

TRANS VERSO

03 **Pensamento *Lean* e *Green* e embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca-AL: análise do uso para melhoria ambiental**

recebido em 26/08/2024
aprovado em 26/09/2024

Pensamento *Lean* e *Green* e embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca-AL: análise do uso para melhoria ambiental

Maria Francilania Fontes Barbosa

francilaniafontesbarbosa@gmail.com

Instituto Federal de Alagoas

Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso

aurea.raposo@ifal.edu.br

Instituto Federal de Alagoas

RESUMO (PT): A indústria alimentícia enfrenta desafios na redução e destinação adequada das embalagens plásticas dos insumos. O pensamento *Lean* e *Green*, que combina práticas de Manufatura Enxuta e Produção mais limpa, pode ajudar nesses desafios. 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-AL, visando propor oportunidades de melhoria ambiental no processo produtivo. Foi realizada pesquisa bibliográfica para identificação das práticas *Lean* e *Green*; e, a caracterização das embalagens plásticas e dos aspectos e impactos ambientais dos materiais plásticos no processo de produção analisado. Foram identificadas sete práticas e ferramentas que podem ser implementadas para promover a sustentabilidade ambiental na indústria-caso, com ênfase na redução de resíduos e na reciclagem de materiais plásticos, alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e à Estratégia Nacional de Economia Circular.

Palavras-chave: *Sustentabilidade ambiental; práticas Lean e Green; embalagens plásticas*

ABSTRACT (PT): *The food industry faces challenges in reducing and properly disposing of plastic packaging for inputs. Lean and Green thinking, which combines Lean Manufacturing and Cleaner Production practices, can help with these challenges. This research sought to analyze the use of plastic packaging for the production of cookies in a small food industry in the city of Arapiraca-AL, with a view to proposing opportunities for environmental improvement in the production process. A literature search was carried out to identify Lean and Green practices, and to characterize the plastic packaging and the environmental aspects and impacts of the plastic materials in the production process analyzed. Seven practices and tools were identified that can be implemented to promote environmental sustainability in the case industry, with an emphasis on reducing waste and recycling plastic materials, in line with the Sustainable Development Goals (SDGs) and the National Circular Economy Strategy.*

Keywords: *Environmental sustainability; Lean and Green practices; plastic packaging.*

1. Introdução

Os impactos ambientais, causados pelo consumo de matérias-primas e pela geração de resíduos nos processos produtivos, acarretam preocupação com o 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).

Segundo a ISO 14001 (ABNT, 2015) o objetivo do Desenvolvimento Sustentável é alcançado com o equilíbrio dos três pilares da sustentabilidade: o ambiente, a sociedade e a economia. 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 mudança para produção mais responsável mostra-se impulsionada por pressões de diferentes frentes, como o mercado, os consumidores e os órgãos ambientais (Mejia; Kajikawa, 2021).

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). As cadeias produtivas geram perdas em seus processos produtivos, mais conhecidas como resíduos. 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, 2023; Assumpção, 2016).

Em sua pesquisa, Benson (2021) destaca 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 ou de ciclo de vida curto, são os que causam maiores impactos. O ciclo de vida longo refere-se aos materiais plásticos consumidos em mais de 5 anos; o ciclo de vida médio, ao consumo de plásticos entre 1 e 5 anos; e, o ciclo de vida curto, ao consumo de plástico transformado em até 1 ano (ABIPLAST, 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 os 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).

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).

Com base neste contexto, este artigo teve como objetivo analisar o uso das embalagens plásticas dos insumos da fabricação de biscoitos de indústria alimentícia de pequeno porte na cidade de Arapiraca-AL, visando identificar oportunidades de melhoria ambiental no processo produtivo. O presente artigo apresenta os resultados de pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTEC) do Instituto Federal de Alagoas no período de agosto de 2021 a julho de 2023 (Barbosa, 2023).

2. Procedimentos Metodológicos

A análise e os resultados apresentados neste artigo derivam de pesquisa do mestrado profissional em Tecnologias Ambientais (PPGTEC-Ifal), cujo percurso investigativo e etapas de desenvolvimento encontram-se sintetizados na Figura 1 (Barbosa, 2023; Barbosa; Rapôso, 2024).

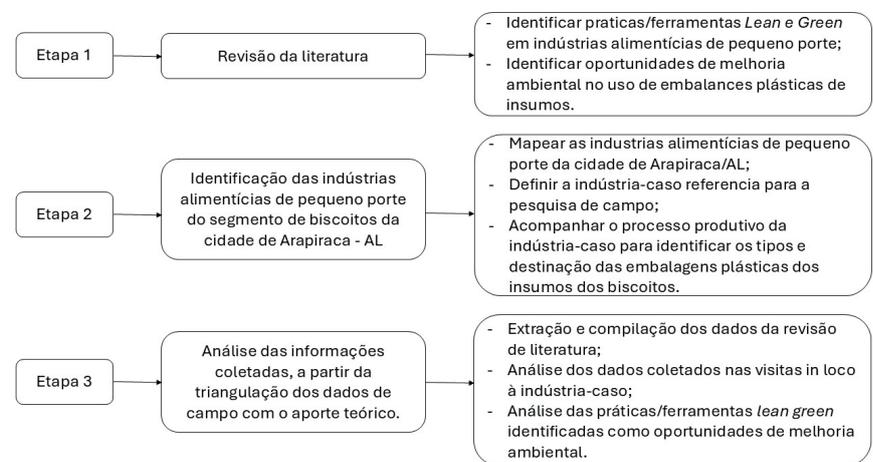


Figura 1 – Etapas da Pesquisa. Fonte: Barbosa (2023).

A etapa 1 constituiu-se na revisão da literatura, por meio de pesquisas bibliográficas para identificar as práticas *Lean e Green* na indústria alimentícia, visando a análise da aplicação e/ou adequação às indústrias de pequeno porte e serviu como aporte teórico para identificar oportunidades de melhoria ambiental no uso de embalagens plásticas de insumos em indústria-caso da cidade de Arapiraca-AL.

