentos da organização, a PepsiCo é uma corporação multinacional americana de alimentos, lanches e bebidas, com sede em Harrison, Nova York. A empresa foi fundada em 1898 e é conhecida por suas marcas de lanches e refrigerante, como Gatorade, *Mountain Dew* e Pepsi, além de produtos de cereais sob sua subsidiária *Quaker Oats*. A PepsiCo foi formada em 1965 com a fusão da Pepsi-Cola Company e *Frito-Lay*, Inc. Desde então, a PepsiCo expandiu-se de seu produto homônimo Pepsi-Cola para uma gama imensamente diversificada de marcas de alimentos e bebidas. Foram encontrados no total 15 projetos da empresa, com 7 tipos de solução circular e 5 Rs. Nesta empresa não foram encontrados projetos de *Design* para longevidade, Planejamento e diversificação de suprimento logístico e Reutilização de embalagens além dos Rs Reparar, Recondicionar, Remanufaturar e Reaproveitar.

Tabela 4.2 – Resumo das soluções circulares mapeadas da PepsiCo

Iniciativa	Descrição Processo	Stakeholders Incluídos	Soluções Circulares	Rs Englobados
PepsiCo Positivo Ag Manual do Fornecedor (<i>PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook</i>)	Um recurso público que orienta fornecedores de ingredientes-chave e compradores através das etapas de implementação e medição do impacto da agricultura regenerativa em sua cadeia de valor	ONGs, Governos, Pares (empresas), Fornecedores, Clientes, Fundações	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Repensar
Projetos de Práticas de Cobertura de Solo	Culturas de cobertura (incluindo culturas fixadoras de nutrientes), Manter as raízes deixadas abaixo do solo	<i>PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook</i>	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Recuperar
Projetos de Práticas de Diversidade de culturas	Rotação de colheitas, Consorciação, Plantações de sebes, Agrofloresta	<i>PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook</i>	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Repensar
Projetos de Práticas de Gestão de Terras	Silvipastura, Cultivo de conservação (reduzido, em faixa, plantio direto), Gestão de resíduos culturais, Aposentando acres marginais, Perenização, Gestão de nutrientes 4R, Restauração de pastagens, Uso de biofertilizantes	<i>PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook</i>	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Repensar, Reduzir, Recuperar
Projetos de Práticas de Pecuária Integrada	Aplicação de estrume animal diretamente e/ou pós-compostagem, Integrar animais de pastoreio	<i>PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook</i>	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Repensar
Projetos de Práticas de Gestão de Água	Eficiência de irrigação, Cursos de água gramados/corredores ribeirinhos/zonas tampão, Zonas úmidas construídas/restauração de zonas úmidas, Gestão de água de drenagem	<i>PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook</i>	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Reduzir, Recuperar
Melhorar a eficiência hídrica da operação própria	Avaliam a eficiência hídrica operacional em relação aos pares, tanto na produção de bebidas como de alimentos, com base em informações publicamente disponíveis, bem como em relação aos compromissos das empresas pares e às informações partilhadas com a empresa através de grupos industriais. Com esse conhecimento, se esforçam para definir metas de eficiência hídrica que sejam as melhores do setor de bens de consumo embalados para locais próprios e de terceiros em áreas de alto risco hídrico	<i>World Resources Institute's Aqueduct</i>	Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos	Reduzir

Reabastecimento de água	<p>Conservação e restauração da terra para reduzir os impactos do escoamento excessivo nas bacias hidrográficas e aumentar a infiltração das águas subterrâneas;</p> <p>Aumento da confiabilidade do abastecimento de água por meio de melhorias na eficiência do uso da água;</p> <p>Restauração e proteção de habitats e ecossistemas aquáticos através da proteção ou restauração de zonas úmidas</p>	<i>World Resources Institute's Aqueduct</i>	Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos	Reduzir, Recuperar
Uso de matéria-prima reciclada	Aumentar a confiabilidade do abastecimento de água por meio de melhorias na eficiência do uso da água	Iniciativa <i>New Plastics Economy</i> (Ellen MacArthur), Programa <i>Sustainable from the Start</i> (SfS), Equipe Interna, Fornecedores	Reciclagem de embalagens	Reciclar
Projetos de desenvolvimento de infraestrutura /tecnologia de embalagem sustentável	Financiamento de projetos parceiros	-	Reciclagem de embalagens	Reciclar
Projetos de fortalecimento de infraestrutura de reciclagem e aumento de taxas de reciclagem	Financiamento de projetos parceiros	-	Reciclagem de embalagens	Reciclar
Projetos de fortalecimento de soluções de reuso e circularidades	Financiamento de projetos parceiros	-	Substituição de matéria-prima para extração de insumos	Reutilizar
Utilização de energia renovável em projetos específicos	Financiamento de projetos parceiros	-	Uso de energias de fontes renováveis	Repensar
Projetos de aumento de eficiência energética e/ou redução da pegada de carbono	Financiamento de projetos parceiros	-	Redução do desperdício de alimentos	Reduzir
Embalagens compostáveis	Sacos de chips comercialmente compostáveis que podem ser enviados de volta e compostados através do <i>TerraCycle</i>	Equipe Interna, Fornecedores, Organizações Externas (<i>TerraCycle</i>)	Reciclagem de embalagens	Reciclar

