

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CAMPUS LAGOA DO SINO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**ENGENHARIA AMBIENTAL**

**BIANCA ALMEIDA DE ALBUQUERQUE**

**LOGÍSTICA REVERSA DE MATERIAIS PÓS-CONSUMO EM INDÚSTRIAS DO  
SETOR ALIMENTÍCIO SOB A PERSPECTIVA DA MUDANÇA CLIMÁTICA**

BURI (SP)

2022

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

**CAMPUS LAGOA DO SINO**

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**

**ENGENHARIA AMBIENTAL**

**BIANCA ALMEIDA DE ALBUQUERQUE**

**LOGÍSTICA REVERSA DE MATERIAIS PÓS-CONSUMO EM INDÚSTRIAS DO  
SETOR ALIMENTÍCIO SOB A PERSPECTIVA DA MUDANÇA CLIMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como exigência parcial para a  
obtenção do grau de Bacharel em  
Engenharia Ambiental na Universidade  
Federal de São Carlos.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anne Alessandra  
Cardoso Neves

BURI (SP)

2022

Almeida de Albuquerque, Bianca

Logística reversa de materiais pós-consumo em indústrias do setor alimentício sob a perspectiva da mudança climática / Bianca Almeida de Albuquerque -- 2022.  
41f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos, campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Anne Alessandra Cardoso Neves

Banca Examinadora: Yovanna María Barrera Saavedra, Fábio Grigoletto

Bibliografia

1. Logística reversa. 2. Resíduos. 3. Mudança climática.  
I. Almeida de Albuquerque, Bianca. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)


DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL


**Folha de Aprovação**

Assinatura dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Trabalho de Conclusão de Curso da candidata **Bianca Almeida de Albuquerque**, realizada em 12/04/2022:

Documento assinado digitalmente  
 ANNE ALESSANDRA CARDOSO NEVES  
Data: 26/04/2022 19:45:20-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>


---

Profª Drª Anne Alessandra Cardoso Neves – Orientadora  
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino.

Documento assinado digitalmente  
 FABIO GRIGOLETTO  
Data: 27/04/2022 09:19:06-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Prof. Dr. Fábio Grigoletto  
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente  
 YOVANA MARIA BARRERA SAAVEDRA  
Data: 26/04/2022 20:39:21-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Profª Drª Yovana María Barrera Saavedra  
Centro de Ciências da Natureza – UFSCar – Campus Lagoa do Sino

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus pela vida, saúde, sabedoria e pela força durante a caminhada.

Aos meus pais por toda educação, força e esforço para me proporcionarem tudo aquilo que tive em minha vida, amo vocês demais!

À minha irmã Camila pelo incentivo, exemplo, amparo, por estar ao meu lado em todos os momentos e ser meu alicerce, eu te amo incondicionalmente!

Às minhas tias Letícia e Patrícia por todo apoio e suporte em toda minha vida e acompanharem de perto esses anos de graduação.

A todos os meus familiares que torcem por mim e pelas minhas conquistas, em especial aos meus avós Raul e Deusinha e Luiz e Lyzette, meus anjos que me guiam lá de cima.

Aos meus professores, que tanto me ensinaram nessa jornada e proporcionaram momentos memoráveis em minha graduação, em especial a professora Anne Cardoso que me orientou para execução deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos que fiz durante a graduação, especialmente, Yuri Castro e Rogerio Martins pelos tantos momentos, incertezas e risadas que partilhamos, levo vocês para vida! Ao Mateus Moreira que me amparou em momentos de angústia e me motivou durante esta etapa final, obrigada por tudo!

A todos que contribuíram para este momento, o meu muito obrigada!

## RESUMO

ALBUQUERQUE, Bianca Almeida de. Logística Reversa de materiais pós-consumo em indústrias do setor alimentício sob a perspectiva da mudança climática. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2022.

O avanço da tecnologia e início do processamento e armazenamento de alimentos, além de proporcionar inúmeros benefícios, encadeou o desafio de administrar a geração de resíduos. Como mecanismo que diminui a pressão sobre aterros e busca o aproveitamento de materiais, a Logística Reversa é tratada como ferramenta de gerenciamento de resíduos para indústrias buscando atender à Política Nacional de Resíduos Sólidos. Nesse sentido, o presente estudo buscou realizar uma pesquisa bibliográfica exploratória analisando programas de Logística Reversa de materiais pós-consumo no setor da indústria alimentícia sob a perspectiva da mudança climática. Buscou-se investigar grandes empresas do setor, além de avaliar legislação vigente e bibliografia para delimitação do estudo. Na indústria de alimentos, grandes corporações adotam programas e práticas para viabilizar o retorno dos resíduos pós-consumo para uma cadeia de reaproveitamento e reciclagem, com foco no produto de origem ou em programas que abrangem diferentes tipos de materiais. Sob a perspectiva da mudança climática, a reciclagem e recuperação de resíduos estão atrelados à diminuição de emissões de GEE na atmosfera, temática cada vez mais discutida atualmente. Diante de pressões globais, indústrias vem adotando compromissos para a redução de emissões vinculadas a utilização e descarte de embalagens, avaliando o tipo de material inserido no mercado. Mesmos com programas nesse tema, os desafios estão associados a ações cada vez mais direcionadas para conectar os elos da cadeia do ciclo reverso, fomentando estrutura e capacitação de cooperativas, incorporação de material reciclado no ciclo produtivo, além de conscientizar a população por meio de programas de educação ambiental.

Palavras-chave: Logística Reversa. Resíduos. Mudança climática.

## ABSTRACT

ALBUQUERQUE, Bianca Almeida de. Reverse Logistics of post-consumer materials in food sector industries from a climate change perspective. 2022. Completion of Course Work – Federal University of São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2022.

The advancement of technology and the beginning of food processing and storage, besides to providing numerous benefits, has created the challenge of managing the generation of waste. As a mechanism that reduces pressure on landfills and seeks to use materials, Reverse Logistics is treated as a waste management tool for industries seeking to comply with the National Solid Waste Policy. This study sought to carry out an exploratory bibliographic research analyzing Reverse Logistics programs for post-consumer materials in the food industry sector from the perspective of climate change. Sought to investigate large companies in the sector, in addition to evaluating current legislation and bibliography for the delimitation of the study. In the food industry, large corporations adopt programs and practices to enable the return of post-consumer waste to a reuse and recycling chain, focusing on the product of origin or on programs that cover different types of materials. From the perspective of climate change, recycling and recovery of waste are linked to the reduction of GHG emissions into the atmosphere, a topic that is increasingly discussed today. Faced with global pressures, industries have been adopting commitments to reduce emissions linked to the use and disposal of packaging, evaluating the type of material inserted in the market. Even with programs on this topic, the challenges are associated with increasingly directed actions to connect the links in the reverse cycle chain, promoting structure and training of cooperatives, incorporation of recycled material in the production cycle, in addition to raising awareness of the population through programs of environmental education.

Keywords: Reverse Logistics. Waste. Climate change.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABIA – Associação Brasileira da Indústria de Alimentos

ABIPET – Associação Brasileira da Indústria do PET

ABRABE – Associação Brasileira de Bebidas

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ACV – Avaliação de Ciclo de Vida

ANCAT – Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis

ASLORE – Associação de Logística Reversa de Embalagens

CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

GEE – Gases do Efeito Estufa

IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

LR – Logística Reversa

NPV – Net Present Value (Valor Presente Líquido)

PEV – Ponto de Entrega Voluntária

PNMC – Política Nacional sobre Mudança do Clima

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RSC – Responsabilidade Social Corporativa

SINDICERV – Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja

SINIR – Sistema Nacional de Informações sobre a gestão dos Resíduos Sólidos

SISREV – Sistema de Logística Reversa de Mato Grosso do Sul

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

UCO – Used Cooking Oil



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>11</b>
2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS.....	11
2.2. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	12
2.3. POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA.....	13
2.4. LOGÍSTICA REVERSA .....	14
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
3.1. GERAL .....	15
3.2. ESPECÍFICOS .....	15
<b>4. METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>15</b>
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>16</b>
5.1. LOGÍSTICA REVERSA.....	16
<b>5.1.1. Reciclagem.....</b>	<b>18</b>
5.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	21
5.3. ACORDOS SETORIAIS E REGULAMENTAÇÕES ESTADUAIS .....	23
5.4. PROGRAMAS DE LOGÍSTICA REVERSA EM INDÚSTRIAS.....	26
5.5. MUDANÇA CLIMÁTICA .....	30
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo de água e alimentos são essenciais para a sobrevivência do ser humano. Diferentemente do ato de respirar, a alimentação evoluiu diversificadamente ao longo dos anos. Se antes o homem necessitava caçar frequentemente para obter alimento, hoje é possível cultivá-lo, processá-lo e armazená-lo por grandes períodos. A água, por sua vez, é guardada em recipientes para o consumo direto e permite, além de avanços da engenharia, a sobrevivência do ser humano em áreas distantes de corpos hídricos.

Apesar da evolução dos costumes e tecnologia que proporcionaram essa transição, os benefícios trouxeram também inúmeros desafios. Dentre eles, a geração de resíduos que cresce constantemente. Se anteriormente disputava-se território para moradia, nos dias de hoje, é comum o conflito para a disposição de resíduos (WORRELL & AARNE VESILIND, 2011). Os volumes são cada vez maiores e a destinação aos aterros sanitários já não é mais adequadamente sustentável.

A indústria de alimentos e bebidas é responsável pela inserção anual de milhares de toneladas de embalagens no mercado. Somente em 2020, foram mais de 860.000 toneladas de embalagens declaradas pelos fabricantes no Brasil, sem contabilizar resíduos provenientes de perdas durante o processo (IBAMA, 2021). Mesmo com legislação vigente no país, sabe-se que o destino desses materiais, muitas vezes, não ocorre de maneira adequada e contribui para a poluição do solo, corpos d'água e atmosfera (WORRELL & AARNE VESILIND, 2011).

