



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA



MARINA FERREIRA DE CASTRO

**PROPOSTA DE UM PLANO DE LOGÍSTICA REVERSA PARA
EMBALAGENS DE UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS NÃO ALCÓOLICAS**

Uberlândia

2025

MARINA FERREIRA DE CASTRO

**PROPOSTA DE UM PLANO DE LOGÍSTICA REVERSA PARA
EMBALAGENS DE UMA INDÚSTRIA DE BEBIDAS NÃO ALCÓOLICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Engenharia
Química da Universidade Federal de
Uberlândia como requisito parcial para a
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química.

Prof^a. Dra Fabiana Regina Xavier Batista

Uberlândia

2025

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta etapa tão importante da minha vida não teria sido possível sem o apoio e a dedicação de muitas pessoas. Agradeço, primeiramente, a Deus, por me guiar e fortalecer, pois, nada disso teria sido possível sem o sustento da minha fé em tantos desafios enfrentados desde o início dessa jornada.

Agradeço, em especial, aos meus pais, Marlene e Tarlei, que, apesar de todos os medos e preocupações, me apoiaram incondicionalmente e me deram a oportunidade de realizar meu sonho. Aos meus irmãos, Thais e Thulio, e aos meus sobrinhos, João Pedro e Helena, além de todos os membros da minha família, expresso minha gratidão pelo apoio e motivação. Mesmo com a saudade e a distância, vocês foram essenciais para que eu me mantivesse forte e seguisse meu caminho.

Ao projeto de extensão PET, ao tutor Danylo e a todos os colegas com quem tive a honra de conviver e trabalhar ao longo dos meus dois anos como petiana, meu muito obrigada! Meu crescimento pessoal e profissional durante esse período foi indescritível, e os momentos de descontração tornaram a faculdade mais leve e prazerosa. Em especial, agradeço aos amigos feitos ao longo da faculdade que foram fundamentais ao compartilhar os desafios, conquistas e muitos desabafos.

Dedico também um agradecimento às amigadas que fiz durante meu estágio e trabalho. Vocês tornaram o início da minha carreira muito mais especial do que eu poderia imaginar. Obrigada por todo acolhimento, pelos momentos de descontração, pelos ensinamentos e pelos conselhos. Aos meus gestores, Thaisa e Mateus, sou imensamente grata pelo reconhecimento e pelas oportunidades que me proporcionaram. Vocês são grandes exemplos e inspirações profissionais. Um agradecimento especial à Thaisa, que me apoiou e ajudou na ideia de trazer a realidade da empresa para este trabalho.

À minha orientadora, Fabiana, agradeço por ter aceitado me guiar neste projeto. Mesmo com poucos encontros, sua contribuição foi fundamental para que este trabalho se concretizasse. E a todos os professores que tive ao longo da graduação, minha eterna gratidão por cada ensinamento, inspiração e dedicação à profissão.

Com o apoio e a ajuda de Deus, da minha família, dos amigos e dos profissionais que estiveram ao meu lado, encerro esse ciclo com sucesso e muito orgulho. Que as próximas etapas da minha história sejam tão enriquecedoras e felizes quanto esta que agora concluo.

RESUMO

A industrialização fez com que o consumo de produtos pelas pessoas aumentasse, causando um aumento significativo na geração de resíduos sólidos. Assim, caso os hábitos não mudem, estima-se um crescimento de 80% na geração de resíduos domiciliares até 2050, impactando o meio ambiente, a saúde pública e a economia global. As embalagens, principalmente as geradas por alimentos, desempenham um papel significativo nesse problema, com cerca de 25 mil toneladas descartadas diariamente sem destinação adequada. Diante desse cenário, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010) estabeleceu diretrizes para a gestão sustentável dos resíduos, incluindo a implementação da logística reversa, que busca recuperar materiais para reaproveitamento ou destinação ambientalmente adequada, promovendo benefícios ambientais, sociais e econômicos. No setor privado, as empresas e indústrias devem adotar planos de gerenciamento e estratégias que favoreçam o retorno desses materiais ao ciclo produtivo. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo desenvolver um modelo de logística reversa para uma indústria de bebidas, visando minimizar os impactos ambientais das embalagens. Para isso, foram analisadas duas frentes: (1) a gestão das embalagens descartadas internamente na fábrica e (2) estratégias para a recuperação das embalagens pós-consumo, um desafio maior devido à dependência do engajamento dos consumidores e de iniciativas públicas e privadas. A discussão foi feita baseada em revisão bibliográfica, proposição de estratégias e análise de práticas já implementadas por empresas. Os resultados indicaram que a taxa de retorno e reciclagem de embalagens ainda é muito baixa, o que reforça a necessidade de uma melhor estruturação dos planos de logística reversa das empresas. Isso inclui a definição de indicadores de desempenho, campanhas de conscientização voltadas ao retorno das embalagens e o fomento à pesquisa e inovação em tecnologias de reciclagem. Além disso, é necessário fortalecer políticas públicas relacionadas à gestão de embalagens, bem como promover a conscientização dos consumidores sobre a separação e o descarte adequado, tudo isso pode contribuir para o aumento da reciclagem e redução dos impactos ambientais.

Palavras-chaves: Embalagens, Sustentabilidade, Logística reversa

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS	7
2.1. <i>Objetivo Geral</i>	<i>7</i>
2.2. <i>Objetivos específicos</i>	<i>7</i>
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
3.1. <i>Contexto da geração de resíduos sólidos no Brasil</i>	<i>8</i>
3.2. <i>Embalagens de alimentos no contexto da geração de resíduos sólidos.....</i>	<i>9</i>
3.3. <i>Política Nacional de Resíduos Sólidos</i>	<i>9</i>
3.4. <i>Logística reversa</i>	<i>10</i>
4. ESTUDO DE CASO - PROPOSTA DE LOGÍSTICA REVERSA PARA UMA INDÚSTRIA E CONSUMIDORES	12
4.1. <i>Embalagens descartadas na fábrica</i>	<i>12</i>
4.2. <i>Embalagens descartadas por clientes/consumidores</i>	<i>19</i>
5. REFERÊNCIA SUSTENTÁVEL: O CASO DA MARCA NATURA.....	26
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7. REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

As embalagens estão sendo utilizadas cada vez mais por pessoas e marcas, especialmente após a industrialização dos produtos. Na indústria alimentícia, em particular, elas são essenciais não apenas para conservação e proteção dos alimentos, como também são fonte de publicidade para chamar atenção dos consumidores e facilitam o transporte e armazenamento dos produtos (FONTOURA *et al.*, 2016; GONÇALVES, 2022).

Apesar de trazer praticidade em diversos aspectos do dia a dia, o uso excessivo de embalagens contribui para maior geração e descarte de resíduos sólidos na natureza. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, cerca de 25 mil toneladas de embalagens vão para os depósitos de lixo diariamente, em vez de receberem a destinação correta em aterros sanitários ou serem reutilizadas e recicladas (BRASIL, 2005). Assim, o descarte inadequado de grandes quantidades de embalagens pode impactar diretamente o meio ambiente, a saúde da população e até a economia global.

Diante desta realidade, o Brasil recebeu em 2010 um grande avanço para o tema, pois foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que responsabiliza o setor público e privado, priorizando a não geração ou redução da geração dos resíduos sólidos ou, quando isso não for possível, a reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final adequada no meio ambiente para esses resíduos (BRASIL, 2010).

Dessa forma, para cumprir com a PNRS e diminuir os impactos causados no meio ambiente, as indústrias devem desenvolver e implementar planos de logística reversa, que conforme o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos, é caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios que viabilizam a coleta dos resíduos sólidos para retorno ao ciclo produtivo ou destinação final ambientalmente adequada (SINIR, 2025).