Diminuição de rótulo em embalagens	Garrafa PET sem rótulo	Equipe Interna, Fornecedores	Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Reduzir
Transição de plástico verde para plástico transparente	Transição de plástico verde para plástico transparente	Equipe Interna, Fornecedores	Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Repensar, Reciclar
<i>pep+ REnew</i>	Programa educacional projetado para acelerar a adoção de eletricidade renovável em sua cadeia de mantimentos: educa parceiros da cadeia de suprimentos sobre as opções de aquisição disponíveis e os ajuda na transição com sucesso e eficiência para energias renováveis eletricidade, por exemplo, comprando eletricidade de fonte renovável ou celebrar um contrato de compra de energia (PPA) de um parque solar ou eólico	Equipe Interna, Fornecedores	Uso de energias de fontes renováveis	Repensar

Fonte: Própria

A empresa tem focado em três áreas principais: parcerias agrícolas ou com fornecedores, financiamentos para projetos inovadores e reciclagem de embalagens.

O *PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook* é um guia criado pela PepsiCo para ajudar seus fornecedores a implementar práticas de agricultura regenerativa em suas cadeias de valor (PepsiCo, 2024). O guia é estruturado em várias etapas, incluindo a definição de metas, a preparação de um plano de ação, a determinação de como medir o progresso, a ativação do plano e o monitoramento do progresso.

A iniciativa é parte do compromisso da PepsiCo com a agricultura positiva, que se baseia em três grandes objetivos: abastecimento sustentável, agricultura regenerativa e melhoria dos meios de subsistência. O *PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook* foi criado para ajudar os fornecedores a entender os objetivos da PepsiCo, definir e alcançar seus próprios objetivos de agricultura regenerativa. O *playbook* não tem a intenção de definir metas específicas para o negócio do fornecedor ou ditar práticas agrícolas específicas, mas sim fornecer um roteiro sugerido para implementar e medir o impacto da agricultura regenerativa na cadeia de valor do fornecedor.

Os objetivos da agricultura regenerativa da PepsiCo incluem:

- obtenção de 100% de ingredientes-chave de origem sustentável;
- cultivo de 7 milhões de acres de terra com práticas de agricultura regenerativa;

- melhoria dos meios de subsistência de mais de 250.000 pessoas em sua cadeia de abastecimento agrícola.

A gestão eficiente da água é um componente central das iniciativas de sustentabilidade da PepsiCo. A empresa implementa projetos, em parceria com a *World Resources Institute's Aqueduct*, que visam a eficiência hídrica nas operações próprias e em toda a sua cadeia de fornecimento através da utilização de tecnologias avançadas para monitoramento e reuso da água, além de projetos de reabastecimento de águas subterrâneas e restauração de zonas úmidas. A empresa também trabalha com os fornecedores, através do *PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook*, com a instrução para criação de projetos de gestão hídrica, como eficiência de irrigação; cursos de água gramados ou corredores ribeirinhos e zonas tampão; zonas úmidas construídas ou restauração de zonas úmidas; gestão de água de drenagem. Além disso ela realiza o financiamento de projetos com intuito de redução de desperdícios ou recuperação de energia e água, como:

- projetos de fortalecimento de soluções de reuso e circularidades;
- utilização de energia renovável em projetos específicos;
- projetos de aumento de eficiência energética e/ou redução da pegada de carbono.

A empresa realiza a reciclagem e a inovação em embalagens, não só de maneira própria, mas também via parcerias, como o programa *New Plastics Economy*, da Fundação Ellen MacArthur. A visão geral do programa é de que os plásticos nunca se tornem resíduos (McKinsey, 2016). Em vez disso, através do alinhamento do *design*, produção e logística com os princípios da Economia Circular, eles reentram na economia para reutilização como nutrientes técnicos ou biológicos valiosos (Fundação Ellen MacArthur, 2024). Com uma abordagem sistêmica e colaborativa, o *New Plastics Economy* visa superar as limitações das melhorias incrementais de hoje e das iniciativas fragmentadas, para criar um senso compartilhado de direção, desencadear uma onda de inovação e mover a cadeia de valor dos plásticos em uma espiral positiva de captura de valor, resultando melhores resultados ambientais (Green Policy Platform, 2024).

A empresa também utiliza materiais reciclados em suas embalagens, com o indicador sendo de 7% em 2022 e meta de 50% para 2030. A PepsiCo também tem o esforço de desenvolver novas tecnologias para aumentar a reciclabilidade e reduzir o uso de plástico

virgem. Iniciativas como a compra de tereftalato de polietileno reciclado (rPET), utilização de materiais compostáveis, ou mesmo transição do PET de verde para transparente, são exemplos de esforços para fechar o ciclo de vida das embalagens. A companhia também realiza financiamentos externos nesse sentido, para realizar projetos de desenvolvimento de infraestrutura ou tecnologia de embalagem sustentável, como também projetos de fortalecimento de infraestrutura de reciclagem e aumento de taxas de reciclagem.