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 (Marconi; Lakatos, 2021), sendo aplicadas *strings* de buscas específicas em 3 bases de dados (Google Acadêmico, Elsevier e Periódicos CAPES) e utilizado o filtro temporal com o período de 2016-2023 (Barbosa, 2023). Visando ampliar a análise dos resultados de Barbosa (2023), neste artigo, a etapa 1 foi atualizada com trabalhos recentes, publicados no corrente ano (2024).

A etapa 2 consistiu em pesquisa de campo, composta pelo levantamento e pela identificação das indústrias alimentícias de pequeno porte do segmento de biscoitos da cidade de Arapiraca-AL, com vistas à definição de indústria-caso (Barbosa, 2023). Foram realizadas visitas nas redes de supermercado de Arapiraca-AL para conhecer as marcas de biscoitos de trigo comercializadas e quais eram advindas de fabricantes locais, visto que o principal critério

de seleção da indústria-caso por Barbosa (2023) foi o tempo de formalização no mercado local.

Por fim, a etapa 3 compôs-se pela análise das informações coletadas, a partir da triangulação dos dados da pesquisa de campo com o aporte teórico. Os dados qualitativos da revisão da literatura foram extraídos da leitura completa dos artigos selecionados nas bases de dados após aplicar os critérios de exclusão, já os dados quantitativos das publicações foram extraídos com apoio do software Excel através de tabelas e gráficos de resultados (Barbosa, 2023).

Há diversos processos internos e externos na indústria de biscoitos de trigo de pequeno porte da cidade de Arapiraca-AL; nesse sentido, a pesquisa de Barbosa (2023) identificou a geração e a destinação dos resíduos plásticos nos processos e nas operações do sistema produtivo intra indústria-caso, considerando desde a separação dos ingredientes de composição da massa dos biscoitos no setor de armazenamento até a operação de finalização da massa para a modelagem dos biscoitos, delimitada às embalagens dos insumos para levantamento dos aspectos e impactos ambientais dos materiais plásticos (Barbosa; Rapôso, 2023).

Para o levantamento dos aspectos e impactos ambientais, Barbosa (2023) adotou os quatro primeiros passos da metodologia proposta no guia de desempenho ambiental, desenvolvido pela *Danmarks Tekniske Universitet*, denominado Melhoria ambiental por meio do desenvolvimento de produtos - um guia (McAloon; Bey, 2013). O material orienta a análise do sistema produtivo por meio de 7 (sete) passos para a melhoria ambiental, sendo estes: 1. contexto de uso; 2. visão geral dos impactos ambientais; 3. criação do perfil ambiental, identificando as causas raízes; 4. rede de partes interessadas; 5. quantificação dos impactos ambientais; 6. criação de conceitos ambientais; e, 7. desenvolvimento de estratégias ambientais.

Trata-se do primeiro levantamento e diagnóstico ambiental das embalagens plásticas dos insumos da fabricação de biscoitos de trigo, considerando o sistema produtivo da indústria-caso, que contribuiu para a formação de banco de dados preliminar, não se constituindo em aplicação da ferramenta de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

3. Resultados e discussões

3.1 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, diminuição dos impactos ambientais e atendimento dos clientes de forma prática e pontual (Frigatto *et al.*, 2017). Os desafios atuais exigem 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).

A preocupação com os impactos ambientais, gerados pelas 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, na concepção de produtos recicláveis e no desenvolvimento de estratégias e práticas para se tornarem mais ambientalmente responsáveis (Farias *et al.*, 2017).

O pensamento *Lean* e *Green* une a eficiência operacional com a responsabilidade ambiental. O “*Lean*” é reconhecido como o sistema de eficiência e utilizado para eliminar elementos não-valorizados na produção; e, o “*Green*” é considerado a nova maneira de pensar responsavelmente, como solução para alcançar a sustentabilidade empresarial (Farias *et al.*, 2017).

Para Abreu *et al.* (2017), o conceito do pensamento *Lean* e *Green* associa agregação de valor e eficiência em termos operacionais e ambientais. Esse conceito surge como efeito colatório dos desafios das empresas em repensar objetivos e estratégias para agregar mais valor, contribuir para a equidade social e prevenir os impactos ambientais. A pesquisa de Abreu *et al.* (2017) identificou 21 práticas e ferramentas *Lean* e *Green* como soluções estratégicas para alcançar a sustentabilidade empresarial, que se encontram sintetizadas no Quadro 1.

Design colaborativo	Design para o Meio Ambiente (DfE)	Ecodesign
Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	Cooperação do cliente com o meio ambiente	Reduzir, reutilizar e reciclar (3R)
Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais	Sistemas de Gerenciamento Ambiental (SGA)	Controle de emissões ambientais (EEC)
Uso de produtos químicos menos nocivos	Uso de materiais biodegradáveis	Sugestões de melhorias dos processos produtivos pelos funcionários
Certificações ISO 14001	Treinamento ambiental	Logística reversa
Aumento da responsabilidade social	Redução de consumo de energia e água	Redução de resíduos industriais
Redução de embalagens	Redução de transporte	VSM ambiental

Quadro 1 – Práticas e Ferramentas *Lean* e *Green*. Fonte: Elaborado pelas autoras (2024), com base em Abreu *et al.* (2017) e Barbosa (2023).

De acordo com o Quadro 1, as 21 práticas e ferramentas *Lean* e *Green* 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 Produção mais Limpa (P+L), até a adoção da prática de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Moraes *et al.* (2024) argumentam que a P+L caracteriza-se pela aplicação contínua de abordagem ambiental preventiva e integrada em processos produtivos, produtos e serviços, com o objetivo de diminuir os riscos significativos para o meio ambiente. Isso envolve ajustes no processo de produção, que possibilitam a redução de diversos resíduos, podendo variar desde pequenas modificações no modelo atual de produção até a adoção de novas tecnologias, sejam elas simples ou complexas. Também ressaltam que na P+L todos os tipos de resíduos devem ser evitados ou reincorporados ao processo produtivo, pois geram impactos negativos tanto para o meio ambiente quanto para a economia e a sociedade, fundamentando-se na ideia de produzir com o menor impacto ambiental possível, respeitando os limites das tecnologias disponíveis (Moraes *et al.*, 2024).