Diante do exposto, este trabalho consistiu na análise das embalagens e proposta de um plano de logística reversa para uma indústria de bebidas não alcoólicas. A pesquisa foi conduzida por meio de revisão bibliográfica e propostas baseadas em estudo de caso com base em práticas adotadas por empresas que já implementam ações sustentáveis.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver uma proposta de plano estratégico de logística reversa para as embalagens de uma indústria de bebidas não alcoólicas.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar os tipos e materiais das embalagens utilizadas pela indústria de bebidas não alcoólicas e sua viabilidade para reciclagem.
- Desenvolver um plano estratégico de logística reversa que contemple a coleta, a gestão e a destinação final das embalagens.
- Monitorar indicadores de desempenho (% redução do consumo de matérias-primas; % de reciclagem, % da reutilização de materiais e % retorno das mercadorias à fábrica) para avaliar a eficiência do plano de logística reversa ao longo do tempo.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Contexto da geração de resíduos sólidos no Brasil

Desde 1950 com a industrialização no Brasil, o incentivo ao consumo de produtos em quantidades maiores foi estimulado pelo mercado e pela propaganda. Esse consumismo gerou a maior produção de mercadorias e com isso surgiu-se maior exploração dos recursos naturais e maior acúmulo de resíduos sólidos nas cidades (NUNES *et al.*, 2024). Assim, fica claro que o acúmulo de lixo tem se tornado um grande desafio para a gestão pública das cidades e é necessário melhor gestão dos resíduos gerados.

Antes de tudo, é importante destacar que lixo é o que é descartado pelas pessoas e que não possui mais utilidade. No entanto, como atualmente grande parte do que é gerado nas cidades é composto por materiais não orgânicos, muitos desses resíduos ainda têm valor econômico para indústria e, portanto, não precisam ser descartados no meio ambiente (REDAÇÃO EURECICLO, 2021).

Quanto a destinação, anteriormente, a forma mais utilizada pelos municípios era os lixões, que hoje são considerados locais irregulares e ilegais já que trazem risco à população devido a poluição que pode atingir o solo, a água e o ar, pois nesses locais os resíduos sólidos são descartados a céu aberto sem nenhum planejamento ou proteção da área. Em contrapartida, aterros sanitários são locais onde o solo é impermeabilizado e todo o processo de decomposição é monitorado para que nenhuma substância contamine o solo ou atinja os lençóis freáticos (SEMIL, 2023).

O cenário atual não é satisfatório, pois segundo o relatório *Global Waste Management Outlook 2024* desenvolvido pela *International Solid Waste Association* (ISWA) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a projeção é de um aumento de 80% na geração de resíduos sólidos domiciliares até 2050, caso os padrões atuais de produção e consumo não sejam alterados. Essa realidade impacta diretamente o meio ambiente, a saúde humana e a economia global. A destinação inadequada de grande parte desses resíduos em lixões e a baixa taxa de reciclagem agravam a situação, contribuindo para a poluição de solos, águas e do ar, além de intensificar as emissões de gases do efeito estufa (BOEHM, 2024).

No Brasil, de acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos 2022, foram gerados cerca de 80 milhões de toneladas de resíduos sólidos domiciliares, desse total 93% foram coletados, porém 40% dos resíduos coletados ainda seguem para destinos inadequados

como lixões e aterros controlados. Nesse panorama, nota-se que o índice de resíduos urbanos reciclados no Brasil é ainda bastante limitado (BOEHM, 2024).

3.2. Embalagens de alimentos no contexto da geração de resíduos sólidos

As embalagens são fundamentais para a sociedade, sendo que na indústria de alimentos elas são essenciais por apresentar inúmeras funções, desde a contenção, conservação e proteção dos alimentos, já que é uma barreira dos fatores contaminantes ambientais e ajuda a garantir a qualidade e segurança do alimento, como também é fonte de publicidade e facilita o manuseio e transporte pelas grandes empresas (FONTOURA *et al.*, 2016; GONÇALVES, 2022).

Além disso, a alta geração de resíduos por embalagens de alimentos é grandemente contribuição da utilização de três níveis de embalagens nas estruturas de transporte: primária, secundária e terciária. A embalagem primária é a que tem contato direto com o alimento e preserva sua qualidade e integridade, como o plástico de um pacote de bolacha ou a lata de um refrigerante. Já a embalagem secundária, como a caixa de papelão que contém várias unidades de um produto, agrupa as embalagens primárias e fornece informações ao consumidor, como ingredientes, data de validade e instruções de uso. Já a embalagem terciária, representada por paletes ou caixas maiores, reúne diversas unidades de produtos para facilitar o transporte e armazenamento, desde a fábrica até o ponto de venda. Essa hierarquia de embalagens, embora essencial para a proteção e comercialização dos alimentos, contribui para um aumento considerável do volume de resíduos gerados, tornando a gestão desses materiais um desafio ambiental cada vez mais urgente (BARÃO, 2011).

O problema dessa pluralidade das funções e facilidades das embalagens alimentícias é o fato do uso excessivo e desnecessário, sendo utilizadas cada vez mais e gerando um grande volume de resíduos (LANDIM *et al.*, 2016). Assim, pode ser entendido o fato de aproximadamente um quinto do lixo do Brasil ser composto por embalagens, pois cerca de 25 mil toneladas de embalagens vão para os depósitos de lixo diariamente em vez de terem um destino correto ou serem recicladas (BRASIL, 2005).

3.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos

A grande quantidade de problemas relacionados a alta geração de resíduos sólidos como já abordado pode ser reduzida através da reciclagem desses materiais podendo inclusive prover benefícios sociais e econômicos (SILVA FILHO, 2006 *apud* NUNES *et al.*, 2024). Visto isso, em 2010 foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos

(PNRS), Lei n.º 12.305/20108 que simbolizou um importante avanço para melhorias na gestão dos resíduos sólidos no Brasil e a reintrodução da reciclagem de materiais, trazendo novas responsabilidades para consumidores e empresas no que tange o ciclo de vida dos produtos e à gestão dos resíduos pós-consumo, elaborando um modelo brasileiro de Logística Reversa (ALIGLERI e LOPES, 2022). A lei contempla que sejam priorizados sempre a não geração ou redução da geração dos resíduos sólidos, mas se não for possível deve-se então reutilizar, reciclar, tratar e realizar a disposição final adequada no meio ambiente para esses resíduos (BRASIL, 2010).

Segundo Nunes *et al.* (2024) o Estado tem um papel central na execução das PNRS pois foram responsabilizados a fechar todos os lixões do Brasil em um prazo de 4 anos após a promulgação da lei, além de possuírem um papel importante no maior reconhecimento do papel econômico, social e ambiental dos catadores de materiais recicláveis por possuir um papel muito importante na gestão sustentável de resíduos sólidos, pois antes da promulgação da Lei já se sabia que a atividade de coleta de materiais envolvia um grande contingente de pessoas concentrada principalmente nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, e com a PNRS, criou-se a expectativa de que se geraria mais oportunidades para a inclusão desses trabalhadores.

Já o setor privado, quando se trata dos resíduos da produção, são responsáveis por gerenciar os resíduos gerados por eles, devendo fazê-lo por meio da elaboração de planos de gerenciamento de resíduos sólidos (OJIMA, 2023). Um instrumento muito utilizado pelas indústrias para contribuir para o retorno dos resíduos através do reaproveitamento é a logística reversa, que conforme o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), é caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios que viabilizam a coleta e a restituição dos resíduos sólidos para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (SINIR, 2025).

3.4. Logística reversa

As atividades de logística reversa (LR) tiveram origem em países industrializados, ganhando força na década de 1990 devido ao aumento das preocupações ambientais e às novas leis (CHAVES *et al.*, 2008). Atualmente, a logística reversa se concentra no planejamento, operação e controle do fluxo de produtos e materiais desde o ponto de consumo até a volta ao ciclo produtivo, impulsionada pelo crescente descarte de produtos

e pela preocupação global com questões ambientais e sociais. Além de contribuir para a preservação do meio ambiente ao diminuir resíduos e promover a reciclagem, a logística reversa se tornou uma importante vantagem competitiva para as empresas, pois permite a recuperação de valor econômico. Dessa forma, ela é essencial para a adaptação das empresas a um mercado cada vez mais competitivo e exigente (GAGLIARDI *et al.*, 2023; CHAVES *et al.*, 2008).