Os mecanismos de reaproveitamento e destinação adequada já são conhecidos no Brasil, mas ainda incipientes se comparados ao crescimento das indústrias e o cenário de países desenvolvidos. A reciclagem, por exemplo, é bastante popular, mas ainda não tem o seu potencial aproveitado em totalidade, seja por dificuldades operacionais e falta de investimento, seja pela falta de hábito e conscientização da população. Como exemplo, sabe-se que ao menos 25,6% dos municípios não possuem nenhuma iniciativa de coleta seletiva. Em consequência disso, grandes volumes de resíduos recicláveis ou reaproveitáveis chegam aos aterros todos os anos, como em 2020, que totalizou 46 milhões de toneladas encaminhadas à disposição final (ABRELPE, 2021).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), a destinação ambientalmente adequada consiste em:

“destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes (...), observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos”

Ainda assim, o país tem enfrentado grande dificuldade neste assunto e, mesmo após doze anos da promulgação da lei, é difícil se encontrar uma gestão de resíduos homogênea pelo país. Resultado disso é que apenas 39% dos municípios brasileiros possuem coleta seletiva, concentrados em sua maioria nas regiões Sul e Sudeste (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, 2019).

As indústrias, por sua vez, têm papel fundamental nesse processo. Detentoras de grandes capitais e corresponsáveis pelo gerenciamento dos resíduos, precisam ter participação efetiva no assunto, já que desde a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, ou mesmo antes, já era de interesse da nação a adoção de práticas sustentáveis no setor (BRASIL, 2012).

Somado a esse contexto, a mudança climática global se torna bastante notória. A alteração no regime hídrico e a ocorrência de fenômenos adversos são cada vez mais recorrentes e estampam noticiários frequentemente. A emissão de gases do efeito estufa (GEE) é a principal pauta no cenário atual tendo em vista o seu papel no aquecimento do planeta.

Os gases de efeito estufa, quando presentes na atmosfera, absorvem e reemitem radiação infravermelha ao planeta, intensificando o processo de aquecimento (BRASIL, 2009). Com origem natural ou antrópica, tem se concentrado cada vez mais na atmosfera devido às atividades humanas, como a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento, e a própria decomposição de resíduos (KATIYAR, 2016).

Em países desenvolvidos, já existem projetos que relacionam a mudança climática e os resíduos no ambiente (WILSON, 2007). A adoção de compromissos ambientais tem sido constantes e já se fala em atingir “zero waste” (zerar a geração de resíduos ou tornar o balanço nulo), para promover a utilização do resíduo como recurso. As indústrias mostram, ainda, grande responsabilidade perante as metas estabelecidas

pelos países e delineiam uma tendência mundial. A adoção de programas específicos mostra resultados e dispor de uma destinação adequada, como a reciclagem, por exemplo, reduz significativamente a liberação de GEE (WORRELL & AARNE VESILIND, 2011).

Como resultado, a transição para a uma economia de baixo carbono já é realidade mesmo que a passos largos no Brasil. As pressões externas estão cada vez maiores e as nações têm mostrado preocupação diante do caminho que a humanidade está trilhando. É fundamental, portanto, a participação de indústrias nesse processo, em especial indústrias alimentícias que serão gravemente afetadas com a mudança climática, são essenciais para prover alimento à população e são responsáveis pela inserção de milhares de toneladas de resíduos nos aterros.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. RESÍDUOS SÓLIDOS**

Para os seres humanos, os resíduos sólidos são consequência das atividades da vida. Tornaram-se notórios e sinônimo de atenção a partir do abandono da fase nômade (WORRELL & AARNE VESILIND, 2011). A partir de volumes cada vez maiores, a geração ficou condicionada ao gerenciamento e disposição final, tornando necessário a utilização de espaços destinados a essa atividade.

Os resíduos sólidos podem ser classificados de acordo com a sua origem, tipo de material e periculosidade. Derivam de atividades domésticas, comerciais e industriais e estão vinculados a impactos ambientais e na saúde humana (KATIYAR, 2016). Para a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são definidos como:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível”. (BRASIL, 2010)

O seu manejo está inserido nos serviços públicos de saneamento básico dos quais decorrem os serviços de coleta (BRASIL, 2007).

Do ponto de vista gerencial, estão relacionados às práticas de redução, reuso e reciclagem que diminuem as pressões sobre aterros sanitários e a demanda de espaço. Além disso, a disposição inadequada está associada a poluição do solo, lençóis freáticos e ainda à emissão de gases do efeito estufa (GEE), como o metano, e impacto na mudança climática (KATIYAR, 2016).

## 2.2. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Em agosto de 2010 foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que após longas discussões, dava diretrizes sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos no país (BRASIL, 2010). Apesar de tardia, se comparada com o cenário mundial, especialmente os países desenvolvidos, a lei trouxe diversas orientações sobre o tema (WILSON, 2007). Estabeleceu, ainda, o conceito de responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, definido como:

“conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos”. (BRASIL, 2010)

O gerenciamento dos resíduos, portanto, passou a ser atribuído como obrigação de todos, fabricantes, consumidores e do próprio poder público.

Para regulamentar a PNRS, foi sancionado o Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Por meio dele, decretou-se aos consumidores a destinação adequada dos resíduos sólidos passíveis de reutilização ou reciclagem. Os acordos setoriais, por sua vez, foram instituídos para fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes firmarem compromisso com o poder público e instaurarem sistemas de Logística Reversa (BRASIL, 2010). Em janeiro de 2022, o decreto regulamentador foi revogado pelo Decreto nº 10.936, o qual prevê a integração dos sistemas de Logística Reversa ao Sistema Nacional de Informações sobre a gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir), trazendo a obrigatoriedade de informações como resultados e metas. Além disso, o novo Decreto fixa os conteúdos mínimos dos Acordos Setoriais e Termos de

Compromisso, que inclui planos de comunicação e educação ambiental (BRASIL, 2022).

A instituição e regulamentação da PNRS foram essenciais para se observar a mudança nas estratégias adotadas pelas indústrias que operam nacionalmente, bem como pelas gestões municipais. Em 2012, foi formada a Coalizão Embalagens, reunião de 13 associações representantes de usuárias, fabricantes e distribuidoras de embalagens, como a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos (ABIA), a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET) e a Associação Brasileira de Bebidas (ABRABE). Com vistas a atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Coalizão assinou em 2015 um Acordo Setorial Federal com o compromisso de implementar a Logística Reversa no país (COALIZÃO EMBALAGENS, C2019).

### 2.3. POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

Anterior à PNRS, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) foi sancionada pela Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Criada em meio as discussões climáticas e após assinatura da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima em 1992 (BRASIL, 1998), tem como objetivo compatibilizar os desenvolvimentos social e econômico com a proteção do sistema climático, reduzir as emissões antrópicas de GEE e implementar medidas para promover a adaptação à mudança do clima (BRASIL, 2009).

A PNMC define como mudança do clima a mudança “que possa ser direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis”, condicionando o desenvolvimento sustentável como ferramenta de enfrentamento a essas alterações.

Estabelece como diretriz o estímulo e participação do governo, setores produtivos, sociedade civil e meio acadêmico, fundamentais para alcançar a prevenção, redução e adaptação da alteração climática. Como instrumento, estatui:

“medidas (...), que estimulem o desenvolvimento de processos e tecnologias, que contribuam para a redução de emissões e remoções de gases de efeito estufa, bem como para a adaptação, dentre as quais (...) propostas que propiciem maior economia de energia, água e outros recursos naturais e redução da emissão de gases de efeito estufa e de resíduos”. (BRASIL, 2009)

Ou seja, o controle da mudança climática está condicionado ao controle da emissão de gases do efeito estufa, envolvido em diversas atividades antrópicas como a geração e tratamento dos resíduos.

#### 2.4. LOGÍSTICA REVERSA

Diferentemente do fluxo de logística operado desde o fabricante ao consumidor, e responsável pelo abastecimento do mercado, a Logística Reversa considera o retorno do produto pós-consumo ao fabricante. É considerado um mecanismo legal, econômico e ambiental e tem se tornado uma área estratégica dentro das indústrias (IZIDORO, 2015).

Instituída como instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Logística Reversa objetiva a viabilização da coleta e restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para a reinserção ou inserção no ciclo produtivo, ou mesmo para uma destinação adequada (BRASIL, 2010). Pode englobar, ainda, a logística de retorno do produto para remanufatura e nova inserção no mercado (AGRAWAL, 2018).

Dentre os autores, o conceito de Logística Reversa permeia a recuperação do valor dos materiais até uma estratégia reputacional das empresas e se trata de mecanismo essencial para o mercado (CALLEFI, BARBOSA e RAMOS, 2017). Além de benefícios ambientais, pode trazer também benefícios econômicos e sociais, totalmente alinhados ao tripé da Sustentabilidade (MEADE, PRESLEY e SARKIS, 2007).

No que tange o setor empresarial, a Logística Reversa é tratada como mecanismo de *marketing* verde (FLEISCHMANN *et al.*, 2001). Está associada à construção de uma imagem ambientalmente adequada e uma promessa de entrega de produto atrelado a boas práticas ambientais.

Para o aspecto ambiental e econômico, reduz a utilização de matéria-prima virgem contribuindo para a diminuição de insumos provindos da natureza, e ainda promove a redução de gastos ao reincorporar o resíduo como matéria-prima para novo ciclo de produção (FLEISCHMANN *et al.*, 2001).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. GERAL**

Analisar a Logística Reversa de materiais pós-consumo em grandes indústrias do setor alimentício sob a perspectiva da mudança climática.

#### **3.2. ESPECÍFICOS**

- Realizar revisão bibliográfica acerca do conceito de Logística Reversa;
- Delimitar o conceito de Logística Reversa para o estudo;
- Avaliar programas de Logística Reversa adotados por indústrias do setor alimentício;
- Investigar medidas adotadas para o combate à mudança climática.

### **4. METODOLOGIA DA PESQUISA**

A metodologia adotada consistiu em pesquisa bibliográfica exploratória, consulta à legislação brasileira e coleta de dados em sites corporativos, Relatórios de Sustentabilidade e produção científica. O estudo do conceito de Logística Reversa foi dividido em dois setores, de modo que foi delimitado o objeto de estudo a partir da diferenciação de contextos.