Jamil *et al.* (2020) enfatizam o VSM ambiental ou *Environmental Value Stream Mapping* (E-VSM) como ferramenta para visualizar e mapear o fluxo de valor, integrando métricas de desempenho ambiental e operacional. O E-VSM mostra-se como evolução do tradicional *Value Stream Mapping* (VSM) (Verma; Sharma, 2021). O E-VSM viabiliza a visualização detalhada de todas as etapas do processo produtivo e ajuda a identificar pontos críticos onde

ocorrem desperdícios e impactos ambientais, permitindo a implementação de melhorias que alinhem eficiência operacional e sustentabilidade (Lee *et al.*, 2021).

Outra prática e ferramenta *Lean e Green* relevante, constante no Quadro 1, 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 e ferramentas *Lean e Green* identificadas, encontram-se ainda: selecionar fornecedores com base em critérios ambientais; incentivar os funcionários a fazerem sugestões de melhorias dos processos produtivos; aumentar a responsabilidade social; e, implantar a logística reversa e a certificação ISO 14001 (ABNT, 2015).

O Quadro 1 também destaca a importância do uso de produtos químicos menos nocivos para reduzir os impactos ambientais associados à produção industrial. Essa prática e ferramenta *Lean e Green* está relacionada ao Controle de Emissões Ambientais (EEC), que busca monitorar e reduzir as emissões de poluentes. Já a cooperação do cliente com o meio ambiente constitui-se em prática e ferramenta *Lean e Green* que incentiva a conscientização e a participação dos consumidores em atitudes responsáveis, como o consumo consciente e a preferência por produtos que respeitem critérios ambientais. A redução do consumo de energia e água nas operações industriais também é importante prática e ferramenta *Lean e Green* (Abreu *et al.*, 2017).

Ainda com base no Quadro 1, com a redução de embalagens, é possível minimizar o volume de resíduos gerados no ciclo de vida dos produtos. A implantação de Sistemas de Gerenciamento Ambiental (SGA) revela-se em outra prática e ferramenta *Lean e Green* fundamental, que organiza e monitora as práticas ambientais na empresa, assegurando que as atividades sejam realizadas de acordo com normas e regulamentos ambientais, como a ISO 14001. O uso de materiais biodegradáveis surge como prática e ferramenta *Lean e Green* para reduzir a persistência de resíduos no meio ambiente, facilitando a decomposição natural. Ao otimizar a logística, a redução do transporte pode contribuir para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa (GEE). Já a redução de resíduos industriais mostra-se como um dos pilares do pensamento *Lean e Green* para que a produção se torne mais limpa e eficiente, ao evitar desperdícios e promover a reciclagem e a reutilização de materiais dentro da cadeia produtiva (Choudhary *et al.*, 2019).

A melhoria do desempenho ambiental, juntamente com a manutenção da eficiência operacional para gerar a relação custo-eficácia, é um dos principais desafios que afetam a competitividade de muitas empresas de micro e pequeno porte (PME) (Choudhary *et al.*, 2019). Em seu estudo, Varella *et al.* (2022) destacaram que os frameworks existentes para implantação do pensamento *Lean e Green* são direcionados para empresas de porte maior, desconsiderando o contexto específico de pequenas empresas. Choudhary *et al.* (2019) acrescentaram que há um crescimento de pesquisa voltada para integrar a eficiência operacional com o desempenho ambiental, utilizando a abordagem do pensamento *Lean e Green*, visando atender às necessidades específicas das PME.

A adoção das práticas e ferramentas *Lean* e *Green* pelas empresas tem como objetivo criar nova cultura organizacional, que abrange todos os níveis, desde a gestão até o operacional. Essa cultura busca continuamente eliminar ou, pelo menos, minimizar os desperdícios produtivos e a geração de resíduos. Para os resíduos que não podem ser eliminados, a prioridade é sempre reintegrá-los ao processo produtivo. Somente quando não for mais possível a reintegração, a empresa se compromete a garantir a destinação final adequada desses resíduos (Moraes *et al.*, 2024).

3.2. 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).

Segundo Schlickmann (2018), com base nos dados da 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. 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 materiais para efeitos de brilhos e opacidades nos rótulos e nas áreas impressas.

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 e biodegradação. Alguns tipos de plásticos necessitam de séculos para se degradar (Conceição *et al.*, 2019). 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).

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). 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 2.

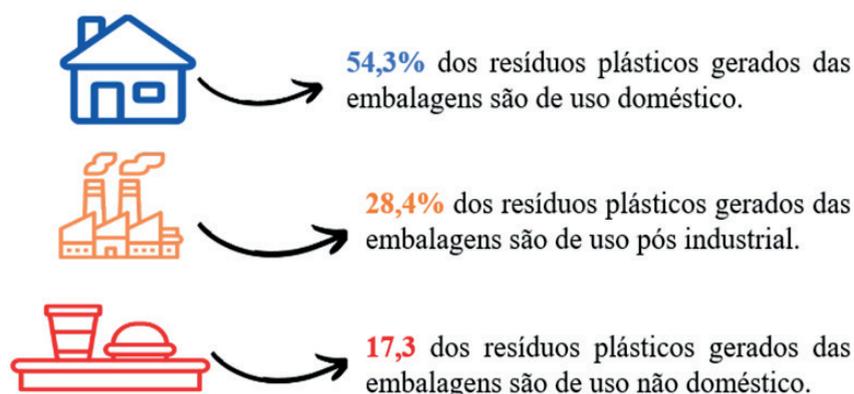


Figura 2 – Uso de embalagens plásticas no Brasil. Fonte: Barbosa, 2023, com base nos dados da PICPLAST, 2020.