Como forma de avaliar a eficácia das iniciativas implementadas e aprimorar as práticas de logística reversa para conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos são utilizados indicadores de desempenho de logística reversa realizadas por empresas, estes se tornam uma base para a tomada de decisões e melhoria contínua dos processos logísticos. Podendo incluir a taxa de retorno de produtos descartados, a quantidade de materiais reciclados, o percentual de redução de resíduos urbanos, e a eficácia das parcerias externas. Além disso, outros indicadores como a satisfação do consumidor e a eficiência do processo de coleta seletiva também são relevantes, uma vez que o engajamento da população na separação de materiais recicláveis é diretamente proporcional à quantidade de material recuperado (GAGLIARDI *et al.*, 2023; SCALIZA, 2024).

Camargo (2021) realizou um estudo sobre os indicadores de logística reversa essenciais para avaliar a eficiência do retorno de materiais, seguindo o modelo *Balanced Scorecard* (BSC). A conclusão foi que os indicadores precisam abranger principalmente quatro perspectivas:

- **Financeira:** destacam-se o custo de retorno, que avalia as despesas com transporte, manuseio e reprocessamento, e a recuperação de valor, que mede o valor obtido com a revenda ou reciclagem de produtos devolvidos.
- **Clientes:** a satisfação com o processo de devolução e a taxa de retorno de consumidores refletem a qualidade do serviço prestado.
- **Processos internos:** a eficiência operacional mede o tempo e os recursos empregados nas devoluções, enquanto a taxa de reprocessamento indica a proporção de produtos reaproveitados.
- **Aprendizado e Crescimento:** a capacitação da equipe avalia o treinamento e a qualificação dos profissionais envolvidos na logística reversa, um fator essencial para a melhoria contínua das operações. Junto com a inovação em processos que analisa a implementação de novas tecnologias ou métodos que aumentam a eficiência da logística reversa.

Assim, o monitoramento desses indicadores não só aprimora a gestão da logística reversa, mas também fortalece a sustentabilidade empresarial, tornando-a mais competitiva e alinhada às demandas ambientais e sociais (CAMARGO, 2021).

4. ESTUDO DE CASO - PROPOSTA DE LOGÍSTICA REVERSA PARA UMA INDÚSTRIA E CONSUMIDORES

Neste contexto, conforme as necessidades ambientais e a Política Nacional de Resíduos Sólidos as empresas privadas são responsáveis por planos de reutilização dos resíduos gerados. Assim, será apresentada uma proposta de logística reversa para as embalagens geradas por uma indústria de bebidas não alcoólicas que produz predominantemente sucos, chás e águas de coco. A proposta foi dividida em dois tópicos, sendo (1) a apresentação detalhada dos possíveis destinos e reutilização para todas as embalagens descartadas dentro da fábrica e (2) uma proposta de destinação das embalagens de bebidas descartadas pelos consumidores finais após a compra e consumo.

4.1. Embalagens descartadas na fábrica

Para os resíduos gerados dentro da fábrica, a quantificação e a destinação correta podem ser gerenciadas de forma mais controlada, garantindo que todas as embalagens estejam inseridas no ciclo de logística reversa da empresa. Para isso, será proposto um protocolo que abrange a identificação e classificação dos resíduos, a quantificação, a conscientização sobre a importância da separação por tipo, além dos processos de destinação correta e reciclagem das embalagens. As etapas a seguir detalham as práticas a serem adotadas.

Etapas 1 – Detalhamento dos tipos de embalagens por tipo de material gerados

Em uma indústria de bebidas não alcoólicas são utilizados diversos tipos de materiais nos três níveis de embalagens utilizadas para armazenagem e transporte dos produtos, são eles:

- **Plástico:** Como **embalagem primária**, está presente nas **garrafas PET** de sucos nos volumes de 500 mL, 950 mL, 1 L e 1350 mL, nos **rótulos** que envolvem essas garrafas com informações do produto, nas **tampas** tanto das garrafas PET quanto dos cartonados de 1 L, além dos **canudos e seus**

envoltórios plásticos, que acompanham os cartonados de 200 mL. Já como **embalagem secundária**, o plástico é utilizado no **filme *shrink* (retrátil)**, que agrupa fardos de garrafas PET e caixas cartonadas, facilitando o armazenamento e o transporte dos produtos. Por fim, como **embalagem terciária**, o **filme *stretch*** envolve os paletes de sucos prontos para distribuição, garantindo estabilidade no transporte e proteção contra poeira, umidade e impactos.

- **Alumínio:** Material principal nas **embalagens primárias de latas de alumínio** dos sucos, que garantem a proteção do produto contra a luz, oxigênio e contaminações externas, preservando sua qualidade e aumentando sua vida útil.
- **Cartonado:** Utilizado na indústria como **embalagem primária** para armazenagem asséptica de sucos, chás e águas de coco nos volumes de 1 L, 200 mL e 150 mL, já que é uma alternativa prática e segura para armazenar bebidas não gaseificadas. Esse tipo de embalagem é composta por uma combinação de materiais, que torna sua reciclagem um processo mais complexo quando comparado a outros tipos de resíduos. Sua composição é de **aproximadamente 75% de papel-cartão**, que constitui a estrutura principal da embalagem, proporcionando rigidez e suporte para facilitar o manuseio e transporte, além de **cerca de 20% de polietileno** nas camadas internas e externas que atuam como barreira contra umidade, impedindo que o líquido entre em contato com o papel e garantindo a integridade da embalagem; e **aproximadamente 5% de alumínio** em uma fina camada presente no interior que funciona como barreira contra luz, oxigênio e contaminantes externos, prolongando a validade do produto sem necessidade de conservantes. (ZAWADIAK, 2017) Devido à composição multicamada, a separação dos cartonados deve ser feita de forma específica para garantir uma reciclagem adequada, para isso.
- **Papelão:** Empregado principalmente nas **embalagens secundárias**, ou seja, aquelas que agrupam e protegem as unidades individuais durante o transporte, armazenamento e distribuição. São utilizados **fardos e caixas de transporte**

de papelão para garantir proteção contra impactos, facilidade na movimentação logística além de serem úteis para otimizar o empilhamento.

Todos esses materiais estão presentes nas embalagens dos produtos que irão para o consumidor final, logo grande parte do que é utilizado em fábrica se torna um resíduo apenas no pós-venda e consumo. No entanto, ao longo do processo produtivo, há uma perda significativa desses materiais devido a diversas adversidades. Como defeitos de fabricação das embalagens vindas dos fornecedores, falhas nos equipamentos, erros no envase e vedação que podem causar danos nas embalagens, além de reprocessos e retrabalhos ocasionados por não conformidades identificados nas bebidas antes de serem comercializadas, como variações no sensorial, variações nas especificações de formulação, erros nas codificações ou rótulos das embalagens, tudo isso causará o descarte desses materiais ainda dentro da fábrica.

Além da área da produção, no laboratório de qualidade também há um amplo descarte de embalagens ao longo da produção devido às análises de produto acabado, que exigem a abertura de diversas amostras diariamente. Diante disso, é fundamental que todas essas embalagens sigam para um destino correto, garantindo o descarte adequado de cada tipo de material.

Etapla 2 – Proposta de separação dos resíduos por setores pelo uso de coletores e a conscientização dos colaboradores quanto a correta separação

Além dos resíduos de embalagens gerados durante a produção, outro fator relevante para a geração de resíduos dentro da empresa é o consumo interno das bebidas pelos colaboradores, cujo consumo diário contribui para um volume considerável de embalagens descartadas na empresa.

Assim, para garantir a correta separação dos resíduos, a empresa deve implementar coletores de resíduos em todas as áreas, divididos nas seguintes categorias: orgânicos, não recicláveis, papel, metal, vidro, plástico, madeira e contaminados, sendo identificados com cores diferentes e etiquetas com orientações didáticas para maior facilidade de descarte dos diferentes materiais.

Além da disponibilização dos coletores, deve ser realizada a conscientização dos colaboradores por meio de ações contínuas. O ensino sobre o descarte corretos dos materiais no coletor adequado deve ser feito durante a integração dos novos funcionários, além de treinamentos anuais e eventos voltados para a sustentabilidade que reforcem a

importância da separação adequada, incentivando a participação ativa de todas as áreas da empresa.