Para a seleção dos programas corporativos relacionados ao tema, foi utilizado somente aqueles relacionados a projetos com materiais pós-consumo de indústrias alimentícias, selecionando grandes indústrias de renome mundial e presença no país.

A análise sob a perspectiva da mudança climática foi embasada em materiais científicos, bem como em deliberações de conferências mundiais sobre o tema. Analisou-se, ainda, os compromissos adotados por empresas no que tange metas de redução de emissões de gases do efeito estufa e também os objetivos relacionados a utilização de embalagens.



## 5. RESULTADOS

### 5.1. LOGÍSTICA REVERSA

Para Rogers e Tibben-Lembke (1999) a Logística Reversa é definida como o processo de movimentação de mercadorias de seu destino final típico para fins de agregação de valor ou descarte adequado. Pode englobar desde a reciclagem de materiais, até a remanufatura dos produtos, encadeando ciclos logísticos distintos (AGRAWAL, 2018).

Segundo Meade, Presley e Sarkis (2007) a Logística Reversa era tradicionalmente uma função de serviço de atendimento ao cliente para garantir o retorno de produtos defeituosos ao fornecedor. No entanto, nos últimos anos, assumiu papel estratégico dentro de empresas, relacionando-se a fatores econômicos, ambientais e sociais (Quadro 1).

Quadro 1 – Métricas de Sustentabilidade

ESTRATÉGIA	ECONÔMICA	AMBIENTAL	SOCIAL
	NPV	Redução de resíduos	Recursos humanos internos
	Desempenho de entrega	Aprimoramento de <i>compliance</i>	População externa
	Tempo de ciclo da cadeia de suprimentos	Porcentagem do produto recuperado	Participação de <i>stakeholders</i>
	Manter desempenho financeiro superior	Proporção de recursos renováveis utilizados	Percepção de estética
	Redução de custos		

NPV: Valor Presente Líquido; *compliance*: conformidade com leis e regulamentos e adoção de princípios éticos; *stakeholders*: partes interessadas.

Fonte: Adaptado de Meade, Presley e Sarkis, 2007.

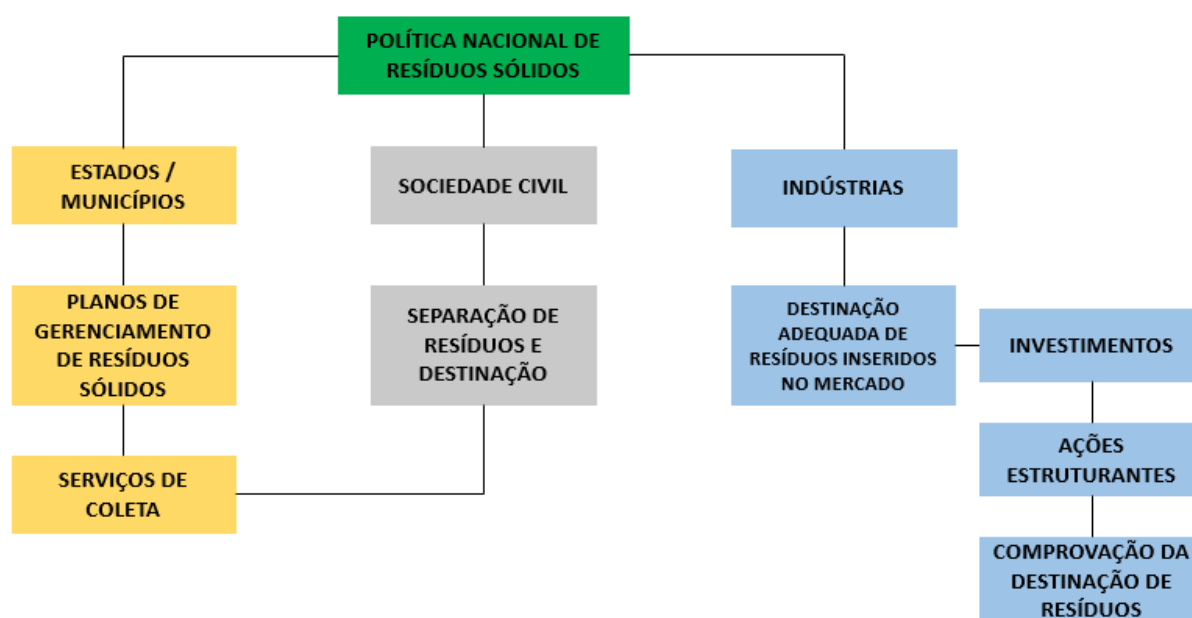
Trata-se de estratégia organizacional que pode prevenir ou desacelerar o processo de degradação ambiental, associada à Responsabilidade Social Corporativa (RSC) (SARKIS, HELMS, HERVANI, 2010). Dessa forma, condiciona estratégias econômicas ao fluxo logístico de entrega, tempo de retenção na cadeia de suprimentos e a redução de custos promovida pela eficiência logística, e diminuição de resíduos. É uma estratégia de *compliance* que objetiva cumprimentos legais,

desencadeando também uma boa reputação para a empresa; e bom relacionamento com *stakeholders*, proporcionando ganhos em diversos setores da companhia (MEADE, PRESLEY e SARKIS, 2007; LEITE, 2017).

Para Leite (2017) a Logística Reversa é uma importante ferramenta estratégica para a competitividade empresarial, atuando nos campos de pós-venda e pós-consumo, configurando segmento da logística empresarial.

Do ponto de vista da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Logística Reversa é um instrumento para resíduos sólidos, cuja gestão tem a participação de três esferas: estados e municípios, sociedade civil e setor industrial (Fluxograma 1).

Fluxograma 1 – Esferas da Política Nacional de Resíduos Sólidos



Com o objetivo de gerir e planejar a atuação do setor público, os estados e municípios são responsáveis pela elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, como também prover serviços de coleta de resíduos aos municípios. As indústrias, por sua vez, são responsáveis pela destinação adequada dos resíduos que inserem no mercado, realizando investimentos para ações estruturantes em cooperativas, fomentando a Logística Reversa e garantindo a comprovação da destinação adequada do resíduo. A sociedade civil ainda é peça fundamental para garantir os esforços aplicados pelos setores público e privado, já que é responsável pela inserção adequada dos resíduos no ciclo logístico de destinação.

Sobre o ponto de vista da originação e coleta, em 2019, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), após pesquisa desenvolvida, mostrou que a coleta de material potencialmente reciclável não ultrapassou 12,5%. Ou seja, o sucesso da Logística Reversa está condicionado à comunicação transversal entre os grupos de atores, engajamento de geradores e conscientização ambiental da população (FALLUH *et al.*, 2020?).

No setor de alimentos, o processo está comumente relacionado ao retorno de embalagens, que representam a eficiência da cadeia de produção, distribuição e venda do produto (GORGULHO e VERDE, 2018). Esses materiais, ainda, estão associados à garantia de segurança alimentar, uma vez que permitem a ampla distribuição de alimentos, garantindo uma barreira inerte entre o alimento e o ambiente (LANDIM *et al.*, 2016).

Dessa maneira, com o aumento das preocupações dos consumidores acerca do produto que estão consumindo, a Logística Reversa está associada também a pesquisas de desenvolvimento de embalagens sustentáveis (LANDIM *et al.*, 2016) e redução de materiais de difícil retorno e reincorporação em um ciclo produtivo.

### 5.1.1. Reciclagem

No Brasil, os sistemas de Logística Reversa comumente estão atrelados ao fluxo de reciclagem do material, especialmente tratando-se das embalagens. Mesmo com dificuldades operacionais no país, o processo está também ligado a aspectos econômicos, ambientais e sociais – Tabela 1 (FIGUEIREDO, 2009).

Tabela 1 – Aspectos econômicos, ambientais e sociais da reciclagem no Brasil

Econômicos	Ambientais	Sociais
Dinamiza a cadeia produtiva do mercado de materiais recicláveis	Preservação das reservas naturais devido a diminuição na extração de matérias-primas	Gera ocupação e renda para trabalhadores através do trabalho com recicláveis
Matéria-prima mais barata para as indústrias	Menor uso de energia na atividade industrial	Possibilidade de inclusão social de catadores
Diminuição de gastos empresariais com energia no processo de produção	Recuperação energética através da reciclagem	Possibilidade de maior interesse social com questões ambientais

Diminuição de gastos públicos em todos os serviços de gestão de resíduos sólidos (limpeza, coleta, transporte e tratamento final)	Menor contaminação ambiental dos espaços públicos	Possibilidade de mudança nos padrões sociais de produção e consumo
---	---	--

---

Fonte: Figueiredo, 2009.

Promove economia de matéria-prima, diminuição do uso de energia na atividade industrial e gera renda para catadores de materiais recicláveis. Além de contribuir para a atuação corporativa e cumprimento legal, e redução de gastos públicos (FIGUEIREDO, 2009). No entanto, deve ser utilizada mediante a mudança no padrão de consumo da população e estratégias de gestão de resíduos sólidos eficientes (LAYRARGUES, 2002).