A PepsiCo também realiza a viabilização de projetos circulares no início da cadeia de produção de alimentos através do *PepsiCo Positive Ag*, com diretrizes e técnicas de projetos a serem implementado, como:

- culturas de cobertura (incluindo culturas fixadoras de nutrientes);
- rotação de colheitas;
- consorciação;
- plantações de sebes;
- agrofloresta;
- silvipastura;
- cultivo de conservação (reduzido, em faixa, plantio direto);
- gestão de resíduos culturais;
- perenização;
- gestão de nutrientes 4R;
- restauração de pastagens;
- uso de biofertilizantes;
- aplicação de estrume animal diretamente e/ou pós-compostagem;
- integrar animais de pastoreio

Em relação à energia sustentável, existem poucos dados nas fontes consultadas, visto que somente foi reportado o projeto *pep+ REnew*, um programa educacional projetado para acelerar a adoção de eletricidade renovável em sua cadeia de mantimentos: educa parceiros da cadeia de suprimentos sobre as opções de aquisição disponíveis e os ajuda na transição para o uso de energias renováveis, por exemplo, comprando eletricidade de fonte renovável ou celebrando um contrato de compra de energia (PPA) para um parque solar ou eólico.

Assim, a empresa demonstra diversos esforços, de maneira direta, indireta ou mesmo terceirizada, da implementação de medidas circulares nas suas próprias operações e na de terceiros incluídos na cadeia.

4.1.3 Nestlé

A Nestlé S.A. é uma corporação multinacional suíça de processamento de alimentos e bebidas com sede em Vevey, Suíça. A Nestlé foi formada em 1905, pela fusão da “*Anglo-Swiss Milk Company*”, estabelecida em 1866 pelos irmãos George e Charles Page, e “*Farine Lactée Henri Nestlé*”, fundada em 1867 por Henri Nestlé. Os produtos da Nestlé incluem café, chá, doces, confeitaria, água engarrafada, fórmula infantil, alimentos para bebês, produtos lácteos, sorvetes, alimentos congelados, cereais matinais, alimentos embalados secos, alimentos para animais de estimação e alimentos médicos. Vinte e nove das marcas da Nestlé têm vendas anuais de mais de 1 bilhão de franco suíços (cerca de US\$ 1,1 bilhão), incluindo Nespresso, Nescafé, Kitkat, Smarties, Nesquik, Stouffer’s, Vittel e Maggi. Foram encontrados no total 13 projetos da empresa, com 3 tipos de solução circular e 3 Rs. Nesta empresa não foram encontrados projetos de *Design* para longevidade, Planejamento e diversificação de suprimento logístico e Reutilização de embalagens além dos Rs Reutilizar, Reparar, Recondicionar, Remanufaturar e Reaproveitar.

Tabela 4.3 – Resumo das soluções circulares mapeadas da Nestlé

Iniciativa	Descrição Processo	Stakeholders Incluídos	Soluções Circulares	Rs Englobados
Projetos de Práticas de Gestão de Terras	Culturas de cobertura, Rotação diversificada de culturas, Cobertura de cobertura morta e resíduos de colheita, Cultivo mínimo, Fertilizantes orgânicos, Tecnologia de irrigação, Tampões ribeirinhos, Gestão integrada de nutrientes, Consorciação, Sistemas agroflorestais e silvo-pastoris, Manejo integrado de pragas e controles biológicos, Agricultura de precisão	Fornecedores, Agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Repensar, Reduzir, Recuperar
Projetos de Práticas de Pecuária Integrada	Armazenamento e processamento de esterco, Gestão do rebanho, Manejo integrado de pastagens e estratégias de pastoreio, Colaboração em escala paisagística	Fornecedores, Agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Repensar, Recuperar
Redução do uso de material de embalagem	Através de redução do uso de matéria-prima na embalagem que irá comportar a mesma quantidade de produto (exemplo: redução de espessura da garrafa)	Equipe Interna, Fornecedores	Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Reduzir
Uso de embalagens recarregáveis	Incluem a remoção de tampas, acessórios, camadas e filmes de plástico desnecessários, por exemplo, a venda de produtos em dispensadores recarregáveis, visto em lojas “a granel”	Equipe Interna, Fornecedores	Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Repensar, Reduzir
Projetando melhores/alternativos materiais de embalagem	Testes e introdução de alternativas, como papel reciclável e de origem sustentável para os cubos de caldo Maggi na França, em vez das embalagens multimateriais anteriores	Equipe Interna, Fornecedores	Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	Repensar
Desenvolvimento de Infraestrutura de apoio que ajuda a facilitar a reciclagem	Apoio a infraestruturas de coleta, triagem e reciclagem nos países onde os produtos são vendidos e, em alguns países, pretendem recolher e reciclar a mesma quantidade de plástico que utilizam nos produtos sob o princípio “uma tonelada entra, uma tonelada sai”	Equipe Interna, Fornecedores, Organizações Externas	Reciclagem de embalagens	Reciclar
Extensão da vida útil de produtos	Utilização de sistemas de conservação de alimentos	Equipe Interna, Fornecedores, Agricultores	<i>Design</i> para longevidade	Repensar