Etapa 3 – Quantificação de resíduos por material gerado

Com base no cenário de uma indústria de bebidas não alcoólicas, que gera resíduos de embalagens ao longo do processo produtivo e do consumo interno, foram elaborados dados estimados da geração de resíduos tendo como referência uma das unidades de médio porte de uma empresa de bebidas multinacional:

- **Resíduos gerados durante a produção:**

Plástico

- Garrafas PET descartadas por defeitos de fabricação, falhas no envase e vedação: 200 unidades/dia (~100 kg/mês)
- Tampas plásticas com defeitos ou perdas no processo: 5.000 unidades/dia (~10 kg/mês)
- Filme *shrink* e *stretch* usado na paletização e agrupamento de produtos, descartado por danos ou sobras: 200 kg/mês
- Canudos e envoltórios plásticos descartados devido a problemas de armazenamento ou não conformidade: 1.000 unidades/dia (~10 kg/mês)

Latas alumínio

- Latas danificadas no transporte ou com falhas de envase: 20 unidades/dia (~10 kg/mês)

Cartonado

- Embalagens cartonadas descartadas por defeitos na impressão, vedação ou erros de codificação: 1.000 unidades/dia (~500 kg/mês)

Papelão

- Fardos e caixas de transporte danificadas ou inutilizadas: 100 unidades/dia (~300 kg/mês)
 - **Resíduos gerados pelo consumo interno dos colaboradores**
- Garrafas PET consumidas e descartadas internamente: 20 unidades/dia (~10 kg/mês)

- Latas de alumínio descartadas após consumo interno: 200 unidades/dia (~100 kg/mês)
- Embalagens cartonadas consumidas e descartadas internamente: 450 unidades/dia (~225 kg/mês)

Somatório da Geração de Resíduos na Indústria

- **Plástico:** ~330 kg/mês
- **Latas Alumínio:** ~110 kg/mês
- **Cartonado:** ~725 kg/mês
- **Papelão:** ~300 kg/mês

Etapas 4 – Destinação do material para cooperativas

Após a separação dos resíduos nos setores através dos coletores, todos os resíduos devem ser levados para uma área da empresa onde os colaboradores responsáveis realizarão a triagem e revisão para garantir a separação adequada, pois mesmo com o uso de coletores e a conscientização e educação dos colaboradores, ainda existem embalagens que são descartadas em coletores de forma inadequada. Também é importante que seja feita a verificação de materiais contaminados com produtos químicos, pois estes não podem ser reciclados junto aos materiais não contaminados. Feito isso, deve ser realizado o armazenamento temporário em docas designadas para cada tipo de material, garantindo que estejam separados para coleta das cooperativas.

As cooperativas de reciclagem realizam a compra dos resíduos sólidos das indústrias privadas por possuírem valor para reciclagem. Assim, são eles os responsáveis por buscar os resíduos diariamente, depois realizarem a triagem, lavagem, pesagem, estocagem e comercializarem os materiais recicláveis.

Segundo o Anuário de Reciclagem de 2023 existiam cerca de 2.941 cooperativas ou organizações de catadores no Brasil em 2022, somando 86.878 catadoras e catadores. Estes possuem papel fundamental na cadeia de reciclagem, que é parte do ciclo da Logística Reversa e é inclusive uma das prioridades estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, além disso é uma importante ferramenta social que garante trabalho, renda e inclusão social em toda as regiões do país. (INSTITUTO PRAGMA, 2023)

Etapa 5 - Reciclagem do plástico, papel, metal e cartonados

Após a coleta dos materiais pelas cooperativas, os fardos de cada tipo são comercializados para indústrias especializadas em reciclagem. A seguir, são apresentadas as principais formas de reciclagem utilizadas atualmente para cada material.

Plástico

Para reciclagem industrial do plástico são encontrados principalmente dois métodos com características e usos diferentes. A reciclagem mecânica é a tecnologia mais comum no mundo e consiste no processo de separação dos diferentes tipos de plástico, seguido da lavagem para retirar possíveis sujeiras e pôr fim a extrusão do material para formar pequenos grânulos ou *pellets* que se tornarão matéria-prima novamente. O outro tipo de tecnologia é a reciclagem química, na qual ocorre a alteração da estrutura do polímero por processos de pirólises, sendo principalmente útil para os plásticos que não podem ser triturados por ação mecânica, porém este é um método mais caro e necessita de grandes quantidades de plástico para reciclagem ser efetiva. Além disso, existem diferentes tipos de plástico que se diferenciam principalmente pela sua estrutura e características e nem todos podem ser reciclados com as tecnologias existentes hoje, sendo o plástico PET o mais reciclado e o mais utilizado atualmente. (LAR PLÁSTICOS, 2020; EXAME, 2023)

Papelão

A reciclagem do papelão no Brasil tem ganhado cada vez mais espaço, ela é realizada após a separação dos diferentes tipos de papelão, sendo os dois mais comuns que podem ser reciclados: o ondulado ou corrugado, que é muito encontrado em embalagens e caixas, e o papelão plano encontrado em caixas de sapato e alimentos. Depois da separação o material é triturado através de um processo de centrifugação com água, que transforma a matéria-prima em pasta, logo após, essa pasta passa pelo peneiramento e pela limpeza química para retirada de objetos e resíduos que estavam na matéria-prima. Assim, a pasta pode ser processada, seca e prensada para se tornar papelão de novo. (SMURFIT KAPPA, 2021)

Latas de alumínio

O Brasil é líder mundial na reciclagem de latas de alumínio, um dos motivos para esse fato é o grande valor econômico associado a esse material quando comparado a outros resíduos sólidos no país. O processo de reciclagem após a coleta desse material consiste

primeiro na lavagem para retirada de impurezas, depois as latas são cortadas e prensadas para formação de fardos que serão facilmente transportados para próxima etapa de fundição, antes de fundir é necessário retirar todo o verniz e tinta do alumínio. Após isso, o alumínio líquido é transformado em lingotes ou chapas para serem reenviados para cadeia produtiva. (PROPEQ, 2023)

Cartonados

O mais utilizado mundialmente na indústria hoje para cartonados é a incineração do material completo para geração de energia, porém essa alternativa causa grande impacto ambiental, mas isso ocorre principalmente porque a reciclagem deste tipo de embalagem é desafiadora por ser composta por uma mistura de materiais. Apesar disso existem tecnologias industriais para reciclagem de cartonados, sendo separadas em dois tipos: tecnologias que reciclam após a separação dos diferentes materiais da embalagem e aquelas que utilizam o material completo. (ZAWADIK, 2017; (DONG; YU; BI; ZHANG; LIU; GENG; OHNISHI; LI, 2024) Para o primeiro tipo de tecnologia ocorre a separação do papelão da mistura alumínio-plástico por uma ação de cisalhamento hidráulico, pois já que o material em maior proporção é o papelão, as fibras do papel recuperadas podem ser reutilizadas. Já para separação do alumínio-plástico uma alternativa é a solubilização do polietileno seguido da remoção do alumínio, além dessa existem outras tecnologias físicas e térmicas para separação e posterior reutilização dos *pellets* de polímero e folhas de alumínio. O segundo tipo de reciclagem de cartonados consiste em triturar e prensar a quente as matérias-primas para formação de placas laminadas, podendo ser utilizadas depois como material de construção. (ROBERTSON, 2021; DONG; YU; BI; ZHANG; LIU; GENG; OHNISHI; LI, 2024)

Etapa 6 – Comparação casuística entre a quantidade de material coletado e a quantidade efetiva do material reutilizado

Para analisar a eficácia da reciclagem de embalagens no Brasil, foram apresentados os dados da Tabela 1, que mostram a porcentagem de embalagens recicladas por material em comparação com a quantidade total de embalagens por material produzida em toneladas no mesmo ano. Como os dados referentes às latas de alumínio recicladas em 2023 ainda não estavam disponíveis, foi considerada a taxa de reciclagem de 2022, ano em que esse material atingiu o recorde de 100% de reaproveitamento. Em contrapartida, a porcentagem de embalagens de plástico, cartonados e papel recicladas em 2023 atingem

ainda valores muito abaixo do esperado, reforçando a importância da Política Nacional de Resíduos Sólidos para o país e a necessidade de novas propostas e alternativas para o governo, setor público e a sociedade contribuírem para aumentar a porcentagem de reciclagem no Brasil.