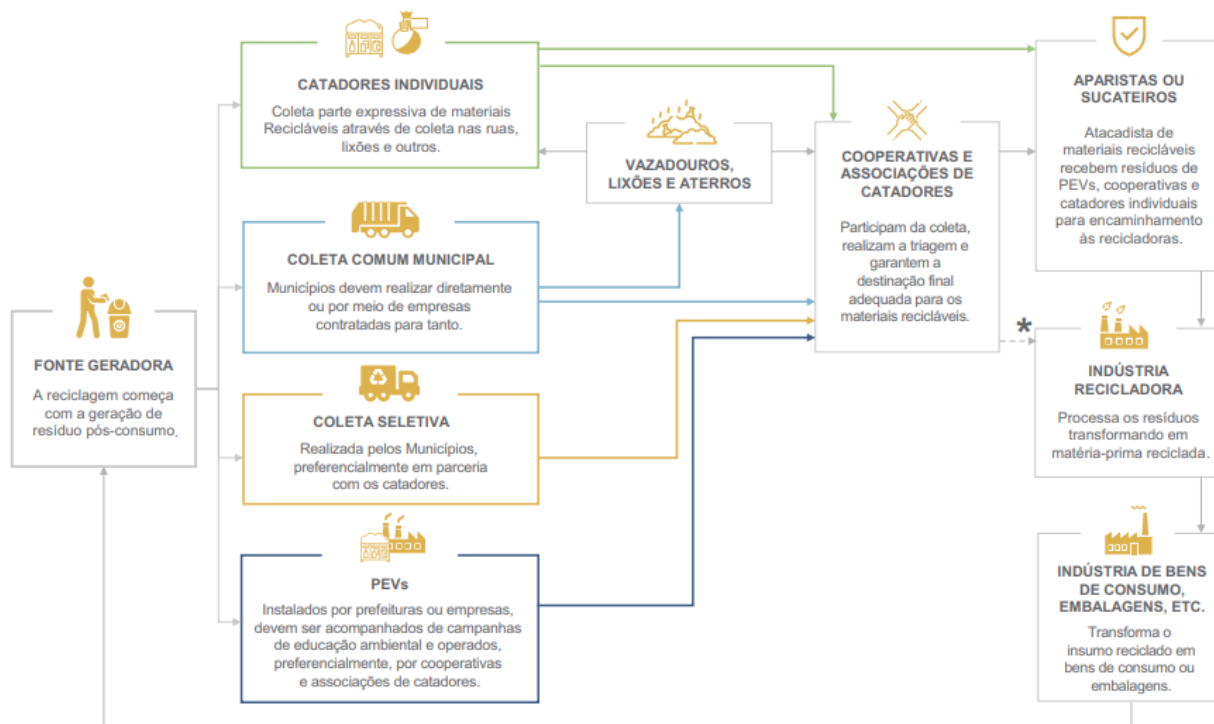
Segundo a PNRS, a reciclagem consiste em:

“processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes...”. (BRASIL, 2010)

Para Fonseca (2013?) está associada a fabricação de produtos novos a partir de objetos materiais usados e preservação do meio ambiente. É um mecanismo que reduz a extração de matérias-primas e custos de produção às indústrias. Difere-se do reaproveitamento por condicionar ao material propriedades físicas e composição química diferente.

A reciclagem incorpora ainda um fluxo logístico que inclui catadores individuais, coleta municipal, coleta seletiva e instalação de Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) (CEMPRE, 2019).

Figura 1 – Fluxo Logístico da Reciclagem



*\*O FLUXO DE RESÍDUOS COMERCIALIZADO DIRETAMENTE ENTRE AS COOPERATIVAS E ASSOCIAÇÕES DE CATADORES E A INDÚSTRIA RECICLADORA É POUCO REPRESENTATIVO.*

Elaboração: LCA Consultores e Pragma Soluções Sustentáveis.

O fluxo inicia em sua fonte geradora, comumente consumidores domésticos de bens de consumo; segue para o processo de coleta, seja passivo (PEV) ou ativo (coleta municipal e seletiva, catadores individuais); idealmente segue para cooperativas que realizam a triagem do material; e finalmente o material é encaminhado para a indústria recicladora, responsável pela recuperação e fabricação de uma nova matéria-prima. Dentre os diversos papéis, destaca-se a geração de renda e emprego para milhares de pessoas no país, tanto para a triagem do material como para coleta e transporte (CEMPRE, 2019).

De acordo com Hopewell, Dvorak e Kosior (2009) a reciclagem é um dos mecanismos mais importantes para reduzir os impactos da indústria do plástico. Reduz o uso de combustíveis fósseis, emissões de carbono e quantidade de resíduos dispostos em aterros. No entanto, a reciclagem do plástico utilizado para a fabricação de embalagens é de difícil realização devido ao uso de diferentes polímeros, metais, papel, pigmentos, tintas e adesivos.

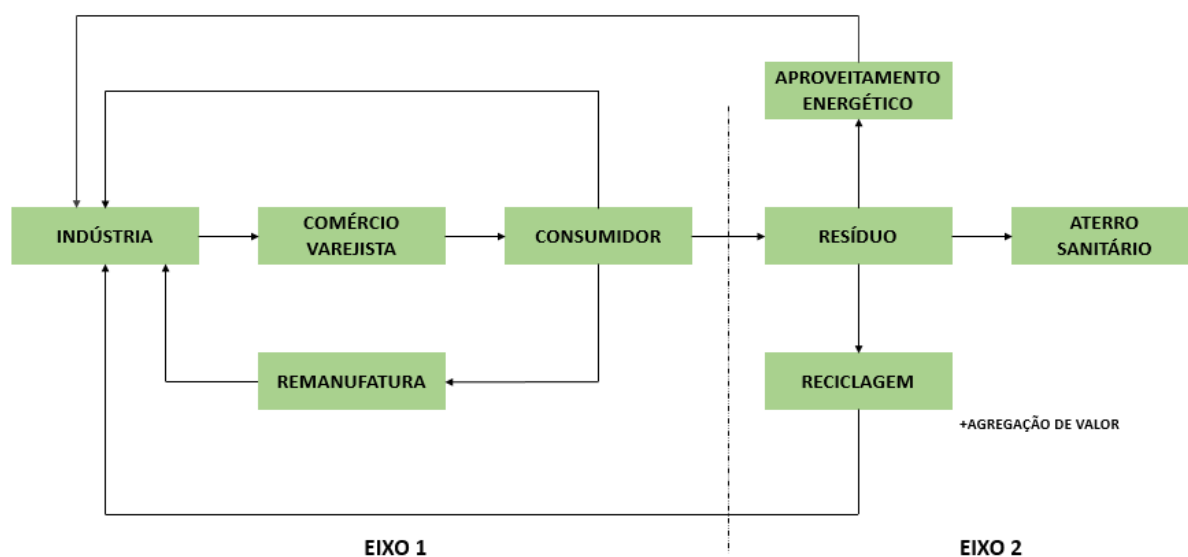
Mesmo realizada consumindo energia, água e outros insumos, o estudo de Longo *et al.* (2019) mostra significativa redução de emissões de GEE em comparação ao uso de materiais virgens.

No que tange a indústria alimentícia, a reciclagem de plástico para a utilização nesse setor era proibida em todo mundo até a década de 90 (SANTOS, AGNELLI e MANRICH, 2004) e, mesmo com a difusão da reciclagem do PET, ainda é um desafio, visto que o material além de conferir proteção, precisa garantir a conservação e qualidade do alimento.

## 5.2. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Avaliando as diferentes estratégias que a Logística Reversa incorpora e conceitua, buscou-se segmentar os fluxos logísticos em que ela opera. Dessa maneira, estabeleceu-se dois eixos de atuação.

Fluxograma 2 – Cadeias de atuação da Logística Reversa



O eixo 1 se refere ao retorno de produtos pós-venda que apresentam defeitos ou avarias e retornam à indústria para sua remanufatura e reinserção no mercado. Não cumprem as exigências de qualidade e funcionais e, por isso, necessitam de reparo. O eixo 2, por sua vez, está inserido na fase de pós-consumo, ou seja, o momento em que o produto é utilizado por completo e haverá o descarte de resíduo, seja a sua embalagem ou o produto utilizado (LEITE, 2017). Nesse momento, o resíduo pode ser incorporado em diferentes cadeias antes de ser destinado ao aterro sanitário,

momento em que ocorre a quebra do ciclo. É possível realizar o aproveitamento energético, desde que seja comprovada viabilidade técnica e ambiental (BRASIL, 2010), ou ainda reinseri-lo no ciclo produtivo por meio da reciclagem e aproveitamento como nova matéria-prima, agregando-se valor. Nessa fase o grande desafio é viabilizar o retorno do material sob o aspecto econômico e o ambiental.

Mesmo se tratando de estratégias e propostas distintas, tanto o eixo 1 quanto o eixo 2 promovem processos cíclicos e circulares, reincorporando o material a cadeia (FLEISCHMANN *et al.*, 2001). Ou seja, independente do processo de recuperação, é importante que a disposição em aterros sanitários seja a última etapa, respeitando todos os processos de aproveitamento.

Na indústria alimentícia, o resíduo de pós-consumo comumente se refere às embalagens que envolvem o produto. Na indústria de laticínios, por exemplo, os resíduos gerados são as embalagens longa vida; para biscoitos, chocolates e doces, embalagens plásticas ou laminadas, e no caso de bebidas, embalagens PET, latas e garrafas de vidro. A necessidade de conservação e manutenção da qualidade dos alimentos, promove ainda, a utilização de embalagens híbridas, ou seja, com diferentes tipos de materiais que dificultam ainda mais o processo de reciclagem (processo de separação e recuperação).

As embalagens utilizadas para transporte, ou embalagens terciárias, como engradados, sacos ou caixas de papelão não são incluídas na etapa de pós-consumo, já que são de responsabilidade dos geradores (indústrias de embalagens) e estão incluídas em outro sistema de destinação.

Considerando-se os diferentes cenários, então, a Logística Reversa será tratada neste estudo como processo de retorno de material pós-consumo para reincorporação no ciclo de produção por métodos de reciclagem ou reaproveitamento. Trata-se de um mecanismo que possibilita a utilização de material reciclado como matéria-prima para evitar que grandes volumes de materiais com alto potencial de reaproveitamento cheguem a aterros sanitários.

O estudo está focado em sistemas de Logísticas Reversas de indústrias do setor alimentício que são utilizados para cumprimento legal, além de constituírem mecanismos econômicos e reputacionais. Serão tratadas das embalagens inseridas

no mercado, como também dos resíduos alimentares de pós-consumo, como o óleo de cozinha usado.

### 5.3. ACORDOS SETORIAIS E REGULAMENTAÇÕES ESTADUAIS

Por meio de acordos setoriais, associações representantes de empresas estabelecem acordos com órgãos públicos a fim de atingir metas e planos estabelecidos em conjunto para o atendimento à PNRS. São importantes instrumentos para garantir o cumprimento da responsabilidade compartilhada. Possuem como objetivos a compatibilização de interesses, o aproveitamento de resíduos sólidos, o incentivo ao uso de matérias-primas menos agressivas ao meio ambiente, estímulo ao desenvolvimento do mercado e, de forma geral, tornar um processo mais sustentável (BRASIL, 2010).

