

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

MARIA FRANCILANIA FONTES BARBOSA

ANÁLISE DO USO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE INSUMOS EM
INDÚSTRIA DE BISCOITOS DE ARAPIRACA-AL SOB A
ÓTICA DAS PRÁTICAS *LEAN* E *GREEN*

Marechal Deodoro – AL

2023

MARIA FRANCILANIA FONTES BARBOSA

**ANÁLISE DO USO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE INSUMOS EM
INDÚSTRIA DE BISCOITOS DE ARAPIRACA-AL SOB A
ÓTICA DAS PRÁTICAS *LEAN* E *GREEN***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.

Orientadora: Profa. Dra. Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso

Marechal Deodoro – AL

2023

FICHA CATALOGRÁFICA



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

B238a

Barbosa, Maria Francilania Fontes.

Análise do uso de embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca – AL sob a ótica das práticas *Lean e Green* / Maria Francilania Fontes Barbosa. – 2023.

109 f. : il., col.

Inclui bibliografia e apêndice.

Apêndice (pág.110-123)

Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus* Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2023.

Orientadora: Profa. Dra. Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso.

1. Sustentabilidade ambiental. 2. Produção mais limpa. 3. Manufatura enxuta. 4. Práticas *Lean e Green*. 5. Embalagens plásticas. I. Título.

CDD: 363.7

Andreia Gomes de Azevedo
Bibliotecária – CRB-4/2164


MARIA FRANCILANIA FONTES BARBOSA

**ANÁLISE DO USO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DE INSUMOS EM
INDÚSTRIA DE BISCOITOS DE ARAPIRACA-AL SOB A
ÓTICA DAS PRÁTICAS *LEAN* E *GREEN***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (Modalidade Mestrado Profissional) como requisito para a obtenção do título de Mestre em Tecnologias Ambientais.


Aprovado em: 21 de julho de 2023.

Orientadora:


Documento assinado digitalmente
 **AUREA LUIZA QUIXABEIRA ROSA E SILVA RAPOS**
Data: 15/09/2023 16:37:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra. Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso, IFAL / *campus* Maceió

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **SHEYLA KAROLINA JUSTINO MARQUES**
Data: 18/09/2023 11:14:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profª. Dra. Sheyla Karolina Justino Marques, IFAL / *campus* Palmeira dos Índios

Assinado eletronicamente por:
Edna dos Santos Almeida
CPF: ***.903.998-**
Data: 19/09/2023 09:47:58 -03:00 

Profª. Dra. Edna dos Santos Almeida, SENAI CIMATEC / Bahia

Marechal Deodoro – AL

2023

Dedico esta pesquisa aos meus tesouros, meu esposo e minha filha, Renato Sousa e Letícia Fontes, por todo amor, compreensão e incentivo. Dedico também a minha mãe, Fátima e meus irmãos, Reyvison e Robson que são luz em minha jornada. Essa conquista é nossa.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, expresso minha gratidão a Deus por guiar minhas escolhas e proteger aqueles que amo. Sou grata por me conceder sabedoria, dedicação e resiliência para superar todos os desafios em minha jornada.

Agradeço de coração ao meu esposo, Renato Sousa, por ser minha fonte inesgotável de motivação, por nunca deixar que eu desista, por compreender minha ausência devido aos estudos e ao trabalho, e por ser um pai dedicado e amoroso. Minha profunda gratidão à nossa filha, Letícia Fontes de Sousa, que ilumina nossas vidas, inspirando-nos a evoluir constantemente e a sermos pessoas melhores.

Quero expressar minha sincera gratidão à minha mãe, Maria de Fátima, por ser essa mulher incrível que acredita em mim e me apoia incondicionalmente em todos os momentos da vida. A meus irmãos, Reyvison e Robson, que me inspiram e confortam com seu amor. E um agradecimento especial aos meus sobrinhos, Miguel, Sophia e Pedro, que me incentivam a buscar um mundo melhor para eles.

Ao Instituto Federal de Alagoas-IFAL, estendo meu agradecimento pela oportunidade de cursar o mestrado. Agradeço a todos que fazem parte do Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais, pois contribuíram para meu crescimento acadêmico e profissional. Aos colegas de turma, com os quais compartilhei momentos inesquecíveis.

Minha profunda gratidão à Professora Áurea Luiza Rapôso, que orientou este trabalho. Sua dedicação em tornar nossa jornada enriquecedora vai além dos conteúdos, suas palavras de incentivo e apoio foram fundamentais em minha trajetória. Agradeço aos membros da banca, Professoras Sheyla Marques e Edna dos Santos, por dedicarem seu tempo e pelas valiosas considerações feitas na avaliação deste trabalho.

Cada um de vocês contribuiu, significativamente, para minha jornada e sou, verdadeiramente, grata por todas as experiências e aprendizados que foram compartilhados.

Obrigada!

“Pois os nossos sofrimentos leves e momentâneos estão produzindo para nós uma glória eterna que pesa mais do que todos eles. Assim, fixamos os olhos, não naquilo que se vê, mas no que não se vê, pois o que se vê é transitório, mas o que não se vê é eterno.”

2 Coríntios 4:17,18

BARBOSA, Maria Francilania Fontes. **Análise do uso de embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca-AL sob a ótica das práticas *Lean e Green***. 124 f. 2023. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - *Campus* Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas Marechal Deodoro, 2022.

RESUMO

A indústria alimentícia apresenta, como desafios do processo produtivo responsável, a redução e destinação ambientalmente adequada das embalagens plásticas dos insumos, visto que a maior parte das matérias-primas são embaladas em materiais plásticos. O pensamento *Lean e Green* pode fazer frente a estes desafios, pois constitui-se na integração das práticas de Manufatura Enxuta e Produção mais Limpa para redução de desperdícios e impactos ambientais nas etapas do ciclo de vida dos produtos e processos. Essa pesquisa buscou analisar o uso das embalagens plásticas dos insumos da fabricação de biscoitos de indústria alimentícia de pequeno porte na cidade de Arapiraca, Alagoas-Brasil, com base nas práticas *Lean e Green*, visando propor oportunidades de melhoria ambiental no processo produtivo. Para isso, foi realizada pesquisa bibliográfica e documental para identificação das práticas *Lean e Green*; elaborada caracterização das embalagens plásticas e dos aspectos e impactos ambientais dos materiais plásticos no processo de produção de biscoitos e analisado caso em indústria alagoana. Como resultados, constatou-se 21 práticas *Lean e Green* que podem ser aplicadas para a implantação do pensamento enxuto e verde em grupos produtivos de pequeno porte; e, dentre elas, foram identificadas 7 práticas/ferramentas que a indústria de estudo de caso pode aplicar como oportunidades de melhoria ambiental. São elas: aplicação dos 3R Reduzir, Reutilizar, Reciclar das embalagens plásticas, seleção de fornecedores com base em critérios ambientais, redução de embalagens com compras a granel, avaliação do ciclo de vida (ACV), logística reversa das embalagens plásticas em parceria com fabricantes-fornecedores, substituição das matérias-primas adquiridas em embalagens plásticas por embalagens de maior biodegradabilidade e conscientização e orientação da equipe sobre os impactos ambientais das embalagens plásticas. Quanto à destinação, 62,5% das embalagens plásticas são enviadas para o aterro sanitário da região do Agreste Alagoano e 37,5% são comercializadas. Verificou-se que os principais desafios das indústrias de pequeno porte para implantação das práticas *Lean e Green* consistem no acesso a recursos financeiros e na ausência de capacitações para gestores e colaboradores.

Palavras-chave: Sustentabilidade ambiental, Produção mais Limpa, Manufatura Enxuta, práticas *Lean e Green*, embalagens plásticas, desafios

BARBOSA, Maria Francilania Fontes. Analysis of the use of plastic packaging of inputs in cookie industry of Arapiraca-AL from the perspective of Lean and Green practices. 120 f. 2023. Dissertation (Master in Environmental Technologies) - Campus Marechal Deodoro, Instituto Federal de Alagoas Marechal Deodoro, 2022.

ABSTRACT

One of the challenges facing the food industry as a responsible production process is the reduction and environmentally appropriate disposal of plastic packaging for inputs, given that most raw materials are packaged in plastic materials. Lean and Green thinking can address these challenges, as it is the integration of Lean Manufacturing and Cleaner Production practices to reduce waste and environmental impacts in the life cycle stages of products and processes. This research sought to analyze the use of plastic packaging for cookie manufacturing inputs in a small food industry in the city of Arapiraca, Alagoas-Brazil, based on Lean and Green practices, with a view to proposing opportunities for environmental improvement in the production process. To this end, bibliographical and documentary research was carried out to identify Lean and Green practices; a characterization of plastic packaging and the environmental aspects and impacts of plastic materials in the cookie production process was carried out, and a case study of an industry in Alagoas was analyzed. As a result, 21 Lean and Green practices were found that can be applied to implement lean and green thinking in small production groups; and among them, 7 practices/tools were identified that the case study industry can apply as opportunities for environmental improvement. These are: applying the 3Rs Reduce, Reuse, Recycle to plastic packaging, selecting suppliers based on environmental criteria, reducing packaging with bulk purchases, life cycle assessment (LCA), reverse logistics for plastic packaging in partnership with manufacturers and suppliers, replacing raw materials purchased in plastic packaging with more biodegradable packaging and raising staff awareness and guidance on the environmental impacts of plastic packaging. As for disposal, 62.5% of plastic packaging is sent to the landfill in the Agreste Alagoano region and 37.5% is sold. It was found that the main challenges for small companies in implementing Lean and Green practices are access to financial resources and the lack of training for managers and employees.

Keywords: Sustainability, Cleaner Production, Lean Manufacturing, Lean and Green practices, plastic packaging.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIPLAST - Associação Brasileira da Indústria do Plástico
ABRE - Associação Brasileira de Embalagem
ABRELPE - Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública
ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABIPET - Associação Brasileira da Indústria do PET
ABIA - Associação Brasileira da Indústria de Alimentos
ABIMAPI - Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados
ANVISA - Agência Brasileira de Vigilância Sanitária
BOPP - Polipropileno Biorientado
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
EPP - Empresa de Pequeno Porte
GA - Gestão Ambiental
JIT - Just in Time
MFV - Mapeamento do Fluxo de Valor
ME - Manufatura Enxuta
ME - Micro Empresa
ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
OEE - Overall Equipment Effectiveness
P+L - Produção Mais Limpa
PET - Polietileno Tereftalato
PEAD-Polietileno de Alta Densidade
PE - Polietileno
PEBD-Polietileno de Baixa Densidade
PEBDL - polietileno de baixa densidade linear
PICPLAST - Plano de Incentivo a Cadeia do Plástico
PDCA - PLanejamento, ação, checar e Agir
PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
PNUMA- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols*
RSL - Revisão Sistemática da Literatura
RSU - Resíduos Sólidos Urbanos
SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente
SINDIPLAST - Sindicato Indústria Material Plástico Estado São Paulo
SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
STP - Sistema Toyota de Produção
SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária
TRE- Troca rápida de ferramenta na fonte
TPM - Total productive Maintenance
WWF - World Wide Fund For Nature

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Síntese dos objetivos do desenvolvimento sustentável	17
Figura 2 - Ciclo simplificado do processo produtivo do plástico.....	20
Figura 3 - Figura 3 - Processos da Produção mais Limpa.....	23
Figura 4 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.....	24
Figura 5 - Figura 5 - Delimitação da Pesquisa.....	25
Figura 6 - Princípios da Produção mais Limpa	35
Figura 7 - História e evolução do plástico	46
Figura 8 - A Cadeia Produtiva do Plástico no Brasil	47
Figura 9 - Geração de resíduos plásticos no Brasil.....	50
Figura 10 - Cadeia Produtiva do Ciclo de Reciclagem do Plástico	51
Figura 11 -Simbologia de identificação de produtos plásticos e matérias-primas plásticas.....	61
Figura 12 - Classificação dos impactos ambientais	58
Figura 13 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa.....	59
Figura 14 - Localização geográfica da cidade de Arapiraca no estado de Alagoas.....	64
Figura 15 -Localização das fábricas de biscoitos de Arapiraca-AL	66
Figura 16 - Etapas de aplicação dos passos selecionados do Guia de Melhoria ambiental.....	68
Figura 17 -Planta esquemática das áreas administrativa e de produção da indústria-caso.....	72
Figura 18 - Espaços produtivos da indústria-caso.....	74
Figura 19 - Maquinários da indústria-caso.....	75
Figura 20 - Processo produtivo para fabricação de biscoitos da indústria-caso.....	76
Figura 21 - Fluxograma das operações do processo de preparação da massa dos biscoitos.....	77
Figura 22 - Fluxograma das operações do processo de forneamento dos biscoitos.....	80
Figura 23 - Insumos que são acondicionados em embalagens plásticas.....	81
Figura 24 - Embalagens plásticas comercializadas na feira livre.....	94

Figura 25 - Embalagens plásticas comercializadas na feira livre.....	94
Figura 26 - Mapeamento do ciclo de vida das embalagens plásticas da indústria-caso.....	97
Figura 27 - Rotas para destinação dos materiais plásticos, geradas via Google Maps.....	99

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Práticas da Manufatura Enxuta	28
Quadro 2 - Desperdícios da Manufatura Enxuta	31
Quadro 3 - Princípios da Manufatura Enxuta	33
Quadro 4 - Práticas da Produção mais Limpa	35
Quadro 5 - Conceitos <i>Lean e Green</i>	38
Quadro 6 - Desperdícios <i>Lean e Green</i>	39
Quadro 7 - Práticas <i>Lean e Green</i>	40
Quadro 8 - Desperdícios da Manufatura Enxuta versus Perda Produtivas e Impactos Ambientais.....	42
Quadro 9 - Práticas-Ferramentas enxutas aplicadas a pequenas empresas	44
Quadro 10 - Tipos de plásticos utilizados nas embalagens na indústria de alimentos.....	48
Quadro 11 - Indústrias de biscoitos de pequeno porte do município de Arapiraca-Alagoas.....	65
Quadro 12 - Consumo mensal de insumos na produção de biscoitos.....	73
Quadro 13 - Diagrama de bloco do processo de preparação da massa dos biscoitos.....	79
Quadro 14 - Caracterização das embalagens plásticas dos insumos utilizados na indústria-caso.....	82
Quadro 15 - Análise da substituição do tipo de material da embalagem do insumo Farinha de Trigo.....	84
Quadro 16 - Análise da substituição do tipo e volume da embalagem do insumo Açúcar.....	86
Quadro 17 - Análise da substituição do tipo e volume das garrafas plásticas do leite de coco.....	87
Quadro 18 - Análise das destinações para as embalagens plásticas dos sacos de amido de milho.....	89
Quadro 19 - Análise das destinações para as embalagens plásticas das garrafas de óleo de soja.....	90
Quadro 20 - Análise das destinações para as embalagens plásticas de bicarbonato de amônio.....	91
Quadro 21 - Análise das destinações para as embalagens plásticas dos sacos de sal.....	92
Quadro 22 - Aspectos e impactos ambientais das embalagens plásticas da indústria-caso.....	97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Maiores setores consumidores de transformados plásticos	19
Gráfico 2 - Reciclagem de plástico por tipo de material	52
Gráfico 3 - Tipos de materiais empregados na produção de embalagem no Brasil	55
Gráfico 4 - Crescimento da produção de embalagens plásticas (em %).....	56
Gráfico 5 - - Produção de biscoitos no Brasil.....	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 Contextualização do Tema e do Problema.....	15
1.2. Objetivos.....	21
1.2.1 Objetivo Geral.....	21
1.2.2. Objetivos Específicos.....	21
1.3 Justificativa, Motivação e Aderência ao Programa.....	21
1.4 Delimitação da Pesquisa.....	24
1.5. Estrutura da Dissertação.....	25
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	27
2.1 O pensamento <i>Lean e Green</i> para grupos produtivos de pequeno porte.....	27
2.1.1 Manufatura Enxuta.....	27
2.1.2 Produção mais Limpa.....	33
2.1.3 Pensamento <i>Lean e Green</i>	38
2.1.4 Pensamento enxuto e verde aplicado a grupos produtivos de pequeno porte.....	46
2.2 Embalagens plásticas de insumos na indústria alimentícia de pequeno porte.....	45
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	60
3.1 Caracterização da Pesquisa.....	60
3.2 Etapa 1: Revisão da Literatura	61
3.3 Etapa 2: Pesquisa de Campo - Estudo de caso	63
3.3.1. Levantamento das indústrias de biscoitos da Cidade de Arapiraca em Alagoas para seleção da indústria-caso.....	63
3.3.2. Aplicação do Guia de Melhoria Ambiental por meio do Desenvolvimento de Produtos.....	66
3.4 Etapa 3: Análise dos dados.....	69
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	71
4.1. Caracterização da Indústria de Biscoito de Arapiraca-AL: indústria-caso.....	71
4.2. Perfil ambiental das embalagens plásticas pós-uso dos insumos na produção da massa de biscoitos da indústria-caso e oportunidades de melhoria ambiental com base nas práticas <i>Lean e Green</i>.....	76
4.3 Caracterização dos aspectos e impactos ambientais do uso de embalagens plásticas dos insumos da indústria-caso	95
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	100
6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS.....	102
REFERÊNCIAS.....	103
APÊNDICE A - PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA.....	109
APÊNDICE B - RESULTADO DA RSL.....	113
APÊNDICE C - PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO.....	125

1. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do Tema e do Problema

Os impactos ambientais, causados pelo consumo de matérias-primas e geração de resíduos, emissões gasosas e efluentes nos processos produtivos acarretam preocupação com a qualidade do meio ambiente e demandam das indústrias a busca por alternativas que promovam a preservação ambiental. O movimento em direção a operações e produtos mais verdes tem forçado as empresas a buscarem alternativas para equilibrar ganhos de eficiência e respeito ao meio ambiente em suas atuais operações e produtos (GARZA-REYES, 2015).

Para Santos *et al.* (2018), o crescimento da consciência ambiental, o aumento da demanda por produtos ecologicamente corretos e a crescente pressão imposta às corporações, no que diz respeito ao uso dos recursos naturais finitos, são exemplos de fatores que têm contribuído para o incremento do uso de ferramentas e técnicas para a redução da geração de resíduos nas operações industriais. A sociedade anseia por sistema de produção responsável, que permita o crescimento socioeconômico e ambiental, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas necessidades e demandas (MITTAL *et al.*, 2017). Salienta-se que a forma atual de consumir, juntamente com as novas tecnologias, tem causado aumento na produção de resíduos sólidos (LANDIM *et al.*, 2016).

A aplicação de princípios e métodos, voltados para redução de desperdícios e impactos ambientais, mostra-se como desafio para as indústrias (SANTOS *et al.*, 2018). A sustentabilidade ambiental, agora, é vista como conceito central, embutido em vários aspectos das operações da empresa de manufatura (MEJIA; KAJIKAWA, 2021). Feil e Schreiber (2017) apresentaram, em seu estudo, que o termo sustentável reflete uma solução à escassez de recursos naturais desde a antiguidade, consolidando-se ao longo do tempo na cultura humana, em busca da utilização desses recursos de forma contínua e perpétua.

A sustentabilidade consiste em conceito, que expressa a preocupação com a qualidade de um sistema, que diz respeito à integração indissociável do meio ambiente e os seres humanos, abrangendo os aspectos socioambientais e econômicos (FEIL; SCHREIBER, 2017). A mudança para produção mais sustentável ou responsável mostra-se impulsionada por pressões de diferentes frentes, como o mercado, os consumidores e os órgãos ambientais (MEJIA; KAJIKAWA, 2021). Segundo Garza-Reyes (2015) existe a necessidade atual das organizações de melhorar não apenas a eficiência operacional, mas também a ambiental. Isso

levou pesquisas a explorarem a possível fusão das abordagens *Lean* e *Green*, que eram tradicionalmente implantadas de forma separadas, a serem inseridas juntas para propósitos ambientais e econômicos (GARZA-REYES, 2015).

O conceito de *green* traduz a ideia de “criar mais com menos”, de forma a reduzir os impactos ecológicos e a intensidade de recursos; já o conceito de *lean* revela-se como a estratégia, que engloba ampla variedade de práticas de gestão, em sistema integrado, para agilizar os processos de negócios, minimizar desperdícios e melhorar o desempenho financeiro (ABUALFARAA *et al.*, 2020). A Manufatura *Lean*, nesse trabalho tratada como Manufatura Enxuta (ME), evoluiu do Sistema Toyota de Produção (STP), criado para melhoria do desempenho em qualidade, dos tempos de ciclo dos processos e dos custos, baseando-se, especialmente, no treinamento e envolvimento dos funcionários, com foco na eliminação de desperdícios (BARBOSA; ASSUMPÇÃO, 2016).

Já o sistema de Produção mais Limpa (P+L) visa minimizar os impactos ambientais, causados pelos processos industriais e diminuir os desperdícios nos diferentes setores da empresa, através de mudanças sustentáveis no gerenciamento dos processos produtivos (HOFFMANN *et al.*, 2017). As organizações, sejam públicas ou privadas, pequenas ou grandes, em economias desenvolvidas ou emergentes, têm impacto sobre o meio ambiente e podem ser afetadas pelo mesmo. Há crescente conscientização de que o desenvolvimento e o bem-estar humanos dependem da preservação e conservação dos recursos naturais sobre os quais toda a atividade humana e a produtividade dependem. Atingir desempenho ambiental sólido requer comprometimento organizacional através de abordagem sistemática para a melhoria contínua dos sistemas de gestão ambiental (ABNT NBR ISO 14004:2018).

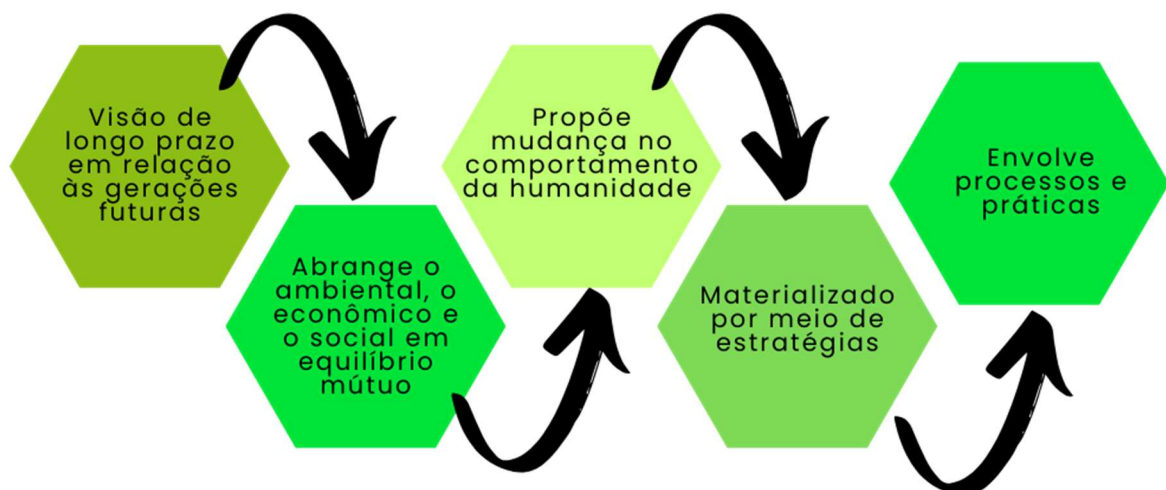
A integração de práticas enxutas e verdes resulta em abordagem inovadora, chamada *Lean e Green* (TORTORELLA *et al.*, 2017). A mudança para produtos e processos de manufatura responsáveis influenciou organizações a melhorarem o desempenho produtivo e a eficiência ambiental, evoluindo do pensamento *lean* para o pensamento *Lean e Green* (FARIAS, 2018). *Lean-Green* refere-se ao conceito que associa agregação de valor e eficiência em termos operacionais e ambientais. Esse conceito surgiu como efeito corolário dos desafios das empresas em repensar objetivos e estratégias para agregar mais valor, contribuir para a equidade social e prevenir os impactos ambientais (ABREU *et al.*, 2017).

O pensamento *Lean e Green* constitui-se em metodologia e abordagem operacional para reduzir o impacto ecológico negativo dos produtos e serviços de uma organização, bem como melhorar a eficiência ambiental das operações, sem deixar de atingir os objetivos financeiros (GARZA-REYES, 2015). É importante que a organização, além de enxuta, seja também verde,

tomando decisões que reduzam a utilização dos recursos naturais e dos insumos envolvidos nos processos produtivos, evitando desperdícios e minimizando os impactos negativos das atividades (SANTOS, 2018), visando alcançar desenvolvimento sustentável das operações produtivas.

Segundo a ISO 14004 (ABNT, 2018), atingir equilíbrio entre o meio ambiente, a sociedade e a economia são consideradas fundamentais para que seja possível satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas necessidades. O objetivo do desenvolvimento sustentável é alcançado com o equilíbrio dos três pilares da sustentabilidade: o ambiente, a sociedade e a economia. O desenvolvimento sustentável pode ser conceituado como a estratégia de longo prazo, utilizada para melhorar a qualidade de vida da sociedade (FEIL; SCHREIBER, 2017), conforme as propriedades, sintetizadas na Figura 1.

Figura 1 - Síntese dos objetivos do desenvolvimento sustentável



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Feil e Schreiber, 2017.

As cadeias produtivas geram perdas, mais conhecidas como resíduos, em seus processos produtivos. Cada tipo de material gerado tem características, especificações e formas de impactar o ambiente (FERIGATTO *et al.*, 2017). A redução na geração de resíduos, principalmente dos potencialmente tóxicos e/ou não biodegradáveis, configura-se pauta do pensamento *Lean e Green* (BARBOSA; ASSUMPÇÃO, 2016).

O grande consumo de produtos industrializados, como os alimentos, que necessitam de embalagens (primárias, secundárias e terciárias), resultam no aumento de resíduos plásticos, por conseguinte maior impacto ambiental (LANDIM *et al.*, 2016). Benson (2021) destaca, em sua pesquisa, que resíduos à base de plásticos sintéticos não biodegradáveis, descartados

inadequadamente, são capazes de flutuar no meio ambiente, acumulando vários poluentes tóxicos. Dentre os tipos de plásticos, os descartáveis, também chamados de uso-único, são os que causam maiores impactos (GONÇALVES-DIAS *et al.*, 2022).

Nos últimos 4 anos no Brasil, segundo a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST, 2022), a indústria de alimentos aumentou o consumo de plástico de ciclo de vida curto, que são materiais descartados em menos de 1 ano de utilização: em 2018, a média de consumo de embalagens de ciclo de vida curto era de 35,7%; no relatório de 2022, aumentou para 40,1%, divididas em: 74% de polietileno de baixa densidade (PEBD) e de polietileno linear de baixa densidade (PEBDL); 16% de polipropileno (PP); e 10% de polietileno de alta densidade (PEAD).

Outro fator agravante sobre o uso e destinação dos resíduos plásticos foi a pandemia da covid-19, nos últimos 3 anos. Em meio à pandemia, o mundo testemunhou aumento na demanda por produtos feitos de material plástico, a quantidade de resíduos plásticos gerados em todo o mundo durante o surto de coronavírus foi estimada em 1,6 milhão de toneladas/dia (BENSON *et al.*, 2021). As consequências da pandemia perdurarão por muito tempo no que tange a sustentabilidade, tendo em vista que o tempo em que a natureza levará para decompor os resíduos plásticos descartados incorretamente, que levarão de 200 a 450 anos (FELISARDO; SANTOS, 2021).

Segundo Landim *et al.* (2016), os materiais plásticos têm chamado atenção, em virtude da quantidade de resíduos gerada, dos impactos ao meio ambiente causados e do tempo de decomposição. Os materiais plásticos são utilizados em substituição a diversos tipos de materiais, como por exemplo, o aço, o vidro e a madeira, devido às suas características de baixo peso, baixo custo, elevadas resistências mecânica e química, facilidade de aditivação e por serem, em sua maioria, 100% passíveis de reciclagem (SINDIPLAST, 2018).

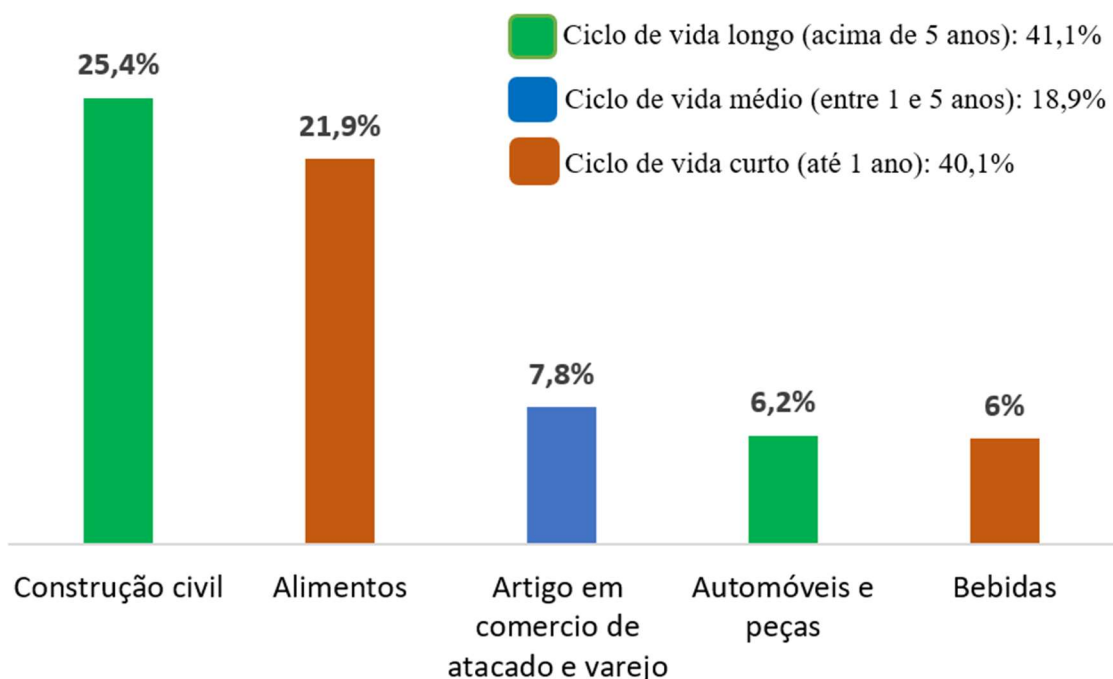
Em 2020, segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), o volume de plástico descartado no Brasil aumentou: foram 13,3 milhões de toneladas, o que representa 15% a mais que no ano anterior, um dos motivos foi o aumento do consumo de plástico, devido a pandemia do covid-19.

O relatório da ABIPLAST de 2019, apresentou dados de 2018 dos setores, que mais consomem plástico no Brasil, onde 22,5% do consumo de plástico foi do setor da Construção Civil, constituindo-se o maior segmento consumidor de transformados plásticos e o segundo maior setor foi o segmento de alimentos com 20,3%. Os três seguintes maiores setores foram: o de artigos de comércio em atacado e varejo com 8,6%, o de automóveis 8,9% e o de bebidas

5,8%. No entanto, ao somar o setor de alimentos e bebidas, o segmento alimentício se destaca como o principal demandante de plásticos transformados.

Já no relatório da ABIPLAST de 2023, que trouxe os dados de 2022 dos mesmos setores de consumo de plástico no país, verificou-se aumento de 2,9% no setor da Construção Civil (25,4%), mantendo-se como o maior segmento consumidor de plásticos transformados. O setor de alimentos manteve o status de segundo maior setor e teve aumento de 1,6% (21,9%). Os três seguintes maiores setores foram: o de artigos de comércio em atacado e varejo com 7,8%, o de automóveis 6,2% e o de bebidas 6%, conforme ilustra o Gráfico 1 (ABIPLAST, 2023).

Gráfico 1 - Maiores setores consumidores de transformados plásticos



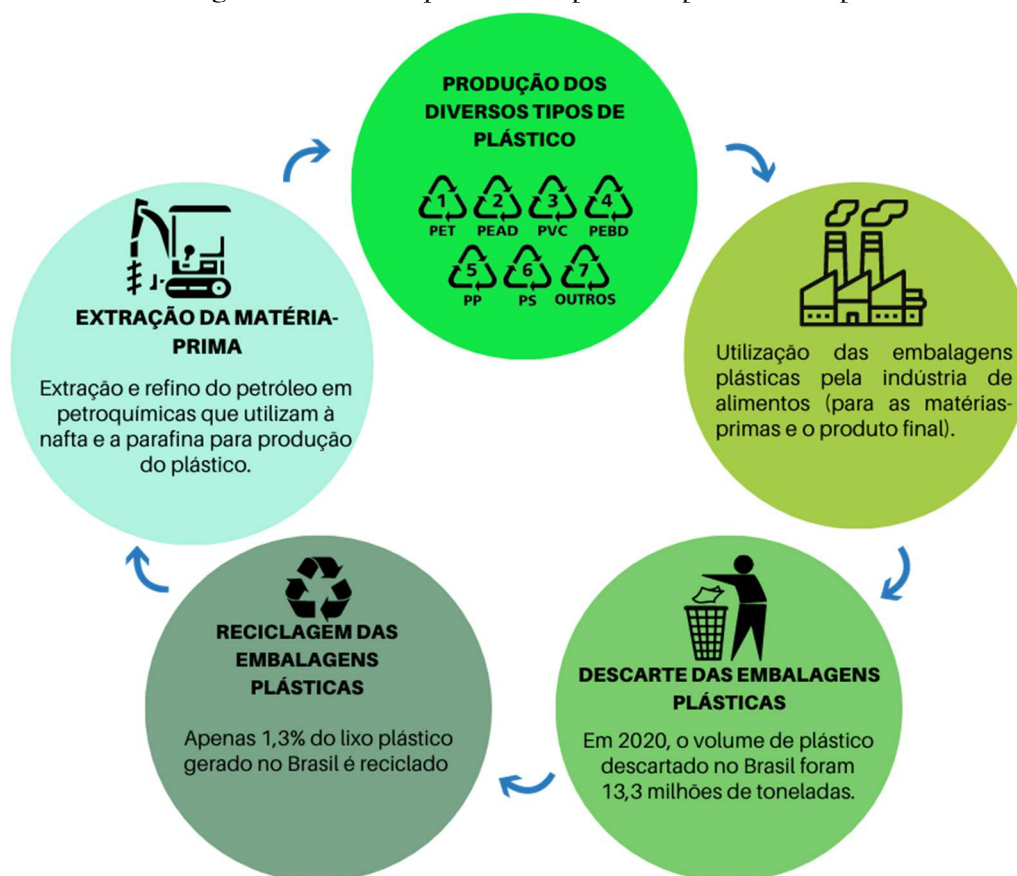
Fonte: Elaborado pela autora, com base nos dados de 2022 da ABIPLAST, 2023.

Outro fator importante a ser destacado, que se encontra indicado no Gráfico 1, consiste no tempo de consumo dos transformados plásticos, em ciclo de vida longo, médio e curto. O ciclo de vida longo refere-se aos materiais plásticos consumidos em mais de 5 anos; o ciclo médio, ao consumo de plásticos entre 1 e 5 anos; e, o ciclo de vida curto, ao consumo do plástico transformado em até 1 ano. O consumo dos plásticos transformados pelo setor de alimentos e bebidas é de ciclo de vida curto, que representou 40,1% do total de plásticos consumidos no Brasil em 2022. As embalagens plásticas, em geral, são de uso único (ABIPLAST, 2023).

No Brasil, o principal insumo, empregado na fabricação de embalagens poliméricas para alimentos, são as resinas sintéticas, de origem petroquímica, extraídas de fontes não

renováveis. Transformar resinas sintéticas de origem petroquímica em produtos acabados, como embalagens, tornou-se simples, barato e lucrativo, na medida em que os plásticos se converteram em produtos indispensáveis à vida cotidiana das pessoas (SCHLICKMANN, 2018). A Figura 2 apresenta ciclo simplificado do processo produtivo do plástico para embalagens na indústria de alimentos, da extração de matéria-prima, às transformações em tipos de plásticos, passando pela indústria de alimentos, pelo consumo e pelo descarte das embalagens plásticas pelo consumidor, até à destinação para a reciclagem.

Figura 2 - Ciclo simplificado do processo produtivo do plástico



Fonte: Elaborado pela autora, 2022, com base em WWF Brasil, 2021.

De acordo com Schlickmann (2018), com base na definição da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a embalagem alimentícia constitui-se no invólucro, recipiente ou qualquer forma de acondicionamento, removível ou não, destinada a cobrir, empacotar, envasar, proteger ou manter matérias-primas, produtos semielaborados ou produtos acabados. Grande parte das embalagens, produzidas com material plástico, permanecem por centenas a milhares de anos no meio ambiente, causando os impactos: econômico, com a falta de reutilização e/ou reciclagem desse material na cadeia produtiva de origem e/ou em outras

cadeias produtivas; ambiental, com o descarte incorreto em locais inapropriados; e, social, deixando de ser fonte geradora de renda (LANDIM *et al.*, 2016).

A guisa de construção de pergunta-problema e baseada no contexto apresentado, essa pesquisa apresentou às seguintes perguntas norteadoras de investigação: **Considerando as práticas *Lean* e *Green*, quais os aspectos e impactos ambientais relacionados ao uso de embalagens plásticas de insumos e quais as oportunidades de melhoria do processo de fabricação de biscoitos em indústria alimentícia de pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL?**

1.2. Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

- Analisar o uso de embalagens plásticas dos insumos utilizados na fabricação de biscoitos em indústria alimentícia de pequeno porte na cidade de Arapiraca-AL, com base nas práticas *Lean* e *Green*, visando propor oportunidades de melhoria ambiental no processo produtivo.

1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa foram:

- Levantar e sintetizar as práticas *Lean* e *Green*, voltadas à indústria alimentícia e adequadas às empresas de pequeno porte;
- Identificar os tipos de embalagens plásticas dos insumos e o contexto de uso dessas embalagens na fabricação de biscoitos para caracterização do perfil ambiental de indústria de pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL (indústria-caso);
- Caracterizar os aspectos e impactos ambientais do uso de embalagens plásticas dos insumos no processo de fabricação de biscoitos na indústria-caso;
- Identificar as destinações das embalagens plásticas dos insumos empregadas no processo de fabricação da massa de biscoitos na indústria-caso;
- Identificar alternativas de substituição, reuso e/ou reciclagem dos materiais plásticos das embalagens de insumos da fabricação de biscoitos, visando a minimização dos aspectos e impactos ambientais.

1.3 Justificativa, Motivação e Aderência ao Programa

A competitividade e as exigências dos consumidores incentivam as indústrias a buscarem avanços nos processos produtivos com o objetivo de obter melhores resultados para redução de custos, aumento de produtividade e desempenho ambiental (MEJIA; KAJIKAWA, 2021). Boas práticas de fabricação estão disponíveis no mercado, na literatura e na legislação. Cada empresa deve analisar quais práticas, princípios e normas melhor se enquadram ao seu processo produtivo, implantá-las, avaliá-las, em busca da melhoria contínua. O desempenho ambiental constitui-se em fator estratégico para posicionar a indústria no mercado, junto aos clientes, fornecedores e demais *stakeholders*, além do fator primordial que é reduzir o impacto negativo e gerar impacto positivo ao meio ambiente, causado pelo tipo de operação que a empresa executa (MITTAL *et al.*, 2017).

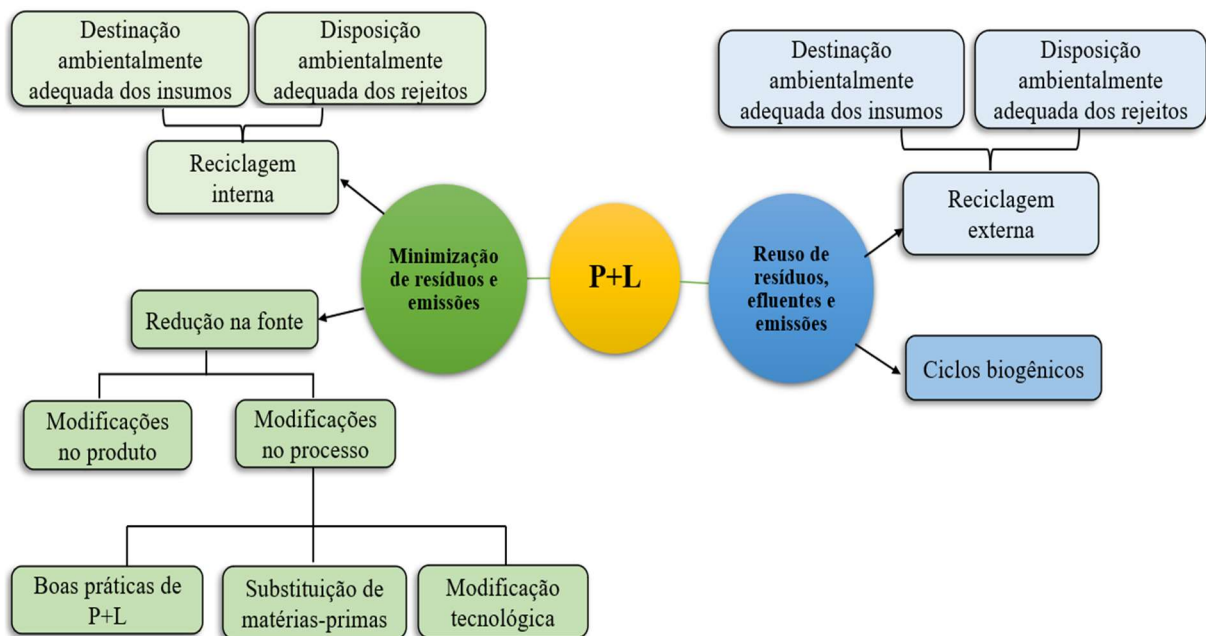
A pesquisa mostra-se aderente ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais - Mestrado Profissional (PPGTEC-Ifal), porque está pautada na atualização e na inovação tecnológica de processos, produtos e serviços, visando possibilitar a elevação da qualidade, produtividade e competitividade dos setores envolvidos. Seguindo objetivos do Programa, o estudo está relacionada à linha de pesquisa 2: Tecnologias e Inovações Ambientais, que busca “[...] o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de tecnologias e a geração de inovações que possam ser aplicadas a produtos, processos e serviços que representem soluções para problemas ambientais de interesse da sociedade” (PPGTEC-Ifal, 2023).