Tabela 1 – Relação entre a quantidade de embalagens produzidas versus embalagens recicladas por material no Brasil em anos anteriores

MATERIAL	EMBALAGENS PRODUZIDAS (t)	EMBALAGENS RECICLADAS (%)	FONTE
Plástico	984.000	24,3	ABIPLAST, 2024
Latas de alumínio	390.200	100,0	RECICLA LATAS, 2023
Cartonados/ Longa vida	104.000	39,1	TETRA PAK, 2024
Papel e papel cartão	-	64,0	IBA, 2024

4.2. Embalagens descartadas por clientes/consumidores

Para as embalagens comercializadas por empresas de alimentos, que posteriormente serão descartadas pelos consumidores, o controle da destinação final se torna um desafio maior, pois depende diretamente do comportamento dos consumidores, além da existência e eficiência de ações públicas e privadas voltadas à logística reversa. Diante desse cenário, será apresentada uma proposta de parceria com empresas especializadas nesse processo, destacando exemplos de resultados alcançados por meio dessas colaborações. Além disso, serão propostas algumas iniciativas para empresas incentivarem o retorno das embalagens e garantirem sua destinação correta, bem como a implementação de indicadores para mensurar e otimizar a recuperação desses materiais.

Etapas 1 – Proposta de parceria com empresas que promovem maior reciclagem de embalagens pós-consumo

Hoje existem algumas empresas que atuam na compensação ambiental e na logística reversa de embalagens, o papel delas é atuar principalmente como certificadoras de logística reversa. Assim, essas empresas conectam fabricantes e distribuidores com

cooperativas de reciclagem e operadores de resíduos para garantir que uma quantidade significativa de embalagens colocadas no mercado seja reciclada.

A eureciclo® é um exemplo de empresa brasileira que tem como objetivo promover o aumento das taxas de reciclagem de embalagens de forma sustentável. Assim, ela estabelece parcerias com marcas, permitindo que estas utilizem um selo em suas embalagens para comunicar aos consumidores seu compromisso com a reciclagem, dessa forma a eureciclo® se compromete a reciclar uma porcentagem do mesmo material a cada embalagem de uma marca colocada no mercado.

A eureciclo® rastreia as embalagens durante toda a cadeia, que consiste em: 1) A empresa fabrica ou distribui o produto em embalagens; 2) O consumidor adquire o produto e descarta a embalagem corretamente; 3) Cooperativas ou operadores realizam a coleta, triagem, separação e venda dos resíduos para um reciclador; 4) O reciclador compra os fardos de materiais e destina de forma correta os resíduos para retornarem para cadeia produtiva. Logo, a empresa é muito relevante para sustentabilidade do país, para as organizações de catadores e para as marcas que usam o selo, já que estas recebem créditos de reciclagem por comprovarem que parte do que foi produzido foi reciclado conforme as exigências da Política Nacional de Resíduos Sólidos. (EURECICLO, 2023)

Segundo o Relatório de Desempenho de 2023 da eureciclo®, entre os anos de 2016 e 2023 mais de 19,3 milhões de toneladas de embalagens foram rastreadas, sendo mais de 1 milhão de toneladas enviados para reciclagem e mais de 382 mil toneladas de embalagens compensadas pós consumo. Em relação aos materiais compensados, a maior porcentagem é de plástico (41,09%) e papel (44,58%), seguido do metal, vidro e outros. (EURECICLO, 2023)

Visto isso, as empresas como a eureciclo® desempenham um papel fundamental na reciclagem de embalagens no Brasil, pois impulsionam a logística reversa e garantem que uma maior quantidade de resíduos tenha a destinação ambientalmente correta. Por meio da compensação ambiental e da valorização do trabalho de cooperativas e operadores privados, essas empresas contribuem de forma significativa para o avanço da economia circular no país e para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Assim, para que esse impacto seja ainda maior, é essencial que mais empresas adotem essa iniciativa e que a população tenha maior consciência sobre essa prática para que a reciclagem no país alcance maiores porcentagens.

Etapa 2 – Exemplo de resultados atingidos pela parceria entre indústria de alimentos e certificadores de logística reversa

Para exemplificar e quantificar o impacto das parcerias entre indústrias de alimentos e empresas especializadas em logística reversa, será destacado um exemplo de parceria de uma indústria de bebidas não alcóolicas com a eureciclo® que tem como objetivo a compensação ambiental das embalagens pós-consumo vendidas pela empresa. A fim de ilustrar os benefícios dessa parceria para a empresa, o meio ambiente e os consumidores, serão apresentados dados do Relatório de Impacto de 2025 fornecidos pela eureciclo®:

- Apenas no ano de 2023 a quantidade de embalagens comercializadas pela marca foi de 10.869.187 kg e a quantidade compensada foi de 3.260.756 kg, ou seja, 30% do produzido.
- De 2020 a 2023 a compensação ambiental atingiu a massa de 129.281 kg de alumínio compensados (22,8% do comercializado), 5.795.710 kg de papel (21,3% do que foi gerado), 4.707.577 kg de plástico (21,0% do total), 184.233 kg de vidro (17,4% do comercializado) e 903.070 kg de papelão (23,7% do produzido).
- Durante todo o período de parceria foi 259 o número de cooperativas e operadores privados beneficiados abrangendo todos os estados do país. Pois, por causa do investimento da marca no Certificado de Reciclagem, há o fomento do serviço das cooperativas e operadores que são beneficiados pelo investimento de equipamentos e maquinários, fluxo de caixa, aquisição de EPIs, veículos e uniformes.

Sendo assim, é de extrema importância que todas as empresas e marcas realizem parcerias com empresas que fomentam a logística reversa no Brasil, pois além da redução na geração de resíduos, também há a contribuição para destinação ambiental adequada, recuperação de ecossistemas degradados, incentivo ao reaproveitamento de insumos e incentivo do consumo consciente de consumidores através do selo nas embalagens.

Etapa 3 – Proposição de alternativas que objetivem o aumento da coleta das embalagens pós consumo

Como visto nos tópicos anteriores, nem todas as embalagens são recuperadas, podendo estas ir parar em lixões inadequados, em rios e oceanos ou acumular nas cidades e gerar grandes problemas sociais e ambientais. Assim, com o intuito de maximizar e atingir futuramente a recuperação de 100% de todas as embalagens pós

consumo, algumas propostas são feitas para que além da terceirização e parceria com empresas que realizem a logística reversa, as indústrias também se preocupem em criarem seus próprios projetos de logística reversa, como:

1. Parceria com Supermercados

Para empresas do setor alimentício, uma forma de ampliar a coleta de embalagens pós-consumo seria estabelecer parcerias com grandes redes de supermercados, podendo ser instalados pontos de coleta nesses estabelecimentos para que os consumidores descartem corretamente suas embalagens e como incentivo, a empresa pode oferecer descontos em compras futuras da marca, estimulando o engajamento do retorno das embalagens.

2. Incentivo à Separação e Coleta Seletiva

Campanhas publicitárias, ações em redes sociais e projetos em escolas devem ser realizados de forma contínua pelas empresas para conscientizar os consumidores sobre a importância da separação correta dos resíduos sólidos em suas residências. Esse tipo de ação reduzirá o descarte inadequado de embalagens junto com resíduos orgânicos e não recicláveis, garantindo que um maior volume de materiais chegue aos processos de reciclagem.

3. Ampliação do Uso de Embalagens Retornáveis

O modelo de embalagens retornáveis, amplamente utilizado em garrafas de refrigerantes, também pode ser adotado por outras empresas de bebidas e alimentos. Essa alternativa reduz significativamente a geração de resíduos, permitindo que as embalagens sejam reinseridas no ciclo produtivo diversas vezes antes do descarte final.