Upcycling de produtos	Utilização de subprodutos de processos para ganho de valor em outros produtos/processos	Agricultores	Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos	Repensar
Aumento da eficiência de colheitas	Através da implementação de técnicas diferentes a depender da colheita, por exemplo a secagem	Agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Reduzir
Recuperação de energia através de resíduos	Utilização de resíduos provenientes do processo produtivo como combustível ou mesmo biogás produzido com estrume de gado junto de orgânicos, substituindo combustíveis fósseis	Agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Recuperar
Gestão sustentável da água nas operações próprias	Utilização de sistemas de rastreamento e medição em tempo real (tecnologia <i>Aquassay</i>)	Equipe Interna, Organizações (Externas)	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Reduzir, Recuperar
Gestão sustentável da água na agricultura	Todos os fornecedores da Nestlé devem cumprir o Padrão de Fornecimento Responsável da Nestlé.	Fornecedores, Agricultores	Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	Reduzir

Fonte: Própria

A empresa tem investido na gestão sustentável da água, tanto em suas operações próprias quanto na cadeia de fornecimento agrícola. Projetos como a utilização de sistemas de rastreamento e medição em tempo real (tecnologia *Aquassay*), para otimizar o uso da água nas operações internas, e a exigência de que todos os fornecedores cumpram o Padrão de Fornecimento Responsável da Nestlé, são exemplos das iniciativas implementadas.

A organização também está focada na redução do uso de materiais de embalagem e no aumento da reciclabilidade delas. A empresa tem desenvolvido projetos para reduzir a quantidade de matéria-prima usada para um mesmo volume de produto, como a diminuição da espessura das garrafas sem comprometer a capacidade. Adicionalmente, a companhia introduziu embalagens reutilizáveis, assim como seus pares.

A Nestlé tem projetos de apoio às infraestruturas de coleta, triagem e reciclagem nos países onde seus produtos são vendidos e, em alguns países, pretendem recolher e reciclar a mesma quantidade de plástico que utilizam nos produtos, sob o princípio “uma tonelada entra, uma tonelada sai”. A organização tem testes e introdução de alternativas, como papel reciclável e de origem sustentável para os cubos de caldo Maggi na França, em vez das embalagens multimateriais anteriores, além da utilização de sistemas de conservação de alimentos, como

no caso dos agricultores no Quênia, onde a Nestlé está cedendo sistemas de conservação de alimentos que lhes permitem transformar excedentes de fruta e vegetais que de outra forma se estragariam em produtos menos perecíveis. A Nestlé colabora com agricultores e fornecedores para promover práticas agrícolas sustentáveis, incentivando a adoção de técnicas que regeneram o solo e aumentam a eficiência do uso de recursos. Esses projetos não apenas melhoram a sustentabilidade da cadeia de fornecimento, mas também contribuem para a resiliência das comunidades agrícolas e a qualidade dos produtos alimentares. A companhia também incentiva o *upcycling* de produtos, como observado na África Ocidental, onde a equipe de Pesquisa e Desenvolvimento testou uma mistura à base de sorgo, que reutiliza o que era um subproduto da produção de malte para a bebida em pó *Milo*. O sorgo é misturado com outros cereais e enriquecido com micronutrientes para criar a opção nutritiva de café da manhã da marca *Golden Morn*.

4.2 ANÁLISE POR CLASSIFICAÇÕES DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta subseção, o intuito foi analisar tanto o número de projetos por classificação como a distribuição deles, a fim de extrair hipóteses ou observações pertinentes a este estudo de caso.

4.2.1 Análise de Projetos por *Framework 9R*

Foram contabilizados os Rs das iniciativas circulares das empresas, conforme a tabela abaixo:

Tabela 4.4 – Nº de Rs por empresa e totais

Rs Mapeados	Coca-Cola	PepsiCo	Nestlé	Total (R)
Repensar	6	7	6	19
Reduzir	2	4	6	12
Reutilizar	2	1	0	3
Reparar	0	0	0	0
Recondicionar	0	0	0	0
Remanufaturar	0	0	0	0
Reaproveitar	0	0	0	0
Reciclar	2	5	1	8
Recuperar	3	2	4	9
Total (Empresa)	15	19	17	51

Fonte: Própria

Observa-se uma ausência notável de práticas de **reparo, recondicionamento, remanufatura e reaproveitamento**, que estão alinhadas com o tipo específico de indústria em questão: esses Rs são mais voltados para bens de consumo duráveis, portanto é esperado que não sejam tão abordados na indústria de alimentos. Essas indústrias apresentam diferentes focos de Rs, que são intrinsecamente determinados pela natureza de seus negócios e dos produtos envolvidos: matéria-prima do ciclo biológico ou do ciclo técnico, mas com embalagens que são de uso curto, se comparado com bens duráveis. Essa constatação ressalta a necessidade de estratégias específicas para promover a adoção de medidas circulares em diferentes setores industriais, como *upcycling* de produtos, reciclabilidade e reuso de embalagens.