Os acordos podem ser firmados entre as próprias empresas e o órgão público, como também através das associações que representam o setor empresarial. No setor de embalagens, o Acordo Setorial Federal para implantação do Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral de Produtos não Perigosos foi firmado por meio da Coalizão Embalagens em 2015. A atuação do grupo é baseada em um tripé de educação e conscientização, estrutura e capacitação e cooperação, temas necessários para estabelecer um fluxo adequado da origem doméstica ao destino do material (COALIZÃO EMBALAGENS, c2019).

Em sua maioria, as ações setoriais envolvem ações estruturantes em cooperativas de reciclagem e catadores a fim de incentivar e viabilizar as condições de trabalho dos cooperados. Por se tratar de mecanismos para cumprimento legal, estão condicionadas a comprovação da destinação e reciclagem dos volumes de resíduos arrecadados. Na Coalizão Embalagens, uma de suas principais iniciativas é a ação “Separe. Não Pare.”, que objetiva a informação e mobilização da população do país para a separação e descarte corretos dos resíduos. Além disso, promove ações voltadas a cooperativas e associações de catadores, Pontos de Entrega Voluntária (PEVs) e aos consumidores finais. Somente na Fase 1 das ações do Acordo Setorial, apoiou 802 organizações de catadores e reduziu o volume de embalagens que seriam dispostas em aterro em 21,3% (COALIZÃO EMBALAGENS, c2019).

No país, as cooperativas de material reciclável, em sua maioria, são compostas por pessoas em situação de vulnerabilidade social que carecem de infraestrutura e



informação. Muitas vezes atuam como agentes invisíveis numa sociedade que necessita de um trabalho de grande esforço para a destinação de resíduos, sejam eles recicláveis ou não.

Individualmente, cada estado tem avançado na regulamentação das políticas relacionadas aos resíduos sólidos, que condicionam o firmamento de acordos e termos de compromisso. O estado do Rio de Janeiro, por exemplo, por meio do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) desenvolveu um sistema para o reporte e comprovação da destinação adequada aos resíduos inseridos no mercado estadual. No Mato Grosso do Sul, o IMASUL, por meio do Sistema de Logística Reversa do Mato Grosso do Sul (SISREV), prevê a implementação e comprovação de sistemas de Logística Reversa de gestores ou geradores de embalagens em geral, regulamentados pela assinatura de termo de compromisso. Em São Paulo, por meio da gestão da CETESB, empresas e representantes firmaram Termo de Compromisso para a Logística Reversa de Embalagens em Geral, e Embalagens e Óleo Comestível, no que se refere ao setor alimentício. Para o termo de Embalagens em Geral do qual são signatárias a ABIA, ABIR, ABRABE, ASLORE e SINDICERV, as metas de recuperação são estabelecidas para cada tipo de material, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Metas do Termo de Compromisso de Embalagens em Geral - CETESB

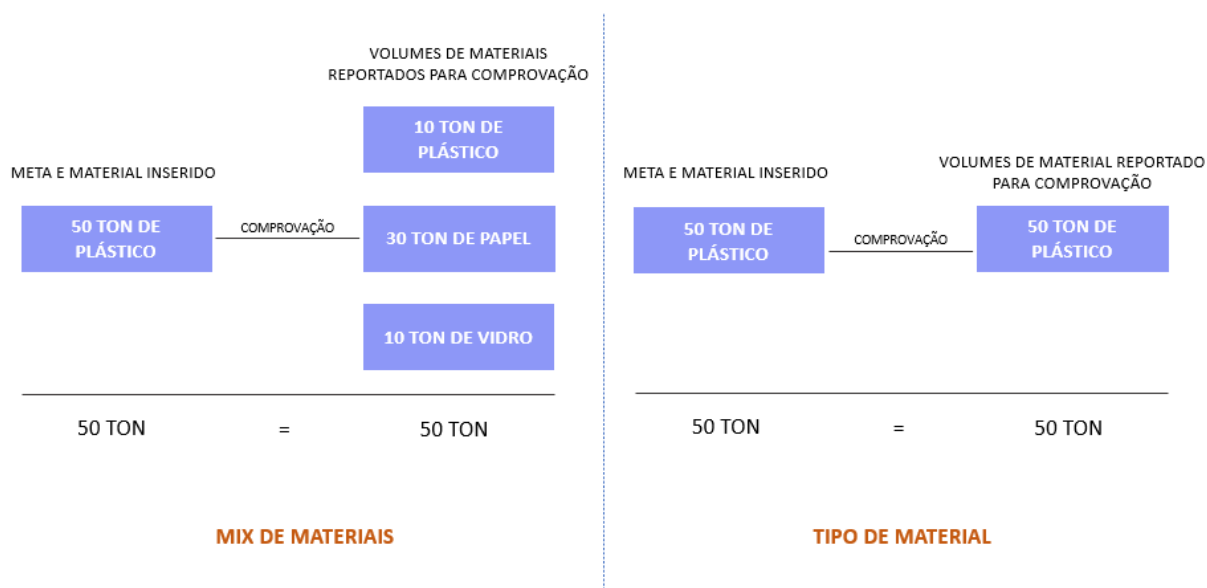
	2021	2022	2023	2024	2025
<b>TAXA DE RECUPERAÇÃO (%)</b> <b>Papel, Plástico e Aço</b>	22	22,5	23	23,5	24
<b>TAXA DE RECUPERAÇÃO DO VIDRO (%)</b> <b>– Com Inclusão do Retornável</b>	22	22,5	23	23,5	24
TAXA DE RECICLAGEM (%) (PARA AS LATAS DE ALUMÍNIO)	95	95	95	95	95

Fonte: CETESB, 2021.

Enquanto as metas de reciclagem de latas de alumínio são altas, compatíveis a facilidade de reaproveitamento desse material e valor de mercado (FIGUEIREDO, 2009), papel, plástico, aço e vidro ainda caminham a passos largos para taxas de reciclagem que cheguem ao menos os 50%. Por outro lado, enquanto grandes estados avançam com o estabelecimento de metas e firmamento de termos de compromisso, muitos outros ainda não possuem deliberações acerca do tema.

Analisando as legislações estaduais, as quais usualmente direcionam as tratativas de empresas e indústrias, observa-se que a comprovação da coleta de resíduos é tratada por “mix de materiais”. Ou seja, a comprovação da destinação adequada ocorre considerando somente o volume inserido no mercado, não se levando em consideração o tipo de material inserido pela indústria, como destaca o Fluxograma 3.

Fluxograma 3 – Comprovação por mix de materiais e tipo de material



Esse tipo de comprovação não promove individualmente uma economia de circularidade, uma vez que a indústria não destina necessariamente o material do qual é responsável. Dessa forma, uma indústria que insere plástico no mercado, cujo objetivo é a recuperação de 50 toneladas, pode fazê-la por meio da comprovação de destinação adequada de plástico, papel e vidro, por exemplo, desde que somem as 50 toneladas da meta de recuperação. Por outro lado, observa-se discussões cada vez mais frequentes e propostas para uma migração da comprovação “por tipo de material”, condicionando as indústrias a tratarem especificamente do tipo de resíduo que insere.

A migração da comprovação do “mix de materiais” por “tipo de material” é um grande desafio nos dias de hoje, tendo em vista as dificuldades para reciclagem do plástico e embalagens híbridas, estendendo-se para materiais com características físico-químicas específicas. Somado a isso, dificuldades estruturais, como presença de coleta seletiva e o próprio hábito da população são pontos bastante importantes, uma vez que compõem as fases iniciais do processo de circularidade.

#### 5.4. PROGRAMAS DE LOGÍSTICA REVERSA EM INDÚSTRIAS

Segundo Couto e Lange (2017) os programas de Logística Reversa em empresas possuem motivações ambientais, financeiras e legais. Podem estar relacionados ao cumprimento da legislação, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil, diminuição do uso de matéria-prima virgem e consequente diminuição do custo de operação, além da proposta ambiental atrelada ao uso do *marketing* verde. Tornou-se parte do negócio diante da pressão de consumidores e regulação legal da gestão do ciclo de vida dos produtos (AGRAWAL, 2018).

Inicialmente como obrigação legal, estimula indústrias a traçarem planos de retorno, reciclagem e *redesign* de seus produtos (KUMAR e PUTNAM, 2008). Hoje, mais do que isso, a Logística Reversa tem se tornado uma estratégia competitiva, além de garantir a continuidade do negócio.

No país, antevendo a publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, algumas empresas já lançavam programas e ações para a destinação adequada dos materiais pós-consumo. A Bunge, grande *trader* multinacional do setor do agronegócio, lançou o programa “Soya® Recicla” em 2006. Fomentado pela marca de óleos Soya®, o programa objetiva a destinação adequada do óleo de cozinha usado (UCO, na sigla em inglês) por meio da implantação de Pontos de Entrega Voluntária em diversas cidades do país. Inicialmente como mecanismo reputacional, hoje o programa atua também para fins de cumprimento legal e atendimento de termo de compromisso firmado junto à CETESB.

No mesmo segmento, o Mc Donald’s em 2010 desenvolveu um grande programa de Logística Reversa de óleo de fritura usado nos seus próprios restaurantes. Além de viabilizar a coleta, o programa incluiu também a produção de biodiesel a partir do resíduo, que era utilizado para o abastecimento dos caminhões de coleta do óleo. Nesse sentido, a companhia conseguia inserir o seu resíduo em uma cadeia de aproveitamento interno, sem necessidade de inseri-lo em outro ciclo de produção em um segmento que não promovia conectividade à originação do material. Não se sabe se o programa perdura até hoje em vistas da ausência de informações públicas.

O Grupo Bimbo, responsável por grandes marcas de pães, biscoitos, tortilhas e *snacks*, trabalha para a redução do impacto ambiental em toda a sua cadeia de suprimentos. Desenvolve projetos de reciclagem para diminuição do uso de material

virgem em suas embalagens e globalmente realiza ações para motivar o mercado de pós-consumo. No Brasil, integra o programa “Dê a Mão para o Futuro” que tem como objetivo a viabilização da reciclagem das embalagens pós-consumo, mas não publica os dados específicos sobre esse projeto. Notou-se também que as publicações das informações são concentradas nas suas ações, mas abordam poucos indicadores e resultados, dificultando a comparação dos números.