4. Investimento em Tecnologias para Reciclagem de Materiais Complexos

Como já discutido, algumas embalagens como as cartonadas, apresentam desafios para a reciclagem devido à mistura de materiais em sua composição. Por esse motivo, a maioria dessas embalagens não são reinseridas no ciclo produtivo de forma eficiente, então as empresas que utilizam esse tipo de embalagem devem investir em pesquisas e tecnologias que possibilitem alternativas viáveis para sua reciclagem, garantindo maior sustentabilidade na cadeia produtiva.

5. Parceria com Fornecedores de Embalagens Sustentáveis

Além de incentivar a reciclagem, é fundamental que as empresas priorizem o uso de embalagens fabricadas com matéria-prima reciclada. Dessa forma, é importante estabelecer parcerias com fornecedores que comprovadamente utilizam materiais reciclados em sua produção garantindo um impacto ambiental positivo.

6. Parcerias com Prefeituras e Cooperativas para Coleta Seletiva

A colaboração entre empresas do setor alimentício, prefeituras e cooperativas de reciclagem deve ser um fator essencial para aumentar a taxa de coleta de resíduos recicláveis nas cidades. Essa parceria pode envolver o fornecimento de infraestrutura e suporte logístico e campanhas educativas para a população, fortalecendo a gestão de resíduos e ampliando a eficiência da reciclagem municipal.

Etapas 4 – Proposta de indicadores para monitorar e avaliar a eficácia do plano de logística reversa

Como visto anteriormente, algumas empresas já estão realizando iniciativas para que parte das embalagens descartadas pelos consumidores voltem para o ciclo produtivo, compensando o meio ambiente e cumprindo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Mas com o intuito de aprimorar ainda mais a gestão da logística reversa e fortalecer a sustentabilidade empresarial, serão propostos alguns indicadores relevantes e possíveis de aplicar:

1. Indicador de Taxa de Retorno de Embalagens

Caso a empresa terceirize o trabalho da logística reversa por meio de parceiros certificadores de logística reversa, os dados fornecidos por essas empresas devem ser somados às embalagens retornadas diretamente por iniciativas próprias da empresa. Esse indicador permite avaliar a efetividade dos projetos e parcerias de logística reversa da empresa, além de ajudar a identificar oportunidades para incentivar ainda mais os consumidores a descartar corretamente suas embalagens.

O cálculo deve considerar:

$$\frac{\text{Quantidade de material coletado}}{\text{Quantidade de material comercializado}} \times 100\%$$

2. Indicador de Taxa de Reciclagem

Com base no primeiro indicador, é possível analisar quantas embalagens coletadas realmente foram recicladas. Esse indicador deve cruzar dados fornecidos por cooperativas e empresas de reciclagem parceiras, sendo importante para entender se as embalagens descartadas pelos consumidores chegam em condições adequadas para reciclagem e ajuda a verificar se os materiais utilizados nas embalagens pela empresa são economicamente viáveis para o processo de reciclagem.

O cálculo envolve:

$$\frac{\text{Quantidade de material reciclado}}{\text{Quantidade de material coletado}} \times 100\%$$

3. Índice de Reutilização de Materiais

Além de reciclar, é essencial garantir que os materiais reciclados sejam reincorporados ao ciclo produtivo. O objetivo desse indicador é que as empresas sejam incentivadas a comprar as embalagens de indústrias que em seu ciclo produtivo substitua matéria-prima virgem pelo uso de materiais reciclados.

Esse índice deve relacionar:

$$\frac{\text{Quantidade de material reciclado utilizado na fabricação das embalagens}}{\text{Quantidade total de material utilizado na fabricação das embalagens}} \times 100\%$$

4. Indicador de Impacto Ambiental Evitado

Com base no indicador anterior, pode-se calcular o impacto ambiental evitado, considerando a redução estimada de emissões de CO₂ e economia de recursos naturais devido ao uso de materiais reciclados em vez de matéria-prima virgem. Além de ser um indicador interno para tomada de decisões, ele também pode ser divulgado para o público, incentivando outras empresas a adotarem práticas semelhantes e fortalecer a percepção da marca como ambientalmente responsável.

Esse índice pode relacionar:

$$\text{Quantidade material virgem evitado} \times \text{Carbono liberado para produção do material} \times 100\%$$

5. Indicador de Conformidade das Embalagens Recicladas

Este indicador é necessário para empresas que utilizam de embalagens recicladas para envasar seus produtos, pois é fundamental realizar testes laboratoriais com o objetivo de garantir que as embalagens reutilizadas apresentam segurança e qualidade

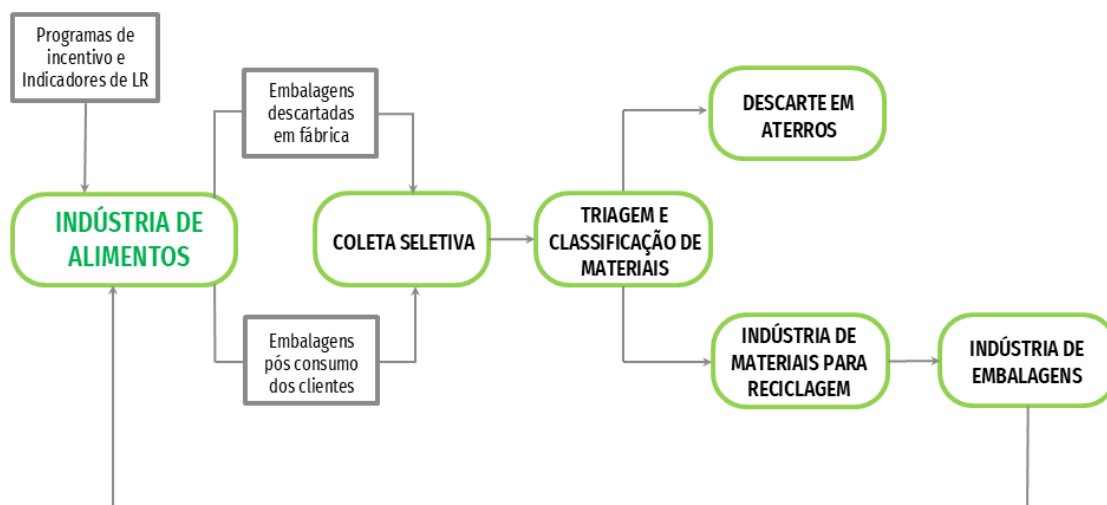
para envasar os novos produtos, ou seja, que não haja presença de resíduos provenientes de usos anteriores ou microrganismos. Entre os principais ensaios estão a contagem microbiológica por área da embalagem, que permite identificar possíveis contaminações, e o teste de migração ou resíduos químicos, que avalia a presença de resquícios de substâncias dos produtos anteriores. Esses testes devem ser realizados em algumas unidades de cada lote de embalagem utilizadas pela empresa.

Esse índice pode ser expresso como:

$$\frac{\text{Número de lotes de embalagens aprovados no teste}}{\text{Número total de lotes testados}} \times 100$$

Considerando os indicadores definidos, é extremamente importante que as empresas tenham valores de referência a serem considerados como metas a alcançar. Para os dois primeiros indicadores, a Taxa de Retorno de Embalagens e a Taxa de Reciclagem, existe um valor de referência estabelecido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos. A meta para 2024 é que os setores comprovem o retorno de 30% das embalagens pós-consumo, sendo esse percentual gradativo, com a previsão de atingir 45% até 2040 (PROLATA, 2023). Em relação aos outros indicadores, não foram encontrados valores de referência na literatura e legislação vigente. Dessa forma, cabe às empresas definirem metas internas, de modo que os resultados obtidos sejam significativos e apresentem melhoria ao longo do tempo.