Embora os totais de Rs contabilizados entre as empresas sejam comparáveis (15 para Coca-Cola, 19 para PepsiCo e 17 para Nestlé), existe uma clara disparidade em seus tipos:

- Repensar (R1) sendo identificado em 19 projetos (37,3% do total);
- Reduzir (R2) com 12 projetos (23,5%);
- Recuperar (R9) com 9 projetos (17,6%);
- Reciclar (R7) com 8 projetos (15,6%);
- Reutilizar (R3) com 3 projetos (5,9%)

Ao examinar esses resultados, em número de projetos implementados, há predominância quantitativa de projetos sobre repensar e reestruturar processos tradicionais (R1)

e identificar ineficiências nos processos com o intuito de diminuir desperdícios (R2). Também há um esforço voltado para a recuperação (de energia e água) nos processos produtivos, (R9) tanto próprios quanto da cadeia (fornecedores). Em adição, constam os projetos de reciclagem (R7) e reutilização (R3), que apesar de estarem em menor quantidade em número de projetos, as empresas continuam a melhorar os indicadores de forma gradual em percentuais de reciclabilidade e reuso de embalagens, além de demonstrarem esforços para desenvolver tecnologias e infraestrutura para evoluir nesse aspecto, seja de forma direta, por financiamento de projetos externos ou com parcerias, como a estabelecida com Fundação Ellen MacArthur.

É importante reforçar que esta ótica não necessariamente garante que uma empresa tem maior esforço frente a algum R, pois existem diferentes escalas e resultados de cada projeto, sendo a nível global, como reciclagem, ou projetos locais, como *upcycling*.

4.2.2 Análise de Projetos por tipo de solução circular

Foram contabilizados os projetos por tipo de solução circular, conforme tabela 4.5:

Tabela 4.5 – Nº de tipos de solução circular por empresa e totais

Tipos de solução circular	Coca-Cola	PepsiCo	Nestlé	Total
Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares	3	6	5	14
Regeneração de energia ou matéria-prima e <i>Upcycling</i> de insumos	2	2	2	6
Redução do desperdício de alimentos	0	1	0	1
<i>Design</i> para longevidade	0	0	1	1
Reciclagem de embalagens	4	4	1	9
Reutilização/retornabilidade de embalagens	1	0	0	1
Substituição de matéria-prima para extração de insumos	0	1	0	1
Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens	1	2	3	6
Planejamento e diversificação de suprimento logístico	0	0	0	0
Uso de energias de fontes renováveis	1	2	0	3
Total por Empresa	12	15	13	40

Fonte: Própria

O tipo “Parceria com fornecedores e agricultores para implementação de práticas circulares”, que representou 14 das 40 iniciativas, ou seja, 35% das soluções - seja de maneira colaborativa, como a Coca-Cola parece abordar; em formato instrutivo, como a PepsiCo pratica com o guia *PepsiCo Positive Ag Supplier Playbook*; impositivamente, como a Nestlé requer, dentro das normas “Padrão de Fornecimento Responsável da Nestlé” por seus fornecedores.

A solução circular “Reciclagem de embalagens” compreendeu 22,5% das soluções, englobando desde práticas de reciclagem em si, criação e aperfeiçoamento de soluções de infraestrutura para reciclagem e financiamento de projetos externos. As organizações deste estudo revelam esforços em variadas direções para evoluir a reciclabilidade de suas embalagens, com a finalidade de aprimorar os indicadores percentuais.

“Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos e/ou embalagens” totalizou 15% de todas as soluções encontradas, incorporando projetos como o *Label-less bottle*, da Coca-Cola e transição de PET verde para transparente, da Coca-Cola e PepsiCo. A Nestlé apresentou projetos de redução do uso de matéria-prima que irá comportar a mesma

quantidade de produto (ex: redução de espessura da garrafa) e o uso de embalagens reutilizáveis. Nesse caso particular, também se observa esforços das companhias para reformular o *design* de embalagens, mas atingindo diferentes objetivos (e Rs) de reciclagem ou redução.

Já para “Uso de energias de fontes renováveis”, as empresas encontram-se em momentos bem diferentes: a Nestlé, em 2022, atingiu o indicador de 30,6% de uso de energia renovável, frente à Coca-Cola, que teve o seu indicador com valor de 22%. A PepsiCo está lançando um programa educacional (piloto) para auxiliar fornecedores na transição para energia de matriz limpa, mas não forneceu maiores detalhes.

Em “Regeneração de energia ou matéria-prima e *Upcycling* de insumos”, as empresas apresentam iniciativas de diferentes naturezas: a PepsiCo possui projetos de reabastecimento de água, como a melhoria da eficiência hídrica da própria operação, a fim de otimizar a recuperação do recurso. A Coca-Cola, de maneira similar, criou o programa de catálogo da eficiência hídrica e a ferramenta “custo de água” para as equipes. Já a Nestlé dispõe de um projeto, junto aos fornecedores, para realizar o *upcycling* de produtos: utilizam subprodutos de processos para ganho de valor em outros produtos ou processos, como o caso já citado do subproduto do malte, que segue para a produção de uma mistura à base de sorgo.