Esse dado demonstra a necessidade de programas e ferramentas, voltadas para 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). A maioria dos plásticos empregados nas embalagens de insumos para alimentos na indústria 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 é projetada 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).

Entre os segmentos de alimentos existentes, destaca-se neste artigo o segmento de fabricação de biscoitos de trigo. As fábricas de biscoitos são indústrias 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 2020 (Rego; Vialta; Madi, 2020).

As indústrias alimentícias de pequeno porte devem apresentar tanto responsabilidade ambiental quanto responsabilidade social, devido à produção em escala e ao potencial volume de resíduos poluentes, como por exemplo, o volume das embalagens plásticas. É necessário buscar alternativas que alinhem estratégias ecoeficientes aos processos produtivos. A adoção de práticas e ferramentas *Lean* e *Green* se apresenta como possibilidade de melhoria ambiental em diversos aspectos desta indústria alimentícia, como o gerenciamento do uso de embalagens plásticas dos insumos.

3.3 A indústria-caso: origem e principais processos de fabricação de biscoitos

Segundo Barbosa (2023) e Barbosa e Rapôso (2023; 2024), a indústria-caso foi escolhida, devido a tradição na região do Agreste alagoano, 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 foi formalizada, transformou-se em fábrica de biscoitos. Hoje a marca é encontrada em 17 estabelecimentos das 5 maiores redes de supermercado de Arapiraca-AL e em mais de 70% dos mercados de pequeno porte e lojas de conveniências.

No 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, foram identificados os principais processos de produção da indústria-caso, que se encontram destacadas na Figura 3.

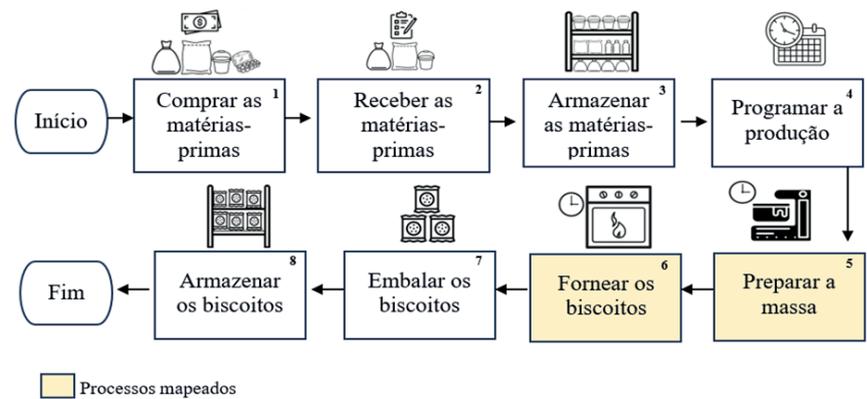


Figura 3 – Macroprocesso do sistema produtivo para fabricação de biscoitos da indústria-caso. Fonte: Barbosa (2023).

Conforme representado na Figura 3, o processo produtivo da indústria-caso inicia pela 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 de cronograma semanal de produção, os colaboradores preparam a massa (5), assam os biscoitos (6), embalam (7) e encaminham os produtos para o armazenamento (8) (Barbosa, 2023).

Conforme destacado na Figura 3, os dois processos, em que foi identificada a utilização de embalagens plásticas nos insumos na produção dos biscoitos, foram: os processos (5) e (6). Esses processos foram mapeados para identificar as etapas onde as embalagens eram utilizadas e a destinação das embalagens plásticas após o uso na produção. No processo de preparação da massa dos biscoitos (5), conforme mostra a Figura 4, entram os principais insumos do produto, sendo todos acondicionados em embalagens plásticas. A cada insumo adicionado na masseira um tipo de resíduo plástico de embalagem é gerado (Barbosa, 2023).

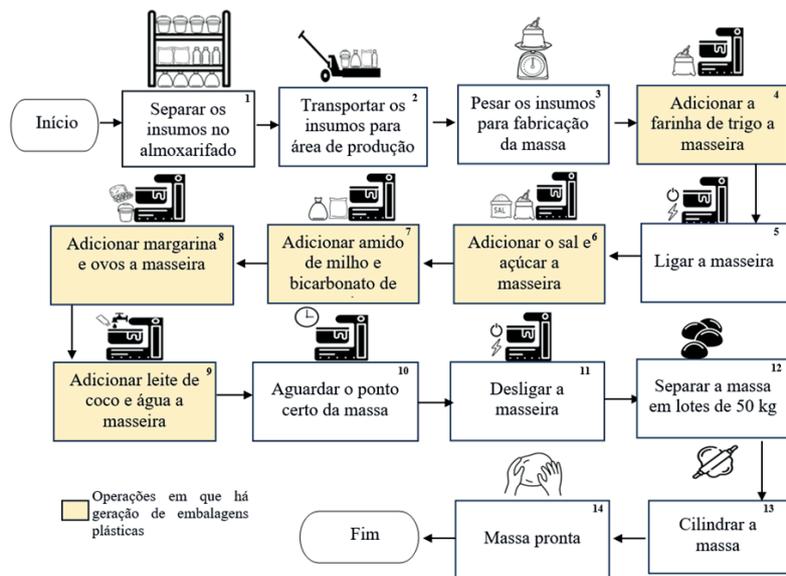


Figura 4 – Fluxograma das operações do processo de preparação da massa dos biscoitos. Fonte: Barbosa (2023).

Conforme a Figura 4, o processo de preparação da massa de biscoitos (9) começa com a separação e transporte dos insumos do almoxarifado para a produção (1 e 2). Primeiro, os insumos secos, como farinha de trigo, são adicionados (4) e a masseira é ligada (5). Em seguida, são pesados e adicionados outros insumos secos, como sal, açúcar, amido de milho e bicarbonato de amônio (6 e 7). Depois, são incluídos os ingredientes molhados, como margarina, ovos, leite e água (8 e 9), esta última inserida aos poucos. A mistura é processada até atingir o ponto certo (10), a masseira é desligada (11) e a massa é separada em lotes de 50 kg (12), que são cilindrados para uniformização e compactação (13), ficando assim pronta (14) (Barbosa, 2023).