Para resumir o que foi discutido é apresentado na Figura 1 um fluxograma, que representa a proposta de logística reversa aplicada à uma indústria de alimentos, destacando o fluxo das embalagens descartadas e sua destinação. O ciclo se inicia com a coleta seletiva, que abrange tanto os resíduos gerados na própria fábrica quanto as embalagens pós-consumo retornadas pelos clientes. Após essa etapa, os materiais passam por triagem e classificação, os não recicláveis são encaminhados para descarte em aterros adequados, enquanto os recicláveis seguem para a indústria de materiais para reciclagem. Esses materiais reciclados podem ser reintegrados ao ciclo produtivo por meio da indústria de embalagens, fechando o ciclo sustentável. Além disso, programas de incentivo e indicadores de logística reversa são implementados na indústria para estimular a participação dos colaboradores e clientes nesse processo, garantindo a redução de resíduos e a valorização dos materiais recuperados.

Figura 1 – Fluxograma de logística reversa

5. REFERÊNCIA SUSTENTÁVEL: O CASO DA MARCA NATURA

Um exemplo de empresa brasileira referência em logística reversa, que pode servir de exemplos para indústrias de alimentos, é a marca de cosméticos Natura. Ela possui diversos projetos que visam à redução do impacto ambiental e sustentabilidade, sendo muito deles relacionados a embalagens e economia circular.

Em 2023, a empresa alcançou 87,8% de embalagens recicláveis, reutilizáveis ou compostáveis e aumentou o uso de plástico reciclado pós-consumo para 21,8% apenas na marca Natura, contribuindo para evitar a emissão de 3.359 toneladas de gases de efeito estufa. A empresa investe na pesquisa e desenvolvimento de soluções inovadoras para reduzir os resíduos de embalagens e melhorar a porcentagem de reciclagem e compostagem dos materiais utilizados, priorizando alternativas reutilizáveis e renováveis.

Há mais de 40 anos, a Natura foi pioneira no desenvolvimento de refis, uma solução que reduz significativamente a geração de resíduos. Em 2023, a marca evitou o descarte de 2.131 toneladas de materiais, o equivalente ao volume produzido por 3,9 milhões de pessoas em um único dia, além de impedir a emissão de 5,4 mil toneladas de gases de efeito estufa.

Além disso, o Programa Natura Elos foi criado para fortalecer as cadeias de reciclagem de plástico, vidro e papel, envolvendo parcerias com fornecedores, recicladores e cooperativas, promovendo capacitação e melhoria das condições de

trabalho dos catadores. Através de investimento na infraestrutura e profissionalização de cooperativas, a empresa alcança muitos catadores nos projetos e o volume de materiais pós-consumo recuperados em suas marcas foi de 18.522 toneladas em 2023.

A empresa também desenvolve ações para ampliar a reciclagem e promover a economia circular. O projeto Rios Vivos foi criado para incentivar as comunidades ribeirinhas no Amazonas e no Pará a recolherem resíduos plásticos na floresta e nas áreas próximas aos rios, ajudando a evitar que esse material chegue ao oceano, assim a empresa já evitou que 39,5 toneladas de resíduos plásticos poluissem os ecossistemas. Já o programa Elo Verde, desenvolvido em conjunto com a prefeitura de Cajamar, onde se localiza a maior fábrica da Natura no Brasil, fomenta a reciclagem de embalagens por meio da coleta seletiva nas escolas e do incentivo à reutilização de resíduos pelos fornecedores da empresa.

Um indicador interessante utilizado pela empresa é a Calculadora Ambiental, uma ferramenta que permite aos pesquisadores antecipar e quantificar o impacto ambiental de novos produtos ainda em fase de desenvolvimento. Com essa tecnologia, é possível avaliar como diferentes escolhas de influenciam indicadores ambientais pré-definidos, auxiliando na criação de embalagens mais sustentáveis (NATURA&CO, 2024).

Dessa forma a empresa realiza diversas iniciativas como a redução no uso de embalagens, o aumento da incorporação de plástico reciclado em seus produtos, a disponibilização de refis para incentivar a reutilização, além de programas de incentivo à reciclagem. A empresa também investe em projetos de logística reversa, garantindo a destinação correta de resíduos, e apoia ações de limpeza de rios para mitigar o impacto ambiental dos plásticos descartados inadequadamente. Com essas iniciativas, a Natura se destaca como um exemplo de empresa comprometida com a responsabilidade ambiental e a construção de um modelo de negócios mais sustentável, podendo incentivar outras empresas brasileiras a realizarem atividades parecidas e que impactem positivamente o meio ambiente

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo propor um plano estratégico de logística reversa para as embalagens de uma indústria de bebidas não alcoólicas, considerando tanto os resíduos gerados internamente quanto os descartados pelos clientes após o consumo. Diante desse contexto, foram propostas ações específicas que podem contribuir para um sistema mais estruturado e eficaz de logística reversa para indústrias de bebidas, conforme os tópicos a seguir:

- Implementação de coletores adequados e identificação por tipo de resíduo em todas as áreas da fábrica;
- Capacitação contínua dos colaboradores e promoção de uma cultura interna voltada à separação correta dos materiais;
- Parcerias com cooperativas de reciclagem para destinação adequada dos resíduos e fortalecimento da cadeia de reciclagem;
- Definição de indicadores de desempenho que possibilitem o monitoramento e a melhoria contínua das ações implementadas;
- Estabelecimento de parcerias com empresas certificadoras de logística reversa, como a eu reciclo®, para viabilizar a compensação ambiental das embalagens pós-consumo;
- Realização de campanhas voltadas à conscientização dos consumidores, incentivando o descarte correto;
- Investimento em tecnologias e soluções para a reciclagem de materiais mais complexos.

A partir da análise realizada, foi possível compreender os principais desafios, como a baixa taxa de retorno de embalagens, a complexidade de reciclagem de alguns materiais utilizados e a dependência tanto do engajamento dos consumidores quanto de ações públicas e privadas. Dessa forma, sugere-se que estudos futuros aprofundem a criação de planos de logística reversa para diferentes portes de empresas, além da ampliação de pesquisas e do incentivo tanto a tecnologias de reciclagem de materiais quanto incentivos fiscais, que podem contribuir para o avanço desse modelo sustentável.

7. REFERÊNCIAS

ABIPLAST (org.). **RECICLAGEM DE PLÁSTICOS NO BRASIL: ESTUDO APONTA ÍNDICE DE 24,3% PARA AS EMBALAGENS EM 2023**. 2024. Disponível em: <https://www.abiplast.org.br/noticias/reciclagem-de-plasticos-no-brasil-estudo-aponta-indice-de-243-para-as-embalagens-em-2023/>. Acesso em: 20 fev. 2025

ALIGLERI, Lilian; LOPES, Camila Santos Doubek. Logística Reversa de embalagens de pós-consumo: análise crítica interdisciplinar das intenções empresariais propostas no termo de compromisso do recircular para cumprir a política nacional de resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 320-322, 2 maio 2022. Centro de Ensino Unificado de Brasília. <http://dx.doi.org/10.5102/rbpp.v12i1.7483>. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/Downloads/7483-33034-1-PB.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2024.

BARÃO, M. Z.. Embalagens para produtos alimentícios: **Dossiê Técnico**. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/30790652/Embalagens_para_produtos_aliment%C3%ADcios. Acesso em: 11 fev. 2025.

BOEHM, Camila. **Geração de lixo no mundo pode chegar a 3,8 bi de toneladas em 2050**: se tal quadro não for revertido, impacto negativo no clima será maior. Se tal quadro não for revertido, impacto negativo no clima será maior. 2024. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2024-02/geracao-de-lixo-no-mundo-pode-chegar-38-bi-de-toneladas-em-2050>. Acesso em: 14 dez. 2024.

BRASIL. Constituição (2010). Lei nº 12505, de 2 de agosto de 2010. . Brasília, Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 15 dez. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Consumo sustentável: Manual de educação**. Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 2005. 160 p.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

CAMARGO, Roseanne Veloso de. Indicadores de desempenho para a logística reversa de embalagens em geral para Palmas/TO. 2021. 161f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Palmas, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/4013>. Acesso em: 11 fev. 2025.