A diversidade de tipos de projetos destaca uma diferença de foco das empresas analisadas, principalmente em relação à quantidade de projetos próprios: 25% dos projetos da Coca-Cola são de parceria com fornecedores, os da PepsiCo, 40%, e da Nestlé, mais de 61%. Apesar de não expressar de forma absoluta, pois são projetos com extensão e nível de esforço e resultado diferentes, esses percentuais sinalizam direcionamentos para implementação de circularidades na cadeia em si, mas não necessariamente nas operações próprias da empresa.

Ademais, não foram encontrados projetos do tipo “Planejamento e diversificação de suprimento logístico”. Projetos de diversificação de suprimento logístico têm a capacidade de mitigar os problemas logísticos na cadeia de alimentos (Fundação Ellen MacArthur, 2020). Fatores logísticos, como infraestrutura inadequada, tecnologia insuficiente para preservação de alimentos e indicadores de qualidade, podem provocar o descarte de alimentos impróprios para consumo ou transformação por processadores, gerando resíduos e, conseqüentemente, prejuízos ambientais e econômicos (Akkerman e Cruijssen, 2024).

5 CONCLUSÕES

Este trabalho explorou as práticas de Economia Circular na indústria alimentícia, a partir do estudo de três empresas multinacionais - Nestlé, PepsiCo e Coca-Cola. Ao longo deste estudo, foi possível identificar e analisar as diversas formas pelas quais estas corporações estão integrando os princípios da Economia Circular em suas operações, de maneira a promover a sustentabilidade ambiental e econômica.

Entre os tipos de solução circular mais encontrados estão “Parcerias com fornecedores e agricultores”, revelando um perfil colaborativo, centrado não somente em circularidades nas próprias operações da companhia, ou seja, as organizações estudadas miram para a cadeia como um todo ao implementar circularidades. Contudo, a dinâmica desses projetos diverge entre as empresas, sendo colaborativa, instrutiva ou até mesmo obrigatória. “Reciclagem de embalagens” e “Substituição de matéria-prima pela reformulação de produtos ou embalagens” também se apresentam como um foco das organizações estudadas, relacionando-se com os principais produtos vendidos e possíveis resíduos de embalagens, tais como garrafas plásticas, de vidro e latas de alumínio. Além disso, “Regeneração de energia ou matéria-prima e *Upcycling* de insumos” foi uma linha de solução comumente encontrada, o que revela compromisso com a gestão hídrica ou de redução de resíduos e subprodutos.

O “Repensar” foi o R mais predominante conforme o *framework* 9R. Essa tendência indica um possível esforço consciente das empresas para redesenhar e redefinir seus projetos tradicionais, em direção a modelos circulares. As iniciativas de “Repensar” envolveram parecem envolver uma revisão crítica dos processos de produção, consumo de recursos e gestão de resíduos, visando a minimização do impacto ambiental e a maximização da eficiência. No entanto, é importante considerar que, de todas as possibilidades em relação aos Rs, Repensar possivelmente se mostra como o mais imediato, sem exigência de grandes mudanças na dinâmica das empresas estudadas. Reduzir, Recuperar e Reciclar também são Rs que poderiam mostrar a preocupação com a gestão de resíduos e reutilização ou reciclagem de resíduos, diminuindo a linearidade do processo produtivo.

Reparar, Recondicionar, Remanufaturar e Reaproveitar são Rs que não foram associados a nenhum projeto, possivelmente por conta da natureza da indústria de alimentos e dos seus principais produtos de ciclo biológico ou ciclo técnico não eletrônico, visto que esses Rs são mais ligados a produtos de manufatura ou eletrônicos.

Além disso, é essencial que haja um esforço conjunto entre governos, empresas e a sociedade civil para fomentar um ambiente regulatório e cultural que favoreça práticas

sustentáveis. Por fim, é crucial que as empresas ampliem seus esforços para educar e envolver os consumidores na jornada para uma Economia Circular, garantindo assim um impacto positivo duradouro para o meio ambiente e para a sociedade.

Um dos desafios significativos enfrentados durante a análise das práticas de circularidade nas empresas estudadas, foi a falta de padronização nas informações e a ausência de indicadores claros de circularidade. A diversidade nos formatos de relatórios e a inconsistência nas métricas utilizadas pelas empresas dificultam a comparação direta e a avaliação objetiva das iniciativas circulares. Essa variabilidade evidencia uma lacuna crítica na transparência e na comunicação das estratégias ambientais, destacando a necessidade urgente de estabelecer padrões uniformes e indicadores compreensíveis que possam ser universalmente aplicados. Embora as informações, resultados e conclusões deste estudo ofereçam percepções sobre as práticas de circularidade nas empresas analisadas, é importante reconhecer que elas não podem ser generalizadas para toda a indústria de alimentos. A limitação do estudo de caso a poucas empresas e a um escopo temporal restrito restringem a aplicabilidade dos achados ao setor como um todo. Esta restrição enfatiza a necessidade de cautela ao extrapolar os resultados para outras empresas ou contextos mais amplos da indústria alimentícia. Assim, enquanto o estudo proporciona uma compreensão inicial e detalhada de práticas específicas, dentro de um conjunto limitado de organizações, são necessárias pesquisas adicionais envolvendo um número maior de organizações participantes e períodos de análise mais extensos para validar e potencialmente expandir as conclusões obtidas, garantindo assim sua relevância e aplicabilidade ao setor alimentício em geral.