A realização dessa pesquisa foi de suma importância por contribuir para a difusão dos conceitos, princípios, métodos e ferramentas do pensamento enxuto e verde, por meio da análise do uso das embalagens plásticas dos insumos de indústria de fabricação de biscoitos de pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL, visando a melhoria ambiental. Além de contribuir para a difusão dos conceitos de sustentabilidade ambiental; otimização de processos e materiais; identificação dos aspectos ambientais; redução de impactos negativos e aumento dos impactos positivos; redução, reuso e reciclagem dos resíduos plásticos, que são fundamentais para a sensibilização ambiental e para a contribuição efetiva dos micros e pequenos negócios para o desenvolvimento sustentável.

A Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), enfatiza a importância de dar destinação final ambientalmente adequada aos resíduos sólidos. Para a PNRS (BRASIL, 2010), a destinação final ambientalmente adequada envolve a destinação de resíduos por meio da reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e aproveitamento energético, bem como outras destinações admitidas pelos órgãos competentes

do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) do Ministério do Meio Ambiente, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) da ANVISA e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) do Ministério da Agricultura e Pecuária, o que inclui a disposição final ambientalmente adequada, observando as normas operacionais específicas, a fim de evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e de minimizar os impactos ambientais adversos. Assim, para o gerenciamento dos resíduos, as empresas devem seguir como ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos (BRASIL, 2010). Esta ordem de prioridade também é seguida nos processos para a Produção mais Limpa, como demonstra a Figura 3.

Figura 3 - Processos da Produção mais Limpa



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Rezende e Santos, 2019.

Tendo em vista que as embalagens plásticas são amplamente consumidas na indústria alimentícia através de seus insumos, fica evidente a necessidade de estudos sobre o impacto desses materiais e as possibilidades para redução da disposição inadequada de resíduos plásticos no meio ambiente. Dessa forma, o desenvolvimento da pesquisa se fortaleceu no sentido de realizar análise do desempenho ambiental das embalagens plásticas dos insumos, utilizadas nas matérias-primas do processo de fabricação de biscoitos em indústria alimentícia de pequeno porte, a fim de gerar compreensão sobre o consumo e a disposição e a destinação desses resíduos para contribuir com oportunidades de melhorias, visando alternativas mais responsáveis com o meio ambiente, baseadas no pensamento *Lean e Green*.

Outro ponto relevante para o desenvolvimento da pesquisa consistiu na contribuição para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A pesquisa contribuiu, especificamente, para 2 ODS, descritos na Figura 4: o ODS 9, busca construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, além de fomentar a inovação; com a meta 9.4 até 2030, propõe-se a modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; e, o ODS 12, que visa promover o consumo e a produção responsáveis; com foco nas metas 12.5, de até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso, e, 12.6, incentivar as empresas, a adotar práticas sustentáveis e a integrar informações de sustentabilidade em seu ciclo de relatórios (IBGE, 2021).

Figura 4 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável



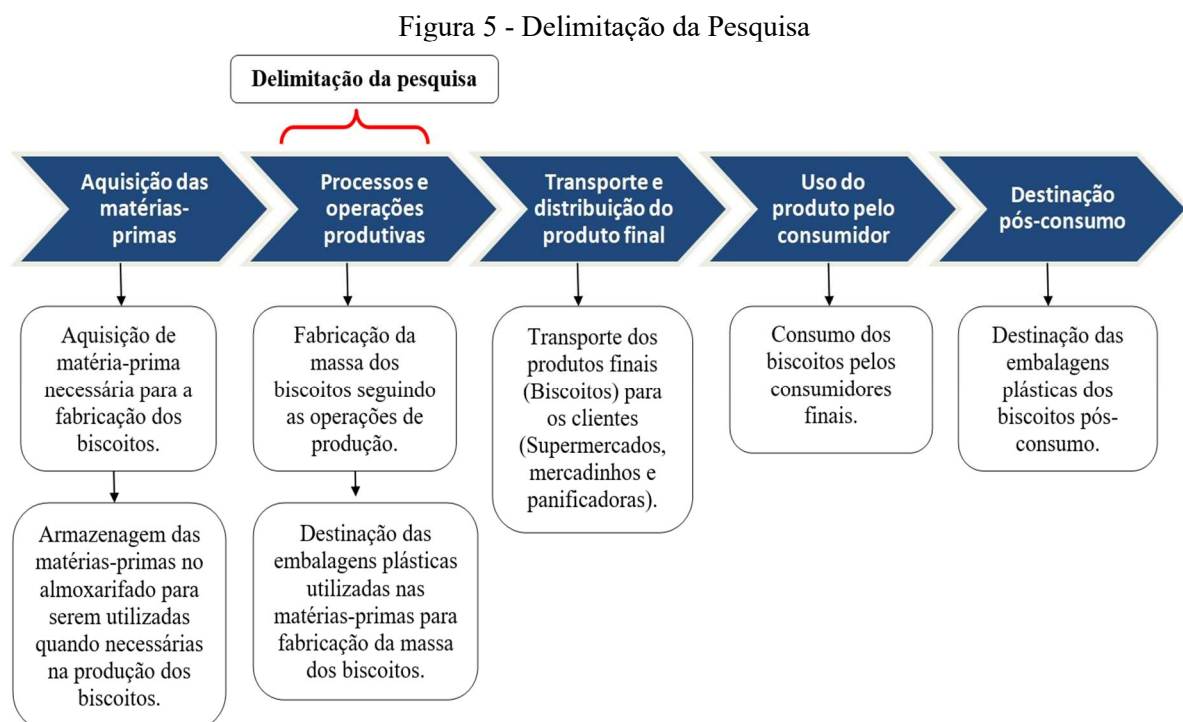
Fonte: Elaborado pela autora, 2022, com base no IBGE, 2021.

Outros ODS indiretos, que podem ser atingidos com a pesquisa, são: o ODS 11, voltado à cidade e comunidades sustentáveis, através da meta 11.a, que visa apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento; e, o ODS 8, que envolve o trabalho e crescimento econômico, com a meta 8.3, que busca promover políticas orientadas para o desenvolvimento, que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, bem como incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros (IBGE, 2021).

1.4 Delimitação da Pesquisa

A presente pesquisa foi realizada em indústria alimentícia do segmento de biscoitos de pequeno porte, localizada na cidade de Arapiraca, estado de Alagoas. Um dos objetivos da pesquisa foi a identificação das rotas de destinação e/ou disposição das embalagens plásticas, que acondicionam as matérias-primas, utilizadas na fabricação de biscoitos de trigo, que são descartadas, após o uso dos ingredientes básicos na massa para a modelagem dos biscoitos.

A Figura 5 mostra o fluxo das etapas e dos processos de fabricação dos biscoitos, desde a aquisição das matérias-primas até a destinação final pelo consumidor. A presente pesquisa se limita à etapa de processos e operações produtivas intra fábrica, em que as embalagens plásticas das matérias-primas, que constituem os ingredientes básicos para a massa dos biscoitos de trigo, são utilizadas e encaminhadas à destinação após o uso industrial.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Há diversos processos internos e externos na indústria de biscoitos, como demonstra a Figura 5; mas, para essa pesquisa, analisou-se a geração de subprodutos plásticos na etapa de processos e operações produtivas desde a separação dos ingredientes da massa dos biscoitos no armazenamento até o momento em a massa fica pronta para a modelagem dos biscoitos. Assim, para o levantamento e avaliação dos aspectos e impactos ambientais dos materiais plásticos gerados, a pesquisa foi delimitada na análise da geração e destinação das embalagens plásticas

dos ingredientes para a fabricação da massa de biscoitos de trigo em indústria alimentícia de pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL.

1.5. Estrutura da Dissertação

Esta dissertação foi desenvolvida e organizada com a seguinte estrutura:

A primeira seção compõe-se do panorama geral em relação ao conteúdo de estudo, percorrendo os elementos norteadores da pesquisa como a contextualização do tema e do problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa, motivação e aderência ao programa de pós-graduação, a delimitação da pesquisa e a estrutura do trabalho.

A segunda seção discorre sobre o referencial teórico, que trata das práticas do *Lean* e *Green* para grupos produtivos de pequeno porte. Para isso, foi explanado sobre: a Manufatura Enxuta, a Produção mais Limpa e o pensamento *Lean* e *Green* aplicado a grupos produtivos de pequeno porte, além da caracterização da Cadeia Produtiva do Plástico, dos aspectos ambientais do gerenciamento dos resíduos plásticos e das embalagens plásticas dos insumos na indústria alimentícia.

A terceira seção apresenta o método de pesquisa selecionado, bem como a definição dos procedimentos metodológicos, estando subdividida em caracterização da pesquisa descrição das etapas para a realização da pesquisa onde a etapa 1 foi a revisão da literatura, a etapa 2 foi a pesquisa de campo com o estudo de caso com detalhamento dos instrumentos e procedimentos de coleta de dados e a etapa 3 foi análise dos dados.

A quarta seção mostra os resultados da análise dos dados, iniciando com a caracterização da indústria-caso de biscoitos de Arapiraca-AL e a caracterização da indústria de biscoito do estudo de caso; seguindo com o perfil ambiental das embalagens plásticas pós-uso dos insumos na produção da massa de biscoitos da indústria-caso e a caracterização dos aspectos e impactos ambientais do uso de embalagens plásticas dos insumos da indústria-caso e oportunidades de melhoria ambiental com base nas práticas *Lean* e *Green*, e, por fim, a análise e discussões para a construção do material técnico recomendado.

A quinta seção apresenta as considerações finais da pesquisa; e, a sexta seção aborda as recomendações e sugestões para pesquisas futuras. Por fim, estão relacionadas as referências utilizadas durante a elaboração dessa dissertação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção abordam-se conceitos, princípios, métodos e/ou ferramentas sobre a Manufatura Enxuta (ME), voltados à melhoria contínua nos processos produtivos; e, sobre as práticas da Produção mais Limpa (P+L), que visam promover a Sustentabilidade no viés ambiental e o aumento do desempenho ambiental nas organizações. A seção também apresenta os resultados, realizados para identificação do pensamento *Lean e Green* para a indústria do segmento de alimentos de pequeno porte, bem como se caracteriza a Cadeia Produtiva das Embalagens Plásticas e os aspectos e impactos para o meio ambiente desses materiais.

2.1 O pensamento *Lean e Green* para grupos produtivos de pequeno porte

2.1.1 Manufatura Enxuta

O desenvolvimento e a implementação de ferramentas e técnicas de gestão têm contribuído para o aumento da produtividade e competitividade nas organizações. Um dos responsáveis por esse crescimento tem sido o Sistema de Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* (FRANCESKI *et al.*, 2016).

A história da Manufatura Enxuta (ME) pode ser atribuída à estratégia fundada no STP da *Toyota Motor Company* para vencer os desafios pós-segunda Guerra Mundial na economia japonesa. Essa estratégia garantiu que a *Toyota Motor Company* permanecesse competitiva, ajudando-a a mitigar os efeitos adversos da guerra (LARTEY *et al.*, 2020).

O pensamento *Lean* consiste na relação de produzir exatamente o que o cliente quer e exatamente quando ele necessita, a preço justo e com o mínimo de resíduo de produção. Esse pensamento vem se desenvolvendo ao longo do tempo, por meio de pesquisas e práticas industriais com o objetivo de obter produção enxuta, *lead times* (prazos de entrega) menores, redução de custos; e, fornecer indicadores de eficiência, qualidade e produtividade (FERIGATTO *et al.*, 2017).

Lartey *et al.* (2020) afirmaram que o pensamento *Lean* foi identificado como uma meta persistente para eliminar desperdícios nos processos industriais. Para Franceski *et al.* (2016), o pensamento *Lean*, visto como metodologia, revolucionou a maneira de produzir, por meio da mentalidade de ME, focada no aumento da produtividade, através da eliminação de desperdícios nas etapas e operações dos processos produtivos. O pensamento *Lean* engloba o conjunto de práticas operacionais integradas, que objetivam a redução ou a eliminação de atividades sem valor agregado ao longo de todo o fluxo de valor de um produto. Essas práticas

devem ser vistas como filosofia corporativa e cultural da organização, que busca a eliminação de desperdícios a partir da otimização das operações produtivas (FARIAS, 2018).

O Quadro 1 descreve as práticas da ME. Foram identificados 25 conceitos, dentre os quais, alguns autores nomearam como práticas; e, outros trataram como ferramentas. Essas práticas-ferramentas foram citadas repetidas vezes nos estudos analisados de 2016 a 2022.

Quadro 1 - Práticas da Manufatura Enxuta

Autores	Práticas	Descrição
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Mariano <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Das (2018) Farias (2018) Hoffmann <i>et al.</i> (2018) Bento <i>et al.</i> (2019) Cielusinsky <i>et al.</i> (2020)	<i>Just in time (JIT)</i>	JIT significa produzir e transportar o que é necessário, quando necessário e na quantidade exata necessária.
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Mariano <i>et al.</i> (2017) Farias (2018) Hoffmann <i>et al.</i> (2018) Pentiado <i>et al.</i> (2018) Santos (2018)	<i>Kanban</i>	Prática de controle dos materiais, que reduz o tempo de espera, diminuindo os inventários, melhorando a produtividade e interligando todos os processos em um único fluxo contínuo e ininterrupto, utilizando cartões em cores com informações dos materiais para realizar as operações de movimentação e de abastecimento.
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Das (2018) Farias (2018) Hoffmann <i>et al.</i> (2018) Pentiado <i>et al.</i> (2018) Ramos <i>et al.</i> (2018) Santos (2018) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019)	Mapa de Fluxo de Valor (MFV)	Diagrama que contempla todas as atividades envolvidas no fluxo de material e de informações, necessárias para atender aos clientes desde o pedido até a entrega do produto.
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Pereira; Tortorella (2018) Ramos <i>et al.</i> (2018) Endrigo <i>et al.</i> (2020)	Seis Sigma	Prática que visa a melhoria contínua dos processos produtivos, utilizando ferramentas e técnicas estatísticas, para garantir melhoria da qualidade, diminuição de custo, redução do tempo de entrega e redução de desperdícios.
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Mariano <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Das (2018)	<i>Kaizen</i>	Prática que envolve os funcionários em processos de melhoria contínua, em todos os níveis organizacionais.

Farias (2018) Santos (2018) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019) Cielusinsky <i>et al.</i> (2020)		
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Farias (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018) Cielusinsky <i>et al.</i> (2020)	Troca Rápida de Ferramentas (TRF)	Conjunto de técnicas que visam a redução do tempo de preparação das máquinas (em inglês, <i>setup</i>), possibilitando produzir com níveis de estoques reduzidos, aumento de taxas de utilização da máquina, menor índice de erros de <i>setup</i> e melhoria de qualidade.
Franceski <i>et al.</i> (2016) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Mariano <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Farias (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019)	<i>Total Productive Maintenance (TPM)</i>	Prática que visa a integração total dos elementos homem-máquina-empresa, onde a atividade de manutenção dos meios de produção passa a constituir a preocupação e a ação de todos.
Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Farias (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018)	5s	Prática de aperfeiçoamento do comportamento das pessoas, envolvendo a mudança de hábitos e atitudes, Baseando-se em 5 passos: <i>Seiri</i> (senso de utilização), <i>Seiton</i> (senso de ordenação), <i>Seiso</i> (senso de limpeza), <i>Seiketsu</i> (senso de saúde) e <i>Shitsuke</i> (autodisciplina).
Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Santos (2018)	<i>Heijunka</i>	Prática de nivelamento do tipo e da quantidade de produção durante um período de tempo fixo.
Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Das (2018) Pentiado <i>et al.</i> (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018)	<i>Poka-Yoke</i>	Prática de identificação de peças produzidas com defeitos, em que o colaborador tem autonomia de avisar a falha, quando chega ao seu setor.
Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018)	Gerenciamento de qualidade total (TQM)	Modelo de gestão que aumenta a consciência da qualidade em todos os processos organizacionais.
Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2018)	FIFO	Da sigla em inglês para “ <i>first in, first out</i> ” (primeiro a entrar, primeiro a sair), prática que se baseia na ideia de que os materiais devem ser utilizados na ordem em que foram recebidos.
Tortorella <i>et al.</i> (2017) Santos (2018) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019)	Fluxo contínuo	Prática em que a produção deve ser organizada de forma a minimizar o tempo de espera e o desperdício de tempo de espera, materiais e informações, sem interrupções desnecessárias.
Farias (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018)	Trabalho padronizado	Prática para manter a estabilidade nos processos, garantindo que as atividades sejam realizadas sempre em sequência, num determinado tempo e com a menor quantidade de desperdícios.

Souza; Alves (2017) Das (2018) Farias (2018) Pereira; Tortorella (2018) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019)	Produção puxada	Na produção puxada, uma operação, seja interna ou externa, fornece informações à próxima operação, geralmente, por cartões <i>kanban</i> , a respeito de quais partes e materiais são necessários, na quantidade necessária, quando e onde são necessários.
Mariano <i>et al.</i> (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017)	Desenvolvimento de fornecedores	Prática que busca melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos, reduzir desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos por meio de parcerias com os fornecedores.
Vicenzi; Antoni (2016) Leong <i>et al.</i> (2019)	Causa e Efeito (<i>Ishikawa</i>)	Diagrama que estabelece a relação existente entre o efeito e todas as causas de um processo.
Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Pentiado <i>et al.</i> (2018) Pereira; Tortorella (2018) Cielusinsky <i>et al.</i> (2020)	<i>Takt time</i>	Prática em que o tempo disponível para a produção, dividido pela demanda de mercado.
Farias (2018) Pereira; Tortorella (2018) Santos (2018)	Gestão visual	Prática que se baseia na ideia de que as informações devem ser comunicadas de forma clara, rápida e visual para facilitar a compreensão e a tomada de decisão.
Santos (2018) Leong <i>et al.</i> (2019)	<i>Andon</i>	Prática usada para alertar os operadores e a equipe de supervisão quando ocorre uma falha em uma máquina, um problema de qualidade ou qualquer outro tipo de problema que afete o processo produtivo.
Leong <i>et al.</i> (2019)	<i>Gemba</i>	“Vá e veja”, prática de estar presente no local onde o trabalho acontece no processo produtivo para observar o que está acontecendo e identificar melhorias.
Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Mariano <i>et al.</i> (2017) Farias (2018) Santos (2018) Lartey <i>et al.</i> (2020)	Redução do tempo de <i>setup</i> (SMED)	Prática para reduzir o tempo de transição de um lote de produto para o outro, permitindo um fluxo mais suave.
Cielusinsky <i>et al.</i> (2020)	Eficiência global dos equipamentos (OEE)	Métrica utilizada na indústria para medir a eficiência de uma máquina ou linha de produção, considerando três fatores: disponibilidade, desempenho e qualidade.
Pereira; Tortorella (2018)	<i>Plan, Do, Check e Act</i> (PDCA)	Prática do ciclo de melhoria contínua, composto por quatro etapas: Planejar (<i>Plan</i>), Fazer (<i>Do</i>), Verificar (<i>Check</i>) e Agir (<i>Act</i>).
Santos (2018)	5 porquês	Prática de identificação da causa raiz de um problema, em que se faz inúmeras vezes a perguntas “por quê?” até que a causa raiz seja identificada.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

As práticas de implementação de manufatura enxuta podem ser categorizadas como roteiro, estrutura conceitual, iniciativas de lista de verificação descritiva e de avaliação pelas empresas de manufatura para buscar a excelência operacional e obter vantagem competitiva no

mercado (COSTA, 2020). Conforme sintetizado no Quadro 1, as práticas-ferramentas mais citadas nos estudos analisados foram: *Just in time* (JIT), Mapa de Fluxo de Valor (MFV), *Kaizen*, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Kanban* e Troca Rápida de Ferramentas (TRF), identificadas em 17 trabalhos. As práticas-ferramentas menos citadas nos estudos foram: 5 porquês, PDCA (*Plan, Do, Check e Act*), Eficiência global dos equipamentos (OEE) e *Gemba*, citadas em apenas 4 estudos.

Na Manufatura Enxuta - ME, desperdício é todo e qualquer elemento que não contribua para o atendimento da qualidade, preço ou prazo requeridos pelo cliente (VICENZI; ANTONI, 2016). O objetivo de eliminar os desperdícios consiste em aumentar a eficiência, reduzir custos, melhorar o tempo de resposta do cliente, contribuir para melhorar a qualidade e maior rentabilidade (FARIAS, 2018).

Nos estudos analisados, foram identificados 8 (oito) tipos de desperdícios, que podem ser encontrados, de forma geral, em outros tipos de indústrias como automotiva, construção civil, têxtil entre outras; mas, a pesquisa focou nas indústrias alimentícias. Os 8 desperdícios foram citados em 16 trabalhos da RSL. Esses desperdícios estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 - Desperdícios da Manufatura Enxuta

Autor(es)	Tipo de desperdício	Descrição
Barbosa; Assumpção (2016) Vicenzi; Antoni (2016) Abreu <i>et al.</i> (2017) Farias <i>et al.</i> (2017) Mariano <i>et al.</i> (2017) Souza; Alves (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Das (2018) Farias (2018) Hoffmann <i>et al.</i> (2018) Santos (2018) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019) Leong <i>et al.</i> (2019) Cielusinsky <i>et al.</i> (2020) Lartey <i>et al.</i> (2020) Pereira <i>et al.</i> (2022)	Superprodução	A produção de produtos em velocidade maior da que o cliente está comprando é considerada desperdício produtivo.
	Estoque em excesso	Ocorrem na compra e no armazenamento de excedentes de insumos ou outros materiais. Também se originam pelo excesso de materiais acumulados em processo.
	Transporte	Transporte e movimentação de insumos, peças e equipamentos ao longo do processo.
	Movimento desnecessário	Movimentação para utilizar equipamentos que, possivelmente, sejam compartilhados ou para buscar algum tipo de informação ou apoio da liderança.
	Defeitos	Os defeitos de qualidade são gerados devido à falta de processos estáveis ao longo do fluxo.
	Processamento desnecessário	Quando existe operação dentro do processo, realizada mediante instrução de trabalho mal definida, com excesso de especificação ou controle.
	Espera	O defeito de espera está relacionado à espera do colaborador em frente ao seu posto de trabalho, a fim de receber alguma informação para tomada de decisão, apoio da liderança, equipamentos, abastecimento do seu posto de trabalho, entre outros.

	Capital humano e potencial perdidos	O não aproveitamento da capacidade intelectual dos colaboradores para a melhoria dos processos e para a geração de ideias para melhores resultados.
--	-------------------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A Manufatura Enxuta visa a redução dos desperdícios nos processos produtivos. Os desperdícios identificados nos estudos analisados, classificados no Quadro 2, foram de 8 tipos, que podem gerar ineficiência dos processos produtivos, dos quais os 4 primeiros são: a superprodução, quando a empresa produz quantidade maior que a demanda de mercado; o estoque em excesso, quando a empresa compra e armazena mais insumos que a capacidade produtiva; o desperdício de transporte, com a falta de programação e planejamento para entregas e movimentações internas e externas; os movimentos desnecessários dos colaboradores, materiais e equipamentos, devido à falta de planejamento das atividades produtivas.

Os outros 4 desperdícios são: os desperdícios por defeitos, que envolvem os produtos em não conformidade, gerados por alguma ineficiência durante as etapas de produção; o processamento desnecessário, que se refere a necessidade de revisão constante dos processos produtivos para melhoria e unificação das etapas de produção; a espera, que pode ocorrer por alguma ineficácia em alguma etapa operacional, onde uma etapa pode estar desbalanceada, gerando espera do operador; e, por fim, o capital humano, quando a empresa desperdiça o potencial dos colaboradores internos, não incentivando a contribuição com ideias e ações de melhoria para os processos produtivos.

Para a implantação da ME, há princípios norteadores que as empresas devem seguir, tendo como premissa inicial reconhecer que, apenas uma fração do tempo total e esforço dispensados para produzir um produto, realmente agrega valor para o cliente (FARIAS, 2018). A adoção dos princípios e práticas oriundas da ME auxilia na eliminação sistemática dos desperdícios, ao passo que lapida a cultura organizacional para a sustentação da melhoria contínua (PEREIRA; TORTORELLA, 2018).

Inspiradas nos resultados positivos dos adotantes do modelo Toyota, muitas empresas de diferentes setores da indústria, tamanhos e regiões geográficas buscam aplicar os princípios de ME para melhorar a eficiência de processos e a produtividade global (COSTA, 2020). Para implementar o pensamento *Lean* nos processos produtivos é importante que as indústrias, o que inclui as indústrias alimentícias, apliquem princípios *Lean* em todas as etapas e operações, desde a concepção do produto até a destinação final dos resíduos e a disposição final dos

rejeitos. Foram identificados 5 princípios *Lean*, citados por 10 trabalhos na RSL, que estão descritos no Quadro 3. Esses princípios são: especificar o valor, identificar o fluxo de valor, estabelecer o fluxo de valor, determinar o fluxo puxado e buscar a perfeição; todos, do ponto de vista do cliente.

Quadro 3 - Princípios da Manufatura Enxuta

Autores	Princípios
Barbosa; Assumpção (2016) Farias <i>et al.</i> (2017)	Especificar o valor: definir o valor com precisão, sob a ótica do consumidor final.
Abreu <i>et al.</i> (2017) Ferigatto <i>et al.</i> (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017)	Identificar o fluxo de valor: identificar as etapas necessárias para produzir o produto.
Farias (2018) Santos (2018)	Estabelecer o fluxo contínuo: estabelecer fluxo contínuo, sem paradas ou esperas.
Leong <i>et al.</i> (2019) Hilsdorf <i>et al.</i> (2019)	Determinar o fluxo puxado: produzir somente o que o cliente quer e apenas quando solicitado pelo cliente.
Cielusinsky <i>et al.</i> (2020)	Buscar a perfeição: eliminar continuamente os desperdícios.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os princípios do pensamento *Lean*, como identificados no Quadro 3, são importantes para a indústria compreender o ponto de vista do cliente sobre os produtos e serviços que oferece; e, sobre como pode melhorar os processos para produzir produtos que ofereçam o valor que o cliente busca. Definir valor com precisão; identificar etapas indispensáveis para produzir, eliminando os processos desnecessários; fabricar somente o solicitado pelo cliente; e, eliminar, continuamente, os desperdícios são princípios fundamentais para gerar valor para o cliente e reduzir desperdícios na empresa.

O pensamento *Lean* começou a conquistar a atenção e o interesse de diferentes áreas produtivas, após consolidação no setor automotivo, atingindo todos os setores da manufatura, bem como o setor de serviços (FRANCESKI *et al.*, 2016). Os resultados buscados são a redução de desperdício e melhoria contínua, que também podem ser alcançados por meio das práticas da Produção mais Limpa.

2.1.2 Produção mais Limpa

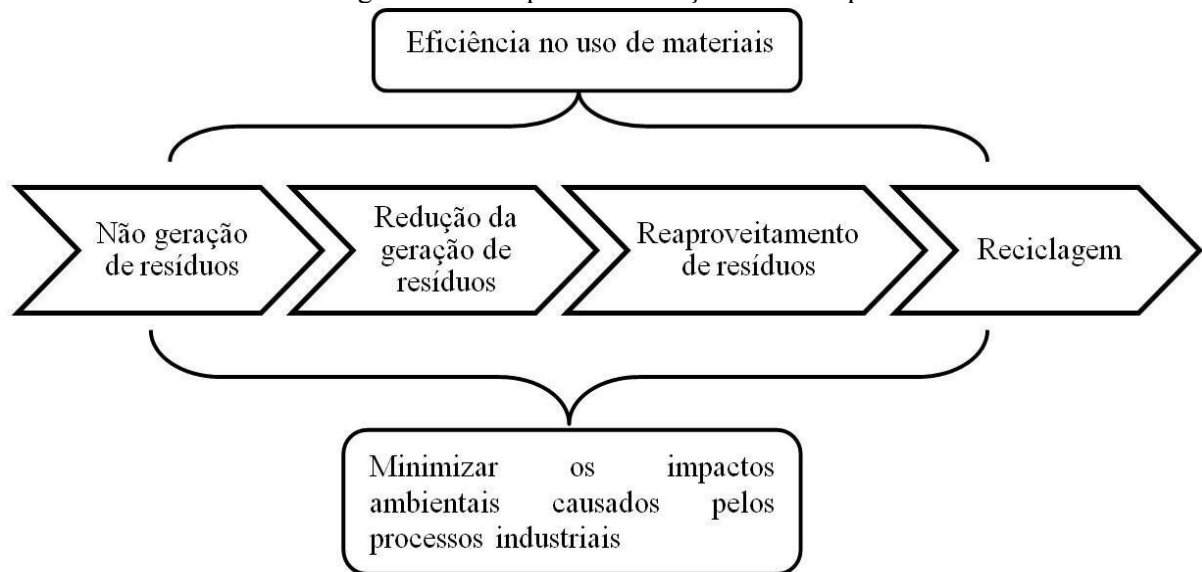
Os processos industriais são vitais para o progresso e o desenvolvimento da humanidade; porém, eles causam impactos ao meio ambiente. A eficiência no uso de materiais ganhou importância na estratégia operacional das empresas. O sistema de Produção mais Limpa (P+L) visa minimizar os impactos ambientais, causados pelos processos industriais e diminuir os desperdícios nos diferentes setores da empresa, através de mudanças sustentáveis no gerenciamento dos processos produtivos (HOFFMANN *et al.*, 2017).

A P+L busca melhorar a eficiência operacional das indústrias, por meio da redução de desperdícios, otimização de processos e visão ambientalmente correta para a manufatura. Pode ser classificada como o conjunto de regras e ações preventivas, que permitem a aplicação contínua de sistema, voltado para resultados financeiros e ambientais, por meio do uso racional de matérias-primas e de recursos naturais e do reaproveitamento de resíduos industrializados (VARELLA *et al.*, 2022).

Baseado no estudo de Oliveira *et al.* (2016), o conceito de P+L surgiu em resposta à necessidade de disseminar informações sobre o Desenvolvimento Sustentável para empresas, órgãos governamentais e comunidade acadêmica, para que o impacto das atividades industriais nos ecossistemas pudesse ser compreendido e minimizado. Em pesquisa realizada, Passini *et al.* (2019) destacaram quatro princípios da P+L: o primeiro, e mais importante, é evitar a geração de resíduos, através do raciocínio das técnicas de produção; o segundo princípio envolve minimizar a geração de resíduos sólidos; o terceiro, trata do reaproveitamento de resíduos no próprio processo produtivo; e, o quarto princípio consiste na reciclagem, com aproveitamento dos resíduos e rejeitos ou do próprio produto final para a geração de novos materiais.

A P+L atua de forma abrangente e direta na fonte, buscando avaliar os processos de extração e qualidade das matérias-primas, a energia utilizada, o tipo de transporte empregado para abastecimento do processo até a distribuição dos produtos, além das características, volume, destinação e reciclagem das embalagens, adotadas após o uso; bem como o reuso e a destinação final do produto, após o término da vida útil (RAMOS *et al.*, 2018). Ou seja, a estratégia de P+L objetiva a redução dos impactos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida do produto, desde a extração de matérias-primas até a destinação final do produto (HOFFMANN *et al.*, 2018). A Figura 6 apresenta os 4 princípios da P+L, identificados nos estudos da RSL, com foco na eficiência de uso dos materiais e na minimização dos impactos ambientais, causados pelos processos industriais.

Figura 6 - Princípios da Produção mais Limpa



Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base em Oliveira *et al.*, 2016; Hoffmann *et al.*, 2017, 2018; e, Passini *et al.*, 2019.

Os princípios da P+L, destacados na Figura 6, são importantes norteadores, que guiam a empresa na implantação dos processos produtivos mais eficientes. Como mostra a figura, a eficiência no uso de materiais constitui-se em uma sequência de ações, que iniciam com a visão de não geração de resíduos, seguida pela busca da redução da geração de resíduos; quando não se atinge as ações anteriores, os resíduos gerados são direcionados para reaproveitamento e reciclagem. Esses princípios, aplicados com as práticas da P+L, objetivam minimizar os impactos ambientais negativos dos processos produtivos (PASSINI *et al.*, 2019).

Através da análise dos estudos selecionados na RSL, foram identificadas 20 práticas da P+L nos processos industriais, que se encontram sintetizadas no Quadro 4. As práticas mais citadas foram: o reuso de resíduos, reciclagem, redução de desperdícios de materiais e redução no consumo de energia elétrica. Essas práticas foram citadas em 6 estudos.

Quadro 4 - Práticas da Produção mais Limpa

Autor(es)	Práticas	Descrição
Oliveira <i>et al.</i> (2016) Herzer <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Ramos <i>et al.</i> (2018) Varella <i>et al.</i> (2022)	Reuso de resíduos dos processos produtivos	Prática de reutilização dos resíduos gerados nas etapas dos processos produtivos.
Oliveira <i>et al.</i> (2016) Herzer <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Ramos <i>et al.</i> (2018)	Reciclagem	Prática para processamento e transformação de resíduos industriais em novos produtos ou matérias-primas.

Passini <i>et al.</i> (2019) Varella <i>et al.</i> (2022)		
Oliveira <i>et al.</i> (2016) Herzer <i>et al.</i> (2017) Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Varella <i>et al.</i> (2022)	Redução de desperdício de materiais	Prática de identificação e eliminação de desperdícios, desde a aquisição de matérias-primas até a produção e distribuição de produtos finais.
Hoffmann <i>et al.</i> (2017)	Redução no tempo de produção	Prática que busca eliminar ou reduzir etapas desnecessárias ou ineficientes nos processos produtivos, para otimizar o tempo e os recursos para produzir um produto.
	Redução no uso de materiais nas embalagens	Prática que visa minimizar a quantidade de materiais utilizados na produção de embalagens, sem comprometer a sua eficiência e segurança na proteção dos produtos.
	Lotes maiores de material para diminuir as embalagens	Prática que visa reduzir o uso de embalagens individuais e adoção de embalagens maiores.
	Treinamento de funcionários para diminuir não conformidades	Prática que envolve a capacitação dos colaboradores em relação aos procedimentos aplicáveis à produção e que promove conscientização dos impactos ambientais e sociais das atividades realizadas.
	Gestão da cadeia de suprimentos	Prática de gestão da cadeia de suprimentos que contribuem para a redução do impacto ambiental da produção e distribuição de um produto.
Hoffmann <i>et al.</i> (2017) Passini <i>et al.</i> (2019) Ramos <i>et al.</i> (2018)	Redução no consumo de energia elétrica	Prática para aproveitamento da luz solar, através da instalação de telhas transparentes e de maior número de janelas para trazer luz natural nos centros de produção.
Varella <i>et al.</i> (2022)	Transporte	Prática de adoção de meios de transporte sustentáveis e de racionalização no uso de transportes para redução da emissão de CO ₂ , de otimização de rotas e de redução de viagens desnecessárias.
Oliveira <i>et al.</i> (2016) Ramos <i>et al.</i> (2018)	Ecodesign	Práticas que envolvem a criação de produtos, processos e serviços que sejam sustentáveis ao longo de todo o ciclo de vida.
Oliveira <i>et al.</i> (2016)	Cadeia de abastecimento verde	Práticas de seleção de fornecedores que adotem processos sustentáveis, avaliação dos impactos ambientais das atividades dos fornecedores e escolha de fornecedores com certificações e padrões ambientais.
	Energia renovável	Prática de utilização de fontes de energia que são naturalmente regeneradas e não se esgotam.
Ramos <i>et al.</i> (2018) Passini <i>et al.</i> (2019)	Boas práticas na fabricação de produtos	Práticas de conscientização e treinamento da equipe para redução no consumo de matéria-prima na fabricação; redução da geração de resíduos, evitando desperdícios; e, redução do consumo de água e energia.
Passini <i>et al.</i> (2019)	Compra de matéria-prima em embalagens maiores	Prática de substituição de embalagens menores por embalagens maiores, obtendo-se, conseqüentemente, redução significativa dos custos e redução de desperdícios de embalagens.

Ramos <i>et al.</i> (2018)	Avaliação do ciclo de vida	Avaliar os impactos ambientais associados a um produto, processo ou atividade ao longo de todas as etapas do seu ciclo de vida, desde a extração de matérias-primas até o descarte final.
	Redução do consumo de água	Práticas de revisão dos processos industriais para identificar áreas em que o consumo de água pode ser reduzido ou eliminado.
	Logística reversa	Práticas do processo de planejamento, implantação e controle do fluxo de materiais, desde o ponto de consumo até o ponto de origem.
	Utilização de embalagens retornáveis	Prática que visa reduzir a quantidade de resíduos gerados e diminuir os impactos ambientais causados pela produção e descarte de embalagens.
Herzer <i>et al.</i> (2017)	Redução na Fonte	Práticas que visam reduzir a geração de resíduos e/ou a utilização de recursos naturais, por meio do controle e/ou da eliminação de processos ou atividades que gerem impactos ambientais.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O estudo de Hoffmann *et al.* (2017) sobre integração da ME e P+L consistiu em estudo exploratório sobre indicadores, ferramentas e melhores práticas. Apresentou 8 das 20 práticas de P+L identificadas. O trabalho dos autores tinha como objetivo apresentar sugestão para a construção de modelo para facilitar a implementação integrada dos sistemas de produção enxuta com a P+L em processos produtivos de indústria de alimentos e também de outros processos produtivos de micro e pequeno porte.

Algumas dessas práticas foram citadas por 14 trabalhos. Essas práticas foram: a reciclagem, o reuso de resíduos, a redução de desperdício de materiais e a redução no consumo de energia elétrica. As práticas da P+L citadas, que estão diretamente relacionadas às embalagens, foram: utilização de embalagens retornáveis; compra de matéria-prima em embalagens maiores; lotes maiores de material para diminuir as embalagens; redução no uso de materiais nas embalagens; reciclagem e reuso.

Analisando os estudos selecionados, verifica-se que as práticas da ME integram-se às práticas da P+L, porque objetivam a melhoria contínua dos processos industriais e produtos mais eficientes nos custos para produzir. As práticas da ME e P+L visam, ainda, o mapeamento e a análise das etapas dos processos de produção para identificar desperdícios e impactos ambientais negativos que podem ser reduzidos ou impactos ambientais positivos que podem ser implementados.

2.1.3 Pensamento *Lean e Green*

As indústrias vivem novo padrão de competitividade, tendo que melhorar, constantemente, os níveis de eficiência e qualidade, visando aumento da produtividade, balanceamento das operações, redução dos desperdícios, diminuição dos impactos ambientais e atendimento dos clientes de forma prática e pontual (FERIGATTO *et al.*, 2017).

Os desafios atuais exigem não apenas sistemas de produção altamente produtivos e responsivos, mas também ecoeficientes; ou seja, sistemas que agreguem mais valor com menores impactos ambientais (ABREU *et al.*, 2017). As organizações enfrentam pressão crescente para integrar questões ambientais em meios tradicionais de produção (TORTORELLA *et al.*, 2017).

A preocupação com os impactos ambientais, gerados por atividades industriais, está em evidência, devido à maior conscientização da sociedade. As organizações são levadas a assumir papel proativo no desenvolvimento de processos de manufatura mais limpos, concepção de produtos recicláveis e desenvolvimento de estratégias e práticas para se tornarem mais ambientalmente sustentáveis (FARIAS, 2018). As empresas, que conseguem aliar as expectativas econômicas e ambientais, possuem vantagem competitiva (SANTOS, 2018).

Com base na análise dos estudos selecionados na RSL, o Quadro 5 apresenta os conceitos de *Lean e Green* trazidos por alguns autores. Verifica-se que os autores consideram o termo “*Lean*”, vindo da ME e, o termo “*Green*”, originado da Gestão Ambiental. Assim, a integração das práticas de redução de desperdícios e impactos ambientais dos processos industriais, originam o *Lean e Green*.

Quadro 5 - Conceitos do *Lean e Green*

Autor(es)	Conceito(s)
Lartey <i>et al.</i> (2020)	Conceito-chave, que complementa o <i>Lean Manufacturing</i> , é o conceito de ecoeficiência ou <i>lean-green</i> . A base deste conceito é impulsionada pela necessidade de salvaguardar a natureza, conservando seus recursos, por meio da redução ou não geração de resíduos, utilização de energias renováveis, reciclagem de recursos locais, entre outros processos para redução de impactos ambientais negativos dos processos industriais.
Leong <i>et al.</i> (2019)	Os princípios enxutos implementam produção baseada em puxar e buscar a excelência operacional. A manufatura verde é introduzida para compensar e melhorar o desempenho ambiental da indústria. Ambas as abordagens indicam forte compromisso com práticas orientadas para a eficiência e o desperdício zero.
Farias (2018)	O “ <i>Lean</i> ” é reconhecido como o sistema de eficiência e utilizado para eliminar elementos não-valorizados na produção; e, o “ <i>Green</i> ” é considerado a nova maneira de pensar responsavelmente, que está ganhando terreno como solução para alcançar a sustentabilidade empresarial.

Ferigatto <i>et al.</i> (2017)	<i>Lean Manufacturing</i> , tem seus princípios na eliminação de desperdícios dentro do sistema de produção por meio da melhoria contínua, zero defeito, eliminação das atividades, que não agregam valor ao cliente e redução de custos; a prática do <i>Green Manufacturing</i> é definida como a aplicação contínua de estratégia ambiental preventiva integrada e aplicada a produtos, processos e serviços que abordam as causas da poluição.
Abreu <i>et al.</i> (2017)	<i>Lean-Green</i> é o conceito que associa agregação de valor e eficiência em termos operacionais e ambientais. Esse conceito surge como efeito corolário dos desafios das empresas em repensar seus objetivos e estratégias para agregar mais valor, contribuir para a equidade social e prevenir os impactos ambientais.
Tortorella <i>et al.</i> (2017)	A Manufatura Enxuta é a abordagem, que se concentra na eliminação de desperdícios nos processos organizacionais e na produção, de acordo com a demanda dos clientes. A Gestão Ambiental visa reduzir riscos ambientais e impactos negativos, ao mesmo tempo em que melhora a ecoeficiência das empresas e seus parceiros. A integração dessas duas práticas resulta em abordagem inovadora, chamada <i>Lean and Green</i> .
Barbosa; Assumpção (2016)	O <i>Lean Manufacturing</i> é baseado na flexibilidade dos processos para prover grande variedade de produtos, com minimização de custos pela eliminação de desperdícios. A produção mais limpa tem como premissa o empenho para diminuir o consumo de energia e a geração de resíduos. A interação entre o <i>Lean Manufacturing</i> e a produção mais limpa forma o <i>Lean e Green</i> e ocorre na adoção de técnicas para redução de desperdícios e resíduos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Um ponto importante, extraído da RSL, foram os tipos de desperdícios identificados na abordagem *Lean e Green* e as práticas que podem ser aplicadas para redução desses desperdícios. Portanto, da mesma forma que o princípios da ME emprega o entendimento dos desperdícios produtivos como algo que não agrega valor ao cliente final, os desperdícios ambientais também não agregam valor a esse cliente, por conseguinte, necessitam ser eliminados (SANTOS, 2018). Os desperdícios *Lean e Green* estão sintetizados no Quadro 6.