A PepsiCo, empresa reconhecida mundialmente por seus *snacks* e bebidas, pauta suas ações baseadas em três pilares, Reduzir, Reciclar e Reinventar, concentrando grandes esforços para diminuir o seu impacto no ambiente. Os estudos são desenvolvidos desde a diminuição do uso de material plástico, até a coleta e reincorporação no processo produtivo das embalagens inseridas no mercado. A companhia lançou, ainda, uma transformação estratégica global chamada “*Pepsico Positive*”, na qual busca construir uma Cadeia de Valor Positiva. Por meio da coalizão “Reciclar pelo Brasil”, a PepsiCo apoia cooperativas em todo território nacional.

A Coca-Cola, por sua vez, lançou globalmente em 2018 a iniciativa Mundo sem Resíduos, que busca coletar ou reciclar as embalagens (garrafa ou lata) para a proporção em que forem vendidas até 2030. No Brasil, desenvolveu o programa “Reciclar pelo Brasil” em parceria com a Ambev e a Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT) que hoje atua como plataforma nacional de reciclagem inclusiva. Em 2020, a *The Coca-Cola Company* assinou ainda o Pacto pela Economia Circular firmado entre grandes empresas e fundações como a WWF e Fundação Ellen MacArthur.

O Grupo Pão de Açúcar, responsável por grande cadeia de supermercados, lançou em parceria com uma *startup* brasileira e a Cervejaria Ambev, programa para viabilizar o retorno de embalagens pós-consumo de vidro. A ação consiste na disponibilização de coletores para o descarte do vidro que são recolhidos quando cheios e, atingindo volume mínimo, são destinados a fábrica da Cervejaria Ambev para a reincorporação no ciclo produtivo. Todo o recolhimento do material nos coletores ocorre por meio da utilização de triciclos para evitar a emissão de CO<sub>2</sub>, incorporando a preocupação das emissões já no processo logístico do programa.

Nacionalmente, a Nestlé lançou em 2019 a Iniciativa Re (Reduzir, Repensar, Reciclar) que busca maior sustentabilidade na produção e na utilização de

embalagens. Por meio dela, a Nestlé desenvolve diversos programas, que incluem a Logística Reversa de cápsulas de café, parceria com aplicativo que conecta catadores a pessoas que desejam destinar seus resíduos corretamente, incorporação de 100% das garrafas de iogurte fabricadas a partir de material reciclado, até a eliminação de canudos plástico do Nescau®. Em 2021, lançou iniciativa para fomentar a reciclagem de embalagens laminadas de biscoitos e chocolates e realizar o repasse de recursos a entidades sociais. As embalagens de filme plástico metalizado (BOPP – polipropileno biorientado) são transformadas em novos itens como baldes, lixeiras e pás – mas não há o retorno do material no ciclo de origem. No aspecto educativo, a empresa divulgou um Guia de Compras Sustentáveis para conscientização da população.

A Mondelez, proprietária da reconhecida marca de biscoitos Oreo®, trabalha na redução de materiais para embalar seus produtos, transição para o uso de embalagens 100% recicláveis, além de promover a reciclagem de plásticos flexíveis pós-consumo. Está comprometida a endereçar o uso e reciclagem dos materiais plásticos, mesmo que representassem 21% dos materiais utilizados para embalagem em 2020, e investir em programas de engajamento.

A BRF, empresa detentora de grandes marcas como Sadia® e Perdigão® de origem brasileira, atua em um segmento diferente das demais, já que também está no cultivo da matéria-prima. Nesse sentido, suas ações estão voltadas à destinação de resíduos perigosos, como ainda a promoção da compostagem de resíduos orgânicos. No que diz respeito às embalagens, aquelas danificadas nos processos produtivos são destinadas a reciclagem, mas não há menções de projetos para o resíduo de pós-consumo, mesmo sendo responsável pela inserção de grandes volumes de embalagens no mercado.

De forma geral, as ações das companhias têm seguido a linha de redução de material virgem, como a incorporação e destino de embalagens recicláveis. Algumas como Coca-Cola, Bunge e Mc Donald's, estão focadas no material que insere no mercado, corroborando para a atuação na etapa de destino do ciclo do produto inserido, enquanto as demais fomentam programas gerais.

Avaliando o compromisso com os programas de Logística Reversa (LR) dessas empresas, segmentou-se em duas áreas de atuação: Projeto de LR Próprios e Financiamento de Projetos Existentes – Diagrama 1.

Diagrama 1 – Esquema Comparativo sobre Programas de LR

<b>Programas de LR Próprios</b>	<b>Financiamento de Programas Existentes</b>
BRF*	Coca-Cola
Bunge	Grupo Bimbo
Mc Donald's	Mondelez
Grupo Pão de Açúcar	Nestlé
<b>X</b>	

\*Não relacionados a materiais pós-consumo

Observa-se, então, que os projetos próprios têm como foco o material inserido no mercado, enquanto o financiamento de projetos existente, investe em programas de Logística Reversa gerais, tratando diversos tipos de materiais. Mesmo atuando em um ciclo próprio fechado, muitas vezes os programas de detenção das empresas não possuem capilaridade e abrangência de um programa genérico. Enquanto a Bunge, por meio do “Soya® Recicla” atinge 81 cidades, a ação “Reciclar pelo Brasil” patrocinada pela Pepsico está em mais de 1.100 cidades. Nesse sentido, o desafio é reincorporar o material inserido no mercado no ciclo produtivo de origem, atendendo o maior número de localidades possível.

Sobre o aspecto de disponibilização de informações, muitas companhias trazem dados de forma genérica e citam apenas as ações nas quais estão envolvidas, sem descrevê-las de forma detalhada. Ainda assim, algumas apresentam indicadores e resultados capazes de, de fato, permitir a avaliação do processo da empresa sobre o tema. Nesse sentido, os consumidores devem estar atentos e cobrar mais pela transparência das informações, avaliando o impacto do produto consumido.

É relevante destacar ainda a importância do impacto social que os investimentos realizados pelas empresas causam em Associações de Catadores e Cooperativas, mesmo que pelo viés legal, e são demasiadamente importantes para mudar o cenário da Logística Reversa no país. Segundo a Associação Nacional de Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (ANCAT), somente em 2020 foram 4,5 mil catadores impactados pelos projetos de fomento à Logística Reversa. Não somente

trazendo visibilidade para o assunto, mas também contribuindo para viabilizar uma infraestrutura adequada àqueles que buscam sustento em um cenário desafiador.

Dessa forma, a questão que decorre é se, de fato, ocorre a reincorporação do material no ciclo produtivo, uma vez que muitas empresas só estão preparadas para a utilização de material virgem e não há divulgações precisas sobre o tema. Somado a isso, tem-se os desafios da indústria recicladora, que em muitos processos não são capazes de retornar o material reciclado com as mesmas características físico-químicas do produto virgem. Tratando-se especialmente da indústria alimentícia, o desafio é ainda maior.

## 5.5. MUDANÇA CLIMÁTICA

Há tempos já se fala dos impactos que as atividades industriais causam no meio ambiente. Desde a Conferência de Estocolmo em 1972, as nações se reúnem para discutir ações e caminhos para o futuro do planeta. No que tange a emissão de Gases de Efeito Estufa, tanto o Protocolo de Quioto – 1997, como mais recentemente o Acordo Climático de Paris – 2015, são documentos firmados entre as grandes nações que objetivam o estabelecimento de metas para a diminuição das emissões de GEE a fim de frear o avanço da mudança climática.

Como resultado das atividades naturais e principalmente antrópicas, os GEE provocam o aquecimento acelerado do planeta. Estão ligados a atividades industriais, queima de combustíveis, como também a atividade pecuária e decomposição de resíduos. Esta última pouco discutida na participação dessas emissões.

Evidenciando o tema, o Protocolo de Quioto destacou os principais GEE de acordo com a sua participação no processo de aquecimento do planeta, são eles: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonetos (HFCs), perfluorcarbonetos (PCFs), hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ) e trifluoreto de nitrogênio ( $\text{NF}_3$ ). Dentre eles, os mais conhecidos são o  $\text{CO}_2$  e o  $\text{CH}_4$  devido a quantidade de atividades que liberam esses gases, principalmente o  $\text{CO}_2$ , liberado em processos de queima e até mesmo na atividade respiratória de seres humanos.

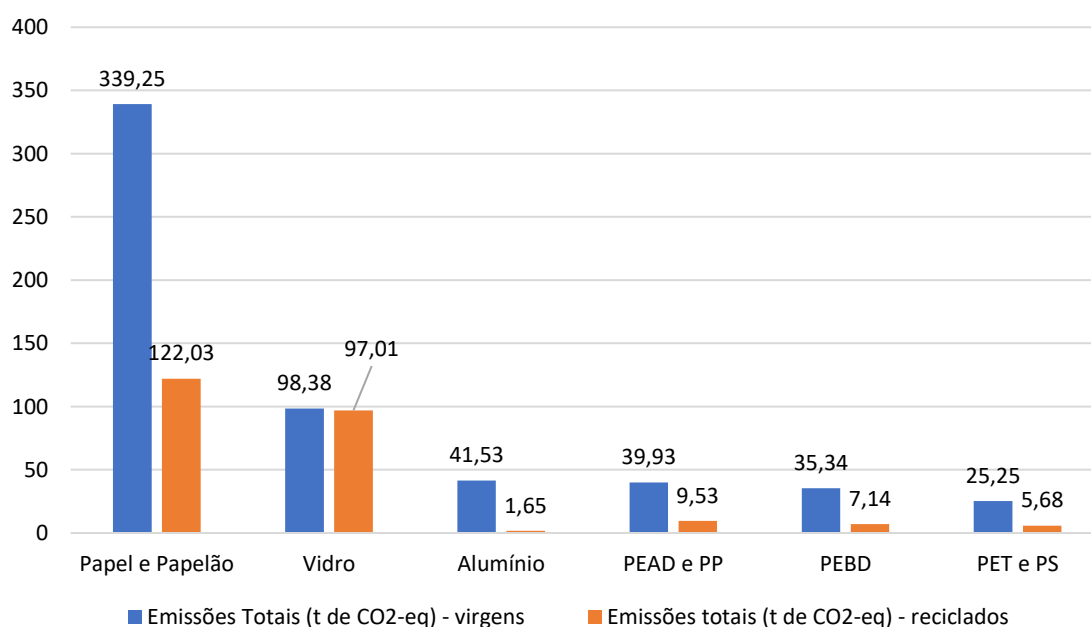
Muito conhecido pela atividade pecuária, o metano também é um gás liberado em aterros e sua emissão está intimamente ligada à gestão de resíduos (KATIYAR, 2016). Nesses locais, deve ser captado e queimado antes de ser liberado para atmosfera a

fim de convertê-lo em CO<sub>2</sub>. No entanto, tendo em vista o cenário de disposição inadequada, correspondente a aproximadamente 40% do volume coletado no país (ABRELPE, 2021), observa-se que ainda é preciso percorrer um caminho longo para reverter o cenário e atingir as metas desejadas das convenções mundiais.