Este trabalho contribui para o entendimento de como a Economia Circular pode ser implementada de maneira eficaz na indústria de alimentos. Para futuros trabalhos, a sugestão seria o aperfeiçoamento do estudo dos projetos em nível de extensão e volume de resultados, com a finalidade de metrificar os esforços e aprofundar a compreensão, com melhor precisão, não somente do estado atual das empresas, mas sua evolução referente às iniciativas circulares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDEEN, Ahmed et al. **Food Supply Chain Transformation through Technology and Future Research Directions—A Systematic Review**. 2021.

ADAMANTE, D. et al. **SUBSTITUIÇÃO DE PROTEÍNA DE SOJA EM EMBUTIDOS**. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Notícias Anvisa**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2024/anvisa-contribui-com-a-sustentabilidade-em-atualizacao-sobre-embalagens-de-alimentos>. Acesso em: 17 jul. 2024.

AKKERMAN, Renzo; CRUIJSSEN, Frans. **Food Loss, Food Waste, and Sustainability in Food Supply Chains**. 2024.

ALVES, M. C. M. **Implantação de projeto de economia circular: um estudo de caso, seus desafios e benefícios**. 2023. Disponível em: uninove.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

ALZAABI, Sara; CHIA, Wen; SHOW, Pau. **Exploring the potential of circular economy in the food sector**. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS (ABIA). **Relatório Anual 2023**. Disponível em: <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z2023417RelatorioAnual2023interativoFINAL.pdf>.

BAKKER, C. et al. **Products that go round: exploring product life extension through design**. *Journal of Cleaner Production*, 2014.

BAUER, Anna et al. **Recyclability and Redesign Challenges in Multilayer Flexible Food Packaging—A Review**. 2021.

BHATTACHARYA, S. **Consumer perception and the adoption of circular products: an empirical study**. *Journal of Business Research*, 2021.

BRENAN, Charles. **Regenerative Food Innovation: The Role of Agro-Food Chain By-Products and Plant Origin Food to Obtain High-Value-Added Foods**. 2024.

CAMPOLI, J. S. **A eficiência e produtividade dos países do G20 em práticas da Economia Circular (EC) para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2023. Disponível em: usp.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

CHENG, Ya et al. **Green Logistics, Green Human Capital, and Circular Economy: The Mediating Role of Sustainable Production**. 2023.

de ALMEIDA, I.M.; TELES, G.M.G.; TAVARES, T.D.B.G.; JUNIOR, J.M. **Cadeia de suprimentos sustentável, economia circular, indústria 4.0 e gestão do conhecimento: uma visão integrada de funcionamento**. *Exacta*, 22(1), pp.144-173, 2024. Disponível em: emnuvens.com.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

DEENEY, Megan et al. **Human health effects of recycling and reusing food sector consumer plastics: A systematic review and meta-analysis of life cycle assessments.** 2023.

DUDEK, Michal; ROSA, Anna. **Regenerative Agriculture as a Sustainable System of Food Production: Concepts, Conditions, Perceptions and Initial Implementations in Poland, Czechia and Slovakia.** 2023.

EMBRAPA. **Agricultura de precisão.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/producao/avanco-tecnologico/agricultura-de-precisao>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

Developing sustainable food value chains. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc9291en/cc9291en.pdf>. Acesso em: 17/04/2024

FOOD FORUM. **Economia circular na indústria de alimentos.** 2024. Disponível em: <https://foodforum.com.br/economia-circular-industria-alimentos/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

FORBES BRASIL. **Forbes Global 2000: 10 maiores empresas de alimentos faturam US\$ 523 bilhões.** Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2023/06/forbes-global-2000-10-maiores-empresas-de-alimentos-faturam-us-523-bilhoes/>.

FORLIN, Flávio; FARIA, José. **Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas.** 2002.

FOUNDATION ELLEN MACARTHUR. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>.

FOUNDATION ELLEN MACARTHUR. **The Circular Economy of Food.** 2022.

GOMES, Mariana. **Avaliação do desperdício alimentar no setor dos frescos numa unidade de distribuição: caso de estudo do Continente.** 2024. Acesso em: 27 jul. 2024.

GONÇALVES, Maria Luiza M. B. B.; MAXIMO, Guilherme J. **Circular Economy in the Food Chain: Production, Processing and Waste Management.** Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-022-00243-0>. Acesso em: 29 jun. 2024.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE. Disponível em: <https://www.globalreporting.org/>.

GREEN POLICY PLATFORM. **New plastics economy: Rethinking the future of plastics.** Disponível em: <https://www.greenpolicyplatform.org/research/new-plastics-economy-rethinking-future-plastics>. Acesso em: 23 de junho de 2024.

HAMAM, Manal et al. **Circular Economy Models in Agro-Food Systems: A Review.** Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/6/3453>. Acesso em: 29 jun. 2024.

IBRAHIM, Idowu et al. **Recent Recycling Innovations to Facilitate Sustainable Packaging Materials: A Review**. 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento**. Brasília, 2017.