Quadro 6 - Desperdícios *Lean e Green*

Autor(es)	Desperdícios	Descrição
Barbosa; Assumpção (2016) Abreu <i>et al.</i> (2017) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Farias (2018) Santos (2018)	Uso de energia, água e matéria-prima em excesso	A quantidade definida para o processo ultrapassa o que é necessário à produção para a exata quantidade desejada por parte do cliente.
	Poluentes e resíduos de materiais gerados pelo processo	Emissões para a atmosfera, produção de resíduos sólidos, produção de resíduos perigosos e poluição nas redes de água.
	Uso de materiais perigosos	Que, possivelmente, geram danos à saúde humana durante a sua produção ou em contato com outras substâncias.

	Perda de potencial humano	Não aproveitamento do capital intelectual da empresa.
--	---------------------------	---

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Assim, como no pensamento *Lean*, a busca pelo aumento da produtividade e eficiência dos processos produtivos começa na identificação dos desperdícios, o Quadro 6 apresenta os desperdícios que o pensamento *Lean e Green* busca reduzir, tais como: o uso de energia, água e matéria-prima em excesso; poluentes e resíduos de materiais gerados pelo processo produtivo; uso de materiais perigosos; e, perda de potencial humano.

Os conceitos *Lean e Green* preocupam-se em minimizar todos os tipos de resíduos, em todas as suas formas e aparências, incluindo os mais difíceis de tratar, ou seja, os inservíveis. Isso deve ser alcançado sem aumentar os custos de produção, sem consequências ambientais externas ocultas no curto, médio e longo prazos, para que a sustentabilidade seja genuinamente perseguida e verdadeiramente alcançada (ABREU *et al.*, 2017). Foram identificadas na RSL mais de 20 práticas *Lean e Green*, que estão descritas no Quadro 7.

Quadro 7 - Práticas *Lean e Green*

Autor(es)	Práticas/Ferramentas	Descrição
Tortorella <i>et al.</i> (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Farias (2018)	Design colaborativo	Integração de fornecedores, produtores, distribuidores e clientes.
Sampaio (2016) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Cherrafi <i>et al.</i> (2018) Farias (2018) Santos (2018)	Design para o Meio Ambiente (DfE) Ecodesign	Projetar produtos, em conformidade com os princípios da sustentabilidade econômica, social e ecológica em todas as etapas do desenvolvimento do produto, com o objetivo final de reduzir o impacto ambiental em todo o ciclo de vida do produto.
Barbosa; Assumpção (2016) Sampaio (2016) Farias (2018) Santos (2018)	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	Ferramenta para avaliação da interação entre considerando ciclo de vida dos processos e/ou produtos mostrando quais atividades, processos e materiais estão gerando impactos ambientais, de maneira que estes possam ser direcionados para melhorias.
Abreu <i>et al.</i> (2017) Santos (2018)	Treinamento ambiental	Treinar a equipe em princípios, conceitos e práticas focadas na Gestão Ambiental.
Barbosa; Assumpção (2016) Sampaio (2016) Tortorella <i>et al.</i> (2017) Farias (2018) Santos (2018)	Reduzir, reutilizar e reciclar (3R)	Redução do uso de matérias-primas e do desperdício, reutilização direta dos produtos, e reciclagem de materiais.
Barbosa; Assumpção (2016)	Seleção de fornecedores	Cooperação com fornecedores para melhoria nos

Tortorella <i>et al.</i> (2017) Santos (2018)	com base em critérios ambientais	processos de produção, transporte e distribuição.
Farias (2018) Santos (2018)	Sistemas de Gerenciamento Ambiental (SGA)	SGA incluem o envolvimento da força de trabalho e melhoria contínua e também medição, registro e inspeção dos impactos e os esforços para reduzi-los.
Barbosa; Assumpção (2016) Sampaio (2016) Santos (2018)	VSM sustentável	O Sus-VSM é a ferramenta principal para a identificação inicial das operações com desperdícios e a avaliação sustentável.
Abreu <i>et al.</i> (2017) Barbosa; Assumpção (2016) Farias (2018) Frigatto <i>et al.</i> (2017) Santos (2018)	Controle de emissões ambientais (EEC)	Gerenciar as emissões atmosféricas, prevenindo a geração de poluição através de seu monitoramento constante.
Abreu <i>et al.</i> (2017) Frigatto <i>et al.</i> (2017)	Uso de produtos livres de metais pesados Uso de produtos químicos menos nocivos	Analisar a composição dos materiais utilizados no processo produtivo e fazer a substituição por produtos menos nocivos para os colaboradores e o meio ambiente.
Frigatto <i>et al.</i> (2017)	Uso de materiais biodegradáveis	Materiais rapidamente decompostos no meio ambiente.
Barbosa; Assumpção (2016) Sampaio (2016) Abreu <i>et al.</i> (2017)	Redução de consumo de energia e água Redução de resíduos industriais	Otimização dos recursos produtivos nas etapas da produção.
Abreu <i>et al.</i> (2017)	Aumento da responsabilidade social	Cuidados com a comunidade, impactada pelos processos industriais.
	Sugestões de melhorias dos funcionários	Incentivar participação de colaboradores no processo de melhoria contínua.
Barbosa; Assumpção (2016) Tortorella <i>et al.</i> (2017)	Certificações ISO 14001	Norma internacional que especifica os requisitos para Sistema de Gestão Ambiental.
	Cooperação do cliente com o meio ambiente	Cooperação com clientes para relacionamento de logística reversa.
Sampaio (2016) Tortorella <i>et al.</i> (2017)	Logística reversa	Recolha e reciclagem de produtos e materiais em fim de vida
	Redução de embalagens	Cooperar com fornecedores para reduzir embalagens
Barbosa; Assumpção (2016)	Redução de transporte	Otimização das viagens e movimentações desnecessárias.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O Quadro 7 apresenta práticas *Lean e Green*, que podem ser implantadas, de forma geral, pelas indústrias, incluindo a indústria alimentícia. As práticas-Ferramentas vão desde o momento da concepção do produto em que requisitos relativos ao design colaborativo, ao design para o meio ambiente (DfE) e ecodesign associam-se à P+L, até a adoção da prática de avaliação do ciclo de vida (ACV). Outra prática importante é o treinamento ambiental, que visa capacitar os colaboradores sobre os aspectos e impactos ambientais gerados nas operações da indústria, bem como promover aprendizados sobre os 3R (reduzir, reutilizar e reciclar). Dentre as práticas *Lean e Green* identificadas, encontram-se ainda: criar critérios ambientais para a seleção de fornecedores; fazer sugestões de melhorias dos processos produtivos; aumentar a responsabilidade social; e implantar a logística reversa e a certificação ISO 14001.

Algumas das práticas, citadas no Quadro 7, visam: a redução e controle de emissões ambientais (EEC), o uso de produtos livres de metais pesados e de produtos químicos menos nocivos, além da utilização de materiais biodegradáveis. Por fim, os autores também propõem, como prática *Lean e Green*, a redução de embalagens e de transporte.

Com a implementação da PNRS, as organizações são instigadas a encontrarem alternativas viáveis no âmbito técnico e ambiental que visem a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos gerados nos processos (HERZER *et al.*, 2017). Os desperdícios de produção são causadores de baixo desempenho ambiental. A redução desses desperdícios coloca as empresas no caminho da ecoeficiência (ABREU *et al.*, 2017). Lartey *et al.* (2020), em seu estudo, apresentaram os tipos de desperdícios da Manufatura Enxuta e como estes desperdícios podem gerar potenciais impactos ambientais.

Quadro 8 - Desperdícios da Manufatura Enxuta *versus* Perda Produtivas e Impactos Ambientais

Tipos de desperdício	Perdas produtivas e ambientais
Superprodução	<ul style="list-style-type: none"> ● Excesso de defeitos do produto ● Uso supérfluo de energia e matérias-primas ● Aumento potencial de emissões de saída direta ● Produtos em excesso poderão se tornar obsoletos
Estoque desnecessário	<ul style="list-style-type: none"> ● Produtos perecíveis podem estragar antes do uso ou antes de serem vendidos ● Uso excessivo de energia para aquecimento, resfriamento e iluminação ● Possível material extra usado ● Aumento da produção de resíduos devido ao acréscimo de embalagens ● Aumento do potencial de deterioração dos produtos

Transporte	<ul style="list-style-type: none"> ● Envio de produtos não vendidos da loja de volta para a fábrica ● Aumento potencial de emissões gasosas de veículos ● Longo tempo de pedido de peças ou produtos de fornecedores distantes ● Aumento do consumo de energia nos transportes ● Emissões geradas no ar
Movimento desnecessário	<ul style="list-style-type: none"> ● Funcionários em busca de materiais, ferramentas ou equipamentos ● Inventário abastecido inadequadamente ● Aumento do uso de espaço e energia ● Alto investimento em equipamentos e materiais para suportar movimentos desnecessários
Defeitos	<ul style="list-style-type: none"> ● Desenvolvimento de peças e produtos que não cumpriram os regulamentos de segurança ● Componentes defeituosos que requerem reciclagem ou descarte ● Os itens fabricados não atendem às necessidades do cliente e especificações ● Desperdício de matéria-prima e energia ● Mais espaço necessário para retrabalho e reparo, aumento dos custos de reciclagem
Superprocessamento	<ul style="list-style-type: none"> ● Recursos de software nunca necessários para suporte de processos ● Processos de compra complexos com múltiplas níveis de aprovação ● Uso supérfluo de energia e matérias-primas ● Aumento de resíduos e das emissões criadas
Espera	<ul style="list-style-type: none"> ● Clientes aguardando a entrega dos produtos ● Fornecedores não são pagos antes, o que atrasa a produção ● Processos de fabricação, aguardando entrega de componentes ● Desperdício de energia e recursos e aumento de probabilidade de danos materiais
Capital humano e potencial perdidos	<ul style="list-style-type: none"> ● O tempo é gasto, corrigindo erros ou respondendo a emergências ● Os funcionários não têm oportunidades de aprender novas habilidades ● Os funcionários não estão envolvidos na melhoria do processo ● Os funcionários não têm oportunidades de crescimento dentro da empresa ● Os funcionários gastam tempo em tarefas que não agregam valor

Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base em Santos, 2018 e Lartey *et al.*, 2020.

O Quadro 8 associa os desperdícios da ME aos impactos ambientais gerados. Para a indústria de alimentos, que trabalha com produtos perecíveis, deve-se adotar redobrada atenção para perdas por superprodução e estoque desnecessário. Já a falta de planejamento do transporte pode aumentar o potencial de emissões gasosas de veículos; e, o movimento desnecessário pode reduzir a eficiência do operador em atividades, que não geram os resultados necessários. Os defeitos dos produtos, o superprocessamento de etapas e as esperas durante o processo produtivo podem aumentar a geração de resíduos e as perdas de matéria-prima, energia, água e insumos de forma geral, além de aumentar a ineficiência do processo com horas de produção ociosas. O desperdício do potencial humano é fator que pode gerar diversas perdas para a indústria. Aproveitar os talentos internos é fundamental para as propostas de melhoria contínua.

As organizações enfrentam a pressão crescente para integrar questões ambientais em seus meios tradicionais de produção. A integração da ME e a Gestão Ambiental são amplamente discutidas na literatura, estabelecendo as bases para a construção do pensamento *Lean e Green*, voltado à criação de negócio mais sustentável e de melhor desempenho (TORTORELLA *et al.*, 2017). As práticas *Lean e Green*, além de buscarem envolver as pessoas na organização como um todo, procuram reduzir desperdícios e tempo de atravessamento, ocasionando a diminuição dos estoques, o que leva a menores impactos ambientais e econômicos (SANTOS, 2018).

2.1.4 Pensamento enxuto e verde aplicado a grupos produtivos de pequeno porte

Diante dos novos desafios nos processos produtivos, as empresas devem adotar práticas-ferramentas enxutas e verdes no desenvolvimento de produtos e processos. Nas micro e pequenas empresas (PMEs), a aplicação dessas práticas-ferramentas mostra-se mais complexa (TORTORELLA *et al.*, 2018). O processo de implantação do pensamento enxuto e verde pode variar de acordo com os problemas existentes e o contexto no qual a empresa está inserida (SANTOS, 2018).

Dentre as variáveis contextuais, o porte da empresa, geralmente associada ao número de funcionários, é enfatizado como um dos fatores mais relevantes a ser considerado, visto que influencia diversos aspectos-chaves, tais como: disponibilidade de recursos, estruturação, padronização de processos, níveis hierárquicos, etc. (PEREIRA; TORTORELLA, 2018).

O *Lean e Green* consiste na forma de produção integrada, que busca a melhoria do desempenho econômico na indústria; e, ao mesmo tempo, a redução e eliminação de resíduos gerados na manufatura, uso e fim de vida dos produtos (FARIAS, 2018). Em seu estudo, Tortorella *et al.* (2018) destacaram que os *frameworks* existentes para implantação *Lean e Green* são direcionados para empresas de porte maior, desconsiderando o contexto específico de pequenas empresas. Já, no estudo de Pereira e Tortorella (2018), são apresentadas as práticas da ME mais aplicadas e as menos aplicadas nas pequenas empresas, conforme está descrito no Quadro 9.

Quadro 9 - Práticas-ferramentas enxutas aplicadas a pequenas empresas

Práticas mais aplicadas	Práticas menos aplicadas
<ul style="list-style-type: none"> ● Produção enxuta ● Manutenção produtiva total ● <i>Kaizen</i> / grupos de melhoria contínua ● 5S 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Lean seis sigma</i> ● Equipe multifuncional ● Controle estatístico de processos ● Gerenciamento visual

<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Just in time</i> (JIT) ● Redução do tempo de ciclo ● Gestão da qualidade total 	<ul style="list-style-type: none"> ● Fluxo contínuo ● <i>Poka yoke</i> ● PDCA - <i>Plan, do, check e act</i>
---	---

Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base em Pereira e Tortorella, 2018.

A definição das práticas, que poderão gerar maiores resultados e serem mais adequadas para a realidade da empresa, envolve análises dos processos e produtos de cada indústria. Com base em Pereira e Tortorella (2018), as práticas que geram resultados a curto prazo e são menos complexas de aplicação apresentam maior aproveitamento para as MPEs como as identificadas nos estudos desses autores e descritas no Quadro 9.

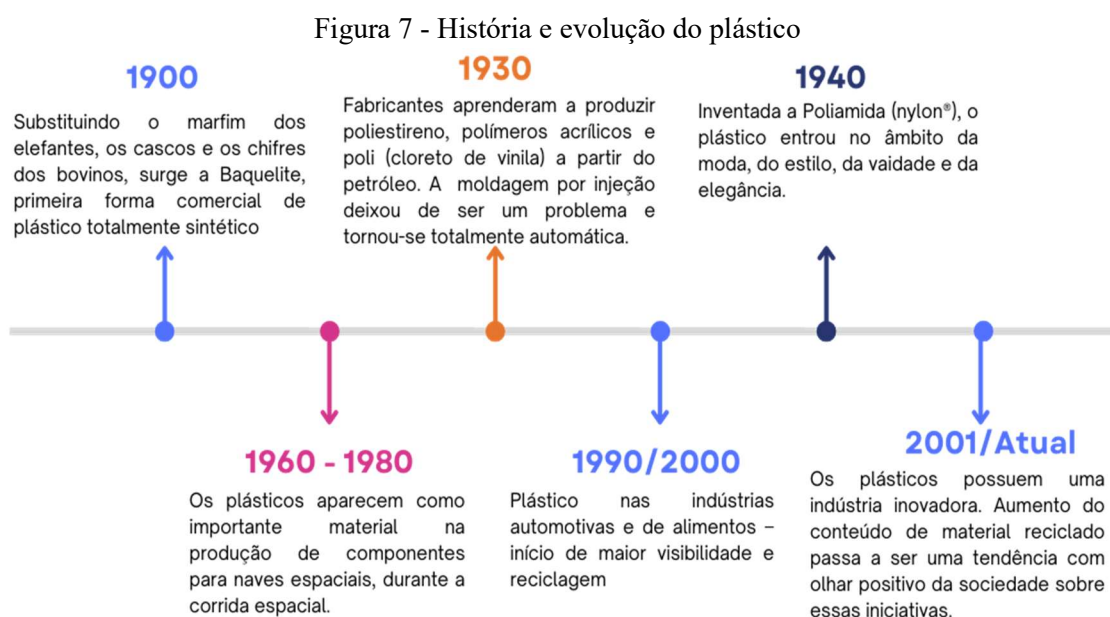
A ME está se tornando ferramenta popular para melhoria da produtividade e redução de desperdícios dos processos produtivos, mas as PMEs ainda não têm certeza do custo de sua implementação e dos prováveis benefícios tangíveis e intangíveis que podem alcançar. A maioria dessas empresas teme que a implementação dessas práticas seja cara e consuma tempo (COSTA, 2020). Costa (2020) também enfatiza, em sua pesquisa, as dificuldades que as PMEs podem encontrar na utilização das práticas da ME, onde as grandes empresas tendem a implementar essas práticas enxutas com mais frequência do que as pequenas e médias empresas. O que se configura em desvantagem competitiva para as PMEs. Segundo a autora, essa desvantagem está relacionada à escassez de recursos de empresas menores, baixa escolaridade dos trabalhadores e falta de conhecimento sobre ferramentas da ME.

As micro e pequenas empresas representam parte substancial da atividade econômica, em termos de número de empresas e produto interno bruto (PIB) em praticamente todos os países do mundo (TORTORELLA *et al.*, 2018). No Brasil, segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2018), 99% são micro e pequenas empresas (MPE) e respondem por aproximadamente 52% da força de trabalho da massa salarial. Portanto o pensamento enxuto e verde aplicado a grupos produtivos de pequeno porte pode apresentar resultados financeiros e ambientais significativos.

O estudo de Pereira e Tortorella (2018) destacou que as maiores barreiras para a implantação do pensamento enxuto e verde nas pequenas empresas são: liderança; cultura; competências-habilidades; alinhamento da estratégia em todos os níveis hierárquicos; e, educação e treinamento. O pensamento enxuto e verde apresenta evidências de benefícios em diversos segmentos, mas ainda há desafios a serem superados no seu processo de implementação, em especial no caso de pequenas empresas (PEREIRA; TORTORELLA, 2018).

2.2 Embalagens plásticas de insumos na indústria alimentícia de pequeno porte

A palavra plástico vem do grego *plastikos*, que se refere a algo moldável. O plástico constitui-se em material que, ao longo dos anos, passou a fazer parte da rotina das pessoas e das empresas de diversas maneiras. Devido às suas características de durabilidade e flexibilidade, faz parte da composição de diversos produtos no segmento alimentício, na construção civil, na saúde, entre outros (TEIXEIRA *et al.*, 2017). A Figura 7 apresenta a evolução do plástico desde 1900 até os dias atuais.

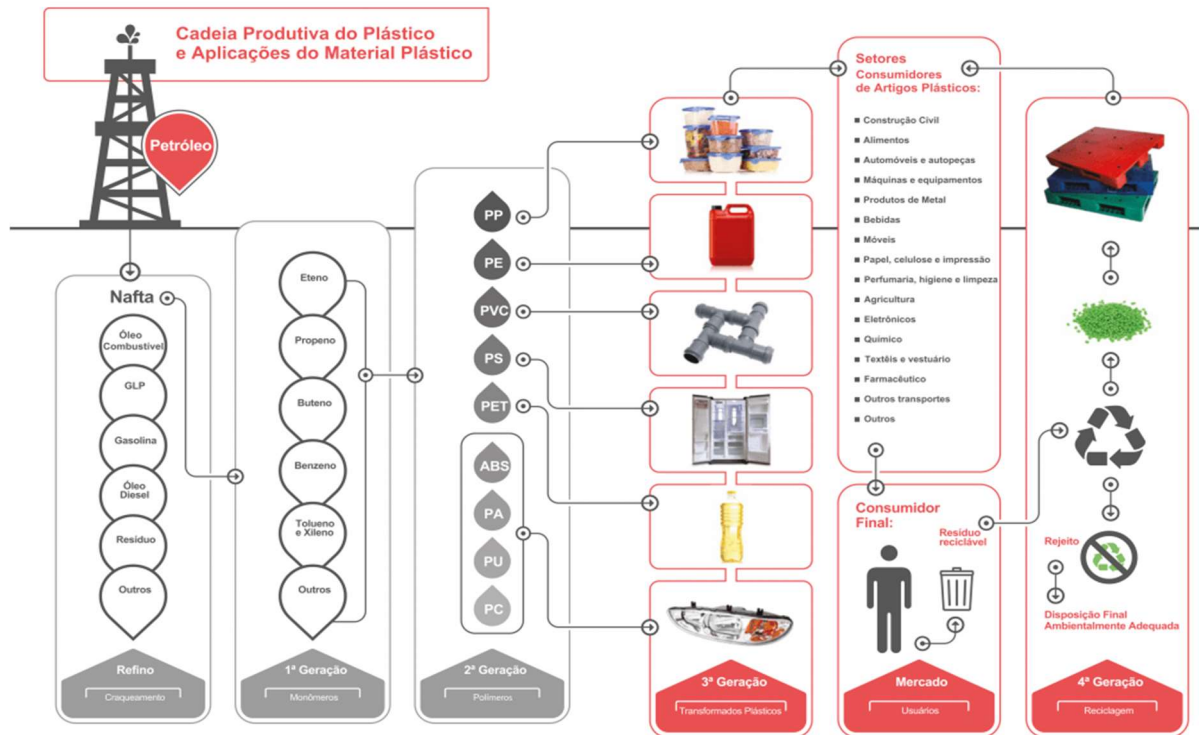


Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base na ABIPLAS, 2020.

A produção do plástico teve picos de manufatura a partir dos anos 2000. Desde então, os números só crescem de forma significativa; e, com tendência de continuar a crescer nos próximos anos, esse segmento de mercado está consolidado e com perspectivas de continuar o crescimento (FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL BRASIL, 2020). Essa informação abre espaço para aplicação de ferramentas, que auxiliem na eficiência de uso desses materiais, com foco financeiro e ambiental.

O plástico é um material de origem natural ou sintética, obtido a partir dos derivados de petróleo ou de fontes renováveis, como a cana de açúcar ou o milho. A nafta é o principal insumo do petróleo, utilizado para a fabricação de plásticos sintéticos, cuja obtenção é feita por meio do processo de destilação fracionada, que ocorre dentro das refinarias, no qual o petróleo é aquecido na coluna de destilação, resultando em frações de diversos tipos de derivados, como ilustra a Figura 8 (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Figura 8 - A Cadeia Produtiva do Plástico no Brasil



Fonte: ABIPLAST, 2015.

Como demonstra a Figura 8, a cadeia de produção do plástico é extensa, global e complexa, contemplando uma diversidade de atores envolvidos em cada etapa, que vão desde empresas petroquímicas, empresas transformadoras de plástico, empresas do segmento alimentício, consumidores, recicladores, poder público, dentre outros (GONÇALVES-DIAS *et al.*, 2022). Há no mercado diversos tipos de materiais plásticos, cada um com propriedades específicas e formas de utilização de acordo com a finalidade. O Quadro 10 apresenta os principais tipos de materiais plásticos sintéticos, utilizados nas embalagens para a indústria alimentícia, suas características e aplicações.

Quadro 10 - Tipos de plásticos utilizados nas embalagens na indústria de alimentos

Tipos de plásticos	Caraterísticas	Aplicações
Polietileno tereftalato – PET	Material rígido e transparente sofre lenta cristalização, é amorfo, absorve umidade. Possui resistência ao impacto e baixa permeabilidade aos gases (CO ₂).	Embalagens para cozimento de alimentos, garrafas para bebidas carbonatadas, frascos para alimentos.
Polietileno – PE	Faz parte da família dos termoplásticos, que podem se deformar com o calor, sem alterar sua composição.	Embalagens para alimentos.
Policloreto de Vinila – PVC	Possui grande importância, devido à sua grande versatilidade, ou seja, com a adição de aditivos como plastificantes, lubrificantes, estabilizantes, pigmentos e corantes, entre outros aditivos, é possível obter infinidade de propriedades diferentes.	Utilizado em embalagens de alimentos.
Polietileno de baixa densidade e Polietileno de baixa densidade linear – PEBD e PEBDL (LDPE e LLDPE)	Material com baixas condutividades elétrica e térmica. É resistente ao ataque de produtos químicos. É atóxico, flexível e leve.	Utilizado em embalagens para alimentos e embalagens flexíveis para alimentos.
Polipropileno homopolímero – PP Poliestireno expandido	Material transparente, flexível e resistente. Possui alta resistência mecânica a baixas temperaturas.	Utilizado em utilidades em frascos e embalagens para alimentos em geral.
Poliestireno Expandido – EPS (Isopor®)	Consiste na incorporação de agente de expansão ao PS Poliestireno Expandido, o que torna o material uma espuma com propriedades acústicas e térmicas, resistência mecânica e baixa absorção de água.	Utilizado em embalagens para alimentos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base em Teixeira *et al.*, 2017 e SINDIPLAST, 2019.

Observa-se, nos dados apresentados no Quadro 10, que há diversos tipos de materiais plásticos para finalidades diferentes; cada tipo possui características específicas, mas todos podem gerar resíduos, que impactam o meio ambiente (STIFTUNG, 2020). Os plásticos sintéticos, dificilmente, são substituídos, por causa do baixo custo de produção, associado à versatilidade e à resistência. No entanto, o impacto ambiental do uso desses materiais tem incentivado o desenvolvimento de substitutos biodegradáveis a partir de fontes naturais renováveis, os bioplásticos (SILVA *et al.*, 2020).

O plástico constitui-se em material flexível e resistente, que ganha, cada vez mais, espaço nos processos industriais e na vida das pessoas. Esse tipo de material evoluiu nos últimos

anos, devido a novas tecnologias nos processos produtivos e maior diversidade em sua utilização (STIFTUNG, 2020). Embora embalagens de vidro, celulósicas e metálicas sejam bastante empregadas na indústria de alimentos, o plástico é o que tem apresentado o maior crescimento de produção e emprego como embalagem (SILVA *et al.*, 2020).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Embalagens Plásticas Flexíveis (ABIEF, 2016), o insumo principal para produção de embalagem plástica para a indústria alimentícia no Brasil, são as resinas sintéticas de origem petroquímica, predominando o uso do Polietileno (PE), com 83%, e, do Polipropileno (PP), com 16% do total das embalagens produzidas. Mas, além das resinas sintéticas, as embalagens plásticas são compostas por corantes, estabilizadores e compósitos, que vão, desde antioxidantes, antiaderentes, antimicrobianos e estabilizantes contra a luz e raios ultravioletas (UVs); e, a até materiais para efeitos de brilhos e opacidades nos rótulos e nas áreas impressas (SCHLICKMANN, 2018).

Uma das razões que fazem os plásticos serem materiais de uso, cada vez mais difundido, principalmente, na indústria alimentícia, é a durabilidade. Em consequência da estabilidade estrutural do plástico, há resistência aos diversos tipos de degradação, como fotodegradação, quimiodegradação, biodegradação. Por isso, alguns tipos de plásticos necessitam de séculos para se degradar (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019). Em todo o mundo, mais de 400 milhões de toneladas de plástico são produzidas a cada ano; as embalagens para a indústria alimentícia representam mais de $\frac{1}{3}$ (um terço) de todo o plástico produzido (FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL BRASIL, 2020).

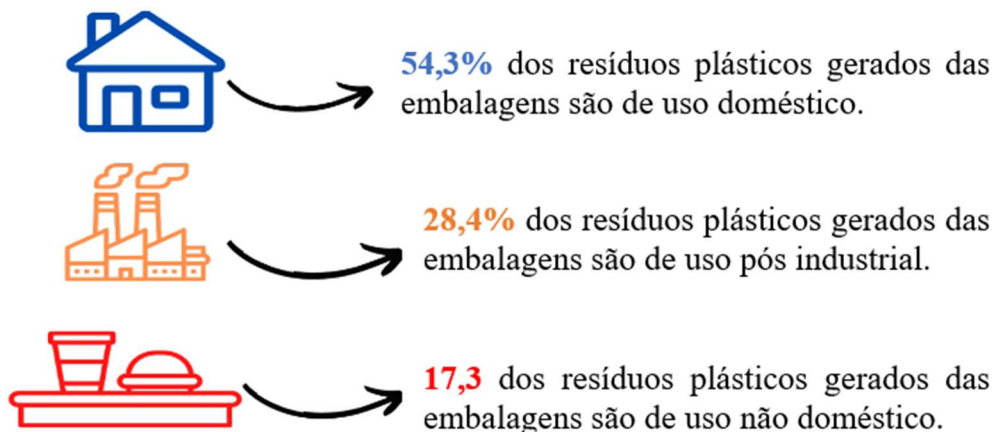
A poluição por plásticos pode ser considerada como um dos mais graves impactos ambientais da atualidade, afetando tanto os ambientes terrestres quanto os aquáticos (CARVALHO *et al.*, 2021). Estima-se que já foram produzidos mais de 9 bilhões de toneladas de plásticos; e, $\frac{2}{3}$ (dois terços) já foram descartados, enquanto $\frac{1}{3}$ (um terço) ainda continua sendo utilizado. Deste total, somente 10% aproximadamente foram reciclados, ou reutilizados para novas funções ou aplicações (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019).

Para Landim *et al.* (2016), a utilização de materiais plásticos sintéticos para embalagens tem vantagens e desvantagens. Como vantagens, os autores citam: baixo peso, baixo custo, elevada resistência mecânica e química, flexibilidade, possibilidade de aditivação e reciclabilidade. Já como desvantagens, indicam: não biodegradáveis; levam mais de 100 anos para serem completamente degradados pela natureza; sua produção, geralmente, emite gases poluentes ao meio ambiente e é dependente do petróleo, recurso natural do planeta não renovável.

Os plásticos sintéticos, bastante utilizados na indústria alimentícia, dificilmente, são substituídos, por causa do baixo custo de produção, associado à versatilidade e à resistência; mas, o impacto ambiental do uso desses materiais tem incitado o desenvolvimento de substitutos biodegradáveis, a partir de fontes naturais renováveis (SILVA *et al.*, 2020). Silva *et al.* (2020) enfatiza que inúmeras pesquisas têm sido realizadas no sentido de incrementar e/ou desenvolver materiais biodegradáveis, com características que permitam a utilização em substituição aos plásticos convencionais, oriundos de fontes petrolíferas.

A produção dos plásticos e seu consumo desenfreado e insustentável estão gerando resíduos mais rapidamente do que sua capacidade de serem tratados pela gestão de resíduos de cada país, causando preocupação global, diante do aumento da poluição e da impossibilidade de tratamento adequado em unidade regulamentada (CARVALHO *et al.*, 2021). No Brasil, segundo dados de 2019, do Plano de Incentivo à Cadeia do Plástico (PICPLAST, 2020), que consiste em iniciativa, criada em 2013, pela ABIPLAST, a indústria gera 28,4% dos resíduos plásticos provenientes de embalagens, como demonstra a Figura 9.

Figura 9 - Geração de resíduos plásticos no Brasil



Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base nos dados da PICPLAST, 2020.

Esse dado demonstra a necessidade de programas e ferramentas, voltadas para a redução, reuso e reciclagem desse material nas indústrias. Um dos impactos, causados pela geração de resíduos plásticos, é o aumento desse material nos aterros sanitários e em destinações inadequadas (SANTOS, 2018).

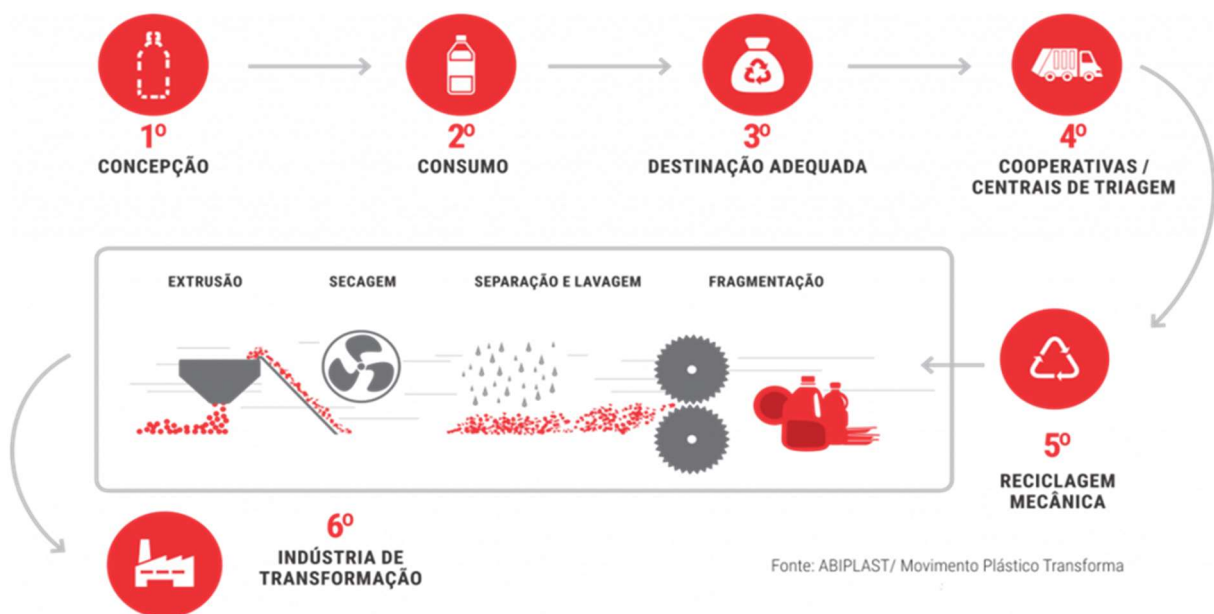
O plástico constitui-se em invenção, criada pelo homem, que gerou benefícios significativos para a sociedade; mas, infelizmente, a maneira com a qual indústrias e governos

lidam com o plástico e a maneira com a qual a sociedade o converteu em material descartável de uso único, transformou essa inovação em desastre ambiental mundial (WWF, 2019).

Devido à complexidade do material plástico sintético, surgiu a indústria de reciclagem do plástico, responsável pela aquisição dos resíduos para fabricação da matéria-prima reciclada. Essa indústria fabrica as novas matérias-primas, que entrará novamente no processo produtivo (SINDPLAST, 2021).

A reciclagem do plástico é uma maneira eficaz de fazer o aproveitamento do material tanto no ambiente produtivo, no qual se utiliza este material livre de contaminantes ou por meio do pós-consumo, visto que, após o descarte regular em classes de materiais adequados, segundo a ABNT, pode ser reaproveitado (EDUARDO, 2022). A Figura 10 mostra as etapas da Cadeia Produtiva do Plástico Reciclado, desde a concepção do material plástico até a transformação industrial; e, o retorno para a Indústria de Transformação, fechando o ciclo.

Figura 10 - Cadeia Produtiva do Ciclo de Reciclagem do Plástico



Fonte: ABIPLAST, 2022.

Muitos produtos feitos de materiais plásticos apresentam um código de identificação da resina, normalmente, um número de 1 a 7, dentro de um triângulo de três setas e sob o mesmo uma abreviatura, cujo objetivo é indicar o tipo particular de plástico do qual o produto é feito para facilitar o processo de separação desse material para a reciclagem (COLTRO *et al.*, 2008). No Brasil, esses códigos são regulamentados pela ABNT NBR 13230 – “Embalagens e

acondicionamentos plásticos recicláveis – identificação e simbologia”, que trata dos símbolos de identificação dos materiais plásticos, como mostra a Figura 11, a seguir.

Figura 11 - Simbologia de identificação de produtos e matérias-primas plásticas

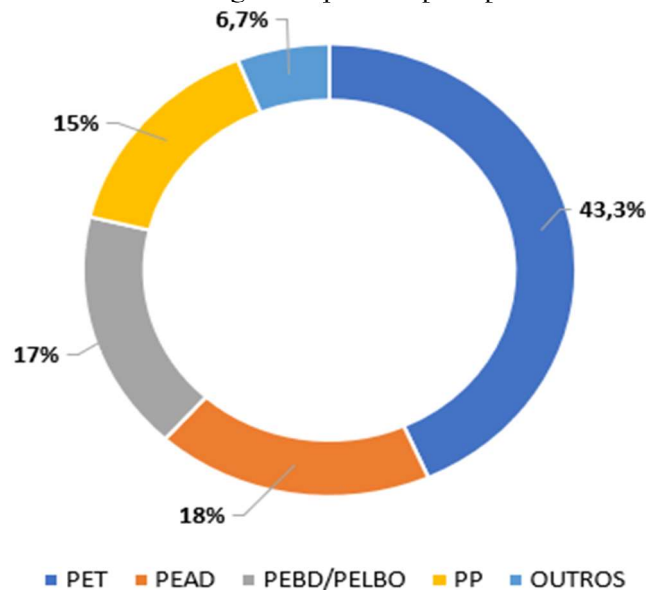


Fonte: Norma ABNT NBR 13230-2010.

O sistema de códigos, empregado nas embalagens plásticas, propicia um meio de identificação do tipo de resina das embalagens. Esses códigos impulsionam o controle de qualidade na linha de separação de materiais plásticos nos recicladores, assegurando que o plástico reciclado seja o mais homogêneo possível (ABNT NBR 13230/2008).

No Brasil, o tipo de plástico das embalagens mais reciclado é o Polietileno Tereftalato (PET), como mostra o gráfico 2. O polímero de PET constitui-se em um poliéster, que também é um dos plásticos mais reciclados em todo o mundo, devido a sua extensa gama de aplicações: fibras têxteis, tapetes, carpetes, não-tecidos, embalagens, filmes, fitas, cordas, compostos, etc. (ABIPET, 2019).

Gráfico 2 - Reciclagem de plástico por tipo de material



Fonte: BRASIL, 2022 com base na ABIPLAST, 2020.

O Brasil produz cerca de 11 milhões de toneladas de plástico por ano, o que o leva a ser o 4º maior produtor de resíduo plástico do mundo; contudo, apenas 1,28%, ou seja, 145 mil toneladas, de todo o plástico produzido no país é efetivamente reciclado (FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL BRASIL, 2020). Essa elevada quantidade de plástico gerada por ano, considerando os dados de 2019, pode ser considerada preocupante; pois, apesar deste material ser reciclável, o baixo percentual de plásticos reciclados pode estar relacionado à contaminação dos plásticos com matéria orgânica, areia ou óleo; e, à mistura de polímeros, que não são quimicamente compatíveis, prejudicando o processo de reciclagem. Os plásticos geram dano ambiental, enquanto agente poluidor, já que são de difícil decomposição (SANTANA *et al.*, 2022).

A maioria dos plásticos empregados nas embalagens de insumos para alimentos na indústria alimentícia é utilizada por menos de uma semana, mas a prolongada durabilidade desses materiais no meio ambiente gera crescimento dos resíduos poluentes, pois a grande maioria dos polímeros sintéticos são projetados para desempenho e durabilidade, mas não para degradabilidade e reciclabilidade, produzindo milhões de toneladas de plástico nos oceanos e aterros sanitários (CARVALHO *et al.*, 2021).

A PNRS, define a reciclagem como o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010). Alguns dos objetivos da PNRS são: incentivo à indústria da reciclagem, visando promover o uso de matérias-primas, derivadas de materiais recicláveis e reciclados; gestão integrada de resíduos sólidos; e

capacitação técnica continuada na área de gestão e reciclagem dos resíduos sólidos para os diversos agentes da cadeia de reciclagem (BRASIL, 2010).

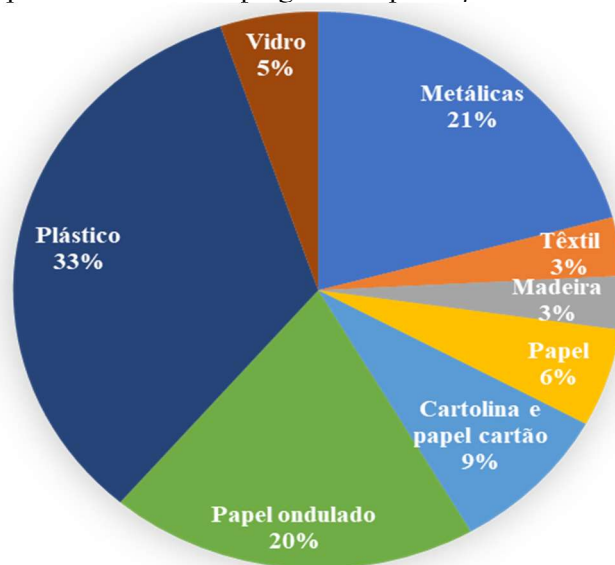
A embalagem constitui-se em item indispensável para a indústria de alimentos, pois a ela são atribuídas diversas funções, como proteção, conservação, informação e conveniência no uso do produto, sendo de fundamental importância para a viabilização dos produtos ao mercado (CARVALHO *et al.*, 2021).

Segundo Landim *et al.* (2016), a embalagem específica para a indústria de alimentos tem a função de assegurar a qualidade e a integridade do produto durante toda a cadeia produtiva, desde o empacotamento das matérias-primas até o momento do consumo final. Aspectos, como barreira à luz e umidade, conservação do aroma e proteção contra microrganismos, são importantes para garantir a qualidade do produto embalado.

A Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) apontou que o ramo alimentício é o que mais movimenta a economia brasileira, representando 10,6% do PIB. Isso quer dizer que a produção é alta para atender demandas internas e externas. No entanto, com a alta produção de alimentos, há também grande produção de resíduos de indústrias alimentícias, como por exemplo, as embalagens plásticas (ASIBEL, 2021).

Resíduo industrial é toda a sobra vinda da produção das indústrias, os resíduos de indústrias alimentícias podem ser embalagens plásticas, de celulose, de vidro, restos de alimentos, óleos e também produtos químicos. Em razão dos processos envolvidos, essas sobras não podem ser descartadas de qualquer forma, porque podem causar impactos ambientais graves. Sendo assim, é importante que sejam feitas: a destinação ambientalmente correta dos resíduos e a disposição final ambientalmente correta dos rejeitos (ASIBEL, 2021).