Com vistas a combater a liberação desenfreada desses gases, é relevante destacar e estudar a importância da Logística Reversa no cenário da mudança climática, uma vez que é um processo que promove o retorno do produto e impede ao menos o destino a um local para descarte inadequado.

No que diz respeito a reciclagem, um dos principais mecanismos de Logística Reversa, as emissões totais por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente, medida comumente utilizada para medir o nível de emissões, os resultados obtidos são muito significativos. Longo *et al.* (2019) mostrou que os níveis de emissões quando utilizados materiais reciclados chegam a ultrapassar 70% menos emissões do que se comparados ao uso de materiais virgens (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Emissões de gases por tipo de material para virgens e reciclados



Fonte: Longo *et al.*, 2019.

Para o alumínio, por exemplo, a taxa de redução chega a 96%. No entanto, a utilização de vidro reciclado, não incorpora ganho significativo nesse quesito,



mostrando a necessidade do avanço de pesquisas. Ainda assim, é preciso avaliar as incorrências sobre toda a cadeia.

Do ponto de vista corporativo e analisando sob a perspectiva das conferências mundiais, observou-se que as indústrias têm papel fundamental nas metas de redução das emissões dos países. No Acordo de Paris, por exemplo, as nações, incluindo o Brasil, se comprometeram a limitar o aumento da temperatura média global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (CONVENÇÃO QUADRO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2015). Mais recentemente, em 2021, na COP-26, muitas empresas e governos se comprometeram a controlar e diminuir suas emissões, como forma de atingir o acordo firmado em 2015.

Objetivando então, atingir essas metas, muitas indústrias passaram a adotar compromissos e divulgar dados relacionados as suas emissões, tornando mais transparente suas atividades. Para padronização dessa mensuração, o GHG Protocol estabeleceu padrão para o cálculo das emissões corporativas, divididas em emissões diretas, Escopo 1; relacionadas ao uso de energia, Escopo 2; e aquelas relacionadas a cadeia de suprimentos, Escopo 3.

Pressionadas por governos, organizações e os próprios consumidores com preocupações ambientais, as indústrias têm publicado seus compromissos e metas para os próximos anos a fim de contribuir e garantir a sustentabilidade do negócio. No setor de alimentos, então, grandes corporações já o estão fazendo e, aquelas que ainda não, tem sido pressionadas para um posicionamento.

Nesse sentido, avaliou-se 7 grandes corporações do setor perante os compromissos relacionados a emissão de GEE e embalagens inseridas no mercado a fim de evidenciar a conexão e papel que a Logística Reversa tem para contribuir com a desaceleração desse cenário.

Quadro 2 – Compromissos Adotados

Empresa	Compromissos	
	Carbono/GEE	Embalagens
Bimbo	2050 - Balanço líquido zero para emissões de carbono	2025 - Embalagens 100% recicláveis, biodegradáveis ou compostáveis
BRF	2030 - Reduzir em 20% a intensidade das emissões de GEE ano-base 2019	2025 - Embalagens 100% recicláveis, reutilizáveis ou biodegradáveis
Coca-Cola	2030 - Reduzir as emissões totais de carbono em 25% em relação aos níveis de 2015	2025 - Incorporar pelo menos 25% de material reciclado nas embalagens PET 2030 - Embalagens 100% recicláveis 2030 - Alcançar destinação correta (coleta e reciclagem) de 100% das embalagens colocadas no mercado
Arcos Dorados - Mc Donald's	2030 - Reduzir em 36% a emissão de gases de efeito estufa dos restaurantes e escritórios 2030 - Reduzir em 31% as emissões de gases de efeito estufa da cadeia de valor em colaboração e parceria com fornecedores	2025 - 100% das embalagens para produtos de consumo advindas de fontes renováveis, recicladas ou certificadas 2025 - Reciclar as embalagens geradas pelos clientes em 100% dos restaurantes McDonald's
Mondelez	2025 - Reduzir as emissões absolutas de CO2 de ponta a ponta em 10% em relação ao ano-base 2018	2025 - Tornar 100% das embalagens recicláveis e rotuladas com informações de reciclagem do consumidor 2025 - Cortar o uso de plástico virgem em embalagens plásticas rígidas em pelo menos 25% ou uma redução de 5% no uso de plástico virgem no portfólio geral de embalagens plásticas
Nestlé	2050 - Balanço líquido zero para emissões de carbono	2025 - Ter embalagens 100% reutilizáveis ou recicláveis 2025 - Reduzir em um terço o uso de plástico virgem
Pepsico	2030 - Escopo 1 e 2: reduzir as emissões absolutas de GEE em 75% 2030 - Escopo 3: reduzir as emissões absolutas de GEE em 40%	2025 - Projetar 100% das embalagens para serem recicláveis, compostáveis ou biodegradáveis 2025 - Aumentar o conteúdo reciclado em embalagens plásticas para 25% 2025 - Reduzir 35% do plástico virgem em todo o portfólio de bebidas

Analisando o Quadro 2, observa-se então, sem exceção, a adoção de compromissos relacionados a diminuição da emissão de GEE / carbono neutro alinhadas a metas para diminuir o uso de matérias-primas virgens e para o aumento de projetos de economia circular. Algumas companhias como a Arcos Dorados e a Pepsico são mais específicas em seus objetivos e mostram, portanto, que os seus planos de ação devem ser mais direcionados. Por outro lado, a meta de balanço líquido zero da Nestlé até 2050, faz com que a empresa necessite de um mapeamento detalhado de toda operação para colocar em prática as ações que permitirão atingir essa meta. Sobre os anos para o atingimento delas, todas as companhias já apresentam metas para o ano de 2025, mostrando a necessidade de se reverter rapidamente o cenário insustentável dos dias de hoje.

Relacionando-se as reduções de emissões por Escopo, as metas de Escopo 3, se comparada as demais, são metas mais conservadoras por estarem envolvidas em cadeias que não há governança direta da empresa. Ou seja, é necessário que se trabalhe em conjunto com fornecedores de matéria-prima do negócio para torná-los parte de uma cadeia de baixo carbono. Além disso, promovendo essa interligação é possível encaminhar uma garantia de origem de produto, associado ao seu impacto na emissão de CO<sub>2</sub>.

Observa-se também, que as metas de redução de emissões estão atreladas a uma estratégia de circularidade dos produtos, ou ainda um novo *design* para a composição de embalagens, o que está totalmente atrelado aos projetos de pesquisa e iniciativas promovidas por elas. A Pepsico, por exemplo, já mostra avanços no uso de materiais biodegradáveis e com origem orgânica. Ainda assim, é preciso atrelar o objetivo ambiental com as necessidades funcionais que o produto deve proporcionar ao consumidor, o que torna mais complexo o tema em se tratando do acondicionamento de alimentos.

Mesmo tendo uma política para a gestão de resíduos no país, a adoção de metas cada vez mais ambiciosas mostram a relação que as iniciativas no setor de resíduos e Logística Reversa estão também atreladas a uma imagem reputacional das empresas perante as pressões externas, como também a promoção da sustentabilidade dentro do negócio, que tem se tornado estratégia competitiva essencial. Para demonstrar, então, esse tipo de relação, a Arcos Dorados relaciona a reciclagem dos materiais à emissão de CO<sub>2</sub>, afirmando então, que “ao reciclar uma

tonelada de material, evita-se a emissão de aproximadamente 15 toneladas de dióxido de carbono equivalente no meio ambiente”, tornando mais palpável os resultados das ações de Logística Reversa. No entanto, não há referência ao tipo de material, o que dificulta analisar sobre o aspecto quantitativo do referido dado. Ainda assim, as pesquisas sobre o tema estão em constante discussão e, o estudo individual de cada empresa é importante para garantir a avaliação da própria cadeia, garantindo o estudo do fluxo conectado futuro.

Observa-se, então, que uma tendência no âmbito corporativo é relacionar o produto a sua pegada de carbono, alinhando-se as próprias metas estabelecidas por elas e a demanda de mercado. Dessa forma, as empresas promoverão também um *marketing* positivo e reputacional de sua cadeia.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito de Logística Reversa é amplo e engloba diversos aspectos do retorno do material inserido no mercado, seja ele para satisfação e atendimento dos consumidores, seja para fins legais e estratégias de negócio. Nos últimos anos, tem sido uma ferramenta reputacional de indústrias para promoção de *marketing* verde, atrelado a ganhos econômicos e iniciativas sociais.

No Brasil, a Logística Reversa é regulamentada pela PNRS, sob a qual estado, sociedade civil e indústrias estão condicionados a responsabilidade compartilhada. No que tange o setor industrial, a regulamentação e estabelecimento de metas também estão associados ao firmamento de Acordos Setoriais e Termos de Compromisso, essenciais para obrigatoriedade de comprovação.

Avaliando-se o setor das indústrias de alimentos, especialmente indústrias de grande porte e reconhecidas nacionalmente, observa-se que a adoção de iniciativas é majoritária, mesmo que obrigadas por legislações federais e estaduais. Promovem, então, investimentos em cooperativas e catadores de recicláveis, realizando impacto social e mitigando prejuízos ambientais.