KEYNES, John. **The General Theory of Employment, Interest and Money**. 1936.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. **Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions**. 2017.

LACY, Peter; RUTQVIST, Jakob. **Waste to Wealth: The Circular Economy Advantage**. 2015.

LENSINK, R. **Challenges in sustainable product design: the case of low-waste solutions**. Journal of Engineering and Technology Management, 2020.

MARSHALL, Alfred. **Principles of Economics**. 1920.

MCKINSEY. **Rethinking the future of plastics**. 2016. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/rethinking-the-future-of-plastics> Acesso em: 17 jun. 2024.

McDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Reciclagem e reaproveitamento**. 2024. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento.html>. Acesso em: 27 abr. 2024.

MOLIN, José. **Geração e interpretação de mapas de produtividade para agricultura de precisão**. 2000.

MOURA, Fernanda. **Uma abordagem upcycling para aproveitamento de resíduos de frutas: obtenção de farinhas para o uso em produtos alimentícios**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Engenharia de Alimentos, 2022.

NAIR, Surya; TRAFIALEK, Joanna; KOLANOWSKI, Wojciech. **Edible Packaging: A Technological Update for the Sustainable Future of the Food Industry**. 2023.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/goals>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **Developing sustainable food value chains**. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc9291en/cc9291en.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **Sustainability and Environmental Aspects of Agriculture**. 2024. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cc2211en/online/cc2211en.html#chapter-4>. Acesso em: 17 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Notícias ONU**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/02/1828382>. Acesso em: 17 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **Food Loss and Waste**. Disponível em: <https://www.fao.org/nutrition/capacity-development/food-loss-and-waste/en/>. Acesso em: 17 abr. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **eLearning Course**. Disponível em: <https://elearning.fao.org/course/view.php?id=374>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **FAO recomenda ações para evitar perder um terço da comida no mundo**. 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/06/1815442>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agência da ONU adverte que 'ciclo de vida do plástico' precisa ser repensado**. 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2018/05/1623402>

OSTERWALDER, Alex; PIGNEUR, Yves. **Business Model Generation**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2010

OPFERKUCH, Katelin et al. **Circular economy in corporate sustainability reporting: A review of organizational approaches**. 2021.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_all_final.pdf. Acesso em: 17 abr. 2024.

PALAZZO, Maria; VOLLERO, Agostino. **A systematic literature review of food sustainable supply chain management (FSSCM): building blocks and research trends**. 2022.

PATUSSI, C. A. **Estudo da implementação de estratégias de economia circular em espaço de comercialização de alimentos**. 2023. Disponível em: ufrgs.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

PEREIRA, G. S.; MOTTA, M. G. D. **Indústria 4.0 e economia circular: uma transformação digital e sustentável na engenharia, com aplicação no setor de alimentos e bebidas**. 2020. Disponível em: ufrj.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

POTTING, José et al. **CIRCULAR ECONOMY: MEASURING INNOVATION IN THE PRODUCT CHAIN** - Policy Report. 2017.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (UNEP). **Food Waste Index Report 2024**. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/publication/food-waste-index-report-2024>.

SANTOS, Karin et al. **Perdas e desperdícios de alimentos - reflexões sobre o atual cenário brasileiro**. 2020.

SANTOS, Batista. **Projeto e implementação de um gateway de internet das coisas (IoT) para otimização e monitoramento de processos do agronegócio**. 2020.

SATRE, Ricardo; PAULA, Istefani; ECHEVESTE, Marcia. **A Systematic Literature Review on Packaging Sustainability: Contents, Opportunities, and Guidelines**. 2022.

SCACIOTA, Laura et JAIME, Patricia et BORGES, Camila. **Comércio de alimentos saudáveis**. 2020. Disponível em: <https://www.fsp.usp.br/lcsoabcpaulista/wp-content/uploads/2020/08/pdfcomerciosaudaveis.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

SCHULTE, Lisa et al. **Meeting global challenges with regenerative agriculture producing food and energy**. 2021.

SILVA, Martin; PEREIRA, Felipe; MARTINS, José. **A bioeconomia brasileira em números**. BNDES, 2018.

STAHLECKER, T.; HANSMANN, K. W. **Challenges in the transition to a circular economy: understanding the web of constraints to more efficient resource use**. Journal of Cleaner Production, 2015.

STREIT, J. A. C. **A institucionalização da Economia Circular de embalagens em geral no Brasil**. 2022. Disponível em: unb.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

TORRES, Tattiana et al. **Gestão do uso da água na indústria: aplicação do reúso e recuperação**. 2018.

VERSINO, Florencia et al. **Sustainable and Bio-Based Food Packaging: A Review on Past and Current Design Innovations**. 2023.

WINCK, B. **Alinhamentos entre economia circular, supply chain management e logística reversa: uma revisão sistemática de literatura**. 2022. Disponível em: jesuita.org.br. Acesso em: 27 jul. 2024.

World Commission on Environment and Development (WCED). "Our Common Future." 1987.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Agribusinesses sustainability circular food systems security**. 2024. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2022/08/agri-businesses-sustainability-circular-food-systems-security/>. Acesso em: 28 abr. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. 2014.