Gráfico 3 - Tipos de materiais empregados na produção de embalagem no Brasil

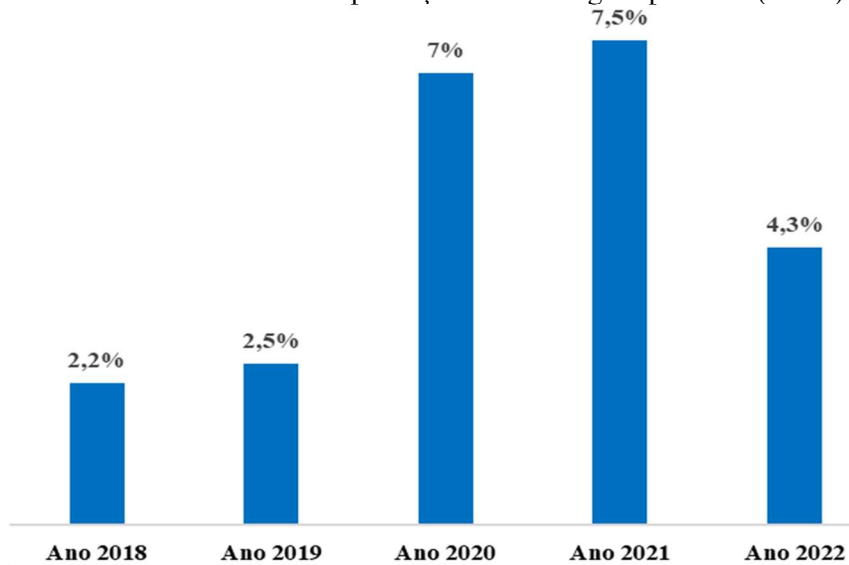


Fonte: ABRE, 2023.

Conforme ilustra o Gráfico 3, segundo levantamento realizado pela ABRE (2022), há predominância dos materiais plásticos na produção nacional de embalagens, correspondente a 33%, comparados aos demais tipos de materiais utilizados na produção de embalagens, a seguir. As embalagens metálicas correspondem a 21%, sendo o segundo tipo de material mais utilizado para embalagens; e, o terceiro maior percentual são das embalagens feitas de papel ondulado, com 20%. Das embalagens plásticas produzidas no Brasil, segundo a ABIPLAST (2022), mais de 21% são para a indústria alimentícia.

O aumento da produção de embalagens plásticas nos anos de 2019 a 2021 é dado que requer atenção, visto que a produção desse tipo de produto mais que duplicou em relação aos anos anteriores, conforme mostra o Gráfico 4. Observa-se que, no período da pandemia do COVID-19, ocorreu o aumento do consumo desse tipo de material, tendo em vista que os produtos de material plástico desempenharam papel significativo na proteção das pessoas (BENSON, 2021). Já, em 2022, verifica-se que, em quantidades produzidas, a indústria de embalagens plásticas apresentou retração; contudo, ainda é o dobro dos percentuais alcançados no período anterior à pandemia.

Gráfico 4 - Crescimento da produção de embalagens plásticas (em %)



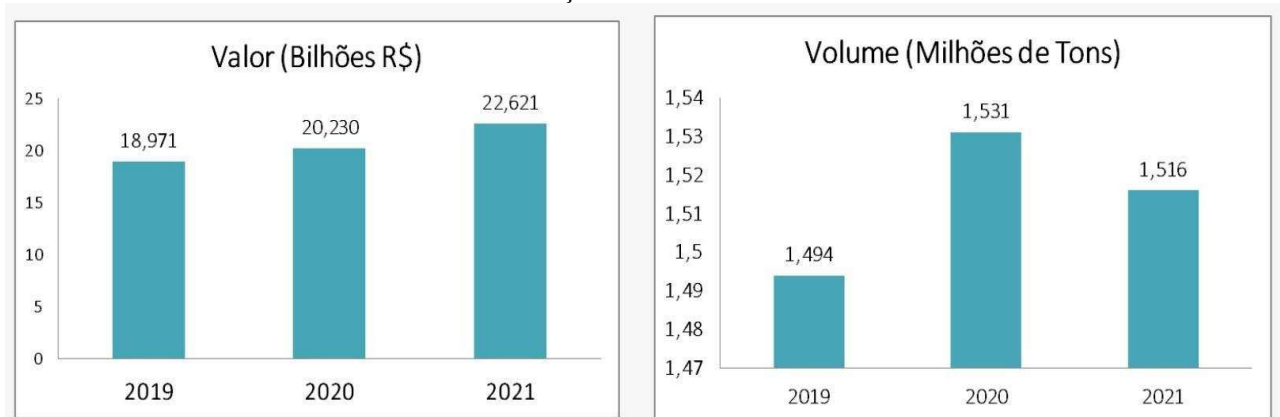
Fonte: Elaborado pela autora, com base na ABRE, 2023.

Analisando os dados expostos nos gráficos 3 e 4 observa-se que o consumo de embalagens plásticas cresceu significativamente nos últimos anos, que as embalagens compostas de materiais plásticos são as mais produzidas e utilizadas no Brasil e o segmento de maior consumo dessas embalagens é o setor alimentício. A produção de embalagens plásticas tem impactos econômicos, devido à quantidade produzida; e, impactos ambientais pela destinação inadequada, dificultando que esses resíduos sejam reciclados, além de, em geral, consumo de recursos não renováveis.

Entre os segmentos de alimentos existentes será focado nesta pesquisa as embalagens dos insumos da fabricação de biscoitos de trigo. Fábricas de Biscoitos são empreendimentos que produzem produtos obtidos pelo amassamento e cozimento de massa preparada com farinhas, amidos, féculas (fermentadas ou não) e outras substâncias alimentícias (CHAMOUN, 2017).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI), os biscoitos estão presentes em 97,7% dos lares brasileiros e ganharam popularidade, devido aos atributos de praticidade, saudabilidade e conveniência. O Brasil ocupa a posição de 4º maior vendedor mundial de biscoitos em toneladas, com registro de 1,51 (milhões de ton), comercializadas em 2021 (ABIMAPI, 2022), como ilustra o Gráfico 5.

Gráfico 5 - Produção de biscoitos no Brasil



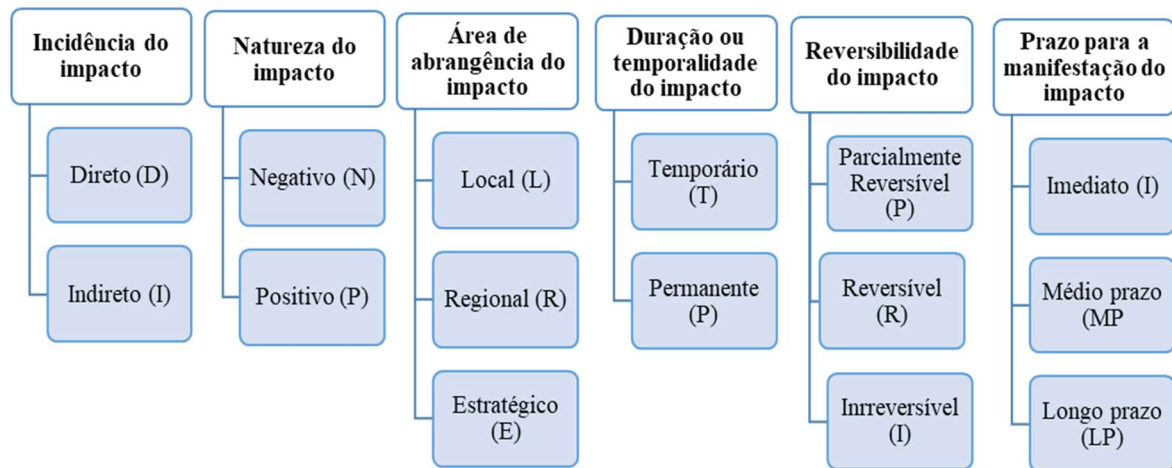
Fonte: ABIMAPI, 2022.

A indústria de biscoitos, em 2021, atingiu R\$ 22,6 bilhões de reais e 1,51 milhão de toneladas de produtos, aumento de 12% em faturamento e retração de 1% em volume de vendas na comparação com 2020, é um setor que está em crescimento. A indústria alimentícia de fabricação de biscoitos de trigo tem números expressivos de produção e consumo. Em 2020, cada brasileiro consumiu em média 6,3 kg de farinha de trigo, demonstrando o potencial de consumo desse segmento (ABIMAPI, 2021).

Compreender a importância das embalagens plásticas para a indústria alimentícia, conhecer os tipos de embalagens plásticas, as quantidades geradas pelo segmento de alimentos, as destinações e disposições finais dos resíduos plásticos, são fatores fundamentais para a identificação dos aspectos e impactos desses materiais para o meio ambiente. A ABNT NBR ISO 14004 define aspecto ambiental como elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização, que interage ou pode interagir com o meio ambiente; e, impacto ambiental, como a modificação no meio ambiente, tanto adversa quanto benéfica, total ou parcialmente, resultante dos aspectos ambientais de uma organização.

A Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986, conforme a Figura 12, classifica os impactos ambientais quanto à incidência do impacto, à natureza, área de abrangência, duração, reversibilidade e prazo de manifestação do impacto. Parâmetros, também adotados por Bueno e Tagliari (2021), em pesquisa sobre avaliação de aspectos e impactos ambientais e propostas de ações sustentáveis através da P+L em uma agroindústria.

Figura 12 - Classificação dos impactos ambientais



Fonte: Elaborado pela autora, com base na Resolução CONAMA 001/86 e em Bueno e Tagliari, 2021.

A avaliação dos aspectos e impactos ambientais deve ser realizada a partir de análises das atividades, produtos e serviços existentes nos setores, em função de suas entradas, como: recursos diversos, água, energia, matérias-primas, maquinários; como também de suas saídas, que são: produtos, subprodutos e resíduos variados (BUENO; TAGLIARI, 2021). As empresas devem buscar o equilíbrio entre os aspectos econômico, social e ambiental, adotando diferentes medidas para reduzir o impacto negativo das atividades produtivas sobre o meio ambiente, através de novas tecnologias limpas e processos gerenciais de produção sustentável (MENEZES *et al.*, 2020).

Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas para minimizar impactos ambientais, são objetivos da PNRS (BRASIL, 2010). Esses objetivos devem ser internalizados e seguidos pelas indústrias alimentícias como princípios norteadores para o uso das embalagens plásticas dos insumos utilizados nas operações dos processos produtivos de alimentos.

A preocupação com a sustentabilidade tem feito com que as organizações dos mais diversos setores busquem continuamente a melhoria ambiental dos processos e produtos e de sua gestão para se tornarem mais eficientes e atrativas financeira e ambientalmente (MACHADO *et al.*, 2021). Com o crescente aumento na demanda por alimentos, houveram consequências no setor industrial alimentício, que contribuíram para o incremento significativo no consumo de água, de energia, de matérias-primas e, conseqüente, poluição gerada dos processos industriais (BUENO; TAGLIARI, 2021).

As indústrias alimentícias de pequeno porte têm responsabilidades ambiental e social, devido à produção em escala e ao potencial poluidor de seus resíduos, como o das embalagens plásticas. É necessário buscar práticas que alinhem estratégias ecoeficientes para os processos produtivos. A adoção de práticas *Lean e Green* se apresenta como possibilidade de melhoria ambiental em diversos aspectos da indústria alimentícia, como o gerenciamento do uso de embalagens plásticas de insumos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se em pesquisa aplicada, de natureza tecnológica. Segundo Marconi e Lakatos (2021), a pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, isto é, que os resultados sejam aplicados, imediatamente, na solução de problemas que ocorrem na realidade. Baseado em Lakatos e Marconi (2021), a pesquisa também teve características analíticas e exploratórias, pois objetivou conhecer o objeto de estudo, tal como se apresenta no contexto da rotina operacional. Compondo a pesquisa exploratória deste estudo, para a caracterização das embalagens plásticas dos insumos, que são utilizadas no processo de fabricação da massa de biscoitos, foi realizada pesquisa de campo, por meio de estudo de caso, em indústria de pequeno porte na cidade de Arapiraca-AL.

A pesquisa de campo, para Marconi e Lakatos (2021), consiste na observação de fatos e fenômenos, tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes para analisá-los. Já o estudo de caso consiste na investigação empírica, que averigua o fenômeno contemporâneo (o “caso”) em profundidade e em seu contexto de mundo real (YIN, 2015). Nas visitas de campo, realizadas na indústria-caso, foi aplicada a técnica de observação não participante, onde o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas sem integrar-se a ela (MARCONI; LAKATOS, 2021).

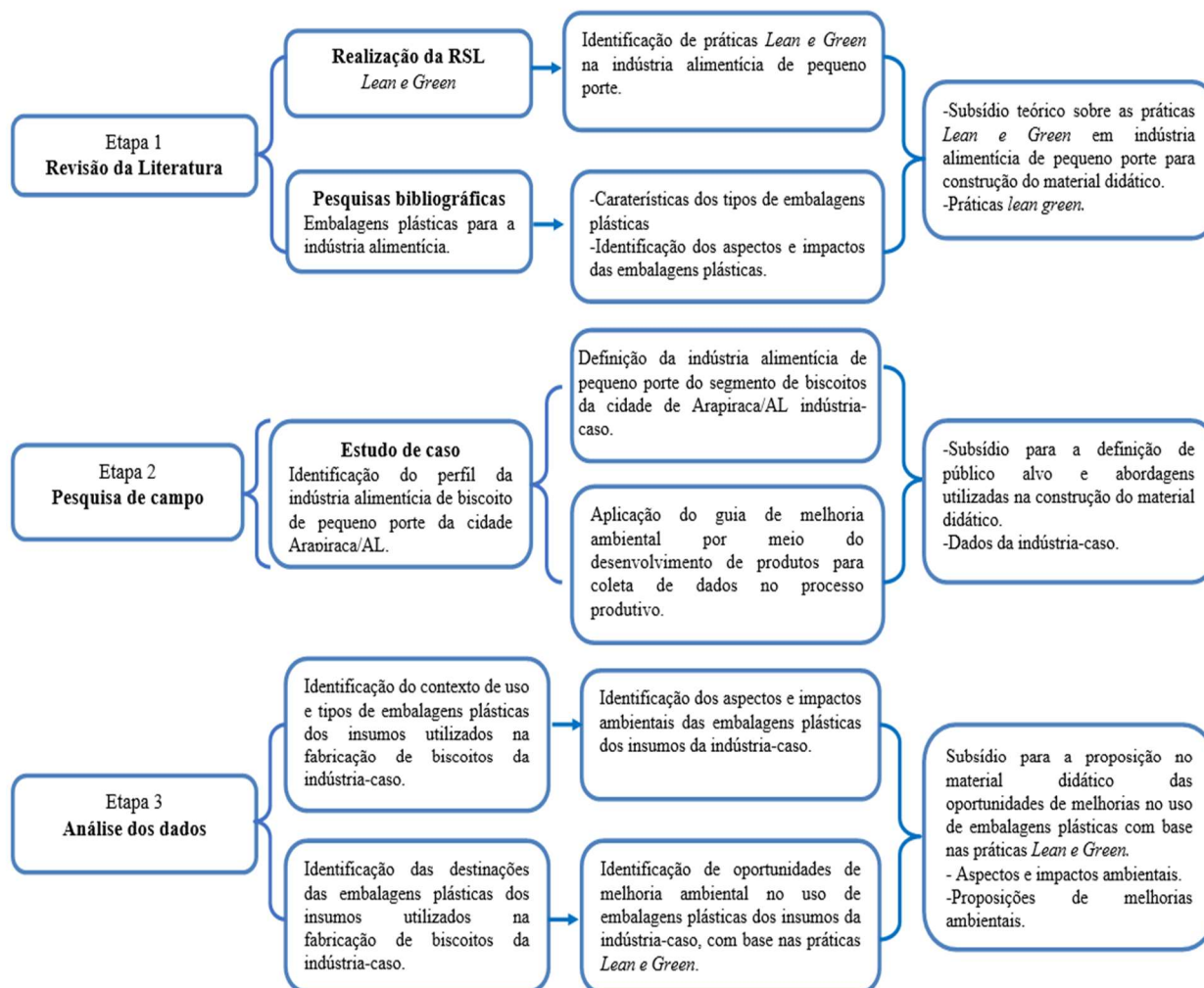
A pesquisa foi desenvolvida em 3 etapas, como mostra a Figura 13, a seguir.

Conforme apresenta a Figura 13, a etapa 1 consistiu na revisão da literatura, constituída pela RSL e pesquisas bibliográficas. A RSL foi realizada para identificar as práticas *Lean e Green* em indústria alimentícia de pequeno, serviu como aporte teórico norteador para identificar oportunidades de melhoria ambiental no uso de embalagens plásticas de insumos na indústria-caso. As pesquisas bibliográficas auxiliaram na compreensão da cadeia produtiva do plástico, dos tipos de embalagens plásticas e dos aspectos e impactos desse material para o meio ambiente.

Já a etapa 2, como indica a Figura 13, consistiu na identificação das indústrias alimentícias de pequeno porte do segmento de biscoitos da cidade de Arapiraca-AL, visando a definição da indústria-caso da pesquisa. Após a definição da indústria-caso, com base nos critérios de tempo de formalização e relevância da empresa para a região, foi utilizado, como instrumento de coleta de dados, a aplicação dos 5 primeiros passos do “Guia de melhoria

ambiental por meio do desenvolvimento de produtos” de Mcalooone e Bey ([s.d.]), para caracterização do contexto de uso dos tipos de embalagens plásticas dos insumos utilizados na massa de biscoitos pela indústria-caso e do perfil ambiental.

Figura 13 - Fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Por fim, como sintetiza a Figura 13, a etapa 3 refere-se à análise das informações coletadas, a partir da triangulação dos dados com o aporte teórico. Foi identificado os tipos de embalagens plásticas, as destinações desses materiais após o uso e as oportunidades de melhoria ambiental no uso das embalagens plásticas dos insumos, com base nas práticas *Lean e Green*. As 3 etapas da pesquisa contribuíram para a construção de manual técnico de Recomendações para Gestão Ambiental de embalagens plásticas de insumos intra-fábrica, aplicado à indústria de pequeno porte.

3.2 Etapa 1: Revisão da Literatura

A etapa 1, Revisão da Literatura, foi desenvolvida em 2 subetapas: RSL e pesquisas bibliográficas, como foi apresentado na Figura 13. A RSL foi realizada para identificar as práticas *Lean e Green* aplicadas à indústria alimentícia de pequeno; e, as pesquisas bibliográficas foram empregadas para levantar informações técnico-científicas sobre a cadeia produtiva do plástico, os tipos de embalagens plásticas e os aspectos e impactos ambientais desse material.

Para a RSL, inicialmente, foi elaborado o Protocolo de RSL, utilizando como base os itens recomendados pela *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols* - PRISMA-P (2015), visto que, para a revisão sistemática, faz-se necessária a elaboração de protocolos, que determinam as etapas e os padrões, além de permitirem que a RSL seja reproduzida (DONATO; DONATO, 2019).

A revisão sistemática de literatura (RSL) constitui-se na investigação com métodos sistemáticos, pré-definidos para identificar, metodicamente, uma amostra de documentos relevantes, publicados para aprofundar uma questão de investigação, avaliando a qualidade desses artigos, extraíndo os dados e sintetizando os resultados (CRISTIANE *et al.*, 2019).

Para a identificação dos materiais relevantes dessa pesquisa, foram aplicadas *strings* de buscas específicas com o objetivo da pesquisa em 3 bases de dados: Google Acadêmico, Elsevier e Periódicos CAPES. Foi aplicado o filtro temporal com o período 2016-2022, de modo a refinar os resultados com trabalhos recentes dos últimos 6 anos.

Também foram elaboradas questões de buscas específicas com base no objetivo da pesquisa; à medida que, não geraram resultados, considerando o recorte do segmento produtivo de estudo, as questões foram recriadas de forma mais abrangente; mas, de forma que se mantivessem o objetivo de pesquisa.

Os estudos resultantes da aplicação das *strings* nas bases de dados passaram por triagem, onde se descartou os que não estavam relacionados à estratégia de busca e que não apresentavam coerência com a pesquisa. A lista de trabalhos aceitos na etapa anterior foi submetida ao critério de qualidade, lidos de forma integral. O *software* Excel foi utilizado para extrair, sintetizar e registrar os dados dos estudos selecionados.

Os dados qualitativos da RSL para identificação das práticas *Lean e Green* na indústria alimentícia de pequeno porte foram extraídos da leitura completa de 30 artigos selecionados, após aplicação dos critérios de exclusão. Já os dados quantitativos das publicações extraídos, com apoio do *software* Excel, foram: identificar os anos de publicação dos trabalhos

selecionados, os termos utilizados nas palavras-chaves, os tipos de métodos aplicados nas pesquisas selecionadas e o quantitativo de arquivos por plataformas de busca.

O Protocolo de RSL completo que detalha as etapas utilizadas para a seleção, extração e síntese dos estudos e os resultados da aplicação do protocolo dessa pesquisa encontra-se no Apêndice B.

As pesquisas bibliográficas foram realizadas utilizando-se de diferentes recursos e estratégias para obter informações relevantes sobre o tema. Inicialmente, foram utilizadas bases de dados acadêmicas, como o Google Scholar e os periódicos da CAPES, que oferecem acesso a uma ampla gama de publicações científicas. Essas bases de dados foram pesquisadas utilizando termos-chave relacionados ao tema em questão, como "embalagens plásticas na indústria de alimentos", "aspecto e impactos das embalagens plásticas para o meio ambiente" e "embalagens plásticas de insumos".

Além disso, foram adotadas estratégias para buscar fontes adicionais e complementares que pudessem enriquecer o embasamento teórico. Para isso, foram consultados relatórios técnicos de organizações específicas da temática estudada, como a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (ABIPLAST), a Associação Brasileira de Embalagem (ABRE), a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET), a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) e a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (ABIMAPI).

As pesquisas nas bases de dados acadêmicas e as fontes complementares forneceram dados e informações relevantes sobre o contexto das embalagens plásticas na indústria de alimentos e seus aspectos e impactos para o meio ambiente. Essa abordagem permitiu uma análise mais abrangente e embasada, contribuindo para a compreensão aprofundada do tema em questão.

3.3 Etapa 2: Pesquisa de Campo - Estudo de caso

3.3.1. Levantamento das Indústrias de Biscoitos da Cidade de Arapiraca em Alagoas para seleção da indústria-caso

Considerada a capital da região do Agreste de Alagoas, a cidade de Arapiraca tornou-se conhecida como a “terra da prosperidade”, em virtude de seu desenvolvimento econômico e social, derivado da produção agroindustrial. Além da agricultura do tipo familiar, a cidade de Arapiraca apresenta indústrias de vários segmentos produtivos, destacando-se os segmentos

sociais das empresas; e, no site da Receita Federal, foram confirmados CNPJ, segmento industrial, tempo de formalização e porte das fábricas.

A indústria de biscoitos de Arapiraca-AL mostra-se caracterizada pela tradição com fábricas, com quase 30 anos no mercado. Foram identificadas 7 indústrias de biscoitos formalizadas, microempresas e empresas de pequeno porte e com produtos de marca própria no mercado local da cidade de Arapiraca-AL, conforme sintetiza o Quadro 11. A indústria G foi escolhida através do critério de tempo de formalização, por ser referência para as outras indústrias e por ter o maior tempo de formalização no segmento de biscoitos.

Quadro 11 - Indústrias de biscoitos de pequeno porte do município de Arapiraca-Alagoas

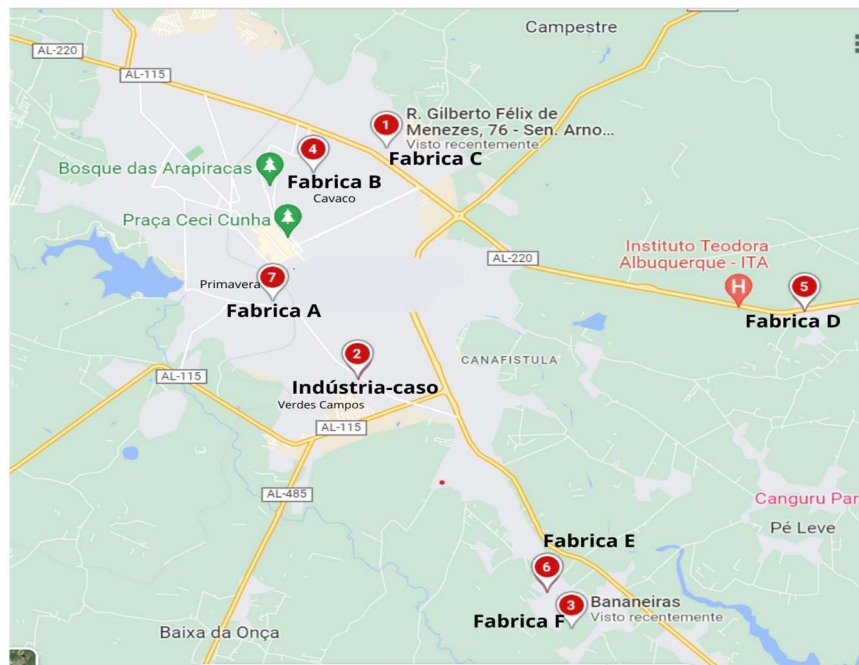
I D	Indústrias	Classificação Porte	Tempo de Mercado	Canais de Comunicação Empresa-Mercado	Quantidade de Colaboradores
1	Indústria A	ME	Criada em 2021, 3 anos de mercado formalizada	Possui instagram, é ativo, tem várias publicações.	Até 19 empregados
2	Indústria B	ME	Criada em 2019, 4 anos de mercado formalizada	Possui instagram, mas não é ativa, tem poucas publicações e postagens.	Até 19 empregados
3	Indústria C	ME	Criada em 2015, 8 anos de formalização no mercado	Possui instagram, mas não é ativa, tem poucas publicações e postagens.	Até 19 empregados
4	Indústria D	ME	Criada em 2013, 10 anos de mercado formalizada	Possui instagram, mas não é ativa, tem poucas publicações e postagens.	Até 19 empregados
5	Indústria E	EPP	Criada em 2004, 19 anos de formalização no mercado.	Possui instagram, tem poucas publicações e postagens.	De 20 a 99 empregados
6	Indústria F	ME	Criada em 2001, 22 anos de mercado formalizada.	Não possui redes sociais ativas	Até 19 empregados
7	Indústria G	EPP	Criada em 1995, 28 anos de formalizada no mercado.	Instagram Facebook ativos e movimentados, frequentemente.	De 20 a 99 empregados

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Além dos dados sintetizados no Quadro 11, identificou-se, ainda, que as indústrias de biscoitos de micro e pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL eram indústrias familiares, seguindo de pai para filho. A comercialização dos biscoitos produzidos era, principalmente, voltada para panificadoras da região, mercadinhos, conveniências e supermercados. Havia

também vendas a granel dos biscoitos, que eram comercializados por feirantes nas feiras livres da região. A Figura 15 mostra os bairros de localização das fábricas de biscoitos identificadas na pesquisa.

Figura 15 - Localização das fábricas de biscoitos de Arapiraca-AL



Fonte: Google Maps, 2023.

Observa-se que a maioria delas está situada próxima às principais vias da cidade para facilitar a distribuição dos produtos e o recebimento de matérias-primas dos fornecedores. As indústrias A e B são as mais próximas, já as indústrias C e D se localizam na saída da cidade. A indústria-caso, indústria G, como foi denominada neste estudo, localiza-se no Bairro Verdes Campos. Está neste endereço há apenas 10 anos. A fábrica antes era localizada próxima do centro da cidade, mas, por questões de espaço físico, foi adquirido terreno maior e realizada a construção da nova fábrica.

A indústria-caso foi escolhida por sua representatividade histórica e por seu posicionamento no mercado arapiraquense, considerando os 28 anos de formalização como indústria alimentícia do segmento de fabricação de biscoitos de trigo, configurando-se estudo de caso único. Para YIN (2015), o estudo de caso único é válido para verificar teorias e apropriado sob várias circunstâncias, como caso crítico, peculiar, comum, revelador e longitudinal. Os dados coletados foram importantes para identificar perfil de referência da indústria de biscoitos de micro e pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL: a indústria G; e, a partir dele, verificar como esse tipo de empreendimento se posiciona no mercado local quanto aos aspectos e impactos ambientais relativos às embalagens plásticas dos insumos.

3.3.2. Aplicação do Guia de Melhoria Ambiental por meio do Desenvolvimento de Produtos

Para a realização da pesquisa de campo e do estudo de caso, os instrumentos e procedimentos de coleta de dados foram: visita técnica, com observações diretas *in loco*; levantamento cadastral, por meio de registros fotográficos e aplicação dos 4 primeiros passos do “Guia de Melhoria ambiental por meio do desenvolvimento de produtos” da *Danmarks Tekniske Universitet* (MCALOONE; BEY, [s.d.]).

A observação direta não participante foi realizada durante o mapeamento das etapas do processo produtivo de fabricação dos biscoitos para identificar os procedimentos realizados e em quais etapas eram utilizadas as matérias-primas, contidas nas embalagens plásticas. Na observação não participante, o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas sem integrar-se a ela, faz o papel de espectador. A observação não participante deve ser consciente, dirigida e ordenada para fim determinado (LAKATOS; MARCONI, 2021).

Os registros fotográficos foram realizados para identificação das embalagens plásticas dos ingredientes básicos nas etapas do processo produtivo de fabricação de biscoitos, na visita à feira livre de Arapiraca-AL. A evidência observacional é, frequentemente, útil para fornecer informações adicionais sobre o tópico estudado (YIN, 2015).

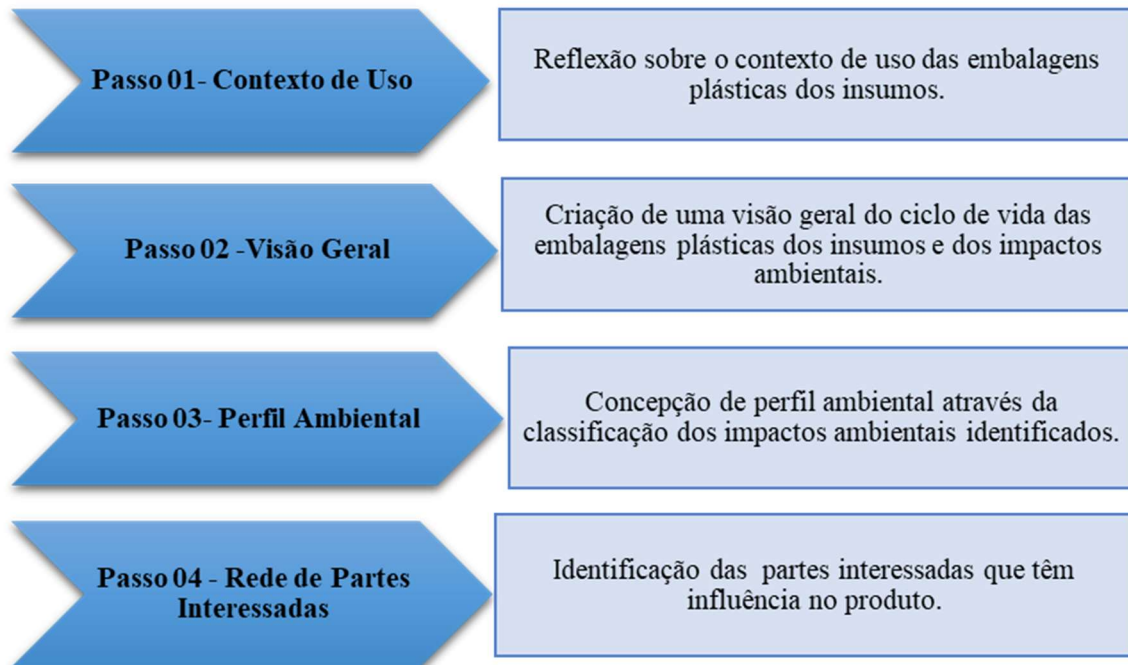
Nas visitas à fábrica, foram observados os setores de estoque e produção, além das operações e processos de fabricação dos biscoitos, sobretudo as operações em que os ingredientes básicos da massa eram empregados e para onde eram direcionados; na feira livre, foram observadas as bancas com sacos e baldes plásticos, provenientes dos insumos.

O guia de Mcaloone e Bey ([s.d.]) foi escolhido para nortear as observações diretas nas visitas à fábrica. Com base no referido guia de melhoria ambiental (MCALOONE; BEY, [s.d.]) e no uso desse método realizado por Menezes *et al.* (2020) para indústria alimentícia no segmento de fabricação de goiabadas em indústria de Arapiraca-AL, foram selecionados os passos a serem aplicados, adequando-se às perguntas-guias para os dados, que seriam observados e coletados para o segmento de fabricação de biscoitos da indústria-caso, visando a análise e a identificação de oportunidades de melhoria ambiental.

Para essa pesquisa, a utilização dos 4 primeiros passos do guia, como ilustra a Figura 15 a seguir, viabilizaram o levantamento dos dados de caracterização dos tipos de plásticos das embalagens plásticas de insumos utilizados no processo de fabricação da massa dos biscoitos durante as visitas à fábrica e para o levantamento das destinações (e/ou disposição) das

embalagens plásticas, considerando a geração de dados primários para a formação de mapeamento ambiental.

Figura 16 - Etapas de aplicação dos passos seleccionados do Guia de Melhoria ambiental



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Mcaloon e Bey, [s.d.] e Menezes *et al.*, 2020.

No passo 1, foi verificado o contexto de uso das embalagens plásticas dos insumos respondendo às seguintes perguntas: O que o produto faz? Como o produto é utilizado? Por quem? Por quanto tempo? Com que frequência? Onde no mundo?. A questão central foi identificar os aspectos e impactos ambientais, relacionados à funcionalidade das embalagens plásticas dos insumos no processo de fabricação da massa dos biscoitos (MCALOONE; BEY, [s.d.]).

No passo 2, foi criada imagem representativa da visão geral do ciclo de vida das embalagens plásticas dos insumos e dos impactos ambientais significativos nas etapas de produção, transporte, uso e adequação para destinação e disposição final, considerando o mapeamento intra-fábrica ou portão a portão (MCALOONE; BEY, [s.d.]).

Já, no passo 3, foi gerada a concepção de perfil ambiental do uso das embalagens plásticas, através da classificação dos impactos ambientais identificados e organizados nas categorias: materiais, energia, químicos e/ou outros. No passo 4, houve a identificação das partes interessadas, que tinham/têm influência no produto e que estão conectadas a conjunto particular de atividades. Conforme orienta o guia, a rede de partes interessadas é constituída por vários parceiros como: a empresa que realiza a fabricação, fornecedores dos insumos,

designers externos, intermediadores, autoridades, clientes, usuários, empresas de disposição final, e assim por diante (MCALOONE; BEY, [s.d.]).

3.4 Etapa 3: Análise dos dados

A análise dos dados extraídos da Revisão de Literatura sobre as práticas *Lean e Green* em estudos na indústria de alimentos de pequeno porte geraram informações sobre as oportunidades de melhoria, que poderiam ser aplicadas pela indústria-caso e por outras indústrias de pequeno porte para a estruturação de processo produtivo ecoeficiente.

O levantamento das práticas *Lean e Green* na indústria alimentícia de pequeno porte, forneceu subsídios para associação com: as práticas e procedimentos atuais adotados na indústria-caso com foco no *Lean e Green*; o nível de conhecimento sobre essas práticas e os possíveis resultados obtidos; e, assim, organizar a base de dados primários para a construção de material didático, destinado ao segmento das indústrias de biscoitos de micro e pequeno porte, intitulado “Práticas *Lean e Green* para melhoria dos aspectos e impactos ambientais no uso de embalagens plásticas de insumos da indústria de biscoitos de Arapiraca, Alagoas”.

Os dados e conceitos levantados e apresentados na pesquisa bibliográfica geraram informações relevantes sobre a indústria de produção de embalagens plásticas, que foram analisados para gerar conhecimentos sobre o processo produtivo das embalagens plásticas, os tipos de embalagens plásticas, o uso das embalagens plásticas pela indústria de alimentos e os impactos desses materiais plásticos para o meio ambiente.

Os dados levantados da revisão da literatura também foram analisados e discutidos para respaldar a importância da pesquisa sobre os impactos no uso de embalagens plásticas dos insumos pela indústria de alimentos e a importância do desenvolvimento de pesquisas que apresentam alternativas ambientais para o uso de embalagens plásticas.

A análise da indústria-caso trouxe mais *expertise* sobre o segmento de atuação no contexto local e sobre as dificuldades desse segmento em identificar e implantar soluções ambientais para o uso de embalagens plásticas dos insumos, utilizados no processo produtivo.

Com a aplicação das etapas iniciais do “Guia de Melhoria ambiental por meio do desenvolvimento de produtos”, foram analisados os tipos e as quantidades de embalagens plásticas derivadas dos insumos, utilizados no processo de fabricação da massa dos biscoitos de trigo. Foi descrito e analisado o contexto de uso das embalagens plásticas; e, identificados e analisados os aspectos e impactos ambientais dessas embalagens para o meio ambiente. Foram identificadas e analisadas as 2 rotas de destinação das embalagens plásticas dos insumos,

praticadas pela indústria-caso: 1) rota de destinação no aterro sanitário do Agreste; e, 2) rota de comercialização na feira livre (MCALOONE; BEY, [s.d.]).

Através da análise dos dados gerados na pesquisa das práticas *Lean e Green* na indústria de alimentos, dos impactos ambientais das embalagens plásticas e o levantamento de dados da realidade da indústria-caso, foi possível realizar o levantamento das oportunidades de melhorias ambientais no uso das embalagens plásticas para indústria-caso.

A análise dos dados da pesquisa também serviu de subsídio para a elaboração de produto técnico e tecnológico no formato de material didático, com os dados relevantes do uso de embalagens plásticas nos insumos pelo segmento de alimentos, passando pela síntese dos dados da indústria-caso; e, finalizando com as oportunidades de melhorias ambientais no uso de embalagens plásticas com as práticas *Lean e Green*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracterização da Indústria de Biscoito de Arapiraca-AL: indústria-caso

A indústria-caso foi escolhida, devido a tradição na região, sendo a fábrica de biscoitos de Arapiraca-AL com maior tempo de existência. Embora tenha 28 anos de formalização, a indústria-caso atua no mercado local há mais de 50 anos; pois, se constituía padaria familiar, que foi herdada de pai para filho, quando então foi formalizada, transformando-se em fábrica de biscoitos. A marca tem grande aceitação e tradicionalidade na cidade de Arapiraca-AL, estando localizada em avenida local movimentada, próximo ao centro da cidade.

Quanto à estrutura organizacional, a fábrica apresenta gestão familiar: o pai é responsável pelos processos da produção e a filha cuida dos processos administrativos. Hoje a marca é encontrada nas 5 maiores redes de supermercado de Arapiraca, totalizando 17 estabelecimentos, espalhados por toda a cidade e em mais de 70% dos mercadinhos e conveniências, segundo dados obtidos nas visitas técnicas. Há volumes de vendas dos biscoitos a granel para feirantes, que comercializam esses produtos a quilo na feira livre.

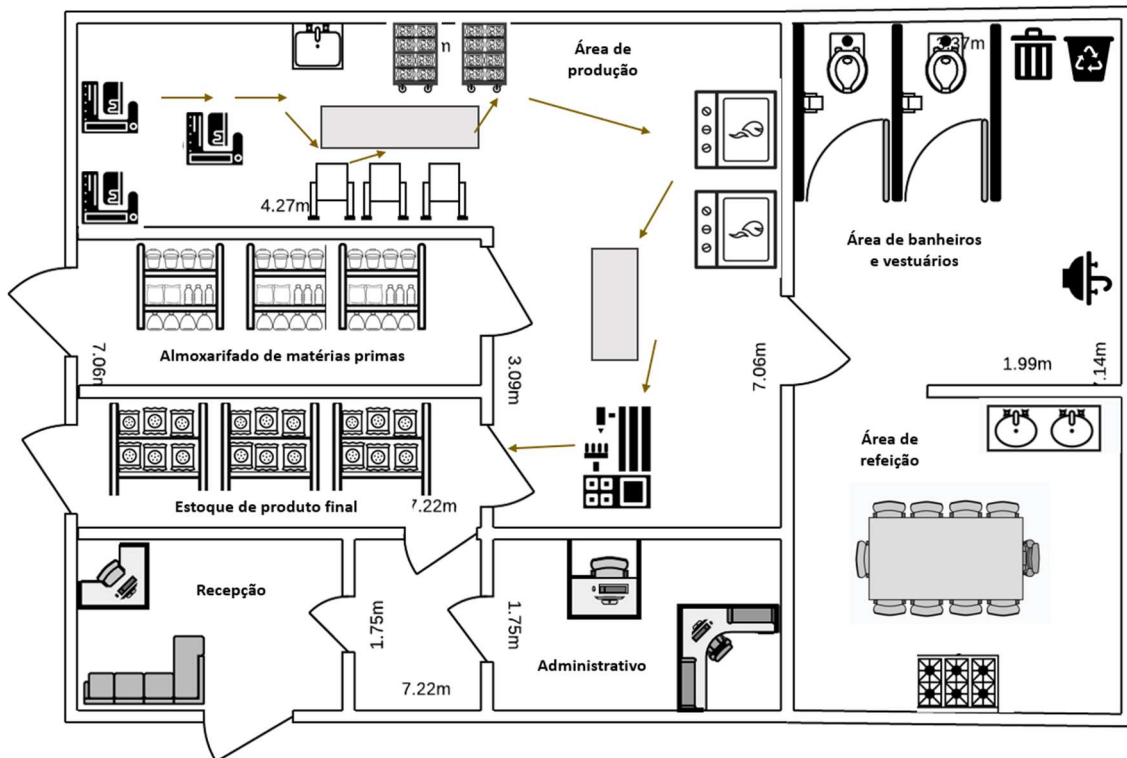
A indústria-caso trabalha com cartela de clientes fixos da região, comercializando grande parte da produção de biscoitos para a cidade de Arapiraca. Há pouca alteração na quantidade de biscoitos produzida. Possui 26 colaboradores registrados. Não há objetivos a curto prazo de expandir a marca, devido ao aumento de custos com transporte, materiais e colaboradores. Mesmo já tendo recebido proposta para expansão da marca para outras cidades da região, a indústria-caso ainda não aceitou pela necessidade de investimentos financeiros para ampliação da capacidade produtiva da fábrica e contratação de mão de obra. Há planos, a longo prazo, para expansão para o mercado da capital, Maceió-AL.

A Figura 16, a seguir, apresenta a organização da fábrica, destacando suas diferentes áreas funcionais. No início da fábrica, encontram-se a recepção e o setor administrativo, responsáveis pela gestão e coordenação das atividades. Logo, em seguida, encontra-se o estoque de produtos finais, onde são armazenados os biscoitos já produzidos, prontos para serem distribuídos. Além disso, há também o almoxarifado, que abriga todas as matérias-primas utilizadas no processo produtivo, bem como as embalagens dos produtos finais.