CHAVES, Gisele de LD; ALCÂNTARA, Rosane Lúcia Chicarelli; ASSUMPÇÃO, Maria Rita Pontes. Medidas de desempenho na logística reversa: o caso de uma empresa do setor de bebidas. **Relatórios de pesquisa em Engenharia de Produção**, v. 8, n. 2, p. 1-23, 2008. Disponível em: https://www.producao.uff.br/conteudo/rpep/volume82008/RelPesq_V8_2008_02.pdf. Acesso em 10 fev. 2025

DONG, Huijuan; YU, Feng; BI, Zhujie; ZHANG, Chenyi; LIU, Xiao; GENG, Yong; OHNISHI, Satoshi; LI, Haifeng. Life cycle environmental and economic assessment of Tetra Pak recycling technologies. **Resources, Conservation And Recycling**, [S.L.], v. 202, n. 107355, p. 107355, mar. 2024. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107355>. Acesso em: 13 fev. 2025.

EURECICLO (Brasil). **Relatório de Desempenho 2023**. N.I: N.I, 2024. Disponível em: https://marketingeureciclo.s3.amazonaws.com/eureciclo_Relat%C3%B3rioDesempenho_2023.pdf. Acesso em: 20 fev. 2025.

EXAME (org.). **Reciclagem de plástico: Como é o processo?** 2023. Disponível em: <https://exame.com/esg/reciclagem-de-plastico-como-e-o-processo/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

FONTOURA, Denize Rocha Santos *et al.* A IMPORTÂNCIA DAS EMBALAGENS PARA ALIMENTOS - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS. **Atas de Saúde Ambiental**, São Paulo, v. 4, p. 138-160, 25 dez. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Desktop/Downloads/revista,+138->

160_A+IMPORT%C3%82NCIA+DAS+EMBALAGENS+PARA+ALIMENTOS+-+C%C3%B3pia.pdf. Acesso em: 14 dez. 2024.

GAGLIARDI, S. F.; FERREIRA, J. B.; SOLON, A. S.; FRASCATI, G.. LOGÍSTICA REVERSA: uma análise dos indicadores de sustentabilidade das organizações de recicladores de uberlândia - mg. **Revista Admpg**, [S.L.], v. 13, p. 1-12, 2023. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). <http://dx.doi.org/10.5212/admpg.v.13.21164.004>. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/index.php/admpg/article/view/21164/209209217356>. Acesso em: 11 fev. 2025.

GONÇALVES, Ana Paula. **Desafios para redução das embalagens plásticas de alimentos pós-consumo nos rejeitos da coleta seletiva: um estudo de caso em uma cooperativa no município de Assis-SP**. 2022. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-20062022-104036/publico/DissertacaoAnaPaulaGoncalvesVersaoCorrigida.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

IBÁ (org.). **Relatório Anual Ibá 2024**. Ni: Café Art, 2024. Disponível em: <https://iba.org/relatorio2024.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2025.

INSTITUTO PRAGMA. ANUÁRIO DA RECICLAGEM 2023. Disponível em: <https://institutopragma.eco.br/>. Acesso em: 12 fev. 2025.

LANDIM, Ana Paula Miguel; BERNARDO, Cristiany Oliveira; MARTINS, Inayara Beatriz Araujo; FRANCISCO, Michele Rodrigues; SANTOS, Monique Barreto; MELO, Nathália Ramos de. Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. **Polímeros**, [S.L.], v. 26, n. , p. 82-92, 19 jan. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1897>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/po/a/Mnh695j5cVys99xsSSx54WM/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 fev. 2025.

LAR PLÁSTICOS (org.). **Como se dá a reciclagem dos plásticos?** 2020. Disponível em: <https://www.larplasticos.com.br/ultimas-noticias/como-se-da-a-reciclagem-de-plasticos/#:~:text=O%20processo%20da%20reciclagem%20mec%C3%A2nica,restos%20de%20sujeira%20dos%20conte%C3%BA>dos. Acesso em: 13 fev. 2025.

NATURA&CO. **Relatório Integrado 2023**. São Paulo: Natura &Co, 2024. Disponível em: https://static.rede.natura.net/html/br/06_2023/relatorio-anual-2022/Relatorio_Integrado_Natura_eCo_America_Latina_2022.pdf. Acesso em: 29 mar. 2025.

NUNES, Emanoela Carneiro *et al.* ANÁLISE DA PRODUÇÃO, GESTÃO E GERENCIAMENTO DO LIXO URBANO NO BRASIL E SUAS REGIÕES (2009-2021). **Revista Geointerações**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 2-11, 1 mar. 2024. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. <http://dx.doi.org/10.59776/2526-3889.2024.5483>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378654055_Analise_da_producao_gestao_e_gerenciamento_do_lixo_urbano_no_Brasil_e_suas_regioes_2009-2021. Acesso em: 12 dez. 2024.

OJIMA, Isabela Bueno. **Resíduos sólidos e a economia circular no Brasil: a logística reversa de embalagens e os desafios de sua aplicação**. 2023. 233 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Direito, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2023. Disponível em: <https://repositorio.pucsp.br/jspui/bitstream/handle/39438/1/Isabela%20Bueno%20Ojima.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2024.

PROPEQ (org.). **Reciclagem de alumínio**. 2023. Disponível em: <https://propeq.com/reciclagem-de-aluminio/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

PROLATA (org.). **Setor de embalagens corre atrás de metas**. 2023. Disponível em: <https://www.prolata.com.br/setor-de-embalagens-corre-atras-de-metas/>. Acesso em: 06 maio 2025.

RECICLA LATAS (org.). **Brasil recicla 100% das latinhas de alumínio produzidas em 2022 e alcança marca histórica.** 2023. Disponível em: <https://reciclalatas.com.br/brasil-recicla-100-das-latinhas-de-aluminio-produzidas-em-2022-e-alcanca-marca-historica/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

REDAÇÃO EURECICLO (comp.). **Lixo e resíduo: você sabe diferenciar?** 2021. Disponível em: <https://blog.eureciclo.com.br/diferenca-lixo-e-residuo/>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ROBERTSON, Gordon. Recycling of Aseptic Beverage Cartons: a review. **Recycling**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 20-20, 11 mar. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/recycling6010020>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SCALIZA, J. A. A., DOS SANTOS, B. A. L., KIM JESUS, G. M., AGUDO, F. L., & Cortez, S. C. (2024). Indicadores de Desempenho e Sua Influência sobre as Parcerias para Implementação da Logística Reversa. **Revista Livre de Sustentabilidade e Empreendedorismo**, 9(5), 16-31. ISSN: 2448-2889. Disponível em: <https://www.relise.eco.br/index.php/relise/article/view/855/902>. Acesso em: 11 fev. 2025.

SEMIL, Rozélia Medeiros – Cea/. **Dicionário ambiental: Aterro sanitário.** 2023. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/aterro-sanitario/#:~:text=A%20principal%20diferen%C3%A7a%20entre%20um,ambiente%20e%20na%20sa%C3%BAde%20p%C3%BAblica>. Acesso em: 05 jan. 2025.

SINIR. **O que é Logística Reversa.** Disponível em: <https://sinir.gov.br/perfis/logistica-reversa/logistica-reversa>. Acesso em: 05 jan. 2025.

SMURFIT KAPPA (org.). **Como reciclar papelão: todo o passo a passo do processo.** 2021. Disponível em: <https://www.smurfitkappa.com.br/newsroom/blog/como-reciclar-papelao>. Acesso em: 13 fev. 2025.

TETRA PAK (org.). **Tetra Pak aumenta reciclagem e ultrapassa 100 mil toneladas com programa nacional.** 2024. Disponível em: <https://www.tetrapak.com/pt->

br/about-tetra-pak/news-and-events/newsarchive/aumento-reciclagem-ultrapassa-100-mil-toneladas#:~:text=Em%202023%2C%20foram%20recicladas%20104,32%2C5%25%20em%202022. Acesso em: 20 fev. 2025.

ZAWADIAK, Jan. Tetra Pak Recycling – Current Trends and New Developments. **American Journal Of Chemical Engineering**, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 37, 2017. Science Publishing Group. <http://dx.doi.org/10.11648/j.ajche.20170503.12>.