Observando o cenário do país, o fomento à reciclagem como instrumento da Logística Reversa é o processo mais adequado e difundido, mesmo com dificuldades operacionais e de infraestrutura. As cooperativas se mostram com papel essencial

para promover a coleta e separação dos resíduos, especialmente as embalagens. Somado a isso, é necessário investir em um programa de Educação Ambiental no país para o sucesso do processo de LR, atingindo o elo que dará destino ao resíduo (consumidores e catadores), especialmente abordando tipos de materiais que não se enquadram na classificação “papel, plástico, metal e vidro” e já possuem sistemas de reciclagem, como as embalagens longa-vida e outras utilizadas nas indústrias de alimentos. Além disso, conscientizar a população a fim de estimular hábitos de separação e descarte adequado dos resíduos.

Sob o olhar da circularidade, o principal desafio é a viabilização da reinserção do material reciclado em seu ciclo de originação. O processo da Logística Reversa nas indústrias, portanto, deve estar atrelado a uma Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) do produto, de forma que os impactos de sua produção, comercialização e descarte sejam computados antes de serem disponibilizados aos consumidores para avaliação de melhorias do processo, identificando também as emissões de cada etapa.

A comprovação de destinação adequada por “mix de materiais”, por sua vez, deve ser substituída pela comprovação “por tipo de material”, uma vez que o gerador deve ser responsabilizado diretamente pelo material que insere no mercado. Em consequência disso, o estímulo e avanço da Logística Reversa dos diferentes tipos de materiais deve avançar e contribuir para o aumento dos índices de reaproveitamento de materiais.

Sob a perspectiva da mudança climática, a adoção de compromissos de redução das emissões e relacionadas a carbono associados a compromissos para redução, reaproveitamento e reciclagem de resíduos demonstra como os temas estão totalmente atrelados. Resultado disso são as métricas corporativas divulgadas para fins de atendimento a transição para uma economia de baixo carbono. Nesse sentido, é preciso que as indústrias incorporem e divulguem a pegada de carbono atrelada ao produto, levando o consumidor a um processo mais crítico no momento da aquisição.

Finalmente, é preciso o desenvolvimento de mais estudos relacionados ao tema para contribuir com o processo de transição que se observa hoje e ações em conjunto para alcançar o objetivo que é a reversão do cenário da mudança climática.

## REFERÊNCIAS

AGRAWAL, S. Triple Bottom Line performance of reverse logistics: Graph Theory Approach. **International Journal of Advanced Engineering Research and Applications (IJA-ERA)**, v. 3, ed. 12, abr. 2018.

ARCOS DORADOS. **Relatório de Impacto Social e Desenvolvimento Sustentável: América Latina e Caribe 2020**. Disponível em: <<https://recetadelfuturo.com/wp-content/uploads/2021/06/Arcos-Dorados-Relatorio-de-Impacto-Social-e-Desenvolvimento-Sustentavel-2020.pdf>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

BIMBO. 2020 **Integrated Annual Report**. Disponível em: <[https://grupobimbo-com-assets.s3.amazonaws.com/s3fs-public/reportes-2021/GB-Annual-Report-2020.pdf?VersionId=vewsEkAucp3itbu9hfEoDj.HgRJ\\_ebfO](https://grupobimbo-com-assets.s3.amazonaws.com/s3fs-public/reportes-2021/GB-Annual-Report-2020.pdf?VersionId=vewsEkAucp3itbu9hfEoDj.HgRJ_ebfO)>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

BRASIL. **Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998**. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. Brasília, 1998.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, 2007.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2022.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília, 2009.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2012.

BRF. **Relatório Integrado 2020: Evolução que alimenta o futuro**. Disponível em: <[https://www.brf-global.com/wp-content/themes/brf-global/assets/documents/relatorio/2021\\_05\\_03\\_RA\\_BRF\\_PORT.pdf](https://www.brf-global.com/wp-content/themes/brf-global/assets/documents/relatorio/2021_05_03_RA_BRF_PORT.pdf)>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

CALLEFI, M. H. B. M.; BARBOSA, W. P.; RAMOS, D. V. **O papel da logística reversa para as empresas: fundamentos e importância**. Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa, v. 13, n. 4, p. 171-187, 2017.

CETESB. **Termo de Compromisso para a Logística Reversa de Embalagens em Geral**. Estado de São Paulo, 2021.

COALIZÃO EMBALAGENS. **Coalizão Embalagens: Juntos pela Logística Reversa**. Disponível em: <<https://www.coalizacaoembalagens.com.br/a-coalizacao/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2022.

COCA-COLA BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2020**. Disponível em: <<https://www.cocacolabrasil.com.br/content/dam/journey/br/pt/pdf/relatorio-sustentabilidade-coca-cola-brasil-2020.pdf>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

CONVENÇÃO QUADRO SOBRE MUDANÇA DO CLIMA. **Acordo de Paris**. Nações Unidas (ONU), 2015.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 889-898, set/out 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/S5FHdbHp3ZV6kQHgmFfSSWF/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

DUBEUX, C. B. S.; COLLING, A. V. **Emissão de Gases de Efeito Estufa – 2050: Implicações Econômicas e Sociais do Cenário de Plano Governamental**. Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas, [s. d.]. Disponível em: <[http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/10\\_](http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/10_)

[\\_Cenario\\_de\\_Emiss%C3%B5es\\_de\\_GEE\\_-\\_Setor\\_de\\_Res%C3%ADduos\\_-\\_IES\\_Brasil\\_2050.pdf](#)>. Acesso em: 18 de outubro de 2021.

FALLUH, C.; BATISTA, D. C.; CARDOSO, M.; MILIONI, S. **Os desafios da Reciclagem e da Logística reversa de embalagens - contribuições para discussão e análise de cenários diante do PLS 90/2018**. Relatório (Mestrado em Gestão para Competitividade) – Escola de Administração, Fundação Getúlio Vargas. São Paulo, 2020?.

FLEISCHMANN, M.; BEULLENS, P.; BLOEMHOF-RUWAARD, J.M.; VAN WASSENHOVE, L.N. **The impact of product recovery on logistics network design**. Production and Operation Management, v. 10, n. 2, p. 156-173, 2001.

FIGUEIREDO, F. F. **A contribuição da reciclagem de latas de alumínio para o meio ambiente brasileiro**. Ar@cne. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. Barcelona: Universidad de Barcelona, nº 127, 2009. Disponível em: <http://www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-127.htm>. Acesso em: 10 de março de 2022.

GORGULHO, C. F.; VERDE, F. R. V. **Radar Tecnológico: Embalagens**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Diretoria de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados – DIRPA, Coordenação-Geral de Estudos, Projetos e Disseminação de Informação Tecnológica – CEPIT, Divisão de Estudos e Projetos – DIESP, 2018.

GRUPO PÃO DE AÇÚCAR. **Minuto Pão de Açúcar e Green Mining firmam parceria para logística reversa de vidro**. Disponível em: <<https://www.gpabr.com/pt/noticias-releases/sustentabilidade/minuto-pao-de-acucar-e-green-mining-firmam-parceria-para-logistica-reversa-de-vidro/>>. Acesso em: 12 de fevereiro.

HOPEWELL, J.; DVORAK, R.; KOSIOR, E. **Plastics recycling: challenges and opportunities**. Philosophical Transactions of the Royal Society B 2009, 364, 2115.

IBAMA. **Resíduos Sólidos – Gerador (a partir de 2012)**. Dados Abertos, 2021. Disponível em: <<http://dadosabertos.ibama.gov.br/dataset/residuos-solidos-gerador-a-partir-de-2012>>. Acesso em: 13 de outubro de 2021.

IZIDORO, C. **Logística Reversa**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.



KATIYAR, M. **Solid Waste Management**. Journal of Construction and Building Materials Engineering, vol. 3, i. 2.

KUMAR, S.; PUTNAM, V. **Cradle to cradle: Reverse logistics strategies and opportunities across three industry sectors**. Int. J. Production Economics 115 (2008) 305– 315.

LAYARGUES, P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. (Orgs.) **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez, 2002, 179-220.

LEITE, P. R. **Logística Reversa: Sustentabilidade e Competitividade**. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

LONGO, G. L.; NUNES, A. O.; BARRIOS, C. C.; PAIVA, J. M. F.; MORIS, V. A. S. **Comparação das Emissões de Gases de Efeito Estufa em uma Cooperativa de Reciclagem de Materiais**. Rev. Virtual Quim., 2019, 11 (1), 190-209. Disponível em: <<http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v11n1a14.pdf>>. Acesso em: 12 de março de 2022.

MEADE, L., PRESLEY, A. e SARKIS, J. **Theory and practice of reverse logistics**. International Journal of Logistics Systems and Management, vol. 3, n. 1, 2007.

MONDELEZ. **Snacking made right: 2020 ESG Report**. Disponível em: <<https://www.mondelezinternational.com/Snacking-Made-Right/Reporting-and-Disclosure>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

NESTLÉ. **Creating Shared Value and Sustainability Report 2020**. Disponível em: <<https://www.nestle.com/sites/default/files/2021-03/creating-shared-value-report-2020-en.pdf>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

PEPSICO. **2020 Sustainability Report**. Disponível em: <https://www.pepsico.com/sustainability-report/downloads>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. Vol. 2. Pittsburgh, PA: Reverse Logistics Executive Council, 1999.

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S. **Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, vol. 14, nº 5, p. 307-312, 2004.

SARKIS, J; HELMS, M. M.; HERVANI, A. A. **Reverse Logistics and Social Sustainability**. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, vol. 17, p. 337-354, 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. **Diagnóstico do Manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Ministério do Desenvolvimento Regional – Secretaria Nacional de Saneamento, 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/rs/2019/Diagnostico-SNIS-RS-2019-Capitulo-07.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2022.

WILSON, D. C. **Development drivers for waste management**. *Waste Management & Research*, 2007. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/6226122\\_Development\\_drivers\\_for\\_waste\\_management](https://www.researchgate.net/publication/6226122_Development_drivers_for_waste_management)>. Acesso em: 13 de outubro de 2021.

WORRELL, W. A.; AARNE VESILIND, P. **Solid Waste Engineering**. 2. ed. Stamford: Cengage Learning, 2011.