A área produtiva da fábrica possui formato em L, iniciando-se na área de preparação da massa, onde as matérias-primas são combinadas para criar a base dos biscoitos. Em seguida, a massa é direcionada para o cilindro, onde é laminada e segue para a mesa para ser moldada, de acordo com o formato de cada tipo de biscoito. Após essa operação, os biscoitos são

encaminhados ao forno para o processo de cozimento. Na sequência, os biscoitos passam pela pesagem, assegurando a conformidade com os padrões estabelecidos. Por fim, ocorre o empacotamento dos biscoitos, preparando-os para a distribuição e comercialização. As setas marrons, na Figura 17, mostram a direção das operações produtivas.

Figura 17 - Planta esquemática das áreas administrativa e de produção da indústria-caso



Fonte: Elaborada pela autora, 2023.

As compras dos insumos são realizadas diretamente com os fabricantes por meio de representantes comerciais. As matérias-primas são compradas em fornecedores da região de Recife-PE (349 km de distância de condução Recife-Arapiraca) e fornecedores locais. As embalagens plásticas vêm de fabricantes de São Paulo-SP (2,323 km de distância de condução São Paulo-Arapiraca). As compras ocorrem quinzenal ou mensalmente, e são realizadas pelo gestor-proprietário.

Trabalha apenas com a fabricação de biscoitos de trigo. Produz, de segunda a sábado, uma variedade de biscoitos industrializados de trigo, doces e salgados, dentre eles: tareco, sete capas, coquinho, água e sal, folhado doce, meia lua e canela. A produção mensal de biscoitos consome 600 sacos de farinha de trigo, o que equivale a 30.000 kg. As quantidades de consumo mensal dos demais insumos estão descritas no Quadro 12. A produção de biscoitos, conforme

observado nas visitas técnicas, mantém-se constante na quantidade produzida. No período da manhã, é realizada a produção dos produtos, ou seja, são produzidos e assados os biscoitos; enquanto que, no período da tarde, com os biscoitos frios, ocorre o processo de pesagem, embalagem e armazenamento dos biscoitos, fabricados no dia.

Quadro 12 - Consumo mensal de insumos na produção de biscoitos

Insumo	Consumo mensal
Farinha de trigo	30.000 kg
Açúcar	4.000 kg
Margarina	6.000 kg
Leite de coco	800 litros
Sal	120 kg
Bicarbonato de amônio	900 kg
Amido de milho	2000 kg
Óleo de soja	18 litros

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

As instalações da indústria-caso são próprias. A fábrica passou por reformas recentes para construção de refeitório para os colaboradores e retirada dos fornos antigos que eram movidos a lenha. A edificação da fábrica utiliza energia solar há 2 (dois) anos. O uso de energia limpa ocorre devido à redução de custos, principalmente pelo consumo de energia para os fornos, que precisam de 2 horas de pré-aquecimento para iniciar a operação de assar os biscoitos.

As fotos da Figura 18 ilustram algumas áreas da produção na indústria-caso. A foto da Figura 18(a) é a área de armazenagem de matérias-primas, que são acondicionadas em cima de paletes. A foto da Figura 18(b) mostra a área onde os insumos são pesados e adicionados à masseira. A foto da Figura 18(c) apresenta os cilindros, a mesa de modelagem e os fornos ao fundo. A fábrica tem algumas telhas translúcidas para iluminação, mas a maior parte da iluminação dos ambientes ocorre por iluminação artificial, com lâmpadas fluorescentes.

Figura 18- Espaços produtivos da indústria-caso



(a) Estoque de matérias-primas

(b) Área de pesagem

(c) Área de modelagem

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A fábrica adotou medidas para minimizar o desconforto causado pela alta temperatura dos fornos, utilizando cobogós em diversos pontos. Os cobogós são elementos construtivos compostos por tijolos vazados, que permitem a passagem do ar e favorecem a ventilação no ambiente. Essa estratégia contribui para amenizar o calor excessivo e proporcionar ambiente mais confortável para os colaboradores da indústria-caso.

Há alguns maquinários recém adquiridos e automatizados, como os fornos e a máquina de embalagem. Os maquinários são utilizados em apenas um turno de trabalho. Pela manhã, usa-se as masseiras, os cilindros e os fornos; e, à tarde, é usada a máquina de embalagens. Os biscoitos são produzidos e assados pela manhã, e como precisam esfriar são embalados na parte da tarde, os operadores da fábrica se dividem entre essas operações.

No final da produção, a embalagem dos biscoitos é um dos processos que demanda mais tempo (Figura 19). Os biscoitos são pesados, individualmente, de forma manual. Aqueles que são acomodados em berços especiais passam por uma máquina que realiza o processo de embalagem automática como demonstrado na foto da Figura 19(a), a seguir. Já os biscoitos que são embalados só na embalagem final são fechados manualmente utilizando máquina seladora.

Na foto da Figura 19(b), está o forno utilizado na produção. A empresa conta com 2 (dois) fornos automatizados, responsáveis por assar todos os biscoitos produzidos. Já na foto da Figura 19(c), apresenta-se uma das masseiras, utilizadas na preparação da massa. A indústria-caso possui 3 masseiras. A masseira é responsável por misturar os ingredientes e criar a massa, que dará origem aos biscoitos.

Figura 19 - Maquinários da indústria-caso



(a) Máquina de empacotamento



(b) Forno



(c) Masseira

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Não há mapeamento dos processos produtivos nem controle de desperdícios. Pentiado *et al.* (2018), em sua pesquisa, ressaltam a relevância do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta fundamental para identificação e eliminação de desperdícios presentes nos fluxos dos processos produtivos. Enquanto prática *Lean*, o MFV é empregado para detectar gargalos e atrasos nos processos de produção, oferecendo visão detalhada da produtividade global e expondo os desperdícios identificados pelo mapeamento.

Observou-se também que não há programa de reciclagem para todos os tipos de embalagem, nem houve treinamento para os colaboradores compreenderem a importância da gestão integrada dos resíduos gerados na produção. Ao final do dia, os colaboradores fazem a limpeza da área de produção e recolhem todas as embalagens e demais resíduos gerados para espaço específico, que fica no final da fábrica.

Os resíduos gerados no processo produtivo são embalagens plásticas e de papel das matérias-primas, que constituem os ingredientes básicos da massa dos biscoitos, além de cascas de ovos e aparas de biscoitos. A destinação e disposição ambientalmente adequadas dessas embalagens plásticas são fundamentais. Segundo Evode *et al.* (2022), o uso de plásticos traz impactos ambientais prejudiciais relacionados à produção e a métodos inadequados de tratamento de resíduos.

Abreu *et al.* (2017) reforçam que os desperdícios de produção constituem fatores que comprometem, significativamente, o desempenho ambiental; e, a redução desses desperdícios coloca a empresa no caminho da ecoeficiência, mas, na maioria das vezes, a gestão desconhece

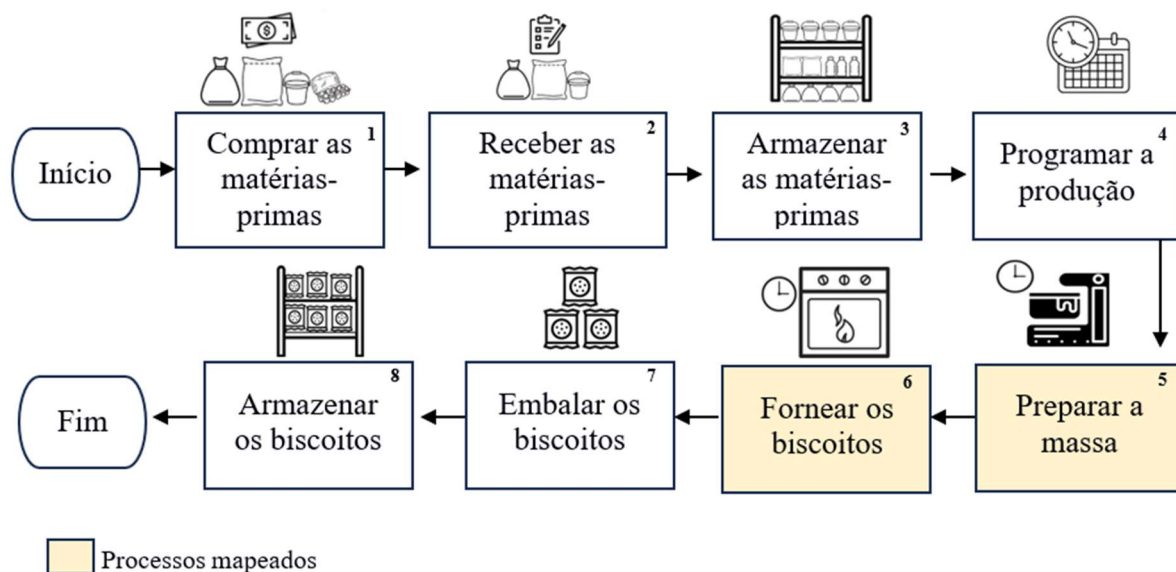
isso. Observou-se que há falta de informações sobre as práticas *Lean* e *Green* e como elas podem ser aplicadas pela indústria-caso, assim como dos benefícios ambientais e econômicos, que podem proporcionar para a empresa e para o meio ambiente.

4.2. Perfil ambiental das embalagens plásticas pós-uso dos insumos na produção da massa de biscoitos da indústria-caso e oportunidades de melhoria ambiental com base nas práticas *Lean* e *Green*

Para realizar o mapeamento das embalagens plásticas dos insumos, que são geradas após o uso das matérias-primas nas operações e processos de fabricação dos biscoitos de trigo, inicialmente, foram identificados os principais processos de produção da indústria-caso.

Conforme representado na Figura 20, o processo produtivo da indústria-caso inicia com a compra quinzenal das matérias-primas (1). Em seguida, há o recebimento dos insumos (2) e o armazenamento no almoxarifado (3). É realizada a programação da produção semanal, baseada nas quantidades em estoque e na programação das vendas (4). A partir da programação, os colaboradores preparam a massa (5), assam os biscoitos (6), embalam (7) e encaminham os produtos para o armazenamento (8). A fábrica produz média de 2.500 kg de biscoitos por dia, os biscoitos são embalados em porções de 220g, 250g, 300g, 350g e 370 g. seguem o cronograma semanal de produção programado. Os colaboradores, que produzem a massa pela manhã, são os mesmos que empacotam os biscoitos prontos no período da tarde.

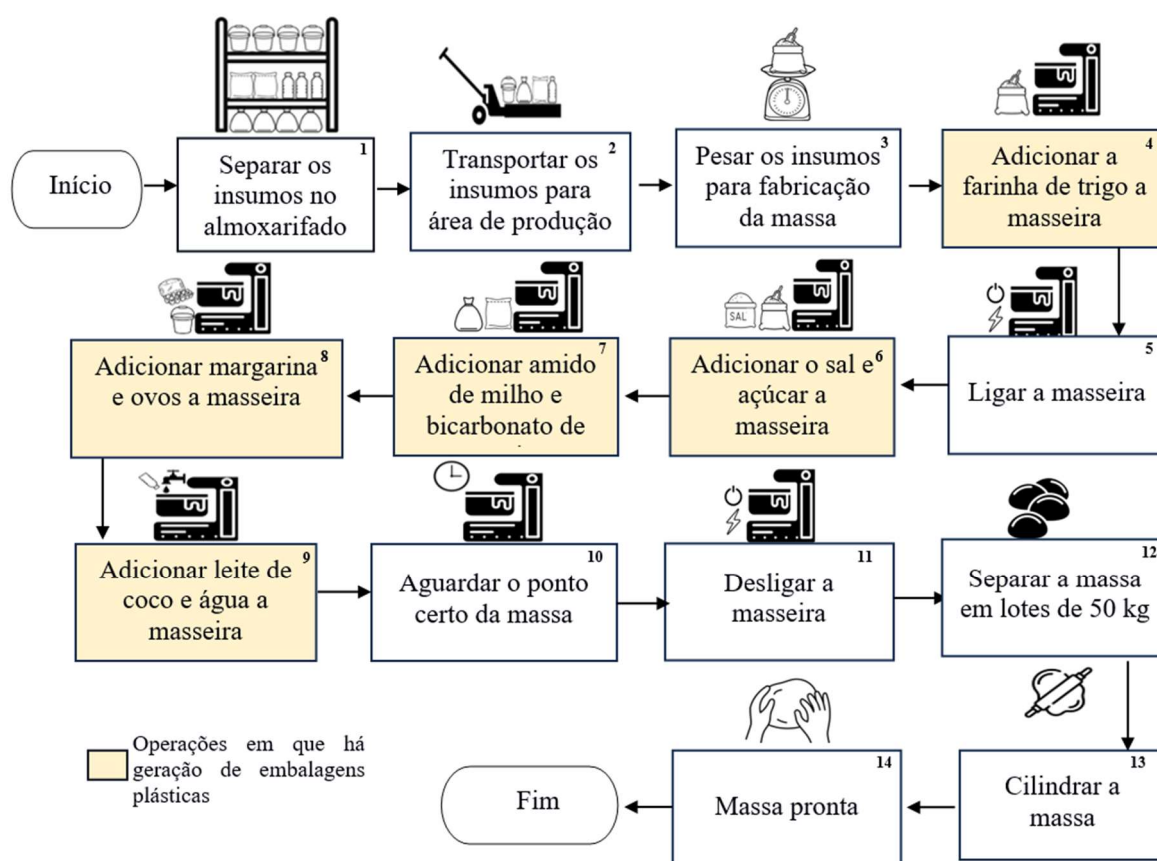
Figura 20 - Processo produtivo para fabricação de biscoitos da indústria-caso



A Figura 20 apresenta a sequência do processo produtivo para fabricação dos biscoitos de trigo e destaca, na cor amarelo claro, os 2 dois processos, em que foram identificados o uso de embalagens plásticas: processo de preparação da massa (5) e processo de forneamento dos biscoitos (6). Durante as visitas técnicas à indústria-caso, observou-se que as operações que mais geram resíduos plásticos das embalagens, eram as da mistura dos ingredientes para a preparação da massa dos biscoitos, isto é, o processo de preparação da massa (5).

Foi, então, realizado o acompanhamento das operações de preparo das massas, como está descrito na Figura 21. São processados 30 sacos de 50 kg de farinha de trigo por dia na fábrica; são 12 bateladas, 4 por masseira, cada batelada dura em média 60 minutos. Os colaboradores se dividem entre a separação dos insumos no estoque, pesagem e adição dos insumos na máquina e cilindragem da massa depois de pronta.

Figura 21- Fluxograma das operações do processo de preparação da massa dos biscoitos



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Como mostra a Figura 21, o processo de preparação da massa de biscoitos inicia com a separação dos insumos no almoxarifado e o transporte desses insumos para a área de produção (1 e 2). Os insumos secos são adicionados primeiro, começando pelo ingrediente-base: a farinha

de trigo (4); em seguida, a masseira é ligada (5). Com a masseira em funcionamento, são pesados e adicionados os demais insumos secos: sal, açúcar, amido de milho e bicarbonato de amônio (6 e 7). Na sequência, são adicionados os insumos molhados: margarina e ovos; depois, leite e água (8 e 9). A água é inserida aos poucos, conforme a masseira vai girando. Com todos os ingredientes na masseira, aguarda-se a mistura atingir o ponto certo da massa (10). Desliga-se a masseira (11) e se separa a massa em lotes de 50 kg (12). Cada lote de 50 kg de massa é cilindrado (13), essa operação é para uniformizar e compactar a massa. Após essa operação, a massa está pronta (14).

Como equipamentos, são utilizados 1 (um) carrinho de mão para movimentar os insumos do almoxarifado para a produção, 1 (uma) balança para pesar os insumos e 1 (um) carrinho específico para carregar a massa pronta para o cilindro e depois para a mesa de modelagem, como pode ser observado na Figura 21. Também são utilizadas 3 (três) masseiras com capacidade de processar 420 kg de massa no total; sendo que 2 (duas) masseiras são automáticas e foram adquiridas há 3 anos. Possuem sistema de controle de produção de velocidade, controle automático de tempo de batelada e adição da quantidade de água. A outra masseira é antiga e tem capacidade menor de processamento, para apenas 100 kg, funcionando com uma única velocidade de produção; logo, precisa ter o tempo da massa marcado manualmente.

Os colaboradores seguem a mesma receita para a produção de biscoitos, que foi elaborada há mais de 30 anos. A base de insumos da massa é a mesma para os 10 tipos de produtos fabricados pela indústria-caso, mudando as quantidades utilizadas, se os biscoitos forem doces ou salgados. Há amanteigado doce e salgado, folhado doce ou salgado (mais conhecido como sete capas) meia lua de coco, tareco, mimosa, suíça amanteigados e água e sal. Nos biscoitos doces são adicionados maior quantidade de açúcar, enquanto que nos biscoitos amanteigados é adicionado maior quantidade de margarina e ovos. Para os biscoitos folhados, é adicionada maior quantidade de amido de milho na massa (cf. op. 7 da Fig. 21) e na operação do cilindro (cf. op. 13 da Fig. 21).

O Quadro 13, a seguir, apresenta o diagrama de bloco, elaborado conforme modelo de Kiperstok *et al.* (2002), e sintetiza os dados obtidos a partir do contexto de uso dos insumos no processo produtivo (MCALOONE; BEY, [s.d.]), com vistas a localizar as fontes geradoras de resíduos nas operações do processo de preparação da massa dos biscoitos.

Como indicam as entradas e saídas das operações no Quadro 13, as matérias-primas utilizadas na mistura que forma a massa dos biscoitos, vem, em sua maioria, acondicionadas e/ou protegidas por embalagens plásticas (sacos, baldes e garrafas); que, ao serem esvaziadas,

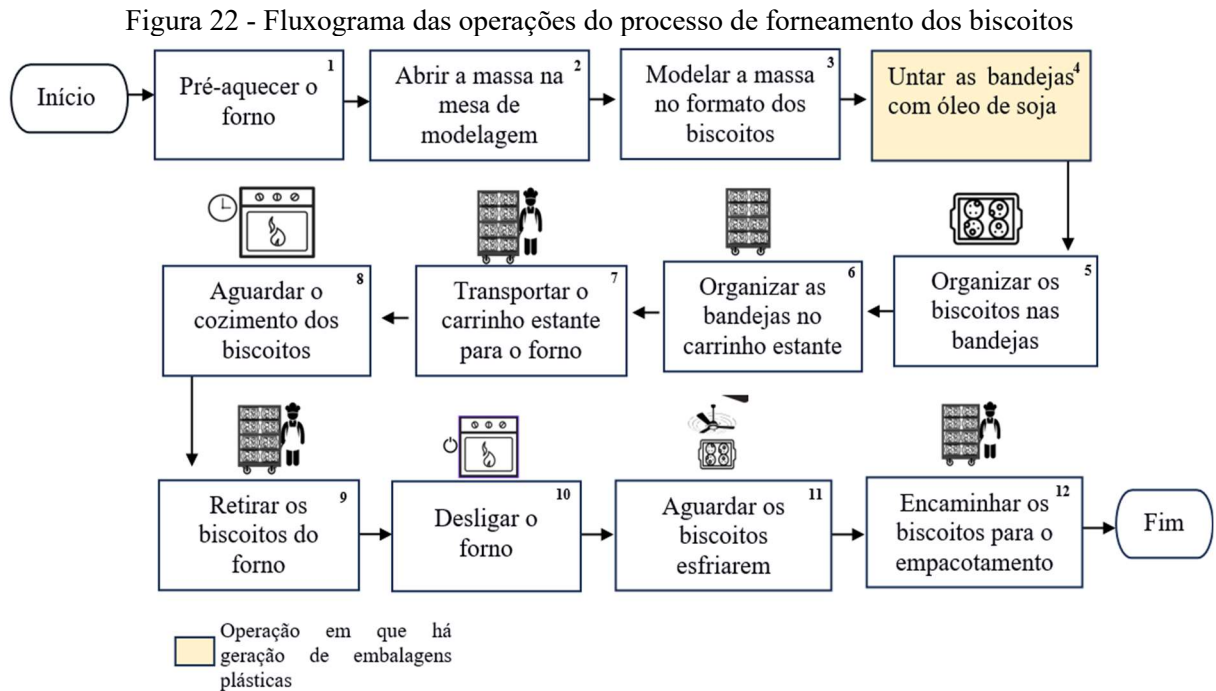
são coletadas e armazenadas para destinação posterior. Observa-se, no Quadro 13, que todas as operações têm entrada de energia elétrica de fonte renovável. O consumo de energia é, principalmente, da iluminação dos espaços produtivos e do uso de maquinários. Há também consumo de água nas operações, que provém da Companhia de Saneamento de Alagoas.

Quadro 13 - Diagrama de bloco do processo de preparação da massa dos biscoitos

Entradas	Operações	Saídas
Energia elétrica de fonte renovável	1. Separação dos insumos no almoxarifado	Consumo de energia limpa (iluminação)
Energia elétrica de fonte renovável	2. Transporte	Consumo de energia limpa
Energia elétrica de fonte renovável	3. Acionamento da masseira	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário)
Energia elétrica de fonte renovável Saco de farinha de 50 kg	4. Adição da farinha na masseira	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário) Saco de plástico PP
Energia elétrica de fonte renovável Saco de açúcar de 50 kg Sacos de sal de 1 kg	5. Adição do sal e açúcar a masseira	Consumos de energia limpa (iluminação e maquinário) Sacos de plástico PP Sacos plásticos PEBD
Energia elétrica de fonte renovável Sacos de amido de milho de 25 kg Sacos de bicarbonato de amônio de 25 kg	7. Adição do amido de milho e bicarbonato de amônio a masseira	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário) Sacos plásticos PEBD
Energia elétrica de fonte renovável Bandejas de ovos com 30 uni. Balde de margarina de 15 kg	8. Adição da margarina e ovos a masseira	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário) Embalagem de papel dos ovos cascas de ovos balde plástico PP
Energia elétrica de fonte renovável Garrafas de leite de coco de 500 ml Água	9. Adição do leite de coco e água a masseira	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário) Consumo de água Garrafas plásticas PET
Energia elétrica de fonte renovável	10. Espera do ponto certo da massa	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário)
Energia elétrica de fonte renovável	11. Desligamento da masseira	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário)
Energia elétrica de fonte renovável	12. Separação da massa em lotes de 50 kg	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário)
Energia elétrica de fonte renovável	13. Cilindragem da massa	Consumo de energia limpa (iluminação e maquinário)

Fonte: Elaborado pela autora, 2023, com base em Kiperstok *et al.*, 2002.

O outro processo, em que foi identificado o uso de matérias-primas em embalagens plásticas, foi o processo de forneamento dos biscoitos, ou seja, o processo de modelagem dos biscoitos e organização das bandejas para o forneamento, cujas operações estão descritas na Figura 22.



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Conforme ilustra a Figura 22, após a preparação da massa, o forno é pré-aquecido (1). A massa é levada para a mesa de modelagem para ser aberta (2); e, na sequência, serem cortados e modelados os biscoitos (3). Os colaboradores utilizam cortador manual com 5 lâminas, desenvolvido pela indústria-caso, visando manter a padronização do corte e tamanho dos biscoitos. Em seguida, as bandejas são untadas com camadas de óleo de soja, utilizando pincel (4). Os biscoitos são organizados em bandejas, respeitando-se o espaçamento entre eles para evitar que grudem uns nos outros (5). Essas bandejas são, então, colocadas em carrinhos estantes específicos, feitos de material inoxidável e com capacidade para 56 bandejas (6). Os carrinhos são levados ao forno por um colaborador, onde os biscoitos serão assados (7). Os biscoitos assam pelo período de 30 minutos (8). O forno é programado. Quando os biscoitos estão prontos, emite sinal sonoro para alertar o colaborador de que a operação de assamento foi concluída, para a retirada (9). Em seguida, o colaborador desliga o forno (10) e retira os biscoitos para área onde vão esfriar (11). Para acelerar o processo de resfriamento, é utilizado

um ventilador. Uma vez que os biscoitos estejam devidamente resfriados, eles são transportados para o setor de empacotamento (12).

O óleo empregado é acondicionado em garrafa de plástico do tipo PET. Realiza-se esse procedimento para facilitar a retirada dos biscoitos após o cozimento. O uso do óleo evita tanto que os biscoitos grudem no fundo da bandeja, quanto que se quebrem, quando forem retirados das bandejas. A indústria-caso já experimentou utilizar papel manteiga nessa operação para não usar óleo de soja, porém o custo financeiro não foi viável. O papel manteiga apresentou custos maiores que o óleo de soja.

A Figura 23 apresenta as matérias-primas que são compradas em embalagens plásticas. Foi identificado que, entre os ingredientes da fabricação de biscoitos, apenas os ovos que são comprados em embalagem de papelão e a água de reservatório próprio, abastecido com água da companhia de abastecimento da cidade, não utilizam embalagens plásticas.

Todos os demais insumos necessários para a produção dos biscoitos, são acondicionados em algum tipo de embalagem plástica: sacos, garrafas e/ou baldes. Essa informação reforça o que foi apresentado na pesquisa de Evode *et al.* (2022), de que a embalagem constitui-se em uma das aplicações mais importantes e frequentes dos materiais plásticos, e que cerca de 40% dos materiais plásticos em todo o mundo são usados para estocar e embalar produtos acabados de diferentes fábricas.

Figura 23 - Insumos que são acondicionados em embalagens plásticas















Fonte: Elaborado pela autora, 2023.









A identificação dos ingredientes aconteceu pela análise da composição do produto, descrita na embalagem; depois, confirmada pela observação *in loco* no acompanhamento das operações do processo produtivo dos biscoitos. O Quadro 14 detalha os tipos de plásticos

utilizados nas embalagens, de acordo com a classificação da norma ABNT NBR 13230 – Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – identificação e simbologia (ABNT, 2008). Também apresenta a média da quantidade de embalagens plásticas, geradas mensalmente, no processo de fabricação dos biscoitos e a destinação de cada uma após o consumo dos insumos no processo produtivo da massa.

O levantamento identificou 5 tipos de plásticos diferentes, utilizados para acondicionar os insumos; e todos podem ser reciclados, segundo a classificação da ABNT NBR 13230 (ABNT, 2008). A indústria-caso possui 2 (duas) rotas de destinação desses materiais plásticos: o aterro sanitário do Agreste e a comercialização em feiras livres. Embora as embalagens plásticas tenham potencial de reciclabilidade, apenas pequena quantidade (14%) é reciclada em todo o mundo devido aos vários desafios enfrentados, como estrutura do material plástico; falta de avanços tecnológicos; e problemas de recuperação, coleta e classificação desses materiais na indústria (FARRUKH *et al.*, 2022).

Quadro 14 - Caracterização das embalagens plásticas dos insumos utilizados na indústria-caso

Embalagem plástica	Insumos	Tipos de plástico	Consumo mensal	Consumo anual	Destinação
	Baldes de margarina de 15 kg	  	400 unid. balde 400 unid. tampa 400 unid. alça	4.800 unid. balde 4.800 unid. tampa 4800 unid. alça	Comercialização
	Garrafas de leite de coco de 500 ml	  	1.600 unid. garrafas 1.600 unid. rótulo 1.600 unid. tampas	19.200 unid. garrafas 19.200 unid. rótulo 19.200 unid. tampas	Aterro
	Sacos de farinha de trigo de 50 kg		600 unid.	7.200 unid.	Comercialização
	Sacos de açúcar de 50 kg		80 unid.	960 unid.	Comercialização

	Sacos de sal com 30 embalagens de 1 kg cada		120 unid.	1.440 unid.	Aterro
	Sacos de amido de milho de 25 kg		80 unid.	960 unid.	Aterro
	Garrafas de óleo de soja de 900 ml		20 unid. garrafa 20 unid. tampa 20 unid. rótulo	240 unid. garrafa 240 unid. tampa 240 unid. rótulo	Aterro
	Sacos de bicarbonato de amônio de 30 kg		30 unid.	360 unid.	Aterro

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Analisando o Quadro 14, é possível verificar que, das 7 categorias de embalagens plásticas recicláveis, segundo a ABNT NBR 13230 (ABNT, 2008), não foram identificadas embalagens de PoliCloroeto vinílico - PVC (categoria 3) e nem de Poliestireno - PS (categoria 6). Observa-se que a maior quantidade das embalagens plásticas é do tipo Polietileno Tereftalato (PET) com 19.440 unidades dos insumos de leite de coco e óleo de soja, gerados anualmente. Em seguida, são os plásticos do tipo Polipropileno (PP), com 8.160 unidades dos insumos de farinha de trigo e açúcar; e, o tipo Polietileno de Alta Densidade (PEAD) é o terceiro tipo de material plástico com 4.800 unidades geradas no uso da margarina.

Observa-se, ainda, no Quadro 14, que a matéria-prima mais utilizada na fabricação dos biscoitos é a farinha de trigo, com 30.000 kg, média de 600 sacos mensais de 50 kg cada. Esses sacos são comercializados, após a retirada da farinha de trigo. A indústria-caso recebeu proposta de fornecedor para substituir a farinha de trigo em saco plástico por marca, que utiliza embalagens de papel *Kraft*; porém, a gestão não aceitou a troca pela dificuldade de comercializar os sacos de papel, já que o saco de plástico tem maior aceitação no mercado.

Os quadros 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21, a seguir, apresentam a situação atual adotada pela empresa na destinação das embalagens plásticas dos insumos e traz possibilidades de melhorias ambientais identificadas na pesquisa com foco nas práticas *Lean e Green* que podem ser aplicadas pela indústria-caso. Os quadros trazem análise do ponto de vista ambiental,

financeiro e sanitário, apresentando o escalonamento anual da quantidade de embalagens por tipo de insumo.

As práticas *Lean e Green*, apresentadas nos quadros, visam direcionar a indústria-caso para o alcance do ODS 9, que busca promover a industrialização inclusiva e sustentável, com foco na meta 9.4, que se propõe a modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis com adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos; e, do ODS 12, que visa promover o consumo e a produção responsáveis; com foco nas metas 12.5, que tem o desafio de reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso e, 12.6, incentivar as empresas a adotar práticas sustentáveis (IBGE, 2021).

Dentre as práticas *Lean e Green* selecionadas, a prática de reduzir, reutilizar e reciclar (3R), constitui-se em prática básica e norteadora para a indústria-caso (re)pensar o uso das embalagens com materiais plásticos. Com base em Evode *et al.* (2022), são vários os benefícios da reciclagem e/ou reutilização. Dentre eles, destaca-se que podem reduzir a poluição em todo o ecossistema e auxiliar na conservação natural, além de que requer menos energia; e podem otimizar espaços nos aterros sanitários, visto que estes se esgotam rapidamente, bem como diminuir a demanda por consumo de combustível fóssil.

Nesse contexto, o Quadro 15 apresenta possibilidades de melhoria ambiental para os sacos do insumo de farinha de trigo, que é fabricado com plástico tipo PP.

Quadro 15 - Análise da substituição do tipo de material da embalagem do insumo Farinha de Trigo

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Saco de embalagem plástica <i>Contexto atual</i>	Mais de 100 anos para decomposição	50 kg = R\$ 240,00	Comercializado	Média de 7.200 unidades ao ano	
Saco de embalagem de papel <i>kraft</i> <i>Oportunidade de melhoria ambiental - modificação do tipo de embalagem</i>	Material biodegradável ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	25 kg = R\$ 120,00	Aterro Reutilização em outros tipos de produtos Envio para a reciclagem	Média de 14.400 unidades ao ano	- Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) - Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais - Treinamento ambiental

					- Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*
--	--	--	--	--	-------------------------------------

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Do ponto de vista ambiental, os sacos de farinha de trigo de papel *Kraft* apresentam maior degradabilidade e proporcionam a redução dos tipos de materiais plásticos que circulam na indústria-caso. No entanto, no cenário atual, esse tipo de material seria destinado para o aterro da região do Agreste por falta de alternativas locais para sua reutilização.

Já, quanto aos aspectos financeiros, estes não seriam impactados, pois os dois tipos de embalagens possuem preços iguais por kg. As pesquisas relacionadas ao preço foram realizadas em atacado de trigo em Arapiraca-AL. Foi constatado que os valores do saco de papel e de plástico não variam; só mudam as quantidades. Os comerciantes arapiraquenses têm preferência pela compra de sacos de farinha de trigo de plástico tipo PP, porque a comercialização desse produto, após a retirada da farinha de trigo, tornou-se prática comum. Só compram os sacos de papel *Kraft*, se houver redução dos valores (promoção/liquidação) ou falta da farinha de trigo em sacos plásticos.

A pesquisa, realizada por Mariano *et al.* (2017), destaca a importância do treinamento ambiental como fator determinante na adoção das práticas de melhoria ambiental por parte das empresas. Os resultados da pesquisa indicam que essa variável exerce influência positiva no desempenho ambiental das organizações, visto que o treinamento ambiental apresenta papel fundamental ao promover a divulgação das políticas ambientais da empresa e reforçar entre os colaboradores a conscientização sobre o impacto ambiental das suas atividades, com o propósito de estimular abordagem mais responsável e sustentável. O que reforça a identificação do treinamento ambiental como prática *Lean e Green* para aplicação pela indústria-caso.

Da mesma forma, o estudo de Sant'Anna *et al.* (2017) expõe diversos critérios ambientais que norteiam a seleção de fornecedores. Estes critérios compreendem: a avaliação de se os principais fornecedores aderem ao sistema JIT (*just-in-time*) para entregas na fábrica; a implementação de sistema de *feedback* para os fornecedores em relação à qualidade e desempenho das entregas; a existência de programa formal de certificação ambiental por parte do fornecedor; a demonstração do compromisso do fornecedor com questões ambientais; e a colaboração com os fornecedores na redução do uso de embalagens. O que corrobora com a

indicação da prática *Lean e Green* de seleção de fornecedores com base em critérios ambientais para a substituição do tipo de embalagem e volume para os insumos.

No estudo conduzido por Hoffmann *et al.* (2017), também são abordadas oportunidades de aprimoramento no contexto de uso de embalagens plásticas para insumos. Dentre as práticas sugeridas, destacam-se: a redução do emprego de materiais nas embalagens plásticas dos insumos; a compra de lotes de maior quantidade de matéria-prima, visando a diminuição das embalagens; e a realização de mapeamento detalhado do fluxograma de processo da produção da empresa para identificar pontos de melhoria.

O mapeamento dos processos, sintetizados nas Figuras 21 e 22 e no diagrama de blocos do Quadro 13 deste estudo permitiram a identificação dos pontos de melhoria da indústria-caso quanto ao uso das embalagens de materiais plásticos em seu processo produtivo, viabilizando o exercício do pensamento enxuto e verde voltado à redução e à substituição tanto da tipologia quanto do volume das embalagens dos insumos utilizados.

As compras a granel, que se mostram como outra possibilidade para redução de embalagens plásticas, são viáveis a longo prazo para o negócio, devido a necessidade de investimento em equipamentos de movimentação, estrutura física do armazém e compra de maquinários para resfriamento de alguns insumos. A produção fracionada e em quantidades menores da indústria-caso ainda não viabiliza as compras a granel para ingredientes como açúcar e leite de coco; mas, esses insumos poderiam ser adquiridos em embalagens maiores de cooperativa da região, conforme foi sintetizado nos Quadros 16 e 17, favorecendo a redução das embalagens plásticas e/ou a logística reversa.

O insumo açúcar, adquirido pela indústria-caso, é ensacado por um fornecedor intermediário, que compra essa matéria-prima diretamente da cooperativa local. O Quadro 16 apresenta a possibilidade de substituição do tipo e volume da embalagem plástica do insumo açúcar, por meio da compra direta com o produtor local.

Quadro 16 - Análise da substituição do tipo e volume da embalagem do insumo Açúcar

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Sacos de 50 kg <i>Contexto atual</i>	Mais de 100 anos para decomposição	1 kg = R\$ 3,00	Comercialização	960 unidades	

Bags de 1000 kg <i>Oportunidade de melhoria ambiental - modificação do volume da embalagem</i>	Material plástico retornável ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	1 kg = R\$ 1,36 Investimento em equipamentos de movimentação	Reuso Logística reversa	1 unidade	- Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) - Seleção de Fornecedores com base em critérios ambientais - Treinamento ambiental - Redução de embalagens com compras a granel
---	---	---	--------------------------------	-----------	--

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A cooperativa local, fabricante do açúcar, possui os bags de 1000 kg, sendo que os seus clientes principais são indústrias de médio e grande porte. Os bags são embalagens do mesmo tipo de plástico dos sacos, sendo que retornáveis para o fabricante e são vendidas a partir de 1 (uma) unidade. Para o uso do bag pela indústria-caso, há a necessidade de investimento em equipamentos de movimentação (empilhadeira) para transporte e movimentação internos. Do ponto de vista financeiro, em longo prazo, essa alternativa mostra-se viável, tendo em vista que o kilo (kg) de açúcar em bags apresenta custo menor que o kilo (kg) em sacos de 50 kg¹. Ambientalmente, trata-se de oportunidade de melhoria, pois os sacos retornarão ao fabricante de açúcar para serem reutilizados, por meio de processo de logística reversa, com responsabilidade compartilhada (IBGE, 2021; PNRS, 2010).

O Quadro 17 apresenta as oportunidades de substituição do tipo e volume da embalagem plástica do insumo leite de coco. De forma similar ao insumo açúcar, a cooperativa de leite de coco da região distribui leite de coco a granel em sacos plásticos de 5 litros (oportunidade de melhoria ambiental 2 do Quadro 17); contudo, esse produto é mais fresco ser embalado em sacos plásticos que não tem a mesma proteção contra micro organismos que as garrafas plásticas e precisa de armazenamento em baixas temperaturas.

¹ As informações sobre a venda do açúcar a granel foram coletadas em cooperativa de produtores de açúcar da região do Agreste.

Quadro 17 - Análise da substituição do tipo e volume das garrafas plásticas do leite de coco

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Leite de coco em garrafas PET de 500ml <i>Contexto atual</i>	Mais de 100 anos para decomposição Aumento de material plástico enviado para o aterro	Desperdícios de material que pode ser reciclado	Aterro	19.200 unid. garrafas (711 kg) 19.200 unid. rótulos 19.200 unid. tampas	
Leite de coco em garrafas PET de 500ml <i>Oportunidade de melhoria ambiental 1 - sem modificação do tipo de embalagem</i>	Material plástico reciclável Redução de material enviado para o aterro ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Venda do kg do PET R\$ 1,00 Transporte para a empresa recicladora	Reciclagem Logística reversa	Não geração de resíduos para o aterro	- Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) - Seleção de Fornecedores com base em critérios ambientais - Redução de embalagens com compras a granel - Treinamento ambiental
Leite de coco em sacos plásticos PP de 5 litros <i>Oportunidade de melhoria ambiental 2 - com modificação do tipo de embalagem</i>	Material plástico reciclável Redução de material enviado para o aterro ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Investimento em equipamentos (freezer) Transporte para a empresa recicladora Aumento do consumo de energia limpa	Reciclagem Logística reversa	192 unidades Redução de 90% das embalagens enviadas para o aterro	

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Os sacos a granel teriam a mesma destinação das garrafas: o aterro. Porém, em menor quantidade (192 unidades), com redução de 90% de materiais plásticos, proveniente do insumo do leite de coco, destinados ao aterro. Do ponto de vista financeiro, a indústria-caso necessitaria de investimento em equipamento para armazenamento e conservação (freezer), o que aumenta os custos com energia elétrica. A empresa utiliza energia limpa, porém o aumento do consumo de energia pode demandar mais aquisição de placas voltaicas, além de espaço físico para armazenamento. O tempo de armazenamento em garrafas é de até 12 meses e a granel 7 dias. Hoje, a indústria-caso faz compras mensais do leite de coco; a granel, seriam necessárias compras quinzenais ou semanais, devido a validade do produto fresco.

Há também a possibilidade de venda das garrafas PET de 500ml, material plástico reciclável, que são utilizadas no contexto atual (oportunidade de melhoria ambiental 1 do Quadro 17) para empresa de reciclagem da cidade de Arapiraca. Porém, há necessidade de transportar esse material até a empresa de reciclagem, visto que a empresa recicladora só faz o transporte do material na fábrica, a partir de 1000 kg de plástico. O valor do plástico retornado é de R\$ 1,00 o kg. Por questões sanitárias de higiene e de espaço, a indústria-caso não consegue armazenar as embalagens vazias por mais de uma semana. No contexto atual, a indústria-caso não tem retorno financeiro com esse tipo de material plástico, que é destinado para o aterro da região.

O Quadro 18, a seguir, apresenta a análise das destinações dos sacos plásticos do amido de milho, que são recicláveis. Há, na cidade de Arapiraca-AL, empresa que compra materiais plásticos. Ela realiza, primeiramente, uma avaliação dos tipos de plásticos. Se a quantidade disponível for menor que 1000 kg, é necessário que os insumos plásticos sejam levados na empresa recicladora. O que demanda a realização de melhoria física para o armazenamento mais prolongado das embalagens, a fim de atingirem a quantidade necessária para que sejam transportadas pela empresa recicladora.

Quadro 18 - Análise das destinações para as embalagens plásticas dos sacos de amido de milho

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Sacos de amido de milho de 25 kg <i>Contexto atual</i>	Destinação final ambientalmente adequada para o aterro	Desperdícios de insumos, que podem ser comercializados para reciclagem	Aterro Redução de tempo de vida útil do aterro sanitário	960 unid.	

Sacos de amido de milho de 25 kg	Material plástico reciclável	Venda de insumos por R\$ 1,00 o kg	Reciclagem	960 unid.	- Reduzir, reutilizar e reciclar (3R)
<i>Oportunidade de melhoria ambiental - sem modificação do tipo de embalagem</i>	ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Transporte até a empresa recicladora	Recuperação material Aumento de tempo de vida útil do aterro sanitário		- Implantação de programas de boas práticas para a redução da geração de embalagens plásticas - Treinamento ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

No contexto atual, a indústria-caso apresenta lacuna na gestão dos resíduos plásticos gerados, pois não realiza controle da quantidade de plástico descartado semanal ou mensalmente. Esses resíduos são direcionados para o aterro sanitário, sem passar por processos de reaproveitamento, seja reuso, seja reciclagem. A reciclagem de resíduos plásticos contribui para a melhoria ambiental da indústria-caso e para a economia local, tanto diminuindo o custo de produção, quanto se apresentando com prática *Lean e Green*, economicamente viável e ambientalmente responsável (EVODE *et al.*, 2022). A empresa recicladora está localizada a distância de 21 km da fábrica, considerando o trajeto de ida e volta, mostrando-se como potencial alternativa de destinação ambientalmente adequada desses materiais plásticos para a indústria-caso.

Para conseguir gerar a quantidade de kg mínimo de plástico para a coleta da recicladora, o ponto crucial é a criação de espaço apropriado para o armazenamento das embalagens plásticas vazias. É necessário dispor de baias específicas para a separação e limpeza dessas embalagens, visando evitar a proliferação de microrganismos e garantir a qualidade do material a ser reciclado. Assim, será possível atender aos requisitos sanitários e preservar a integridade dos resíduos plásticos até o momento da coleta.