Quanto ao processo de fornear os biscoitos (6), foi identificada embalagem plástica em apenas uma operação do processo: a de untar as formas com óleo de soja, como detalha a Figura 5 a seguir.

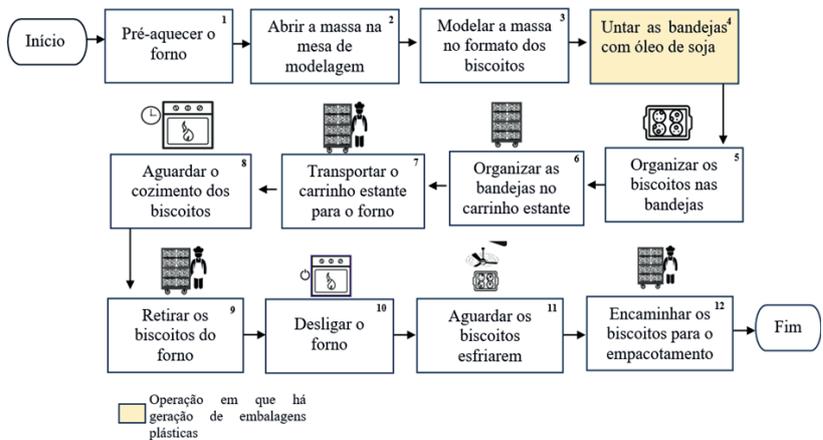


Figura 5 – Fluxograma das operações do processo de forneamento dos biscoitos. Fonte: Barbosa (2023).

De acordo com a Figura 5, após a preparação da massa, o forno é pré-aquecido (1). A massa é então aberta na mesa de modelagem (2), onde os biscoitos são cortados e modelados (3) usando um cortador manual com 5 lâminas para garantir a padronização. As bandejas são untadas com óleo de soja (4), e os biscoitos são organizados nelas com espaçamento adequado (5). As bandejas são colocadas em carrinhos de inox com capacidade para 56 bandejas (6) e levadas ao forno para assar (7). Os biscoitos assam por 30 minutos (8). O forno emite sinal sonoro, quando o assamento é concluído, para que sejam retirados (9). O colaborador desliga o forno (10) e leva os biscoitos para esfriar (11), sendo utilizado um ventilador para acelerar o resfriamento. Depois de resfriados, os biscoitos são transportados para o setor de empacotamento (12) (Barbosa, 2023).

A fábrica produz a média de 2.500 kg de biscoitos por dia de produção. Os biscoitos são embalados em porções de 220 g, 250 g, 300 g, 350 g e 370 g. A base de insumos da massa é a mesma para os 10 tipos de produtos fabricados pela indústria-caso. As embalagens dos biscoitos são de 2 tipos de plásticos: o Polipropileno (PP) e o Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) (Barbosa, 2023; Barbosa; Rapôso, 2023, 2024). Convém ressaltar a pequena variação de peso dos produtos nas embalagens, que oscila entre 20 g a 50 g, considerando as porções acima indicadas (entre 220 g a 370 g), visto que essa variação pode não ser percebida pelos consumidores tanto no tocante à quantidade do produto que estão comprando quanto a melhor relação custo-benefício de consumo, se não forem devidamente destacadas nas embalagens.

Foi verificado no estudo que há volume de vendas dos biscoitos a granel para feirantes que comercializam os produtos na feira livre de Arapiraca-AL, assim como é realizada a venda a granel para algumas padarias da região, que comercializam os biscoitos por quilo para os clientes. Contudo, a venda a granel dos biscoitos não se constitui no foco principal da indústria-caso. Embora busque consolidar a marca no mercado, a comercialização a granel dos biscoitos é utilizada pela indústria para atender clientes antigos e como estratégia complementar de faturamento. A empresa não divulga esse tipo de venda para não gerar mais demanda, por conta da capacidade produtiva. Na visão da gestão da fábrica, a comercialização dos biscoitos em embalagem específica da marca valoriza o produto e aumenta seu valor agregado de mercado.

3.4 Caracterização das embalagens plásticas pós-uso dos insumos

A identificação dos insumos (ingredientes da massa), por Barbosa (2023), 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. Os tipos de plásticos utilizados nas embalagens foram identificados de acordo com a classificação da norma ABNT NBR 13230 — Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis — identificação e simbologia (ABNT, 2008).

O levantamento de Barbosa (2023) identificou 5 tipos de plásticos diferentes, conforme apresentado no Quadro 2 a seguir, utilizados para acondicionar os insumos. Todos os tipos podem ser reciclados. A indústria-caso possui 2 rotas de destinação desses materiais plásticos: o aterro sanitário do Agreste e a comercialização nas feiras livres, principalmente a da cidade (Barbosa, 2023).

Observa-se no Quadro 2, 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. Os comerciantes arapiraquenses têm preferência pela compra de farinha de trigo em sacos de plástico (Tipo 05 – 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. Os sacos de açúcar também têm o mesmo destino de comercialização. Através de possíveis parcerias com outras fábricas locais, há a possibilidade da compra a granel para redução da quantidade de sacos plásticos (Barbosa, 2023).

Como mostra o Quadro 2, as garrafas de leite de coco, são compostas por 3 tipos de materiais plásticos (garrafa, Tipo 01 - PET; tampa, Tipo 02 - PEAD; e rótulo, Tipo 07 - Outros) e vão para o aterro sanitário; mas, podem ser comercializadas para a reciclagem e também podem ser adquiridas pela compra a granel. No entanto, faz-se necessário investimento em equipamentos de refrigeração para a armazenagem. Já os sacos plásticos vazios de amido de milho, sal e bicarbonato de amônio (todos do Tipo 04- PEBD) e as garrafas de óleo (garrafa, Tipo 01 - PET; tampa, Tipo 02 - PEAD; rótulo, Tipo 07 - Outros) também podem ser comercializados para a reciclagem, porém demandam higienização. O transporte dessas embalagens até a empresa recicladora local, devido à baixa quantidade produzida, deve ser realizado pela indústria-caso, visto que a recicladora local só faz o recolhimento do material na indústria a partir de 1000 kg (Barbosa, 2023). O que demanda planejamento estratégico e operacional pela indústria-caso no âmbito do pensamento *Lean e Green*.