Quadro 19 - Análise das destinações para as embalagens plásticas das garrafas de óleo de soja

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Garrafas de óleo de soja de 900 ml <i>Contexto atual</i>	Destinação final ambientalmente adequada para o aterro	Desperdícios de insumos que podem ser comercializados para reciclagem	Aterro Redução de tempo de vida útil do aterro sanitário	240 unid. garrafas 240 unid. tampas 240 unid. rótulos	
Garrafas de óleo de soja de 900 ml <i>Oportunidade de melhoria ambiental - sem modificação do tipo de embalagem</i>	Material plástico reciclável ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Venda de insumos por R\$ 1,00 o kg Transporte até a empresa de reciclagem	Reciclagem Logística reversa Aumento de tempo de vida útil do aterro sanitário	240 unid. garrafas 240 unid. tampas 240 unid. rótulos	- Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) - Implantação de programas de boas práticas para a redução da geração de embalagens plásticas - Treinamento ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Conforme apresentado no Quadro 19, a reciclagem desses insumos plásticos, do ponto de vista ambiental, aumenta a vida útil do aterro com menos materiais sendo enviados para as suas células; e, contribui para o alcance dos ODS 12 e 9, através das práticas *Lean e Green*, que visam promover a industrialização inclusiva e sustentável, reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis e eficientes com maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos (IBGE, 2021). Do ponto de vista financeiro, há o custo com transporte para a recicladora; em contrapartida, poderá haver ganho com a venda do kg de plástico.

À semelhança das embalagens plásticas dos insumos dos Quadros 18 e 19, os sacos de bicarbonato de amônio analisados no Quadro 20, a seguir, também são materiais recicláveis. Esse material também pode ser encaminhado para a reciclagem, através da venda do kg de plástico, reduzindo a quantidade de material enviado para o aterro sanitário e contribuindo para as metas 9.4 do ODS 9 e 12.5 e 12.6 do ODS 12.

Quadro 20 - Análise das destinações para as embalagens plásticas de bicarbonato de amônio

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Sacos de bicarbonato de amônio 30 kg <i>Contexto atual</i>	Destinação final ambientalmente adequada para o aterro	Desperdícios de insumos que podem ser comercializados para reciclagem	Aterro Redução de tempo de vida útil do aterro sanitário	360 unid.	
Sacos de bicarbonato de amônio 30 kg <i>Oportunidade de melhoria ambiental - sem modificação do tipo de embalagem</i>	Material plástico reciclável ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Venda de insumos por R\$ 1,00 o kg Transporte até a empresa de reciclagem	Reciclagem Logística reversa Aumento de tempo de vida útil do aterro sanitário	360 unid.	- Reduzir, reutilizar e reciclar(3R) - Implantação de programas de boas práticas para a redução da geração de embalagens plásticas - Treinamento ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O Quadro 21 faz análise das destinações das embalagens plásticas dos sacos de sal. Os sacos de sal são adquiridos em unidades menores de 1 kg em fardos de 30 kg. As duas embalagens são do mesmo tipo de plástico, o PEBD.

Quadro 21 - Análise das destinações para as embalagens plásticas dos sacos de sal

Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Aplicação de Práticas <i>Lean e Green</i>
Fardos de sal com 30 embalagens de 1 kg cada <i>Contexto atual</i>	Destinação ambientalmente adequada para o aterro	Desperdícios de insumos que podem ser comercializados para reciclagem.	Destinação ambientalmente correta Redução de tempo de vida útil do aterro sanitário.	1.440 unid. Para o aterro	
<i>Oportunidade e melhoria ambiental sem modificação do tipo de embalagem</i>	Envio para reciclagem ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Venda de insumos por R\$ 1,00 o kg Transporte até a empresa de reciclagem.	Destinação ambientalmente correta Aumento de tempo de vida útil do aterro sanitário.	1.440 unid. Para reciclagem	- Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) - Implantação de programas de boas práticas para a redução da geração de embalagens plásticas - Treinamento ambiental - Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)*

* Nota: A indicação da prática *Lean e Green*, relativa à ACV, consiste em reflexão preliminar a partir do Pensamento do Ciclo de Vida para estudos futuros de ICV e ACV para o segmento industrial de fabricação de biscoitos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Observa-se ainda, no Quadro 21, que o envio desse material plástico para a reciclagem pode ser importante para reduzir a quantidade enviada para o aterro e para direcionar a empresa na aplicação de práticas *Lean e Green*, cumprindo com os ODS 9 e 12.

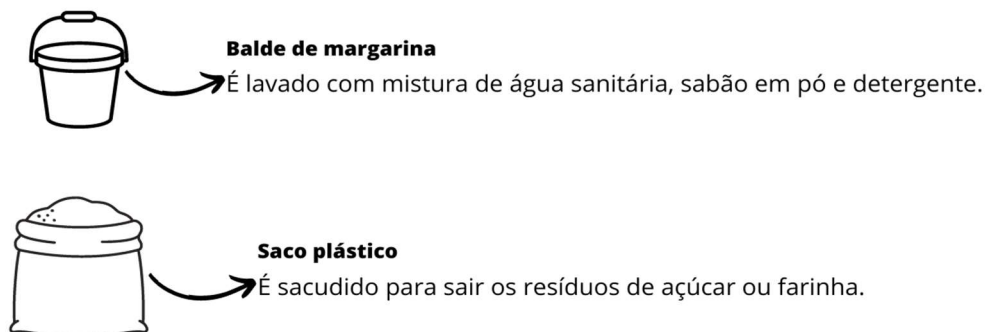
De modo geral, no contexto atual da indústria-caso, as embalagens plásticas dos insumos do processo de fabricação de biscoitos, que não são comercializadas são destinadas ao aterro sanitário do Agreste. Um colaborador leva os resíduos da fábrica, que são gerados durante a semana, para o aterro sanitário aos sábados; e, um comerciante vai à fábrica, uma vez por semana, para comprar baldes vazios de margarina e sacos vazios de farinha de trigo e açúcar. Essas embalagens são comercializadas em feiras livres e estabelecimentos específicos desse tipo de produto na cidade de Arapiraca-AL.

Segundo informações da Prefeitura de Arapiraca-AL (2018), a feira livre de Arapiraca, cuja origem remonta a 1884, representa expressão viva e espontânea da cultura popular, genuinamente nordestina, sendo a manifestação cultural mais antiga e de maior importância de toda a região. Na Feira Livre de Arapiraca, o comércio de mercadorias é bastante variado: roupas, utensílios domésticos, alimentos, material para o trabalho no campo, animais, ervas medicinais, móveis, ferragens, brinquedos, artesanatos e diversos outros produtos.

A feira livre de Arapiraca-AL atrai pessoas de várias cidades da região Agreste do estado de Alagoas, como Lagoa da Canoa, Craíbas, Feira Grande, Palmeira dos Índios, Igaci, Campo Alegre, Campo Grande, entre outras cidades circunvizinhas. Ao chegar na feira, já é possível identificar vários feirantes, utilizando baldes plásticos de margarina e sacos para armazenar os produtos que comercializam.

Os sacos plásticos e baldes de margarina da indústria-caso são vendidos para um comerciante que, por sua vez, vende esses materiais limpos, principalmente, para feirantes e agricultores da região o saco é comercializado a R\$ 1,00 ou R\$ 1,50 e os baldes a R\$ 2,50 ou 3,00 o valor varia de acordo com a quantidade comprada. O comerciante, tem um ponto de venda na feira livre de Arapiraca, há mais de 20 anos. Compra os sacos plásticos e os baldes de 4 indústrias alimentícias da região.

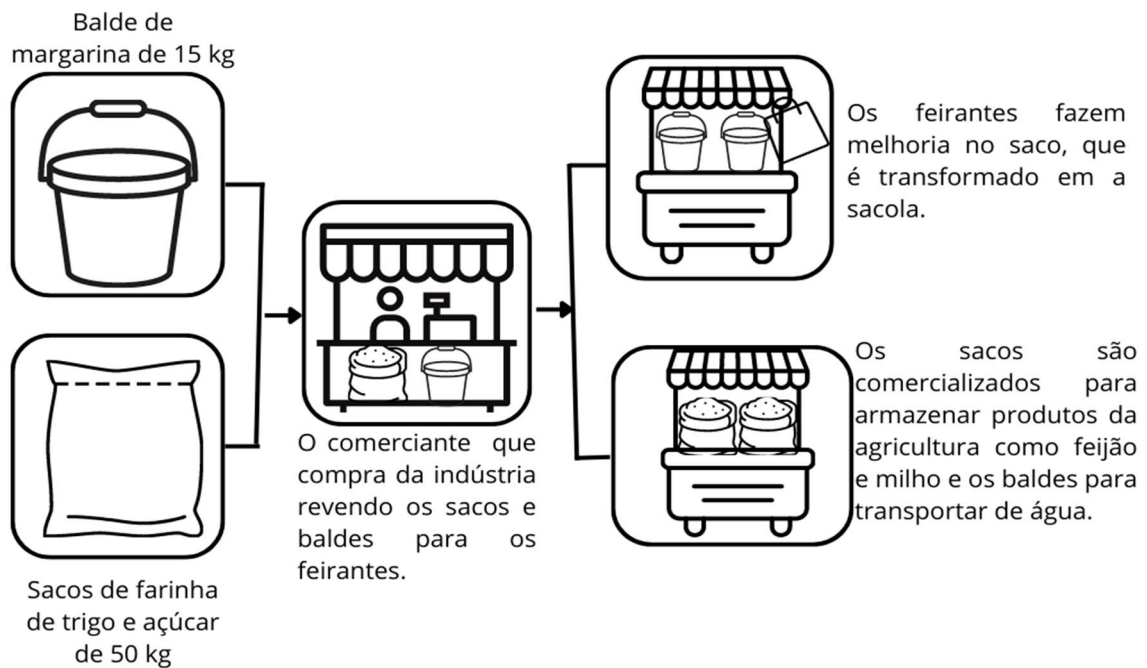
As embalagens plásticas são coletadas semanalmente nas indústrias, mas também há pessoas que trazem mais sacos e baldes, diretamente no ponto comercial. Mensalmente, são compradas média de 600 baldes de margarina de 15 kg e 4.000 sacos de 50 kg, os sacos e baldes são vendidos pela fábrica com os resíduos das matérias-primas que armazenam, o comerciante faz a limpeza antes da revenda, para agregar mais valor ao produto, seguindo os procedimentos de limpeza:



Os feirantes, que também os vendem esses produtos principalmente para pequenos agricultores que os utilizam para armazenar produtos da agricultura familiar como milho e feijão. Os feirantes também utilizam os sacos e baldes para armazenar e transportar os produtos vendidos na feira, bem como produzem sacolas com os sacos. Essas sacolas são adquiridas,

principalmente, por mulheres, que usam esses coprodutos para armazenar e transportar gêneros alimentícios.

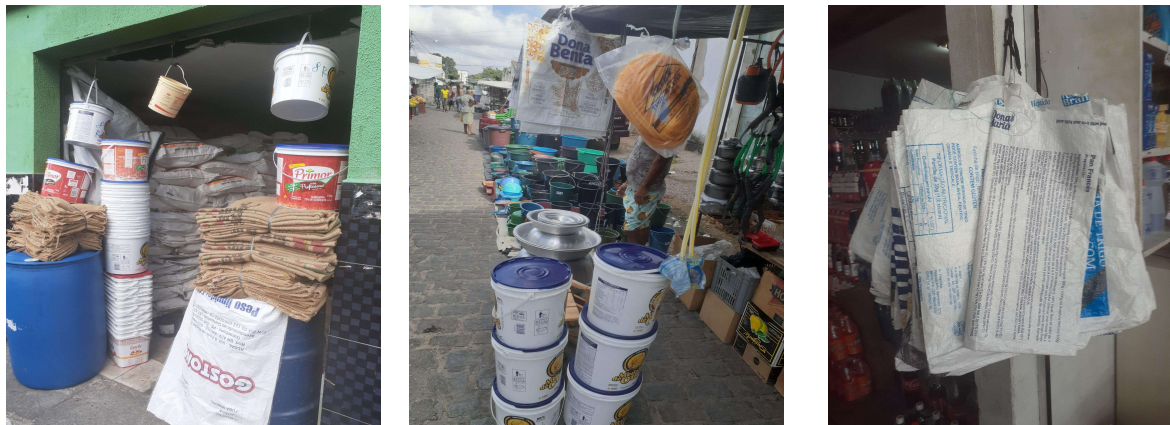
Figura 24 - Embalagens plásticas comercializadas na feira livre



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A Figura 25 mostra a comercialização das embalagens plásticas na feira livre de Arapiraca, prática comum na região. A indústria-caso não comercializa diretamente para os feirantes, e sim, para comerciantes que tem loja só desses materiais foto da Figura 24(a). O comerciante vende essas embalagens para os feirantes, que as comercializam em suas bancas e as usam para guardar as mercadorias, conforme foto da Figura 24(b). Os comerciantes vendem os sacos e baldes limpos e também fazem sacolas com os sacos foto da Figura 24(c).

Figura 25 - Embalagens plásticas comercializadas na feira livre



(a) Local para venda das embalagens plásticas

(b) Baldes e sacos na feira

(c) subproduto (sacolas)

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Devido à possibilidade de comercialização, não há interesse da gestão da fábrica de biscoitos em substituir os tipos de embalagens das matérias-primas, embalagens de farinha de trigo, confeccionadas em embalagem de papel não é comercializada na região e as embalagens plásticas dos insumos não são direcionadas à cooperativa local para reciclagem. As demais embalagens plásticas pós-consumo são destinadas ao aterro sanitário do Agreste.

A indústria não aplica outras práticas para destinação das embalagens plásticas além da comercialização e destinação para o aterro sanitário, não há internamente na fábrica ações para incentivar a redução e reuso das embalagens plásticas, não há também análise dos impactos ambientais das embalagens plásticas geradas na fábrica para o meio ambiente.

4.3 Caracterização dos aspectos e impactos ambientais do uso de embalagens plásticas dos insumos da indústria-caso

Farrukh *et al.* (2022) destacaram, na análise realizada em sua pesquisa, a importância de estudos de pesquisa focados em mitigar as questões de sustentabilidade ambiental das embalagens plásticas por meio do: gerenciamento de resíduos e técnicas de tratamento, menor uso de materiais, uso de materiais ecologicamente corretos e uso de ferramentas ambientais e estatísticas. Ressaltaram ainda que aspectos estratégicos e de colaboração que compreendem políticas e estratégias governamentais, modelos de negócios de economia circular e colaborações de partes interessadas também são fundamentais para abordar os problemas ambientais do uso de embalagens plásticas.

A esse contexto, soma-se que alcançar desempenho ambiental sólido requer comprometimento organizacional para abordagem sistemática de melhoria contínua do sistema de gestão ambiental (ISO 14004/2018). Nesse sentido, essa pesquisa identificou aspectos e impactos das embalagens plásticas dos insumos do processo de preparação da massa dos biscoitos, para os quais a análise da aplicação das práticas *Lean* e *Green* objetivam reduzir e/ou gerar oportunidades de melhoria. Para isso, foi elaborado o mapeamento do ciclo de vida das embalagens plásticas utilizadas na indústria-caso com base em McAloone e Bey, [s.d].

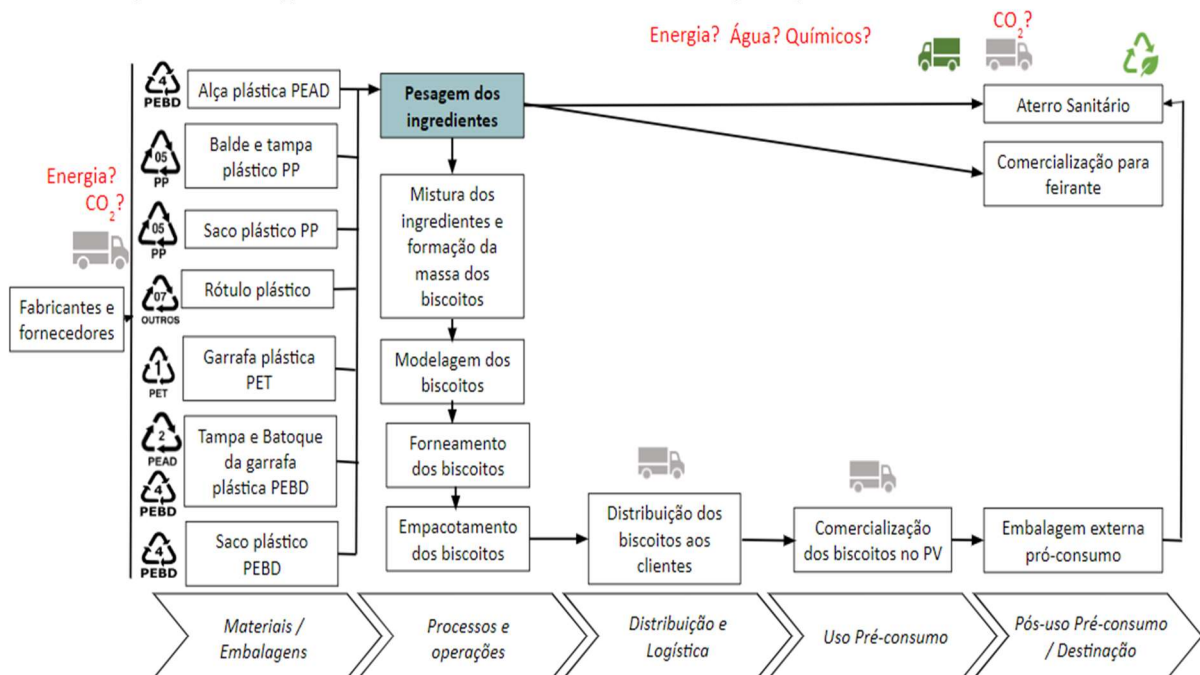
Segundo a ISO 14004/2018, o ciclo de vida são estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração, a partir de

recursos naturais, até a destinação e/ou disposição final. Para McAloone e Bey (2013), entender o ciclo de vida do produto é um passo importante no processo sistemático de melhoria ambiental, por meio do estabelecimento de visão geral do ciclo de vida, garantindo-se que cada etapa da vida do produto tenha o melhor desempenho ambiental possível.

A Figura 26 apresenta o mapeamento do ciclo de vida das embalagens plásticas na indústria-caso de biscoitos de trigo. As embalagens plásticas, adquiridas por meio da compra dos insumos de fabricação dos biscoitos, são materiais plásticos. A maioria dos insumos são utilizados nos processos e operações da preparação da massa. Após a pesagem dos insumos, as embalagens são esvaziadas e armazenadas, temporariamente, para destinação. É realizado o transporte, uma vez por semana, para o aterro sanitário do agreste, em carro próprio da indústria-caso. O aterro fica a 55,8 km da fábrica. O transporte vai com os resíduos gerados na indústria e volta vazio.

O mapeamento do ciclo de vida das embalagens plásticas nas indústrias de biscoitos contribuiu para identificar e categorizar os aspectos e impactos ambientais na indústria-caso. Essa identificação foi fundamental para o pensamento do ciclo de vida, visando a recomendação de ações de redução desses materiais.

Figura 26 - Mapeamento do ciclo de vida das embalagens plásticas da indústria-caso








Fonte: Elaborado pela autora, 2022, com base em McAloone; Bey, [s.d].

Como aspectos ambientais, o estudo na indústria-caso identificou o volume dos materiais plásticos enviados para o aterro sanitário e para comercialização na feira, os tipos de

materiais plásticos e as destinações após o uso do insumo. Esses aspectos promovem impactos ambientais negativos, devido à geração de resíduos sólidos, ao aumento de materiais plásticos enviados para o aterro e à falta de reciclagem das embalagens plásticas. Portanto, a primeira seleção ou escolha para descartar todos os produtos plásticos deve ser reutilização ou reciclagem (EVODE *et al.*, 2022). O Quadro 22 apresenta os tipos de plásticos das embalagens dos insumos, os aspectos e os impactos ambientais identificados e as oportunidades de melhoria que podem ser adotadas.

Quadro 22 - Aspectos e impactos ambientais das embalagens plásticas da indústria-caso

Tipos de plásticos	Aspectos ambientais	Impactos ambientais atuais e potenciais	Categorização dos impactos	Oportunidades <i>Lean e Green</i> abordadas
	-Geração de resíduos sólidos	- Aumento de materiais plásticos enviados para o aterro	- Impactos negativo (N)	1 - Aplicação dos 3R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar)
	- Quantidade de materiais plásticos enviados para aterro	- Falta reciclagem dos materiais plásticos destinados para o aterro	- Efeitos direto (D)	2 - Seleção de Fornecedores com base em critérios ambientais
	- Quantidade de materiais plásticos enviados para comercialização		- Área de abrangência regional	3 - Redução de embalagens com compras a granel
	- Tipos de materiais plásticos gerados		- Impactos reversíveis (R)	4 - Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)
	- Destinação dos materiais plásticos		- Duração Temporário (T)	5 - Logística reversa em parceria com fabricantes-fornecedores
			- Prazo para manifestação do impacto Imediato (I)	6 - Substituição das matérias-primas adquiridas em embalagens plásticas por embalagens de maior biodegradabilidade
				7 - Conscientização e orientação da equipe quanto aos impactos ambientais das embalagens plásticas

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

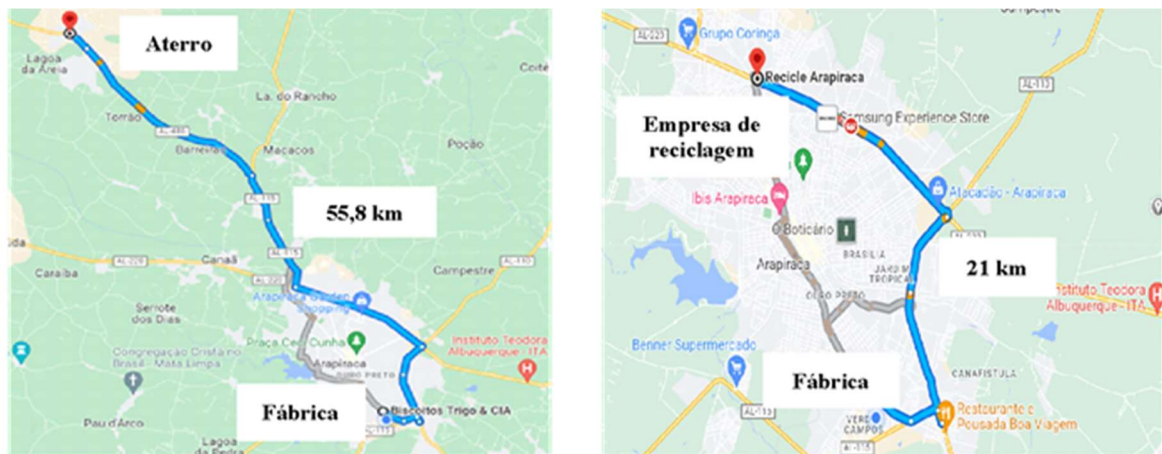
Após a identificação dos pontos de melhoria nos processos industriais, foi necessário analisar as práticas que podiam ser aplicadas para a redução ou eliminação dos desperdícios. O Quadro 22 associa as práticas *Lean e Green* com as oportunidades de melhoria na redução dos

aspectos e impactos ambientais negativos no uso das embalagens plásticas, utilizadas no processo de produção. Foram identificadas 7 (sete) práticas *Lean* e *Green*, que podem ser aplicadas ao contexto da indústria-caso.

Um dos impactos ambientais identificados foi a emissão de CO₂ no transporte dos materiais plásticos da indústria para o aterro. Os resíduos da fábrica são levados uma vez por semana para o aterro, o que totaliza 4 (quatro) viagens por mês. Cada viagem é de 55,8 km, considerando a rota fábrica-aterro-fábrica. Há associação em Arapiraca que compra materiais plásticos recicláveis. Essa uma associação é mais próxima da fábrica de biscoitos, como demonstra a Figura 26; mas, devido ao baixo valor do kg dos plásticos e, por não comprar todos os tipos gerados, a indústria-caso opta por enviar os materiais para o aterro, localizado na cidade de Craíbas, circunvizinha à cidade de Arapiraca.

A indústria-caso não associa a redução da rota fábrica-aterro-fábrica à redução de custos com combustível nem à minimização dos impactos ambientais adversos relativos à emissão de carbono no meio ambiente e à destinação final em aterro de materiais recicláveis, que poderiam retornar aos processos produtivos de origem ou a outros processos.

Figura 27- Rotas para destinação dos materiais plásticos, geradas via Google Maps



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Os resíduos plásticos são a segunda maior quantidade de material encontrado na composição gravimétrica do aterro sanitário do Agreste, representam 15,8% do total dos materiais dispostos no aterro (SANTANA *et al.*, 2022). Mas, o plástico consiste em material reciclável, que pode voltar para a cadeia produtiva de origem, através dos processos de reuso e/ou reciclagem, desde que apresente destinação ambientalmente adequada. As indústrias, a

população, os órgãos fiscalizadores e demais atores precisam atuar em conjunto para a redução dos impactos ambientais desse tipo de material (FARIAS *et al.*, 2018).

No Brasil, o tipo de plástico mais reciclado é o Polietileno Tereftalato (PET), que representa 43,3% do total de insumos plásticos reciclados (ABRELPE, 2019). A fábrica gera uma média de 19.440 garrafas do tipo PET anualmente, que são destinadas ao aterro, mas podem ser recicladas e virar insumos para fibras têxteis, tapetes, carpetes, não-tecidos, embalagens, filmes, fitas, cordas, compostos, etc. (ABRELPE, 2019).

Uma das razões, que fazem os plásticos serem materiais de uso, cada vez mais difundido, é a durabilidade impactando em maior tempo de decomposição desse material no aterro. Alguns tipos de plásticos necessitam de séculos para se degradar (CONCEIÇÃO *et al.*, 2019). A disposição dos resíduos para o aterro sanitário configura-se como disposição ambientalmente adequada (PNRS, Lei nº 12.305/2010), mas há outras oportunidades, conectadas às práticas *Lean e Green*, que podem ser aplicadas pela indústria-caso para redução, reuso e reciclagem desses materiais, com as indicadas nos Quadros.

As embalagens plásticas são cada vez mais utilizadas pela indústria alimentícia local e correspondem a 80% dos tipos de embalagens dos insumos utilizados para a fabricação de biscoitos da indústria-caso. Os resíduos plásticos são materiais que geram impactos ambientais negativos, buscar formas de reduzir esses impactos é urgente e necessita da participação de todos os atores da cadeia produtiva.

As análises realizadas para o contexto produtivo da indústria-caso revelou a necessidade de disseminação de informações sobre os impactos dos plásticos para o meio ambiente, dos tipos de plásticos que podem ser destinados para a reciclagem e das oportunidades de boas práticas no uso e destinação desse tipo de material para indústrias alimentícias de pequeno porte do segmento de biscoitos da cidade de Arapiraca-AL. Ter informações confiáveis e adequadas à realidade de cada segmento e porte da indústria sobre formas de direcionar o processo produtivo no caminho da sustentabilidade revelou-se importante para promover mudanças positivas no alcance dos ODS.

Apresentar alternativas sustentáveis para o setor produtivo mostrou-se como estratégia necessária para viabilizar práticas de melhoria contínua, focadas em tecnologias ambientais limpas, que gerem resultados financeiros positivos e redução nos impactos ambientais dos processos produtivos. Realizar o mapeamento do processo produtivo para identificar as perdas em todas as etapas da compra da matéria-prima até a entrega final aos clientes constituiu-se processo importante para validar as práticas do *Lean e Green* mais adequadas. Verificou-se ainda, a falta de conhecimento teórico e prático para aplicação de práticas do *Lean e Green* em

empresas de pequeno porte. Essas práticas, alinhadas com gestão eficiente, podem aumentar a competitividade dos pequenos negócios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa realizada, neste trabalho, sobre os conceitos e as práticas de Manufatura Enxuta e Produção mais Limpa, contribuiu para o panorama das práticas *Lean* e *Green*, aplicadas para discussão do pensamento *Lean* e *Green* em grupos produtivos de pequeno porte nos últimos 5 anos, considerando o período de 2016 a 2022. Em paralelo, a pesquisa buscou a compreensão da cadeia produtiva de plásticos e do gerenciamento ambiental desses materiais para a indústria alimentícia.

A caracterização das embalagens utilizadas nas matérias-primas da indústria-caso demonstrou que a maioria dos insumos para a fabricação da massa dos biscoitos são adquiridos em embalagens de material plástico, sendo constatado que todas as embalagens podem ser recicladas. São utilizadas 5 categorias de embalagens plásticas, segundo a classificação da ABNT NBR 13230:2008, são elas: 1 PET, 2 PEADB, 4 PEBD, 5 PP e 7 Outros. Mesmo todas as embalagens podendo ser recicladas, a indústria recicla apenas 3 tipos de embalagens plásticas que são comercializadas após o uso na fábrica.

Não há programa de reciclagem e/ou práticas para redução do consumo das outras embalagens plásticas utilizadas nos insumos como os sacos de sal, garrafa de leite de coco, sacos de amido de milho e sacos de bicarbonato de amônio, demonstrando a necessidade da inclusão de outros tipos de materiais com maior biodegradabilidade e/ou a adoção das práticas *Lean* e *Green* identificadas, que visem à redução, ao reuso e à reciclagem de todas as embalagens plásticas dos insumos.

Com relação à destinação final ambientalmente adequada, a indústria-caso realiza 2 práticas, que se mostraram mais viáveis financeiramente e que dispõem menos trabalho: a comercialização e a destinação para o aterro sanitário da região do Agreste. São vendidos uma média mensal de 680 sacos plásticos de capacidade para 50 kg e 400 baldes vazios de margarina, com capacidade para 15 kg. O saco é vendido em média a R\$ 1,25 e o balde a R\$ 2,25. O preço pode variar pela quantidade de material; quanto mais material, menor o preço. As embalagens plásticas que são destinadas para o aterro sanitário não são pesadas na fábrica, mas a maior quantidade são as garrafas de leite de coco e óleo de soja, com média anual de 19.440 unidades, seguido pelos sacos plásticos do amido de milho e do bicarbonato de amônio com 1.320 unidades.

Das 21 práticas *Lean* e *Green* identificadas em indústria alimentícia de pequenos porte, considerando a revisão bibliográfica e o contexto local-atual da indústria-caso, apenas 7 práticas *Lean* e *Green* mostraram-se como potencialidade para serem aplicadas a curto ou a

médio prazo para obtenção de eficiência operacional e ambiental, são elas: Aplicação dos 3R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), seleção de fornecedores com base em critérios ambientais, redução de embalagens com compras a granel, avaliação do ciclo de vida (ACV), logística reversa em parceria com fabricantes-fornecedores, substituição das matérias-primas adquiridas em embalagens plásticas por embalagens de maior biodegradabilidade, conscientização e treinamento ambiental para a equipe enfatizando os impactos ambientais das embalagens plásticas.

Conclui-se que, há muitos desafios a serem contornados para a conscientização e a aplicação de ações por parte das indústrias para destinação final ambientalmente adequada dos resíduos, gerados em seus processos produtivos. Nesse momento, mais importante que a implantação de práticas, voltadas para a sustentabilidade, é a disseminação da importância dessas práticas e a conscientização do papel da indústria de pequeno porte nos impactos ambientais.

Portanto, a realização dessa pesquisa atingiu seus objetivos no contexto de identificar práticas do *Lean e Green*, que aplicadas, podem gerar redução dos impactos ambientais, causados pelas embalagens plásticas utilizadas no processo produtivo de biscoitos da indústria alimentícia de pequeno porte, contribuindo na busca por tecnologias ambientais, que visam mitigar os impactos gerados pela quantidade excessiva e disposição final inadequada das embalagens plásticas dos insumos dos processos produtivos locais de fabricação de biscoitos.

6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros, a autora sugere as seguintes propostas:

- Aplicação das práticas *Lean* e *Green* mais utilizadas pela indústria alimentícia de pequeno porte para análise de resultados sobre as embalagens plásticas;
- Identificação de embalagens plásticas em outras etapas da produção;
- Identificação das práticas *Lean* e *Green* em outros segmentos industriais;
- Viabilidade econômica da aplicação das práticas do *Lean* e *Green*.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Norma Técnicas – **ABNT NBR 13230: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis – identificação e simbologia**”, Rio de Janeiro, 8p. (2008).
- ABRE. Associação Brasileira de Embalagens. **Dados do setor: ano 2022**. São Paulo: 2023. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2022-2/>>. Acesso em 08 de maio de 2023.
- ABRELPE. Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil, 2021**. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama/>> Acesso em 05 de fevereiro de 2023.
- ABREU, M. F. *et al.* Lean-Green models for eco-efficient and sustainable production. **Energy**, v. 137, p. 846–853, 15 out. 2017
- ABIPLAST. **ÍNDICES DE RECICLAGEM MECÂNICA DE PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO NO BRASIL** - Abiplast - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/publicacoes/pesquisa_reciclagem_picplast/>. Acesso em: 14 fev. 2023.
- ABUALFARAA, W. *et al.* Lean-Green Manufacturing Practices and Their Link with Sustainability: A Critical Review. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 981, 1 Jan. 2020.
- ARAPIRACA, Prefeitura. **A terra da prosperidade: Cidade polo regional, Arapiraca é considerada a de maior crescimento, desenvolvimento e importância do interior alagoano**. Prefeitura de Arapiraca, 2018. Disponível em: <https://web.arapiraca.al.gov.br/cidade/economia/>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- BARBOSA, Fabio Antonio; ASSUMPCÃO. “Lean & Green: Quanto às suas práticas são compatíveis? **Revista de Ciência & Tecnologia**. v.19, n. 37, p. 57-67, 2016.
- BENSON, N. U.; *et al.* COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint. **Heliyon**, v. 7, n. 2, p. e06343, fev. 2021.
- BUENO, P. T.; TAGLIARI, L. D. avaliação de aspectos e impactos ambientais e propostas de ações sustentáveis através da produção mais limpa em uma agroindústria de abate de suínos da região sul do Brasil. **Revista de engenharia e tecnologia**, v. 13, n. 4, 2 set. 2021.
- BHATTACHARYA, A.; *et al.* Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review. **Journal of Cleaner Production**, v. 236, p. 117697, nov. 2019.
- BRASIL. **Lei nº. 12.305**, de 2 de agosto de 2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2 ago. 2010.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Acesso em 06 de janeiro de 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf

CARNEIRO, T. M. Q. A. *et al.* A poluição por plásticos e a Educação Ambiental como ferramenta de sensibilização. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 6, 1 dez. 2021.

CARVALHO, J. S. *et al.* Reflexões sobre embalagens de alimentos e sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 586–597, 14 jan. 2021.

CHAMOUN, R. **Ideia de negócios: como montar uma fábrica de biscoitos**. Brasília: SEBRAE. 2017.

CHERRAFI, A. *et al.* Práticas enxutas, verdes e inovação de processos: um modelo para o desempenho da cadeia de suprimentos verde. **International Journal of Production Economics**, 24 set. 2018.

CIELUSINSKY, V. *et al.* Análise das principais métricas utilizadas por profissionais na avaliação da maturidade de projetos de lean. **Revista Produção Online**, v. 20, n. 1, p. 202–220, 16 mar. 2020.

COLTRO, L. *et al.* Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. **Polímeros**, v. 18, n. 2, p. 119–125, jun. 2008.

COSTA, C. C. F. DA. A manufatura enxuta e seu impacto em micro, pequenas e médias empresas brasileiras. **repositoriosenaiba.fieb.org.br**, 28 set. 2020.

CONCEIÇÃO, M. M. *et al.* O plástico como vilão do meio ambiente. **Revista Geociências - UNG-Ser**, v. 18, n. 1, p. 50, 4 dez. 2019.

CRISTIANE, M. *et al.* Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação. **Logeion: Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 6, n. 1, p. 57–73, 2019.

FARRUKH, A. *et al.* A Systematic Literature Review on Environmental Sustainability Issues of Flexible Packaging: Potential Pathways for Academic Research and Managerial Practice. **Sustainability**, v. 14, n. 8, p. 4737, 15 abr. 2022.

DAS, K. Integrando Critérios Lean, Verde e Resiliência em um Modelo de Planejamento Sustentável da Cadeia de Suprimento de Alimentos. **International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences**, v. 4, n. 2, p. 259–275, 1 abr. 2019.

DOS SANTOS BENTO, G. *et al.* The impact of organizational culture on the success of Lean Manufacturing: a social and bibliometric analysis. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 14, n. 4, p. 49–68, 1 set. 2019.

EDUARDO, Leticia Alvarenga de Paula. **Educação Ambiental: O impacto do plástico no meio ambiente**. Orientador \estaner Claro Romão - Versão corrigida. - Lorena, 2022. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciências - Programa de Mestrado profissional em projetos Educacionais de Ciências- EScola de engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. 2022.

EMF. Ellen Macarthur Foundation. **The new plastics economy: Rethinking the future of plastics & catalysing action**. EMF, 2017.

ENDRIGO S. J. *et al.* Implementação de um Projeto Lean Seis Sigma Para a Redução De Descarte no Processo De Fabricação de Biscoitos Glaceados. **Anais do Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação**, 2020.

EVODE, N. *et al.* Plastic waste and its management strategies for environmental sustainability. **Case Studies in Chemical and Environmental Engineering**, v. 4, n. 4, p. 100142, 1 dez. 2021.

FARIAS, L. M. S. *et al.* Uma revisão sistemática da literatura sobre o relacionamento entre as abordagens Lean e Green. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 15 nov. 2017.

FARIAS, L. M. S. **Um framework integrativo para a avaliação de práticas Lean e Green**. Dissertação - Universidade Federal da Paraíba: 2018.

FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 667–681, jul. 2017.

FERIGATTO, E. A. *et al.* See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/320471897> A integração das Práticas Lean e Green. **Revista SODEBRAS**, São Paulo, v. Volume 12, ed. N° 144, 2017.

FELISARDO, R. J. A., SANTOS, G. N. dos. Aumento da geração de resíduos sólidos com a pandemia do COVID-19: desafios e perspectivas para a sustentabilidade. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.3, n.3. 030-036 (2021).

FORLIN, F. J.; FARIA, J. DE A. F. Considerações Sobre a Reciclagem de Embalagens Plásticas. **Polímeros**, v. 12, n. 1, p. 1–10, 2002.

FRANCESKI, C. *et al.* Aplicação de ferramentas Lean na área de alimentos: uma revisão conceitual. **Revista ADM.MADE**, Rio de Janeiro, v. v.20, ed. n.1, p. p.15-35, 2016.

GARZA-REYES, J. A. Lean and green – a systematic review of the state of the art literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 18–29, set. 2015.

GONÇALVES-DIAS, S. L. F. *et al.* Plásticos de uso-único no Brasil: Políticas e Leis. In: Gonçalves-Dias *et al.* Série de Boletins Repensando a Poluição por Plástico no Brasil, vol. 2, 2022. Disponível em: <https://issuu.com/noss-each-usp/docs/3._pl_stico_de_uso_nico_no_brasil_mapeamento_de_>. Acesso em 09 de maio de 2023.

HERZER, E. *et al.* Simbiose industrial e produção mais limpa como estratégias de gestão ambiental. **Revista Ingeniería Industrial**, v. 16, n. 3, p. 273–288, 1 nov. 2017.

HILSDORF, W. C. *et al.* Aplicação de ferramentas do lean manufacturing: estudo de caso em uma indústria de remanufatura. **Revista Produção Online**, v. 19, n. 2, p. 640–667, 15 jun. 2019.

HOFFMANN, N. *et al.* Integração da Manufatura Enxuta e Produção Mais Limpa: Um Estudo Exploratório sobre Indicadores, Ferramentas e Melhores Práticas. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 15 nov. 2017.

HOFFMANN, N. *et al.* Cientometria dos sistemas de produção lean manufacturing e cleaner production: um olhar nos periódicos da ABEPRO. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 1, p. 329–349, 15 mar. 2018.

IBGE. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em 03 nov de 2022.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2013, 194 p.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de Pesquisa**. 9ª Edição, São Paulo, Editora Atlas, 2021.

LANDIM, A. P. M. *et al.* Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v. 26, n. spe, p. 82–92, 19 jan. 2016.

LARTEY, T. *et al.* Going green, going clean: Lean-green sustainability strategy and firm growth. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 1, p. 118–139, 26 jun. 2019.

LEONG, WD. *et al.* Adaptive analytical approach to lean and green operations. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 190–209, 20 out. 2019.

MARIANO, A. M. *et al.* Impacto das Práticas de Produção Enxuta na Gestão Ambiental: Um Estudo Descritivo do Lean and Green. **VII Simpósio de Engenharia de Produção do Vale do São Francisco**, v. 7, mar. 2017.

MACHADO, M. C. R. *et al.* Gerenciamento de aspectos e impactos ambientais (gaia) aplicado à Volkswagen do Brasil. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, v. 6, n.1, p.149-168, jan-fev, 2021.

MEJIA, C.; KAJIKAWA, Y. The Academic Landscapes of Manufacturing Enterprise Performance and Environmental Sustainability: A Study of Commonalities and Differences. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 7, p. 3370, 24 Mar. 2021.

MIGUEL, P. A. *et al.* **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. cap. 3, p. 47-52.

MITTAL, V. K. *et al.* Adoption of Integrated Lean-Green-Agile Strategies for Modern Manufacturing Systems. **Procedia CIRP**, v. 61, p. 463–468, 2017.

MCALOONE, T. B. N. **Melhoria ambiental por meio do desenvolvimento de produtos: um guia**. Trad. Daniela Pigosso (Universidade de São Paulo). Dinamarca: Agência de Proteção Ambiental Dinamarquesa; Confederação da Indústria Dinamarquesa (DI); IPU; Universidade Técnica da Dinamarca (DTU), 2013.

ODS BRASIL. **Indicadores Brasileiros para os objetivos e desenvolvimento sustentável, 2021**. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>>. Acesso em: 22 de mar. de 2022.

OLIVEIRA NETO, G. C. *et al.*. The State Of Research On Cleaner Production In Brazil. **Revista de Administração de Empresas**, v. 56, n. 5, p. 547–577, out. 2016.

OLIVEIRA, G. A. *et al.* Lean and Green Product Development in SMEs: A Comparative Study between Small- and Medium-Sized Brazilian and Japanese Enterprises. **Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity**, v. 8, n. 3, p. 123, 14 jul. 2022.

PASSINI, A. F. C. *et al.* Cleaner production options for a small bakery. **Gestão & Produção**, v. 26, n. 3, 2019.

PGTEC-Ifal. **Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais - Mestrado Profissional - Instituto Federal de Alagoas. Apresentação**. Disponível em: <<https://www2.ifal.edu.br/ppgttec/apresentacao>>. Acesso em: 3 mar. 2023.

PENTIADO GODOY, L. *et al.* The impact of lean manufacturing as a factor for improving productive performance. **Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 13, n. 2, p. 69–88, 1 jun. 2018.

PEREIRA, L. DO N. G.; TORTORELLA, G. L. Identificação dos relacionamentos entre os fatores críticos de sucesso, barreiras e práticas para a implementação enxuta em uma pequena empresa. **Revista Produção Online**, v. 18, n. 4, p. 1422–1444, 15 dez. 2018.

PICPLAST. **Estudo encomendado pelo PICPlast mapeia a indústria de reciclagem do plástico no Brasil**. Disponível em: <<https://www.picplast.com.br/detalhe-noticia/estudo-encomendado-pelo-picplast-mapeia-a-industria-de-reciclagem-do-plastico-no-brasil>> Acesso em: 05 de fevereiro de 2023.

PINTO, J. C. *et al.* **Impactos ambientais causados pelos plásticos: uma discussão abrangente sobre os mitos e os dados científicos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda. 2012. 364 p.

PRISMA-P. 2015. (Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols). Disponível em: <<https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-4053-4-1/tables>>. Acesso em: 8 nov. 2022.

PREVIEW 2022 - Abiplast - Associação Brasileira da Indústria do Plástico. Disponível em: <<https://www.abiplast.org.br/publicacoes/preview-2022/>>. Acesso em: 8 maio. 2023.

RAMOS, A. R. *et al.* A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 177, p. 218–231, mar. 2018.

SOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0001-230186.PDF>>. Acesso em: 29 de maio de 2023.

REZENDE, E. E. A.; SANTOS, V. M. Produção mais limpa no Brasil: uma análise bibliométrica em bases de dados científicas selecionadas. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 11, p. 27475–27500, 2019.

SAMPAIO, E. Q. **Práticas Sustentáveis em uma Cadeia de Suprimentos do Setor Alimentício**. Orientadora: Maria Tereza Saraiva de Souza. 2016. 115p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós graduação em Administração de empresas, Centro Universitário FEI, São Paulo, 2016.

SANTANA, M. S. A. DE et al. Caracterização dos resíduos sólidos urbanos de um aterro consorciado no agreste alagoano: uma abordagem metodológica por regionalização. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, p. e35111335240, 27 set. 2022.

SANTOS, D. L. **Barreiras e direcionadores na aplicação do Lean e Green**. Orientadora: Lucila Maria de Souza Campos. 2018. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SANTOS, F. F, *et al.* Avaliação da aplicação das técnicas da Produção Mais Limpa em um laticínio no Sul da Bahia. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 1, p. 117–131, 28 set. 2017.

STIFTUNG. Heinrich Böll. **Atlas do Plástico** | - Rio de Janeiro Office. Disponível em: <<https://br.boell.org/pt-br/atlasdoplastico>>. Acesso em: 03 fev. 2023.

SILVA, M. L. T. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de bioplásticos de amido de milho contendo farinha de subproduto de broto. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, 2020.

SINDIPLAST. **Tipos de Plásticos**» Sindiplast. Disponível em: <<https://www.sindiplast.org.br/tipos-de-plasticos/>>. Acesso em: 25 jan 2023.

SCHLICKMANN, P. H. **A produção brasileira de embalagens plásticas inovadoras para a indústria de alimentos**. Orientador Carlos José Espínola, 2018. 210 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências humanas, Programa de pós graduação em geografia, Florianópolis, 2018.

SEBRAE, **Pequenos negócios em números** (2018). Disponível em: <[https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c00210aRCRD#:~:text=No%20Brasil%20existem%206%2C4,\(16%2C1%20milh%C3%B5es\).](https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/sp/sebraeaz/pequenos-negocios-em-numeros,12e8794363447510VgnVCM1000004c00210aRCRD#:~:text=No%20Brasil%20existem%206%2C4,(16%2C1%20milh%C3%B5es).>)> Acesso em: 22 fev 2023.

SANT'ANNA, P. R. *et al.* Implementation of Lean and Green practices: a supplier-oriented assessment method. **Production Engineering**, v. 11, n. 4-5, p. 531–543, 22 jun. 2017.

TEIXEIRA, M. *et al.* A indústria de transformados plásticos. 1. ed. – São Paulo: Sindicato dos Químicos de São Paulo, 2017. 108 p.: il.; 23 cm – **(Coleção Estudos Setoriais; 2)**

VARELLA, W. A. *et al.* Adoption of cleaner production in a pupunha palm heart factory: a systematic literature review and a case study. **Food Science and Technology**, v. 42, 2022.

VICENZI, J. B; ANTONI, V. L. Obtendo produtividade com a aplicação do conceito de produção enxuta: o caso de uma pequena indústria de alimentos. **IX Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**. Passo Fundo, RS. 2016.

WEF. World Economic Forum. **The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics**. WEF, 2016.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A - PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

1 - CONTEXTUALIZAÇÃO

Uma revisão sistemática é uma investigação com métodos sistemáticos pré-definidos para identificar, metodicamente, todos os documentos relevantes, publicados e não publicados, para uma questão de investigação. Avalia a qualidade desses artigos, extrai os dados e sintetiza os resultados. Essa metodologia utiliza procedimentos sistematizados através de protocolos que consideram diversos critérios. Os métodos desenvolvidos são registrados para que outros pesquisadores possam reproduzi-los, tornando a Revisão Sistemática de Literatura (RSL) uma metodologia eficiente.

Essa proposta de Revisão Sistemática da Literatura tem como objetivo identificar na literatura a existência de estudos primários que abordam o pensamento *Lean* e *Green* e como esses dois conceitos se integram na indústria alimentícia e podem contribuir para análise de desempenho ambiental. Este presente protocolo determinará os critérios que deverão ser seguidos na execução da RSL e terá como base os itens recomendados pela PRISMA-P (2015).

2 . QUESTÕES DE PESQUISA:

- **Quais práticas do *Lean Manufacturing* são utilizadas para difundir o pensamento enxuto na indústria de biscoitos?** Essa pergunta visa identificar as principais práticas e princípios da Manufatura Enxuta voltadas para a indústria de alimentos.
- **Quais práticas de Produção mais limpa são utilizadas para difundir o pensamento verde na indústria de biscoitos?** Essa pergunta visa identificar as principais práticas e princípios da Produção mais Limpa voltadas para a indústria de alimentos.
- **Como é a integração das práticas *Lean* e *Green* na indústria de biscoitos com foco em desempenho ambiental?** Essa pergunta visa identificar os pontos de interseção entre o *Lean* e o *Green* para o desempenho ambiental na indústria de alimentos.

3 - CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE FONTES:

As fontes deverão estar disponíveis via web, em bases de dados científicas da área. Poderão ser selecionados também, trabalhos disponíveis em outros meios, desde que atendam aos requisitos da RSL. Através do uso de palavras-chaves previamente definidas, buscar por artigos de periódicos ou anais de eventos científicos da área e trabalhos de conclusão de curso de mestrado ou doutorado (pós-graduação).

4. MÉTODOS DE BUSCA DE FONTES:

Com base na estrutura das questões de investigação definidas anteriormente, os principais termos identificados foram: Produção enxuta, Produção mais Limpa, *Lean* e *Green*, indústria alimentícia e desempenho ambiental. Os termos foram utilizados em português e em inglês por ser a língua utilizada nas bases de dados eletrônicas pesquisadas e nas principais conferências e jornais dos tópicos de investigação.

- Produção enxuta: *Lean manufacturing*
- Pensamento enxuto: *Lean thinking*
- Produção mais limpa: *Cleaner production*
- Pensamento verde: *Green thinking*
- Enxuto e verde: *Lean e green*
- Indústria alimentícia: *Food industry*
- Desempenho ambiental: *Environmental performance*

5. STRINGS DE BUSCA

As *strings* de busca foram geradas a partir da combinação das palavras-chave em português e inglês, usando os operadores booleanos OR (ou) e AND (e).

Quadro 01 - *Strings* de busca

Questão de pesquisa	<i>Strings</i> de busca
Quais práticas do <i>Lean Manufacturing</i> são utilizadas para difundir o pensamento enxuto na indústria alimentícia de pequeno porte?	1. (“lean manufacturing”) OR (“produção enxuta”) AND (“indústria alimentícia”) 2. (“lean thinking”) OR (“pensamento enxuto”) AND (“indústria alimentícia”)
Quais práticas de Produção mais Limpa são utilizadas para difundir o pensamento verde na indústria alimentícia de pequeno porte?	1. (“cleaner production”) OR (produção mais limpa) AND (“indústria alimentícia”) 2. (“green thinking”) OR (“pensamento verde”) AND (“indústria alimentícia”)
Como é a integração das práticas <i>Lean</i> e <i>Green</i> na indústria alimentícia de pequeno porte com foco em desempenho ambiental?	1. (“lean e green”) OR (“pensamento enxuto e verde”) AND (“indústria alimentícia”) 2. (“lean e green”) OR (“desempenho ambiental”) AND (“indústria alimentícia”)

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

6 – BASES DE DADOS

- Portal Periódicos da Capes (<https://www-periodicos-capes-gov.br.ez1.periodicos.capes.gov.br/index.php?>);
- Banco de dados do Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>);
- Banco de dados da Elsevier (<https://www.elsevier.com/pt-br>).

7 - SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Deverão ser realizadas buscas com as palavras-chaves nas fontes de pesquisa definidas. Dos trabalhos recuperados, deverão ser lidos os resumos; e, realizada a pré-avaliação, já baseada nos critérios de inclusão e exclusão, será feita para selecionar os textos que deverão ser lidos integralmente. Os textos selecionados deverão ser lidos na íntegra e avaliados, rigorosamente, de acordo com os mesmos critérios, sendo considerados válidos ou inválidos para os objetivos desta Revisão Sistemática de Literatura. Serão selecionados os materiais em português e inglês.

8 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS TRABALHOS

CrITÉrios de inclusão:

- a) Devem ser trabalhos publicados e disponíveis, integralmente, em bases de dados científicas;
- b) Devem ser trabalhos recentes (publicados a partir de 2016), que já possuam aprovao pela comunidade científica;
- c) Os trabalhos devem tratar, especificamente, da aplicao ou da avaliao das ferramentas e princípios da Manufatura Enxuta aplicadas na indústria de alimentos.
- d) Os trabalhos devem conter referências ao Pensamento verde, Pensamento enxuto, Sustentabilidade e Gestão Ambiental.
- e) O estudo deverá ser considerado relevante para a temática abordada.

CrITÉrios de exclusão:

- a) Serão desconsiderados trabalhos que não estejam disponíveis, integralmente, nas bases de dados pesquisadas;
- b) Serão desconsiderados trabalhos anteriores a 2016, que não tratem de conceitos relacionados a área de interesse desta RSL;
- c) Serão excluídos artigos que não forem em português ou inglês;

- d) Estudos considerados irrelevantes para a pesquisa em questão;
- e) Estudos que não respondam as perguntas de pesquisa;
- f) Estudos repetidos.

09 - CRITÉRIOS DE QUALIDADE DOS ESTUDOS PRIMÁRIOS

- Ter sido publicado em periódico com revisão por pares, quando se referir a artigos e qualis A, ou no mínimo B1.

10 - EXTRAÇÃO E SÍNTESE DOS DADOS

Serão preenchidas “tabelas de extração de dados” para cada texto, considerado válido para a RSL, lido integralmente. Além das informações básicas (dados bibliográficos, data de publicação, *abstract*, entre outros), esses formulários deverão conter a síntese do trabalho, redigida pelo pesquisador que conduzirá a RSL; e, reflexões pessoais do mesmo a respeito do conteúdo e das conclusões do estudo.

Com os resultados obtidos, deverá ser redigido relatório, que descreve, sinteticamente, o conteúdo da RSL sobre o pensamento *Lean e Green* na Indústria de Alimentos. Análises qualitativas e quantitativas, com relação aos trabalhos pesquisados e suas conclusões, também deverão ser realizadas.

11. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Ao final da revisão sistemática, será apresentada a revisão teórica da dissertação para obtenção do título de mestre.

REFERÊNCIAS

DONATO, H.; DONATO, M. 2019. Etapas para a realização de uma revisão sistemática. *Acta Médica Portuguesa*. 32, 3 (março de 2019), 227–235. DOI: <https://doi.org/10.20344/amp.11923>.

PRISMA-P. 2015. (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols*). Disponível em: <https://systematicreviewsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-4053-4-1/tables/3>. Acesso em: 5 jun. 2022.

APÊNDICE B - RESULTADO DA RSL

Neste apêndice B, estão destacados os principais pontos da metodologia descrita no Protocolo de RSL, que foi elaborado, utilizando como base os itens recomendados pela *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols - PRISMA-P* (2015). O software Excel foi utilizado para extrair, sintetizar e registrar os dados dos estudos selecionados. O ponto de partida para a realização desta pesquisa foram as perguntas norteadoras, que estão apresentadas no Quadro 1.

Foram geradas algumas questões de buscas mais específicas sobre o objetivo da pesquisa, mas não geraram resultados que pudessem ser utilizados, foram feitas combinações com os termos embalagens plásticas, setor de alimentos, insumos, mas às quais não geraram resultados concretos, então foi necessário utilizar termos mais genéricos. Foram geradas perguntas norteadoras inicialmente mais específicas para a indústria alimentícia de pequeno porte de fabricação de biscoitos e nas embalagens de insumos, mas não foram gerados resultados com os termos utilizados, então foram adotadas questões norteadoras mais abrangentes focando na indústria alimentícia de forma geral.

Quadro 1 – Questões norteadoras da RSL

Questão 01	Quais práticas do <i>Lean Manufacturing</i> são utilizadas para difundir o pensamento enxuto na indústria alimentícia?
Questão 02	Quais práticas de Produção mais Limpa são utilizadas para difundir o pensamento verde na indústria alimentícia?
Questão 03	Como é a integração das práticas <i>Lean</i> e <i>Green</i> na indústria alimentícia com foco no desempenho ambiental?

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Para as buscas de materiais, foram aplicadas as *strings* de buscas específicas para cada pergunta em 3 bases de dados. Foi aplicado o filtro temporal com o período 2016-2022, de modo a refinar os resultados com trabalhos recentes dos últimos 6 anos. As bases de busca foram: Google Acadêmico, Elsevier e Periódicos CAPES. O quadro 2, a seguir, apresenta as *strings* utilizadas nas buscas de acordo com as questões norteadoras.

Quadro 2 – *Strings* de buscas da RSL

Questão de pesquisa	Bases de busca	<i>Strings</i> de busca
Q01: Quais práticas do <i>Lean Manufacturing</i> são utilizadas para	Google Acadêmico;	1. (" <i>lean manufacturing</i> ") OR ("produção enxuta") AND ("indústria alimentícia")

difundir o pensamento enxuto na indústria alimentícia?	Elsevier; e Periódicos CAPES.	2. (“ <i>lean thinking</i> ”) OR (“pensamento enxuto”) AND (“indústria alimentícia”)
Q02: Quais práticas de Produção mais Limpa são utilizadas para difundir o pensamento verde na indústria alimentícia?	Google Acadêmico; Elsevier; e Periódicos CAPES.	1. (“ <i>cleaner production</i> ”) OR (“produção mais limpa”) AND (“indústria alimentícia”) 2. (“ <i>green thinking</i> ”) OR (“pensamento verde”) AND (“indústria alimentícia”)
Q03: Como é a integração das práticas <i>Lean e Green</i> na indústria alimentícia com foco em desempenho ambiental?	Google Acadêmico; Elsevier; e Periódicos CAPES.	1. (“ <i>lean e green</i> ”) OR (“pensamento enxuto e verde”) AND (“indústria alimentícia”) 2. (“ <i>lean e green</i> ”) OR (“desempenho ambiental”) AND (“indústria alimentícia”)

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Os estudos resultantes da aplicação das *strings* nas bases de dados passaram por triagem através dos títulos, onde se descartou os que não estavam relacionados à estratégia de busca e que não apresentavam coerência com a pesquisa. Em seguida, foram analisadas as palavras-chaves, resumos e conclusões, a fim de verificar os critérios de inclusão e critérios de exclusão. O quadro 3 apresenta os critérios de inclusão e de exclusão

Quadro 3 – Critérios de Inclusão (I) e Critérios de Exclusão (E)

Critérios de inclusão (I)	Critérios de exclusão (E)
<ul style="list-style-type: none"> Trabalhos publicados e disponíveis integralmente em bases de dados científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Serão desconsiderados trabalhos que não estejam disponíveis, integralmente, nas bases de dados pesquisadas.
<ul style="list-style-type: none"> Trabalhos recentes (publicados a partir de 2016), que já possuem aprovação pela comunidade científica. 	<ul style="list-style-type: none"> Serão desconsiderados trabalhos anteriores a 2016, que não tratem de conceitos relacionados à área de interesse dessa RS.
<ul style="list-style-type: none"> Os trabalhos devem tratar especificamente da aplicação ou da avaliação das ferramentas e princípios da manufatura enxuta aplicadas na indústria de alimentos. 	<ul style="list-style-type: none"> Serão excluídos artigos que não forem em português ou inglês.
<ul style="list-style-type: none"> Os trabalhos devem conter referências ao pensamento verde, pensamento enxuto, sustentabilidade e gestão ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudos que não respondam as perguntas de pesquisa.
<ul style="list-style-type: none"> O estudo deverá ser considerado relevante para a temática abordada. 	<ul style="list-style-type: none"> Estudos repetidos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

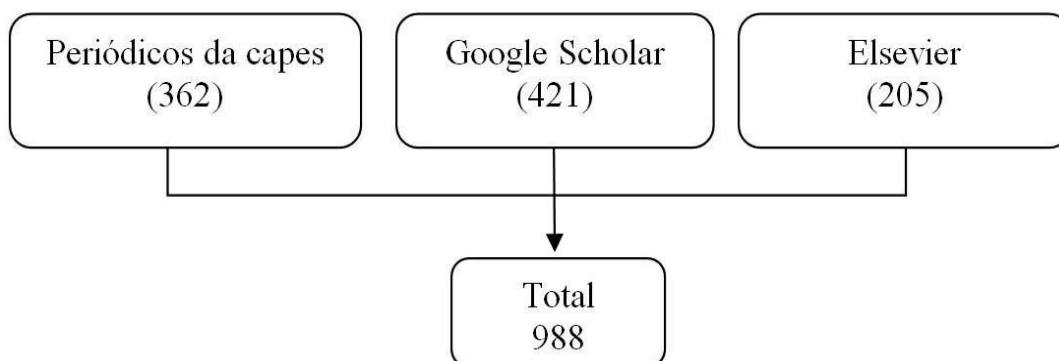
A lista de trabalhos aceitos na etapa anterior foi submetida ao critério de qualidade, lidos de forma integral. Os artigos deveriam ter sido publicados em periódicos ou anais de eventos

de preferência com revisão por pares. Quanto aos trabalhos de conclusão de curso de mestrado e doutorado deveriam ter sido aprovados por banca examinadora.

Foram preenchidas as tabelas de extração de dados para cada texto, considerado válido para a RS, que foi lido integralmente, com informações básicas (dados bibliográficos, data de publicação, abstract, entre outros). Com os resultados obtidos, foi redigido relatório que descreve, sinteticamente, o conteúdo da RSL sobre o pensamento *Lean e Green* na indústria de alimentos. Análises qualitativas e quantitativas, com relação aos trabalhos pesquisados serviram para compor a base teórica desta dissertação.

Foi realizada a revisão sistemática de estudos, com temas referentes aos conceitos do *Lean e Green*, voltados para a indústria alimentícia de pequeno porte, por meio dos periódicos das bases de dados nacionais e internacionais: Elsevier, Google Scholar e Periódicos da Capes, a fim de analisar esses trabalhos e obter perspectiva das direções desses estudos na literatura nos últimos 6 anos (2016 -2022). Após a aplicação das *strings* de buscas nas bases de dados, a pesquisa resultou em 988 materiais, cuja distribuição está representada na figura 1.

Figura 1 - Resultado da aplicação das string de buscas da RSL

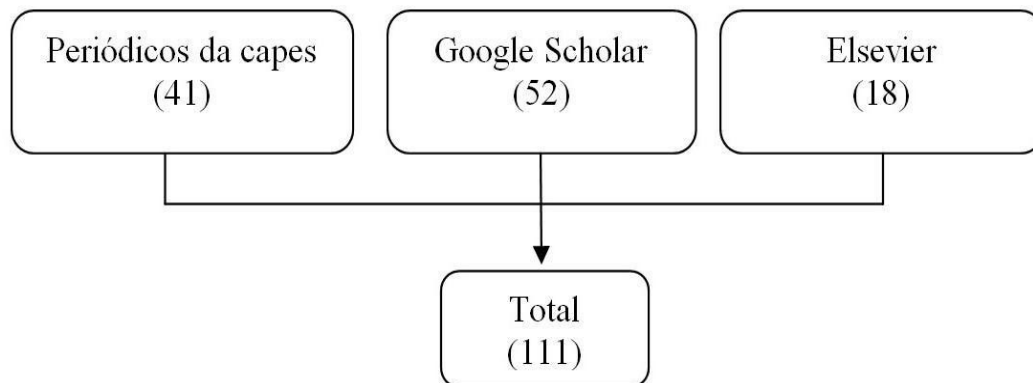


Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O google scholar foi a base de dados que apresentou mais resultados com 421 artigos selecionados, seguido pela base dos periódicos da capes com 362 estudos gerados com as *strings* de buscas, a Elsevier apresentou a menor quantidade de artigo com 205 trabalhos. A busca total resultou em 988 artigos na primeira etapa da RSL.

Após o resultado gerado com as *strings* de buscas nos periódicos, foram aplicados os critérios de exclusão, eliminando trabalhos repetidos, trabalhos com mais de 6 anos de publicação, trabalhos fora do tema, trabalhos sem acesso aberto. Ao final da aplicação dos critérios de exclusão, a pesquisa resultou em 111 estudos para a análise qualitativa, conforme distribuição nas bases de dados, indicada na figura 2, a seguir.

Figura 2 - Resultado da aplicação dos critérios de exclusão da RSL

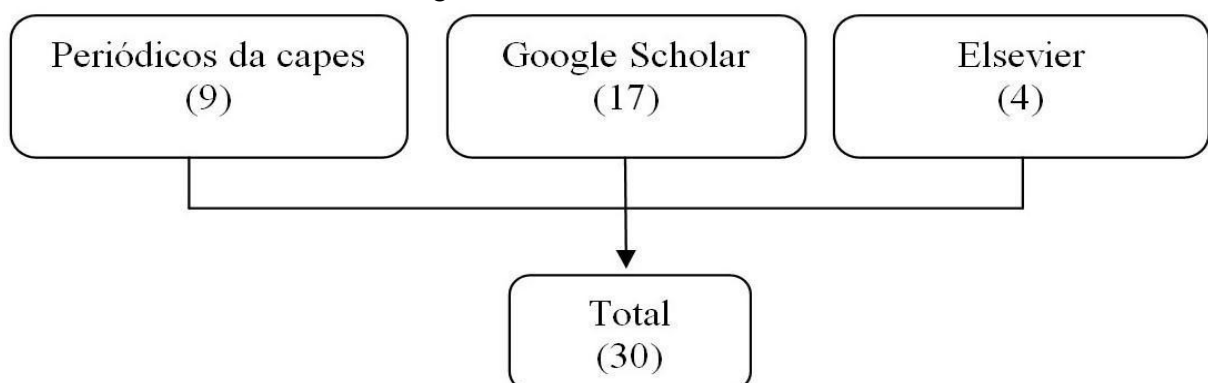


Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Na análise qualitativa foram eliminados os artigos que não tinham aderência a pesquisa, seguindo alguns critérios como artigos repetidos, artigos que não fossem em português ou inglês e artigos que não estavam disponíveis integralmente para leitura. Após aplicação desses critérios restaram 41 trabalhos no Periódico da Capes, 52 no Google Scholar e 18 na Elsevier, um total de 111 trabalhos selecionados para a próxima análise.

Nos trabalhos selecionados, após a aplicação dos critérios de exclusão, foi realizada a análise qualitativa, com leitura dos resumos, palavras-chave e principais tópicos da pesquisa. Essa avaliação qualitativa objetivou selecionar estudos com foco na aplicação, avaliação e resultados do pensamento *Lean* e *Green* na indústria alimentícia de pequeno porte. Como resultado desta análise, obteve-se 30 estudos finais, que foram lidos integralmente, e utilizados para a formação da revisão da literatura desta pesquisa, como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Resultado final da RSL



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Após a análise criteriosa dos trabalhos selecionados na etapa de aplicação dos critérios de exclusão e inclusão, foram selecionados 9 artigos nos periódicos da capes, 17 artigos no

google scholar e apenas 4 trabalhos no base do Elsevier, resultado para análise final um total de 30 artigos.

Os 30 trabalhos selecionados na RSL foram lidos de forma integral. A análise sistêmica das informações e referências foi organizada em tabelas no Excel e está exposta nessa subseção da pesquisa. Os conceitos e abordagens dos trabalhos selecionados foram utilizados para compor o referencial teórico da pesquisa. Os estudos selecionados estão descritos no quadro 14, ordenados por ano, de forma crescente.

Quadro 4 - Portfólio da Revisão Sistemática da Literatura

Nº	Autor (es)	Ano	Título	Método
01	Franceski <i>et al.</i>	2016	Aplicação de ferramentas Lean na área de alimentos: uma revisão conceitual.	Revisão da literatura
02	Barbosa; Assumpção	2016	<i>LEAN & GREEN</i> : quanto suas práticas são compatíveis?	Revisão bibliográfica
03	Sampaio	2016	Práticas Sustentáveis em uma cadeia de suprimento do setor alimentício.	Estudo de caso
04	Vicente; Antoni	2016	Obtendo produtividade com a aplicação do conceito de produção enxuta: o caso de uma pequena indústria de alimentos.	Estudo de caso
05	Oliveira <i>et al.</i>	2016	<i>The State of Research on Cleaner Production in Brazil.</i>	Revisão da literatura
06	Ferigatto <i>et al.</i>	2017	A integração das práticas <i>lean e green manufacturing</i>	Pesquisa bibliográfica
07	Abreu <i>et al.</i>	2017	<i>Lean-Green models for eco-efficient and sustainable production.</i>	Revisão sistemática
08	Tortorella <i>et al.</i>	2017	<i>Implementation of Lean and Green practices: a supplier-oriented assessment method.</i>	Estudo de caso
09	Mariano <i>et al.</i>	2017	Impacto das Práticas de Produção Enxuta na Gestão Ambiental: Um Estudo descritivo do <i>Lean and Green</i>	Estudo Descritivo
10	Farias <i>et al.</i>	2017	Uma revisão sistemática da literatura sobre o relacionamento entre as abordagens <i>Lean e Green</i> .	Revisão sistemática
11	Hoffmann <i>et al.</i>	2017	Integração da Manufatura Enxuta e Produção Mais Limpa: Um Estudo Exploratório sobre Indicadores, Ferramentas e Melhores Práticas.	Estudo de caso

12	Herzer <i>et al.</i>	2017	Simbiose industrial e Produção mais Limpa como estratégias de gestão ambiental.	Estudo de caso
13	Cherrafi <i>et al.</i>	2018	<i>Lean, Green Practices and Process Innovation: A Model for Green Supply Chain Performance.</i>	Survey
14	Farias	2018	Um framework integrativo para a avaliação de práticas <i>lean</i> e <i>green</i> .	Estudo de caso
15	Pentiado <i>et al.</i>	2018	O impacto do <i>lean manufacturing</i> como fator de melhoria no desempenho produtivo.	Estudo de caso
16	Ramos <i>et al.</i>	2018	<i>A lean and cleaner production benchmarking method for sustainability assessment: A study of manufacturing companies in Brazil.</i>	Revisão da literatura
17	Hoffmann <i>et al.</i>	2018	Cientometria dos sistemas de produção <i>lean manufacturing</i> e <i>cleaner production</i> : um olhar nos periódicos da ABEPRO.	Revisão sistemática
18	Pereira; Tortorella	2018	Identificação dos relacionamentos entre os fatores críticos de sucesso, barreiras e práticas para a implementação enxuta em uma pequena empresa.	Estudo de caso
19	Santos	2018	Barreiras e direcionadores na aplicação do <i>Lean</i> e <i>Green</i> .	Revisão da literatura
20	Leong <i>et al.</i>	2019	<i>Adaptive analytical approach to lean and green operations</i>	Estudo de caso
21	Das	2019	<i>Integrating Lean, Green, and Resilience Criteria in a Sustainable Food Supply Chain Planning Model</i>	Estudo de caso
22	Bento <i>et al.</i>	2019	O impacto da cultura organizacional no sucesso do <i>Lean Manufacturing</i> : uma análise sócio bibliométrica.	Análise bibliométrica
23	Passini <i>et al.</i>	2019	<i>Cleaner production options for a small bakery</i>	Estudo de caso
24	Bhattacharya <i>et al.</i>	2019	<i>Lean-green integration and its impact on sustainability performance: A critical review.</i>	Revisão da literatura
25	Hilsdorf <i>et al.</i>	2019	Aplicação de ferramentas do <i>lean manufacturing</i> : estudo de caso em uma indústria de remanufatura.	Estudo de caso
26	Lartey <i>et al.</i>	2020	<i>Going green, going clean: Lean-green sustainability strategy and firm growth</i>	Revisão bibliográfica

27	Cielusinsky <i>et al.</i>	2020	Análise das principais métricas utilizadas por profissionais na avaliação da maturidade de projetos de <i>lean</i> .	Revisão sistemática
28	Endrigo <i>et al.</i>	2020	Implementação de um projeto <i>Lean Seis Sigma</i> para a redução de descarte no processo de fabricação de biscoitos glaceados	Estudo de caso
29	Varella <i>et al.</i>	2022	<i>Adoption of cleaner production in a pupunha palm heart factory: a systematic literature review and a case study.</i>	Estudo de caso
30	Oliveira <i>et al.</i>	2022	<i>Lean and Green Product Development in SMEs: A Comparative Study between Small- and Medium-Sized Brazilian and Japanese Enterprises.</i>	Revisão sistemática

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

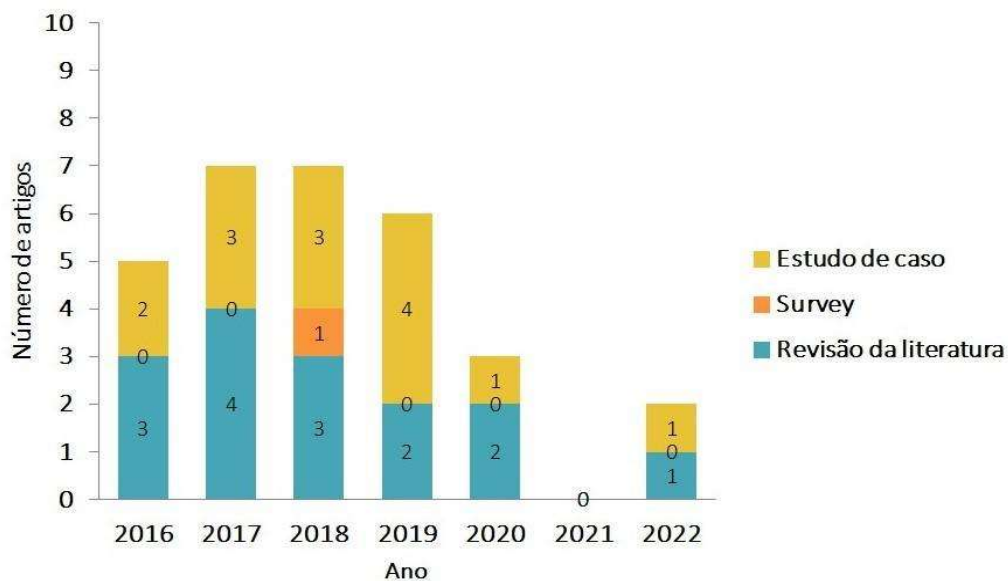
A evolução das publicações tema-objeto desse estudo pode ser observada no Gráfico 1, a seguir, a maior parte das publicações dos trabalhos selecionados concentram-se entre os anos de 2017 e 2018 com 46,6% dos artigos da RSL; e, nos últimos 3 anos, de 2020 a 2022, foram encontradas menos publicações dos estudos da RSL, com 16,6%.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A análise dos trabalhos permitiu identificar os métodos de pesquisa empregados nos estudos selecionados na RSL. O Gráfico 1 mostra a distribuição do método de pesquisa por ano, apontando a predominância de trabalhos de revisão da literatura e pesquisas com estudos de caso. Na revisão da literatura, há interesse em entender os contextos pesquisados ao longo dos anos; e, os estudos de caso mostram, que há interesse pela aplicação prática desses conceitos (FARIAS, 2018).

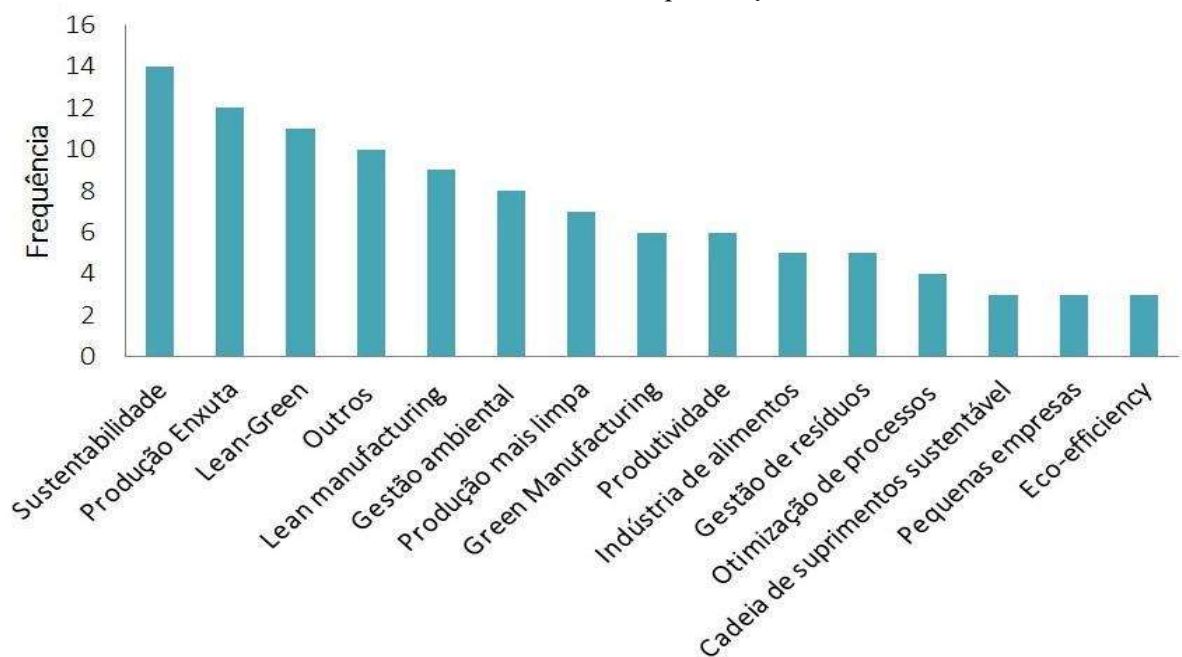
Gráfico 2 - Tipos de pesquisas dos estudos da RSL



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Através da análise das palavras-chave das publicações selecionadas na RSL, observou-se que as 5 palavras mais utilizadas são “Sustentabilidade”, “Produção enxuta”, “Lean e Green”, “Lean manufacturing” e “Gestão Ambiental”. As palavras “Gestão Ambiental”, “Produção mais Limpa”, “Green manufacturing” e “Indústria de alimentos”, também foram citadas. Dessa forma, os resultados das palavras-chaves das publicações mostram-se favoráveis à oportunidade de pesquisa focada nesses tópicos.

Gráfico 3 - Palavras chaves das publicações da RSL



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

A aplicação da RSL foi tanto método quanto etapa importante para a construção dessa pesquisa. Os estudos selecionados trouxeram relevância para a temática proposta e proporcionaram solidez à revisão da literatura com pesquisas recentes referentes ao *Lean* e *Green*.

APÊNDICE C - PRODUTO TÉCNICO E TECNOLÓGICO



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

Práticas *Lean* e *Green* para melhoria dos aspectos e impactos ambientais no uso de embalagens plásticas de insumos da indústria de biscoitos de Arapiraca, Alagoas

MARIA FRANCILANIA FONTES BARBOSA
ÁUREA LUIZA QUIXABEIRA ROSA E SILVA RAPÔSO



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS - IFAL CAMPUS MARECHAL DEODORO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS - PPGTEC**

2023 - Sistemas de Bibliotecas do Instituto Federal de Alagoas



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Marechal Deodoro
Biblioteca Dorival Apratto

B238p

Barbosa, Maria Francilania Fontes.

Práticas *Lean e Green* para melhoria dos aspectos e impactos ambientais no uso de embalagens plásticas de insumos da indústria de biscoitos de Arapiraca, AL / Maria Francilania Fontes Barbosa, Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso. – 2023.

26 f. : il., col.

Inclui bibliografia.

Produto Educacional – Originado da Dissertação: Análise do uso de embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca – AL sob a ótica das práticas *Lean e Green* (Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Marechal Deodoro, Marechal Deodoro, 2023.

1. Sustentabilidade ambiental. 2. Produção mais limpa. 3. Manufatura enxuta. 4. Práticas *Lean e Green*. 5. Embalagens plásticas. I. Rapôso, Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva . II. Título.

CDD: 363.7

Andreia Gomes de Azevedo
Bibliotecária – CRB-4/2164

Material Didático - Práticas *Lean* e *Green* para melhoria dos aspectos e impactos ambientais no uso de embalagens plásticas de insumos da indústria de biscoitos de Arapiraca, Alagoas.

Instituto Federal de Alagoas - IFAL

Reitor

Carlos Guedes de Lacerda

Pró-Reitora de Ensino

Maria Cledilma Ferreira da Silva Costa

Pró-Reitora de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

Eunice Palmeira da Silva

Pró-Reitor de Extensão

Gilberto da Cruz Gouveia Neto

Pró-Reitor de Administração

Heverton Lima de Andrade

Pró-Reitora de Desenvolvimento Institucional

Edja Laurindo de Lima

Coordenadora do Mestrado em Tecnologias Ambientais

Sheyla Karolina Justino Marques

ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	05
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	06
2. EMBALAGEM PLÁSTICA E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS	07
2.1. INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA DE BISCOITOS	07
2.2. EMBALAGEM PLÁSTICA	08
2.3. TIPOS DE PLÁSTICOS PARA EMBALAGENS	08
3. CADEIA PRODUTIVA DA EMBALAGEM PLÁSTICA	09
3.1. PLÁSTICO: POLÍMERO SINTÉTICO DERIVADO DO PETRÓLEO	09
4. CLASSIFICAÇÃO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS	10
4.1. SIMBOLOGIA DE IDENTIFICAÇÃO DE PRODUTOS E MATÉRIAS-PRIMAS PLÁSTICAS	10
4.2. COMO IDENTIFICAR O TIPO DE PLÁSTICO DAS EMBALAGENS	11
5. IDENTIFICAÇÃO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DOS INSUMOS DA FABRICAÇÃO DE BISCOITOS	11
6. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DOS INSUMOS DA FABRICAÇÃO DE BISCOITOS	13
7. CONTEXTO DE USO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DOS INSUMOS	14
8. PRÁTICAS <i>LEAN</i> E <i>GREEN</i> PARA GESTÃO AMBIENTAL DE EMBALAGENS PLÁSTICA	19
8.1. PENSAMENTO <i>LEAN</i> E <i>GREEN</i>	19
8.2. DESPERDÍCIOS NOS PROCESSOS PRODUTIVOS SOB O OLHAR DO PENSAMENTO <i>LEAN</i> E <i>GREEN</i>	20
8.3. OPORTUNIDADES DE MELHORIA DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO USO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS COM APLICAÇÃO DAS PRÁTICAS <i>LEAN</i> E <i>GREEN</i>	21
8.4 OPORTUNIDADES DE MELHORIA DOS ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS NO USO DE EMBALAGENS PLÁSTICAS: CENÁRIOS PARA APLICAÇÃO DAS PRÁTICAS <i>LEAN</i> E <i>GREEN</i> EM INDÚSTRIA DE BISCOITOS	22
CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	27

SUMÁRIO EXECUTIVO

A embalagem plástica na indústria de alimentos apresenta preocupação crescente para o meio ambiente. O descarte inadequado e o aumento do consumo de matérias-primas que são embaladas em materiais plásticos geram impactos ambientais. A sensibilização ambiental dos gestores das indústrias de micro e pequeno porte desempenha papel crucial na redução do consumo de embalagens plásticas e na destinação ambientalmente adequada através da adoção de práticas *Lean* e *Green*.

Com a finalidade de apresentar as principais práticas para a adoção do pensamento *Lean* e *Green* para indústria de biscoitos de pequeno porte de Arapiraca-AL com foco na melhoria ambiental do uso das embalagens plásticas dos insumos utilizados no processo de fabricação, foi elaborado este manual com propostas de oportunidades de melhoria economicamente viáveis e ambientalmente responsáveis quanto ao uso e à destinação das embalagens plásticas dos insumos.

O presente trabalho é produto da pesquisa de mestrado desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTEC), também denominado Mestrado Profissional em Tecnologias Ambientais, pelo Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Campus Marechal Deodoro.

Boa leitura!

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Os impactos ambientais, causados pela geração de resíduos nos processos produtivos, acarretam preocupação com a qualidade do meio ambiente e exigem das indústrias a busca por alternativas que promovam a preservação ambiental. O movimento em direção a operações e produtos mais verdes tem forçado as empresas a encontrarem alternativas para equilibrar ganhos de eficiência e respeito ao meio ambiente em seus atuais processos e produtos (Garza-Reyes, 2015).

Para Santos *et al.* (2018), o crescimento da consciência ambiental, o aumento da demanda por produtos ecologicamente corretos e a crescente pressão imposta às indústrias, no que diz respeito ao uso dos recursos naturais finitos são exemplos de fatores, que têm contribuído para o incremento do uso de ferramentas e técnicas para a redução da geração de resíduos nas operações industriais.

A sociedade anseia por sistema de produção responsável, que permita o crescimento socioeconômico e ambiental, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas necessidades e demandas (Mittal *et al.*, 2017). A forma atual de consumir, juntamente com as novas tecnologias, tem causado aumento na produção de resíduos (Landim *et al.*, 2016).