Nota: Polietileno de Alta Densidade - PEAD; Polietileno de Baixa Densidade - PEBD; Polietileno Tereftalato - PET; Polipropileno - PP.

Insumos	Tipos de plástico	Consumo mensal	Destinação
Baldes de margarina de 15 kg	Tipo 02 - PEAD Tipo 05 - PP	400 unidades	Comercialização
Garrafas de leite de coco de 500 ml	Tipo 01 - PET Tipo 02 - PEAD Tipo 07 - Outros	1.600 unidades	Aterro sanitário
Sacos de farinha de trigo de 50 kg	Tipo 05 - PP	600 unidades	Comercialização
Sacos de açúcar de 50 kg	Tipo 05 - PP	80 unidades	Comercialização
Sacos de sal com 30 unidades de 1 kg	Tipo 04 - PEBD	120 unidades	Aterro sanitário
Sacos de amido de milho de 25 kg	Tipo 04 - PEBD	80 unidades	Aterro sanitário
Garrafas de óleo de soja de 900 ml	Tipo 01 - PET Tipo 02 - PEAD Tipo 07 - Outros	20 unidades	Aterro sanitário
Sacos de bicarbonato de amônio de 30 kg	Tipo 04 - PEBD	30 unidades	Aterro sanitário

Quadro 2 – Caracterização das embalagens plásticas dos insumos utilizados na indústria-caso. Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Os sacos plásticos de farinha de trigo e de açúcar (ambos do Tipo 05 - PP) e os baldes de margarina (balde, Tipo 02 - PEAD; e, alça - Tipo 05 - PP) da indústria-caso são vendidos para comerciantes locais que, por sua vez, vendem esses materiais limpos para feirantes e agricultores da região. O saco é comercializado a R\$ 1,00 (um real) ou R\$ 1,50 (um real e cinquenta

centavos) e os baldes a R\$ 2,50 (dois reais e cinquenta centavos) ou R\$ 3,00 (três reais). O valor aplicado varia de acordo com a quantidade comprada.

O envio das embalagens plásticas, que não são reutilizadas pela indústria-caso, para a reciclagem pode se constituir importante ação para reduzir a quantidade encaminhada para o aterro sanitário e para direcionar a indústria-caso na aplicação das práticas e ferramentas *Lean* e *Green*, cumprindo com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), com destaque para a meta 9.4 do ODS 9 e para as metas 12.5 e 12.6 do ODS 12, além de colaborar com a transição para a Economia Circular (EC). De acordo com a Estratégia Nacional de Economia Circular (ENEC), instituída pelo Decreto Nº 12.082 de 27 de junho de 2024 (Brasil, 2024), a EC é definida como sistema econômico de produção que mantém o fluxo circular de recursos, associando a atividade econômica à gestão circular dos recursos. Esse sistema baseia-se na adição, retenção ou recuperação do valor dos materiais, seguindo os princípios da não geração de resíduos, da circulação de produtos e materiais, e da regeneração do meio ambiente. Conforme estabelecido na ENEC (Brasil, 2024), a transição para a EC visa promover o uso eficiente dos recursos naturais e a adoção de práticas sustentáveis ao longo de toda a cadeia produtiva. Essa transição é essencial para garantir a redução da poluição, a regeneração do meio ambiente e o aumento do ciclo de vida dos materiais.

A análise do processo produtivo e da gestão dos resíduos plásticos na indústria-caso por Barbosa (2023) mostrou oportunidades para aprimorar a sustentabilidade ambiental e a eficiência operacional. A identificação dos tipos de plásticos das embalagens e das rotas de destinação dos resíduos plásticos permitiu que fossem identificadas medidas direcionadas à redução do desperdício, promovendo a reciclagem e fortalecendo parcerias com outras partes interessadas e/ou outros produtores locais. A possibilidade de comercialização dos materiais plásticos para reciclagem pode contribuir para a redução do impacto ambiental e gerar fontes de receita para a indústria-caso.

3.5 Perfil ambiental das embalagens plásticas e oportunidades *Lean* e *Green*

Quanto ao perfil ambiental das embalagens plásticas, conforme sintetizado no Quadro 3, o estudo de Barbosa (2023) identificou os aspectos e impactos ambientais, caracterizou os impactos e apresentou as oportunidades *Lean* e *Green* para a realidade da indústria-caso. Os aspectos identificados 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.

Considerando as 21 práticas e ferramentas *Lean* e *Green* do Quadro 1, foram identificadas 7 práticas e ferramentas *Lean* e *Green*, que podem ser aplicadas ao contexto da indústria-caso, visando minimizar os impactos ambientais das embalagens plásticas dos insumos (Barbosa, 2023). Embora a destinação de resíduos no aterro sanitário adotada pela empresa esteja em conformidade com a disposição ambientalmente adequada (PNRS, Lei nº 12.305/2010), há oportunidades mais ecoeficientes no âmbito do pensamento *Lean* e *Green*, que podem ser exploradas, como as indicadas no Quadro 3.

Tipos de plásticos	Aspectos ambientais	Impactos ambientais	Categorização dos impactos	Oportunidades <i>Lean e Green</i>
Tipo 01 - PET	Geração de resíduos sólidos	Aumento de materiais plásticos enviados para o aterro	Impacto negativo (N)	1 - Aplicação dos 3 R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar);
Tipo 02 - PEAD	Quantidade de materiais plásticos enviados para aterro	Falta de reciclagem dos materiais plásticos destinados para o aterro	Impacto negativo (N)	2 - Seleção de fornecedores com base em critérios ambientais;
Tipo 04 - PEBD	Quantidade de materiais plásticos para comercialização		Efeito direto (D)	3 - Redução de embalagens com compra a granel;
Tipo 05 - PP	Tipos de materiais plásticos gerados		Área de abrangência regional	4 - Avaliação do ciclo de vida (AVC);
Tipo 07 - Outros	Destinação dos materiais plásticos		Duração temporária (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.

Quadro 3 – Aspectos e impactos ambientais das embalagens plásticas da indústria-caso.
Fonte: Barbosa (2023).

Quanto à aplicação dos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), Barbosa (2023) propôs a redução do uso de embalagens plásticas, a reutilização das embalagens quando possível e a reciclagem dos materiais plásticos descartados. Para que a indústria-caso possa implementar essa prática e ferramenta *Lean Green*, será necessário estabelecer procedimentos de separação de resíduos na fonte, treinamento da equipe e parcerias com empresas locais de reciclagem.

A seleção de fornecedores com base em critérios ambientais pode incluir práticas de produção responsável, certificações ambientais e políticas de gestão de resíduos. Se um fornecedor não atender a esses critérios, a empresa pode considerar outras alternativas ou implementar programas de melhoria junto aos fornecedores existentes. Já quanto à redução de embalagens com compra a granel, a quantidade a ser estocada dependerá da demanda da indústria-caso e da capacidade de armazenamento. O custo do transporte e estoque precisaria ser avaliado em maior profundidade em comparação com os custos das embalagens individuais. O que demanda repensar a logística reversa em parceria com fabricantes e fornecedores locais.

Quanto à ACV, pode ser realizada através de software especializado ou por meio de metodologias específicas, envolvendo a análise aprofundada dos impactos ambientais desde a extração das matérias-primas até a destinação final. Para que essa prática e ferramenta *Lean e Green* possa ser aplicada

na indústria-caso é necessário que a mesma amplie as ações de melhorias ambientais para gerar subsídios quantitativos para a análise da ACV.

A substituição das embalagens plásticas por embalagens biodegradáveis pode envolver aumento inicial nos custos, mas é importante considerar os benefícios em longo prazo, como por exemplo, a redução do impacto ambiental e a melhoria da imagem da indústria junto aos clientes e consumidores, sendo necessária avaliação mais aprofundada desses fatores. A embalagem é considerada biodegradável, quando pode se decompor naturalmente, resultando em menor permanência no meio ambiente em relação às embalagens não biodegradáveis (Ferreira; Silva, 2024). Landim *et al.* (2016) definem a biodegradação como processo natural e complexo, em que compostos orgânicos são transformados em compostos mais simples por meio de mecanismos bioquímicos; e, posteriormente, são redistribuídos no meio ambiente através dos ciclos de carbono, nitrogênio e enxofre. Em outras palavras, a biodegradação de um polímero ocorre quando microrganismos e suas enzimas utilizam esse polímero como fonte de nutrientes.

Para Hussain *et al.* (2024), embora as embalagens biodegradáveis possam ter custo de produção mais alto, esses custos podem ser compensados por menores despesas associadas ao descarte e ao tratamento de resíduos, especialmente em contextos onde a infraestrutura de compostagem é eficiente, reduzindo assim a quantidade de resíduos persistentes no meio ambiente. As embalagens biodegradáveis se decompõem mais rapidamente e de maneira mais completa, o que pode reduzir os custos associados à gestão de resíduos de longo prazo (Hussain *et al.*, 2024).

A conscientização e orientação da equipe quanto aos impactos ambientais das embalagens plásticas pode ser feita através de treinamentos, campanhas de sensibilização e comunicação interna. O objetivo é criar uma cultura organizacional que valorize a sustentabilidade e o cuidado com o meio ambiente (Barbosa, 2023).

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. Apresentar informações confiáveis e adequadas à realidade de cada segmento e porte da indústria sobre as formas de direcionar o processo produtivo no caminho da sustentabilidade revelou-se importante para promover mudanças positivas no alcance dos ODS e da EC por meio do pensamento *Lean e Green*.

4. Considerações Finais

A análise do uso de embalagens plásticas de insumos na indústria de biscoitos de Arapiraca-AL, sob a ótica do pensamento *Lean e Green*, revelou 7 importantes oportunidades para aprimorar a sustentabilidade ambiental e a eficiência operacional. A identificação dos tipos de plásticos utilizados, juntamente com as rotas de destinação desses materiais, permitiu a compreensão das práticas existentes e das áreas de melhoria ambiental que são necessárias.

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. A caracterização

das embalagens utilizadas nas matérias-primas da indústria-caso demonstrou que a maioria dos insumos para a fabricação da massa dos biscoitos é adquirida 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: Tipo 01-PET; Tipo 02 - PEADB; Tipo 04 — PEBD; Tipo 05 — PP; e, Tipo 07 - Outros. Mesmo todas as embalagens podendo ser recicladas, a indústria-caso direciona para reuso apenas 3 embalagens de insumos de 2 tipos de materiais plásticos (balde de margarina do Tipo 02 - PEAD; e, sacos de açúcar e de farinha de trigo, ambos do Tipo 05 - PP), que são comercializadas após o uso na fábrica. As demais embalagens são destinadas para o aterro sanitário local.

As oportunidades *Lean* e *Green* identificadas, como a aplicação dos 3R (Reduzir, Reutilizar e Reciclar), a seleção de fornecedores com base em critérios ambientais, a avaliação do ciclo de vida das embalagens e a substituição por alternativas biodegradáveis, demonstram-se alinhadas aos ODS e à ENEC. Essas oportunidades podem contribuir para a redução do impacto ambiental e para promover a cultura organizacional voltada à sustentabilidade. A integração dessas oportunidades *Lean* e *Green* no cotidiano da indústria-caso pode resultar em redução dos resíduos enviados ao aterro sanitário, ao mesmo tempo em que pode fortalecer o compromisso com a responsabilidade social e com a gestão ambiental.