A aplicação de princípios e métodos, voltados para redução de desperdícios e impactos ambientais, mostra-se como desafio para as indústrias (Santos *et al.*, 2018). A sustentabilidade ambiental, agora, é vista como conceito central, embutido em vários aspectos das operações de manufatura (Mejia; Kajikawa, 2021).

A integração de práticas enxutas e verdes resulta em abordagem inovadora, chamada *Lean e Green* (Tortorella *et al.*, 2017). A mudança para produtos e processos de manufatura responsáveis influenciou organizações a melhorarem o desempenho produtivo e a eficiência ambiental, evoluindo do pensamento *Lean* para o pensamento *Lean e Green* (Farias, 2018).

Lean e Green refere-se ao conceito que associa eficiência em termos operacionais e ambientais. Esse conceito surgiu como efeito colateral dos desafios das indústrias em repensar objetivos e estratégias para agregar mais valor, contribuir para a equidade social e prevenir os impactos ambientais (ABREU *et al.*, 2017). As cadeias produtivas geram perdas, mais conhecidas como resíduos, em seus processos de produção. Cada tipo de material gerado tem características, especificações e formas de impactar o ambiente (Feri-gatto *et al.*, 2017). A redução na geração de resíduos sólidos configura-se pauta do *Lean e Green* (Barbosa; Assumpção, 2016).

O consumo de produtos industrializados, como os alimentos, que necessitam de embalagens (primárias, secundárias e terciárias), resulta no aumento de resíduos, por conseguinte maior impacto ambiental. Nas últimas décadas, as mudanças de hábitos e consumo levaram ao desenvolvimento de inovações tecnológicas e, conseqüentemente, à maior produção de bens de consumo, o que gerou aumento na produção de embalagens (Landim *et al.*, 2016).

Segundo Landim *et al.* (2016), os materiais plásticos têm chamado atenção, em virtude da quantidade de resíduos gerada, dos impactos ao meio ambiente causados e do tempo de decomposição. Os materiais plásticos são utilizados em substituição a diversos tipos de materiais, como por exemplo, o aço, o vidro e a madeira, devido às suas características de baixo peso, baixo custo, elevadas resistências mecânica e química, facilidade de aditivação e por serem, em sua maioria, 100% recicláveis (ABIPLAST, 2018).

Em 2020, segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública (ABRELPE), o volume de plástico descartado no Brasil aumentou: foram 13,3 milhões de toneladas, o que representa 15% a mais que no ano anterior. O relatório da Associação Brasileira da Indústria do Plástico de 2019, apresentou dados de 2017 dos setores, que mais consomem plástico no Brasil, onde 22,5% do consumo de plástico foi do setor da Construção Civil, constituindo-se o maior segmento consumidor de transformados plásticos e o segundo maior setor foi o segmento de alimentos com 20,3% (ABIPLAST, 2019).

2. EMBALAGEM PLÁSTICA E A INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

2.1 Indústria alimentícia de biscoitos

A indústria alimentícia tem grande representatividade no cenário econômico do país. Esse segmento é composto por diversos tipos de produtos. A indústria alimentícia de fabricação de biscoitos de trigo tem números expressivos de produção e consumo.

Em 2020, cada brasileiro consumiu em média 6,3 kg de farinha de trigo. Nos últimos 3 anos as vendas da farinha de trigo apresentaram crescimento exponencial, demonstrando a importância da indústria de biscoitos para a economia do país e para a população consumidora (Abimapi, 2021).

A Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA) aponta que o ramo alimentício é o que mais movimenta a economia brasileira, representando 10,6% do PIB. Isso quer dizer que a produção é alta para atender demandas internas e externas (Abia, 2021).

No entanto, com a alta produção de alimentos, há também grande produção de resíduos das indústrias alimentícias, como por exemplo, as embalagens plásticas dos insumos (Asibel, 2021).

2.2 Embalagem plástica

A embalagem constitui-se em item indispensável para a Indústria de Alimentos; pois, a ela são atribuídas diversas funções, como proteção, conservação, informação e conveniência no uso do produto, sendo discutível sua importância para a viabilização dos produtos ao mercado (Carvalho *et al.*, 2021).

As embalagens plásticas estão em todos os setores. Destaca-se na indústria de alimentos, seja para os insumos intra fábrica, que compõem as matérias-primas, seja no produto final que vai para os consumidores (Abiplast, 2023).

2.3 Tipos de plásticos para embalagens

Cada tipo de embalagem tem características diferentes a depender do tipo de plástico que foi produzida. Há embalagens plásticas específicas para alguns tipos de alimentos e é importante conhecer os tipos de plásticos para facilitar a destinação ambientalmente correta. O Quadro 1 destaca os principais tipos de plásticos utilizados nas embalagens plásticas para alimentos.

Quadro 1: Tipos de Plásticos utilizados para embalagens de alimentos

Polietileno tereftalato - PET	Embalagens para cozimento de alimentos, garrafas para bebidas carbonatadas, frascos para alimentos.
Polietileno - PE	Embalagens para alimentos, principalmente saco plástico.
Polietileno de baixa densidade e Polietileno de baixa densidade linear - PEBD e PEBDL (LDPE e LLDPE)	Embalagens para alimentos e embalagens flexíveis para alimentos.
Polipropileno homopolímero, Poliestireno expandido (PP)	Utilidades em frascos e embalagens para alimentos em geral.
Poliestireno Expandido - EPS (Isopor)	Embalagens para alimentos.

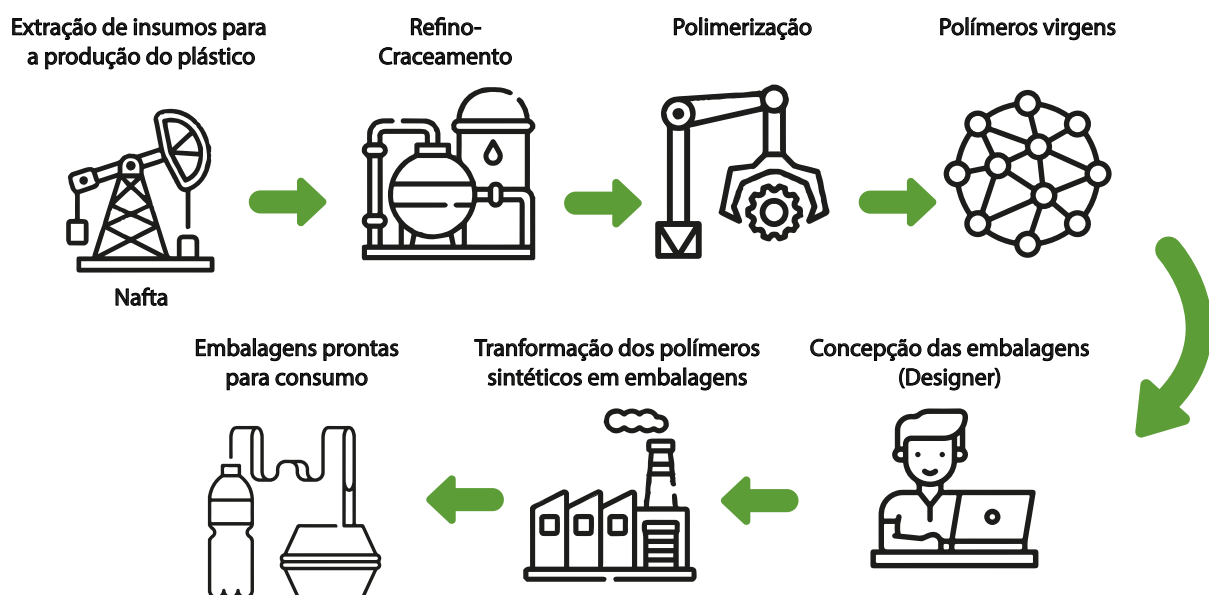
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023, com base em Teixeira, 2017 e Sindiplast, 2019.

3. CADEIA PRODUTIVA DA EMBALAGEM PLÁSTICA

3.1 Plástico: polímero sintético derivado do petróleo

O plástico consiste em polímero sintético proveniente do petróleo, desenvolvido por complexa mistura de compostos. A nafta é o principal derivado do petróleo, utilizado para a fabricação de plásticos, cuja obtenção é feita por meio do processo de destilação fracionada, que ocorre dentro das refinarias, no qual o petróleo é aquecido na coluna de destilação, resultando em frações de diversos tipos de derivados (Teixeira, 2017).

Figura 1: Cadeia Produtiva do Plástico



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023, com base em Abiplast, 2015.

A utilização de materiais plásticos sintéticos têm vantagens e desvantagens. Como vantagens, podemos citar baixo peso, baixo custo, elevada resistência mecânica e química, flexibilidade, possibilidade de aditivação e reciclabilidade.

Já como desvantagens, levam mais de 100 anos para serem completamente degradados pela natureza; sua produção emite gases poluentes ao meio ambiente e é dependente do petróleo, recurso natural do planeta não renovável (Teixeira *et al.*, 2017).

4. CLASSIFICAÇÃO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS

A Norma ABNT NBR 13230:2010 classifica os tipos de plásticos recicláveis em 7 categorias. Nas embalagens há símbolo em forma de triângulo com número, que representa o tipo de plástico e se pode ser reciclado (Brasil, 2010).

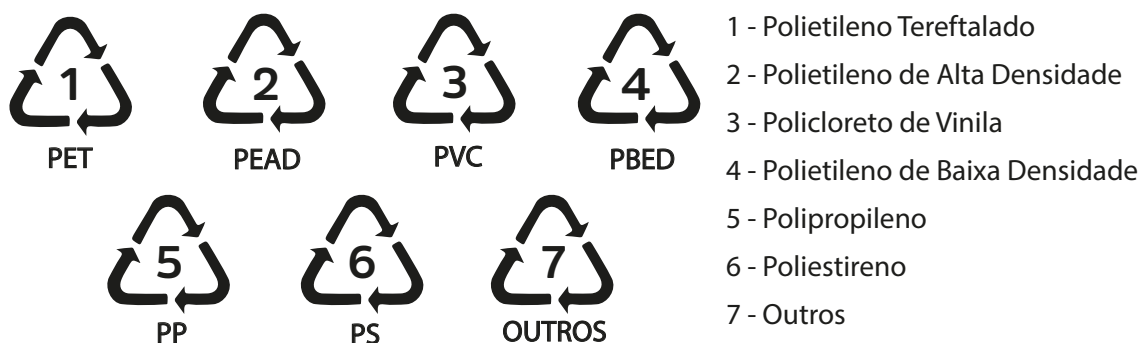
Na ausência de reciclagem, os plásticos geram danos para o meio ambiente, pois se constituem um forte agente poluidor já que são de difícil decomposição (Santana *et al.*, 2022).

A maioria dos plásticos empregados nas embalagens é utilizada por menos de uma semana; mas, a prolongada durabilidade desses materiais no meio ambiente gera crescimento dos resíduos poluentes. Os polímeros sintéticos são projetados para desempenho e durabilidade, mas não para degradabilidade, produzindo milhões de toneladas de plásticos acumulados nos oceanos e aterros sanitários (Carvalho *et al.*, 2021).

4.1 Simbologia de identificação de produtos e matérias-primas plásticas

Com foco no processo de reciclagem, a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT adotou classificação dos tipos de plásticos para facilitar o processo de separação e coleta por tipo de material plástico. Os tipos de plásticos recicláveis foram separados em 7 categorias, como ilustra a Figura 2. Os símbolos com os tipos de plásticos são encontrados nos recipientes e/ou rótulos das embalagens. (Carvalho *et al.*, 2021).

Figura 2: Tipologia dos Plásticos



Fonte: Brasil, 2010.

4.2 Como identificar o tipo de plástico das embalagens

Muitas embalagens plásticas contêm o símbolo do tipo de plástico para otimizar o processo de reciclagem. A identificação de cada material facilita o processo de separação, categorização e armazenamento para a coleta.



Na parte inferior do balde há o símbolo da reciclagem e abaixo dele há quadrados com os tipos de materiais plásticos de cada parte da embalagem.



Na parte do fundo do saco há o símbolo da reciclagem e abaixo dele há quadrados com o tipo de material plástico da embalagem.






















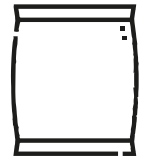

Na parte inferior da garrafa de leite de coco há o símbolo da reciclagem e abaixo dele há quadrados com os tipos de materiais plásticos de cada parte da embalagem.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

5. IDENTIFICAÇÃO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DOS INSUMOS DA FABRICAÇÃO DE BISCOITOS

Em pesquisa aplicada à indústria de biscoitos da cidade de Arapiraca-AL, foram identificadas as etapas do processo produtivo em que são gerados os resíduos plásticos das embalagens dos insumos e a destinação desses materiais. Foi constatado que mais de 80% dos insumos utilizados no processo produtivo do biscoito é acondicionado em embalagens plásticas. Todas as embalagens podem ser recicladas, pois estão nas categorias de reciclagem definidas na ANBT NBR 13230:2010, conforme o Quadro 2, a seguir:

Quadro 2: Caracterização das embalagens plásticas dos insumos utilizados na indústria de biscoitos em Arapiraca-AL

EMBALAGEM PLÁSTICA		TIPO DE PLÁSTICO		
	Balde de margarina 15 kg	 PP Balde e alça	 PEAD Tampa	
	Garrafa de leite de coco 500 ml	 PET Garrafa	 PEAD Tampa	 OUTROS Rótulo
	Saco de farinha de trigo de 50 kg		 PP Saco	
	Saco de açúcar de 50 kg		 PP Saco	
	Saco de sal com 30 embalagens de 1 kg cada		 PBED Saco	
	Saco de amido de milho de 25 kg		 PBED Saco	
	Garrafa de óleo de soja de 900 ml	 PET Garrafa	 PEAD Tampa	 OUTROS Rótulo
	Saco de bicarbonato de amônio de 30 kg		 PBED Saco	

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.








6. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DOS INSUMOS DA FABRICAÇÃO DE BISCOITOS

Identificar e categorizar aspectos e impactos ambientais, gerados nos processos produtivos, é fundamental para a construção de ações de redução. A ABNT NBR ISO 14004 define aspecto ambiental como elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente, e impacto como modificação no meio ambiente, tanto adversa quanto benéfica, total ou parcialmente, resultante dos aspectos ambientais de uma organização.

Como aspectos ambientais, a pesquisa aplicada em indústria alagoana, identificou a quantidade dos materiais plásticos enviados para o aterro sanitário e para comercialização em feira livre local, os tipos de materiais plásticos e a destinação. Esses aspectos provocam impactos ambientais, devido a geração de resíduos que, em parte, diminuem a vida útil do aterro.

Para classificar os impactos ambientais identificados na geração de resíduos plásticos do processo de fabricação de biscoitos foram utilizados os parâmetros constantes na Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, sendo classificados quanto à incidência do impacto, à natureza, área de abrangência, duração, reversibilidade e prazo de manifestação do impacto.

Quadro 3: Aspectos e impactos ambientais das embalagens plásticas

Tipos de plástico	Aspectos ambientais	Impactos ambientais atuais e potenciais	Categorização dos impactos	Oportunidades <i>Lean</i> e <i>Green</i> abordadas
	Quantidade de materiais plásticos enviados para aterro	Geração de resíduos sólidos	Impactos negativos (N)	Redução no uso de embalagem plástica através da compra a granel dos insumos para a produção dos biscoitos
				
	Quantidade de materiais plásticos enviados para comercialização	Aumento de materiais plásticos enviados para o aterro	Área de abrangência regional	Aplicação dos 3R (reduzir, reutilizar, reciclar)
				
	Tipos de materiais plásticos gerados	Formação de material particulado para o ambiente terrestre	Impactos reversíveis (R)	Logística reserva em parceria com fabricantes-fornecedores
				
	Destinação dos materiais plásticos	Ausência de ações para reciclagem dos materiais plásticos	Duração temporária (T)	Substituição das matérias-primas adquiridas em embalagens plásticas por embalagens de maior biodegradabilidade
			Prazo para manifestação do impacto	
			Impacto (I)	

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Um grande problema para a produção de plástico é que os sistemas de reciclagem não conseguem lidar com o volume de resíduos gerado. Principalmente por falta de infraestrutura e maquinários adequados e destinação inadequada. Ao longo da história, registra-se que apenas 10% das mais de 9 bilhões de toneladas de plásticos produzidos desde a década de 1950 foram recicladas (Atlas do plástico, 2020).

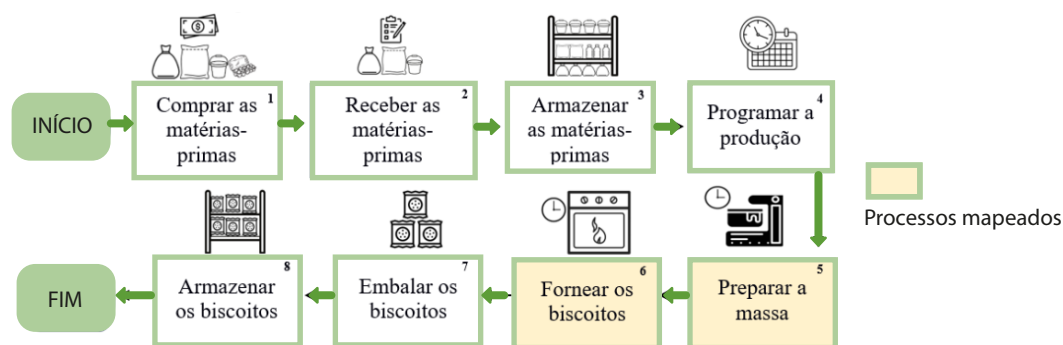
A produção dos plásticos e seu consumo desenfreado e insustentável estão gerando resíduos mais rapidamente do que a capacidade de serem tratados pela gestão de resíduos de cada país, causando preocupação global, diante do aumento da poluição e da impossibilidade de tratamento adequado em unidade regulamentada (Carvalho *et al.*, 2021). A poluição por plásticos pode ser considerada como um dos mais graves impactos ambientais da atualidade, afetando tanto os ambientes terrestres quanto os aquáticos (Carvalho *et al.*, 2021).

O plástico é um material reciclável que pode voltar para a cadeia produtiva através de processo de reciclagem. Esse resíduo precisa de destinação ambientalmente adequada como o reuso e a reciclagem. Para isso, indústria, população e órgãos fiscalizadores e demais atores, precisam atuar em conjunto para a redução dos impactos ambientais desse material (Santos, 2018).

7. CONTEXTO DE USO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS DOS INSUMOS

A maior parte dos insumos utilizados para a fabricação dos biscoitos são acondicionados em embalagens plásticas. Mapear as etapas do processo de fabricação dos biscoitos é importante para identificar oportunidades de melhoria. O Quadro 4 apresenta as operações do processo produtivo. As operações em amarelo representam onde há geração de embalagem plástica dos insumos.

Quadro 4: Processo produtivo de Fabricação de Biscoitos em indústria de Arapiraca-AL



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

As embalagens plásticas contêm as matérias-primas que são utilizadas no início do processo de fabricação dos biscoitos para a produção da massa. Após a retirada dos insumos a embalagem é descartada. A figura 3 apresenta os insumos que são embalados em embalagens plásticas.

Figura 3: Embalagens plásticas utilizadas nas matérias-primas da produção de biscoitos



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

CONTEXTO DE USO DAS EMBALAGENS PLÁSTICAS

BALDE DE MARGARINA



Descrição do produto: Balde com tampa e alça de material plástico, embalagem de 15 kg.

Tipo de plástico do balde e da tampa:



Tipo de plástico da alça:



Quantidade média semanal:
80 baldes

Quantidade média mensal:
400 baldes

Quantidade média anual:
4.800 baldes

Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

A margarina é um dos principais ingredientes na fabricação dos biscoitos. Está em todos os tipos de biscoitos. O balde, após ser retirada a margarina, é comercializado para feirante que vende o recipiente na feira livre de Arapiraca - AL.

GARRAFA DE LEITE DE COCO



Descrição do produto: Garrafa plástica de 500 ml com rótulo plástico (fardo com 20 garrafas)

Tipo de plástico do balde e da tampa:



Tipo de plástico da tampa:



Tipo de plástico do rótulo:



Quantidade média semanal:
320 unidades

Quantidade média mensal:
1.600 unidades

Quantidade média anual:
19.200 unidades

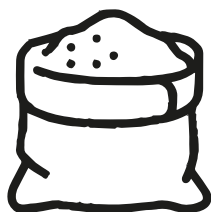
Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

O leite de coco é um dos principais ingredientes na fabricação dos biscoitos. Está em todos os biscoitos da fábrica. A garrafa, após ser retirado o leite de coco, é armazenada para destinação, junto com o rótulo plástico que o envolve, no Aterro Sanitário do Agreste - AL.

SACO DE FARINHA DE TRIGO



Descrição do produto: Saco plástico de 50 kg

Tipo de plástico saco:



Quantidade média semanal:
120 unidades

Quantidade média mensal:
600 unidades

Quantidade média anual:
7.200 unidades

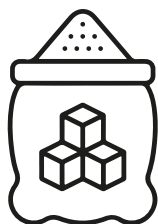
Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

A farinha de trigo é o principal ingrediente na fabricação dos biscoitos. Está em todos os tipos de biscoitos. O saco, após a retirada da farinha, é comercializado para feirante que vende o recipiente na feira livre de Arapiraca - AL.

SACO DE AÇÚCAR



Descrição do produto: Saco plástico de 50 kg

Tipo de plástico do saco:



Quantidade média semanal:
16 unidades

Quantidade média mensal:
80 unidades

Quantidade média anual:
960 unidades

Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

O açúcar é um dos principais ingredientes na fabricação dos biscoitos. Está na maioria dos tipos de biscoitos. O saco, após ser retirado o açúcar, é comercializado para feirante que vende o recipiente na feira livre de Arapiraca - AL.

SACO DE SAL



Descrição do produto: Saco plástico de 1 kg (fardo com 30 sacos de 1 kg)

Tipo de plástico do pacote unitário:



Tipo de plástico do invólucro:



Quantidade média semanal:
25 unidades

Quantidade média mensal:
124 unidades

Quantidade média anual:
1.488 unidades

Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

O sal é um dos principais ingredientes na fabricação dos biscoitos. Está na maioria dos tipos de biscoitos. As embalagens, após ser retirado o sal, são armazenadas, junto com o plástico do invólucro, para destinação no Aterro Sanitário do Agreste - AL.

SACO DE AMIDO DE MILHO



Descrição do produto: Saco plástico de 25 kg

Tipo de plástico do saco:



Quantidade média semanal:
16 unidades

Quantidade média mensal:
80 unidades

Quantidade média anual:
960 unidades

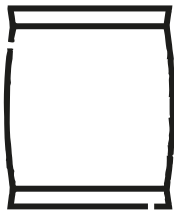
Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

O amido é importante ingrediente na fabricação dos biscoitos. Está na maioria dos tipos de biscoitos. As embalagens após, após ser retirado o amido, são armazenadas para destinação no Aterro Sanitário do Agreste - AL.

SACO DE BICARBONATO DE AMÔNIO



Descrição do produto: Saco plástico de 1 kg (fardo com 30 sacos de 1 kg)

Tipo de plástico do saco:



Quantidade média semanal:
6 unidades

Quantidade média mensal:
30 unidades

Quantidade média anual:
360 unidades

Onde no processo produtivo:

Etapa de mistura das matérias-primas.

Contexto de uso:

O bicarbonato de amônio constitui-se em fermento, utilizado diretamente no produto, por viabilizar rápida fermentação. As embalagens, após ser retirado o bicarbonato, são armazenadas, para destinação no Aterro Sanitário do Agreste - AL.

GARRAFA DE ÓLEO



Descrição do produto: Caixa com 20 garrafas de 900 ml

Tipo de plástico da garrafa:



Tipo de plástico do rótulo:



Tipo de plástico da tampa e batoque:



Quantidade média semanal:
6 unidades

Quantidade média mensal:
20 unidades

Quantidade média anual:
240 unidades

Onde no processo produtivo:

Etapa de untar as bandejas antes de irem para o forno.

Contexto de uso:

O óleo não é utilizado diretamente no produto; e sim, para untar as bandejas que acondicionam os biscoitos antes de irem para o forno. É usado para os biscoitos não grudarem na bandeja. As embalagens, após ser retirado o óleo, são armazenadas para destinação no Aterro Sanitário do Agreste - AL.

8. PRÁTICAS **LEAN** E **GREEN** PARA GESTÃO AMBIENTAL DE EMBALAGENS PLÁSTICAS

8.1 Pensamento **Lean** e **Green**

As indústrias vivem novo padrão de competitividade, tendo que melhorar, constantemente, os níveis de eficiência e qualidade, visando aumento da produtividade, balanceamento das operações, redução dos desperdícios e diminuição dos impactos ambientais (Ferigatto *et al.*, 2017).

Esses desafios exigem não apenas sistemas de produção altamente produtivos e responsivos, mas também ecoeficientes; ou seja, sistemas que agreguem mais valor com menores impactos ambientais (Lartey *et al.*, 2020).

Nesse cenário, as práticas **Lean** e **Green** são estratégias fundamentais. O **Lean** é amplamente reconhecido como sistema de eficiência que visa eliminar desperdícios no processo produtivo, enquanto o **Green** representa abordagem voltada para a responsabilidade ambiental (Farias, 2018).

O conceito "**Lean** e **Green**" combina eficiência operacional com responsabilidade ambiental e emerge como resposta aos desafios enfrentados pelas empresas ao repensar seus objetivos e estratégias operacionais e ambientais (Abreu *et al.*, 2017).

Proposta do pensamento *Lean* e *Green*

- *Lean* → Enxuto → Manufatura enxuta
- *Green* → Verde → Produção mais limpa

Identificar os desperdícios no processo produtivo é possível através do mapeamento das etapas da produção. Após a identificação dos pontos críticos para nos processos industriais, é necessário analisar as práticas que podem ser aplicadas para a redução ou eliminação dos desperdícios (Santos, 2018).

Há preocupação crescente com os impactos ambientais gerados pelos processos produtivos. Alinhar o econômico, social e ambiental é um grande desafio para muitas indústrias, de micro ou pequeno porte (Tortorella *et al.*, 2018).

8.2 Redução dos desperdícios nos processos produtivos sob olhar do pensamento pelo *Lean* e *Green*

Com a implementação da PNRS, as organizações são instigadas a encontrarem alternativas viáveis no âmbito técnico e ambiental que visem a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos gerados nos processos (Herzer *et al.*, 2017).

A redução dos desperdícios coloca as indústrias no caminho da ecoeficiência (Abreu *et al.*, 2017). Lartey *et al.* (2020), em seu estudo, apresentaram os tipos de desperdícios do *Lean* e *Green* que podem ser encontrados nas etapas dos processos produtivos.

Figura 4: Desperdícios da Manufatura Enxuta



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023, com base em Santos, 2018 e Lartey *et al.*, 2020.

8.3 Práticas do pensamento *Lean* e *Green*

Os conceitos *Lean* e *Green* preocupam-se em minimizar todos os tipos de resíduos, em todas as suas formas e aparências, incluindo os mais difíceis de tratar. Isso deve ser alcançado sem aumentar os custos de produção, sem consequências ambientais externas ocultas no curto, médio e longo prazos, para que a sustentabilidade seja alcançada (Abreu *et al.*, 2017).

Quadro 4: Práticas do pensamento *Lean* e *Green*

PRÁTICAS DO PENSAMENTO <i>LEAN</i> E <i>GREEN</i>	DESCRIÇÃO
Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	Interação entre o produto e o ambiente de berço a berço, mostrando quais atividades, processos e materiais estão criando impactos ambientais.
Certificações ISO 14001	Norma internacional que especifica os requisitos para o Sistema de Gestão Ambiental.
Design colaborativo	Integração de fornecedores, produtores, distribuidores e clientes.
Design para o Meio Ambiente (DfE)	Projeto de produtos em conformidade com os princípios da sustentabilidade econômica, social e ecológica em todas as etapas do desenvolvimento do produto.
Reduzir, reutilizar e reciclar (3R)	Redução do uso de matérias-primas e do desperdício, reutilização direta dos produtos, e reciclagem de materiais.
Redução de consumo de energia, água e resíduos industriais	Otimização dos recursos produtivos nas etapas de produção.
Sugestões de melhorias dos colaboradores	Incentivo a participação de colaboradores no processo de melhoria contínua.
Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais	Cooperação com fornecedores para melhoria nos processos de produção, transporte e distribuição.
Sistemas de Gerenciamento Ambiental (SGA)	SGA incluem o envolvimento da força de trabalho e melhoria contínua e também medição, registro e inspeção dos impactos e os esforços para reduzi-los.
Treinamento ambiental	Treinamento da equipe em princípios, conceitos e práticas focadas na gestão ambiental.
Uso de produtos químicos menos nocivos	Análise da composição dos materiais utilizados no processo produtivo, visando a substituição por produtos menos nocivos para os colaboradores e o meio ambiente.
Uso de materiais biodegradáveis	Materiais rapidamente decompostos no meio ambiente.
VSM sustentável	O SUS-VSM é a principal ferramenta para a identificação inicial das operações com desperdícios e a avaliação sustentável.

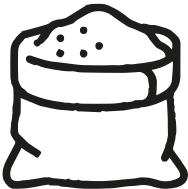
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023, com base em Santos, 2018 e Lartey *et al.*, 2020.

8.4 Oportunidades de melhoria dos aspectos e impactos ambientais no uso de embalagens plásticas: cenários para aplicação das práticas *Lean* e *Green* em indústria de biscoitos

Os cenários apresentados neste material foram construídos por meio da realização de estudo de caso em fábrica de biscoitos de pequeno porte na cidade de Arapiraca-AL, aqui intitulada de indústria-caso.

A indústria-caso foi escolhida por sua representatividade histórica e por seu posicionamento no mercado arapiraquense, considerando os 28 anos de formalização como indústria alimentícia do segmento de fabricação de biscoitos de trigo. As etapas do processo produtivo da fabricação dos biscoitos foram acompanhadas e mapeadas para a geração de dados primários e de referência do contexto local.

Quadro 5: Práticas do pensamento *Lean* e *Green* - Saco de Farinha de trigo


SACO DE FARINHA DE TRIGO						
	Tipo de material (saco de farinha de trigo)	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Ferramenta <i>Lean</i> e <i>Green</i>
	Saco de embalagem plástica (situação atual)	Mais de 100 anos de para decomposição	50 kg = R\$240	Comercializado	Média de 7.200 unidades ao ano	Sem aplicação das ferramentas
	Saco de embalagem de papel kraft	Material biodegradável ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	25 kg = R\$120	Destinar para o aterro Reutilizar em outros tipos de produtos Enviar para a reciclagem	Média de 14.400 unidades ao ano	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

A escolha do tipo de material para a embalagem do insumo principal da indústria-caso – farinha de trigo –, seja plástico ou papel kraft, envolve considerações importantes dos pontos de vista ambiental, financeiro e sanitário. Do ponto de vista ambiental, o uso de sacos de embalagem plástica apresenta-se como um desafio significativo, já que esses materiais podem levar mais de 100 anos para se decompor, causando impactos negativos no meio ambiente. Por outro lado, os sacos de papel kraft oferecem uma oportunidade de melhoria ambiental, pois são biodegradáveis, alinhando-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em que se destaca o ODS 12, relacionado ao consumo e produção responsáveis, e ODS 9, que aborda a indústria, inovação e infraestrutura.

Do ponto de vista financeiro, ambos os tipos de embalagens têm custos semelhantes. Os sacos plásticos de 50 kg custam R\$ 240,00 e os sacos de papel kraft de 25 kg custam R\$ 120,00. Quanto ao aspecto sanitário, o uso de sacos plásticos envolve o descarte no aterro da região do Agreste alagoano, enquanto os sacos de papel kraft oferecem a oportunidade de reutilização em outros produtos e de envio para reciclagem. As práticas Lean e Green associadas a este primeiro cenário de aplicação são redução, reutilização e reciclagem (3R), seleção de fornecedores com base em critérios ambientais, treinamento ambiental e avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que, ao serem adotadas, podem promover gestão mais eficiente e responsável.

Quadro 6: Práticas do pensamento *Lean* e *Green* - Saco de açúcar

SACO DE AÇUCAR						
	Tipo de material (saco de açúcar)	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Ferramenta lean e green
	Saco de 50 kg	Mais de 100 anos de para decomposição	1 kg = R\$3	Comercialização	960 unidades	Sem aplicação das ferramentas
	Bags de 1000 kg	ODS 12. Consumo e produção responsáveis ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	1 kg = R\$1,36 Investimento em equipamentos de movimentação	Logística reversa	0 unidades	Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais Redução de embalagens com compras a granel

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

A escolha entre sacos de 50 kg e bags de 1000 kg para o insumo açúcar envolve considerações dos pontos de vista ambiental, financeiro e sanitário. Do ponto de vista ambiental, os sacos de 50 kg apresentam o mesmo desafio do tempo de decomposição de mais de 100 anos relativo ao material plástico de uso único, enquanto que os bags de 1000 kg oferecem a oportunidade de melhoria ambiental, pois são plásticos retornáveis e também se alinham aos ODS 12, relacionado ao consumo e produção responsáveis, e ao ODS 9, que aborda a indústria, inovação e infraestrutura.

Do ponto de vista financeiro, os sacos de 50 kg custam R\$ 3,00 por quilo, enquanto os bags de 1000 kg custam R\$ 1,36 por quilo, tornando-os opção mais econômica. No que diz respeito ao aspecto sanitário, os sacos de 50 kg são destinados à comercialização, enquanto os bags de 1000 kg podem ser reutilizados, promovendo a logística reversa e reduzindo o desperdício.

Com essa oportunidade de melhoria do aspecto ambiental, o cenário de aplicação das práticas *Lean* e *Green* proposto para a indústria-caso envolve os 3Rs (Reduzir, reutilizar e reciclar), a seleção de fornecedores com base em critérios ambientais, o treinamento ambiental e a redução de embalagens por meio de compras a granel, visando contribuir para a promoção de gestão mais eficiente e responsável.

Quadro 7: Práticas do pensamento *Lean* e *Green* - Garrafa de leite de coco

GARRAFA DE LEITE DE COCO						
	Tipo de material	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Ferramenta lean e green
	Leite de coco em garrafas PET de 500 ml (atual)	Mais de 100 anos de para decomposição. Aumento de material plástico enviado para o aterro.	Desperdício de material que pode ser reciclado	Aterro	19.200 unid. garrafas (711 kg) 19.200 unid. rótulo 19.200 unid. tampa	
	Leite de coco em garrafas PET de 500 ml	ODS 12. Consumo e produção responsáveis Redução de material enviado para o aterro	Venda do kg do PET R\$1 Transporte para a empresa de reciclagem	Enviar para reciclagem		Reduzir, reutilizar e reciclar (3R) Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais
	(Oportunidade de melhoria ambiental)	ODS 12. Consumo e produção responsáveis.	Investimento em equipamentos (freezer)	Redução de materiais plásticos destinados para o aterro.		Redução de embalagens com compras a granel
	Leite de coco em sacos plásticos PP de 5 litros	ODS 09. Indústria, inovação e infraestrutura	Aumento do consumo de energia			
	Oportunidade de melhoria ambiental)					

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

A escolha entre diferentes tipos de embalagens para o insumo leite de coco envolve várias considerações ambientais, financeiras e sanitárias. No contexto atual, o uso de garrafas PET de 500 ml resulta em impacto ambiental significativo, visto que se constitui em mais uma embalagem com tempo de decomposição de mais de 100 anos, que eleva a quantidade de material plástico enviada para o aterro.

Do ponto de vista financeiro, a venda do kg do PET a R\$ 1,00 e o transporte para empresa recicladora local representam custos associados à gestão desse material. No que diz respeito à questão sanitária hoje na indústria-caso as garrafas PET são destinadas ao aterro. Uma oportunidade de melhoria ambiental constitui-se na transição para material plástico reciclável, o que reduziria a quantidade de material enviada para o aterro local. Esse cenário de aplicação proposto está associado às práticas *Lean* e *Green* e também está alinhado com os ODS 12 e 9.

Quadro 8: Práticas do pensamento *Lean e Green* -
Embalagem de sal, amido de milho e bicarbonato de amônio

GARRAFA DE LEITE DE COCO							
	Tipo de material	Destinação	Ponto de vista ambiental	Ponto de vista financeiro	Ponto de vista sanitário	Escalonamento anual	Ferramenta lean e green
	Sacos de amido de milho de 25 kg	Envio para reciclagem	ODS 12. Consumo e produção responsáveis Redução de material enviado para o aterro	Desperdícios de insumos que podem ser comercializados para reciclagem Venda de insumos por R\$1 o kg	Destinação ambientalmente correta Aumento de tempo de vida útil do aterro sanitário	960 unidades	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) Reduzir, reutilizar e reciclar (3R)
	Garrafas de óleo de soja de 900 ml					240 unid. de garrafas 240 unid. de tampas 240 unid. de rótulos	Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais
	Sacos de bicarbonato de amônio de 30 kg					360 unidades	Conscientização e orientação da equipe quanto aos impactos ambientais das embalagens plásticas
	Fardos de sal com 30 embalagens de 1 kg cada					1.440 unidades	Implantação de programas de boas práticas para a redução da geração de embalagens plásticas

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

A avaliação entre os sacos de amido de milho de 25 kg envolve considerações ambientais, financeiras e sanitárias similares a de cenários de aplicação das práticas Lean e Green anteriores. No contexto atual, esses sacos são destinados ao aterro sanitário da região, representando destinação final ambientalmente adequada, mas que contribui para o desperdício de material plástico que poderia ser comercializado, ao ser redirecionado para a reciclagem. Isso também reduz a vida útil do aterro sanitário. Em termos financeiros, a oportunidade de melhoria ambiental envolve a transição para sacos de amido de milho de 25 kg feitos de material plástico reciclável.

A venda dos materiais plásticos reciclados a R\$ 1,00 por quilo e o transporte até empresa recicladora local representam oportunidade de gerar receita e de contribuir para a reciclagem e recuperação de materiais, além de aumentar o tempo de vida útil do aterro sanitário. Este cenário contribui para a aplicação das seguintes práticas: Lean e Green: os 3Rs (Reduzir, reutilizar e reciclar), a implantação de programas de boas práticas para reduzir a geração de embalagens plásticas, e o treinamento ambiental. Essas práticas não apenas reduzem o impacto ambiental, mas também colaboram para gestão mais eficiente dos recursos e maior conscientização ambiental.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria alimentícia enfrenta como grande desafio em seu processo produtivo: a redução e a destinação ambientalmente adequadas das embalagens plásticas dos insumos produtivos. Isso se deve ao fato de que a maior parte das embalagens de matérias-primas e produtos finais são de materiais plásticos.

O plástico, embora seja material durável e reciclável amplamente utilizado em embalagens de alimentos, demanda atenção especial devido ao seu potencial impacto ambiental negativo associado à produção, composição e descarte inadequado. As indústrias enfrentam pressões regulatórias ambientais cada vez mais rigorosas, enquanto também buscam alcançar resultados financeiros positivos. Essa dinâmica impulsiona as empresas a adotarem práticas que buscam, simultaneamente, a melhoria contínua, a redução de custos e a sustentabilidade.

O conceito *Lean e Green* combina os princípios da Manufatura Enxuta com a Produção mais Limpa, com o objetivo de minimizar o desperdício e os impactos ambientais ao longo de todo o processo produtivo. A integração das práticas *Lean e Green* nas operações da indústria alimentícia representa estratégia para otimizar os processos de produção e, ao mesmo tempo, reduzir o impacto ambiental associado às embalagens plásticas.

A combinação dessas práticas permite que as indústrias alimentícias não apenas alcancem benefícios financeiros, como economia de recursos e redução de custos operacionais, mas também atinjam metas ambientais importantes. Portanto, as práticas *Lean e Green* podem ser estratégias a serem adotadas para enfrentar desafios ambientais relacionados às embalagens plásticas.

REFERÊNCIAS

ABRE. Associação Brasileira de Embalagens. **Dados do setor**: ano 2019. São Paulo: 2019.

ABREU, M. F. et al. Lean-Green models for eco-efficient and sustainable production. **Energy**, v. 137, p. 846–853, 15 out. 2017

ABIPLAST. ÍNDICES DE RECICLAGEM MECÂNICA DE PLÁSTICOS PÓS-CONSUMO NO BRASIL - **Abiplast - Associação Brasileira da Indústria do Plástico**. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/publicacoes/pesquisa_reciclagem_picplast/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BARBOSA, Fabio Antônio; ASSUMPÇÃO. “Lean & Green: Quanto às suas práticas são compatíveis? Revista de Ciência & Tecnologia. v.19, n. 37, p. 57-67, 2016. BRASIL. Ministério do meio ambiente.

CARVALHO, J. S. et al. Reflexões sobre embalagens de alimentos e sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 3, p. 586–597, 14 jan. 2021.

CARNEIRO, T. M. Q. A. et al. A poluição por plásticos e a Educação Ambiental como ferramenta de sensibilização. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 16, n. 6, 1 dez. 2021.

FARIAS, L. M. S. et al. Uma revisão sistemática da literatura sobre o relacionamento entre as abordagens Lean e Green. **Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 15 nov. 2018.

FERIGATTO, E. A. et al. A Integração das Práticas Lean E Green. **Revista Sodebras**, São Paulo, v. Volume 12, ed. Nº 144, 2017.

LANDIM, A. P. M. et al. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, v. 26, n. spe, p. 82–92, 19 jan. 2016.

LARTEY, T. et al. Going green, going clean: Lean_green sustainability strategy and _rm growth. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 1, p. 118–139, 26 jun. 2019.

MCALOONE, T. B. N. **Melhoria ambiental por meio do desenvolvimento de produtos: um guia**. Trad. Daniela Pigosso (Universidade de São Paulo). Dinamarca: Agência de Proteção Ambiental Dinamarquesa; Confederação da Indústria Dinamarquesa (DI); IPU; Universidade Técnica da Dinamarca (DTU), [s.d.].

MITTAL, V. K. et al. Adoption of Integrated Lean-Green-Agile Strategies for Modern Manufacturing Systems. **Procedia CIRP**, v. 61, p. 463–468, 2017.

REYES, J. A. Lean and green – a systematic review of the state of the art literature. **Journal of Cleaner Production**, v. 102, p. 18–29, set. 2015.

SANTOS, D. L. **Barreiras e direcionadores na aplicação do Lean e Green**. Orientadora: Lucila Maria de Souza Campos. 2018. 92 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

SINDIPLAST. Tipos de Plásticos» Sindiplast. Disponível em: <<https://www.sindiplast.org.br/tipos-de-plasticos/>>. Acesso em: 25 jan 2023.