Apresentar oportunidades *Lean* e *Green* para o setor produtivo de fabricação de biscoitos mostrou-se como estratégia necessária para viabilizar a melhoria contínua, focada em tecnologias ambientais limpas, que gerem resultados financeiros positivos e redução nos impactos ambientais dos processos produtivos. Verificou-se ainda, a falta de conhecimento teórico e prático para aplicação de práticas e ferramentas *Lean* e *Green* em empresas de pequeno porte. Essas práticas, alinhadas com gestão eficiente, podem aumentar a competitividade dos pequenos negócios.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Norma Técnicas. **ABNT NBR 13230: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis** — identificação e simbologia, Rio de Janeiro, 2010.

ABNT. Associação Brasileira de Norma Técnicas. **ABNT NBR ISO 1400: Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ABIPLAST. Associação Brasileira da Indústria do Plástico. **Índices de reciclagem mecânica de plásticos pós-consumo no Brasil - Abiplast**. Disponível em: https://www.abiplast.org.br/publicacoes/pesquisa_reciclagem_picplast/. Acesso em: 14 fev. 2023.

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

BARBOSA, F. A.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. Lean & Green: Quanto às suas práticas são compatíveis? **Revista de Ciência & Tecnologia**. v.19, n. 37, p. 57-67, 2016.

BARBOSA, M. F. F. **Análise do uso de embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca-AL sob a ótica das práticas Lean e Green**. 2023. 103 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) — Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Instituto Federal de Alagoas, Arapiraca, 2023. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/ppgtec/tccs/arquivos/arquivos-tccs-2023/dissertacao-maria-francilania-fontes-barbosa.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2024.

BARBOSA, M. F. F.; RAPÔSO, Á. L. Q. R. e S. Aspectos e impactos ambientais das embalagens plásticas de insumos do processo produtivo de biscoitos de fábrica da cidade de Arapiraca-AL. *In: Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, Salvador, 2023. Anais [...]. Campinas, Galoá, 2023. Disponível em: <https://proceedings.science/cobeq-2023/trabalhos/aspectos-e-impactos-ambientais-das-embalagens-plasticas-de-insumos-do-processo-p?lang=pt-br>. Acesso em: 14 ago. 2024.

BARBOSA, M. F. F.; RAPÔSO, Á. Luiza Q. R. e S. Análise do uso de embalagens plásticas de insumos em indústria de biscoitos de Arapiraca-AL sob a ótica das práticas Lean e Green. *In: Encontro de Sustentabilidade em projetos*, Belo Horizonte, 2024. **Anais** [...]. Florianópolis: Ed. dos Autores, 2024. p. 1067-1076. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/256951?show=full>. Acesso em: 14 ago. 2024.

BENSON, N. U.; *et al.* COVID pollution: impact of COVID-19 pandemic on global plastic waste footprint. **Heliyon**, v. 7, n. 2, 2021.

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. **Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024, institui a Estratégia Nacional de Economia Circular**. Brasília, DF, 27 jun. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/D12082.htm. Acesso em: 11 ago. 2024.

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, 2021.

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

CHOUDHARY, S.; NAYAK, R.; DORA, M.; MISHRA, N.; GHADGE, A. An integrated lean and green approach for improving sustainability performance: a case study of a packaging manufacturing SME in the U.K. **Production Planning & Control**, v. 30, n. 5-6, p. 353-368, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1501811>.

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

FARIAS, L. M. S. *et al.* Uma revisão sistemática da literatura sobre o relacionamento entre as abordagens Lean e Green. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2017, Joinville. **Anais [...]**. Joinville: ENEGEP, 2017.

FERIGATTO, E. A. *et al.* A integração das Práticas Lean e Green. **Revista SODEBRAS**, São Paulo, v. 12, n. 144, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320471897>.

FERREIRA, MC; SILVA, JSG da. Embalagens biodegradáveis: um estudo sobre as vantagens e vantagens no setor de alimentos. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, [s. l.] , v. 3, 2024. Disponível em: <https://ojs.observatorio-latinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/3659>. Acesso em: 11 ago. 2024.

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, 2015.

HUSSAIN, M. A.; MISHRA, S.; AGRAWAL, Y.; RATHORE, D. A **comparative review of biodegradable and conventional plastic packaging**. **Interactions**, v. 245, p. 126, 2024.

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

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

LEE, J. *et al.* Aplicação de mapeamento do fluxo de valor orientada para a sustentabilidade: uma revisão e classificação. **IEEE Access**, 2021. Disponível em: [10.1109/ACCESS.2021.3077570](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3077570).

JAMIL, N. *et al.* Abordagem baseada em DMAIC para mapeamento de fluxo de valor sustentável: rumo a um sistema de produção sustentável. **Economic Research -EkonomskiIstraživanja**, v. 33, n. 1, p. 331-360, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1331677X.2020.1715236>. Acesso em: 04 ago. 2024.

McAloone, T.; Bey. **Melhoria ambiental por meio do desenvolvimento de produtos** - um guia. Universidade de São Paulo, 2013.

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.

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

MORAES, J. *et al.* Produção mais limpa como ferramenta para o diferencial competitivo em empresas de pequeno porte: um apanhado geral e análise dos principais pontos da ferramenta. **Revista Internacional de Gestão Científica e Turismo**, [s. l.], v. 2, 2024. Disponível em: <https://ojs.scientificmanagementjournal.com/ojs/index.php/smj/article/view/736>. Acesso em: 11 ago. 2024.

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 fev. 2023

REGO, R. I. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. **Biscoitos industrializados: nutrição e indulgência na cultura alimentar**. 1. ed. São Paulo: BB Editora, Abimapi, 2020.

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.

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.

TEIXEIRA, M. *et al.* **A indústria de transformados plásticos**. 1. ed. — São Paulo: Sindicato dos Químicos de São Paulo, 2017. 108 p.

VERMA, N.; SHARMA, V. Implementation Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM) in manufacturing industry. **Elementary Education Online**, v. 20, n. 6, p. 644-656, 2021. Disponível em: <http://ilkogretim-online.org>. Acesso em: 04 ago. 2024.