

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

Faculdade de Tecnologia de Mauá

Curso Superior de Tecnologia em Logística

Geovanna Aparecida Vilela Andrade

Jessika de Souza Araújo

Logística reversa na gestão de resíduos sólidos: Impactos ambientais e econômicos.

Mauá

2025

Geovanna Aparecida Vilela Andrade
Jessika de Sousa Araújo

Logística reversa na gestão de resíduos sólidos: Impactos ambientais e econômicos.

Monografia apresentada à Faculdade
de Tecnologia de Mauá, como
exigência parcial para obtenção do
título de Tecnólogo em Logística.

Orientador: Prof. Me. Jobel Santos
Corrêa.

Mauá
2025

Autorizo a reprodução e a divulgação deste trabalho, no todo ou em parte, por qualquer meio convencional ou eletrônico, exclusivamente para fins de estudo e pesquisa, desde que a fonte seja citada.

Catálogo-na-Publicação – Biblioteca Fatec Mauá

363.7282

A554L Andrade, Geovanna Aparecida Vilela.

Logística reversa na gestão de resíduos sólidos :
impactos ambientais e econômicos / Geovanna Aparecida Vilela
Andrade, Jessika de Souza Araújo. – 2025.
50p. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Me. Jobel Santos Correa.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia
em Logística) – Faculdade de Tecnologia de Mauá.
Inclui referências.

1. Logística reversa. 2. Resíduos sólidos. 3. Sustentabilidade. 4.
Economia circular. 5. Meio ambiente. I. Araújo, Jessika de Souza. II.
Correa, Jobel Santos. III. Título.

CDD 23. : Reaproveitamento de resíduos 363.7282
Elaborada por Tatiana Sambinelli CRB-8 SP-011003/O

Geovanna Aparecida Vilela Andrade

Jessika de Souza Araújo

Logística reversa na gestão de resíduos sólidos: impactos ambientais e econômicos.

Monografia apresentada à Faculdade de
Tecnologia de Mauá, como exigência
parcial para obtenção do título de
Tecnólogo em Logística.

Aprovação em: ____/____/____

Banca examinadora ou pareceristas:

Prof.(a) Jobel Santos Corrêa
Orientador
FATEC Mauá

Prof.(a) Douglas Leonardo de Lima
Avaliador
FATEC Mauá

Prof.(a) Jose Flavio Messias
Avaliador
FATEC Mauá

“Às nossas famílias, nosso porto seguro e a razão de toda a nossa jornada. Este trabalho é a prova de que o amor e o apoio de vocês são o alicerce de todas as nossas conquistas. Com gratidão e amor incondicional.”

AGRADECIMENTOS

A jornada da vida acadêmica, culminando neste trabalho, não é um caminho que se percorre sozinho. É uma sinfonia de apoios, incentivos e presenças que transformam o esforço individual em uma conquista coletiva.

Ao Professor Mestre Jobel Santos Corrêa, nosso mais profundo e sincero agradecimento. Sua orientação não foi apenas técnica, mas um farol de sabedoria e paciência que iluminou os momentos de incerteza. Acreditamos firmemente que "O verdadeiro mestre não ensina, inspira", e sua inspiração foi o motor que impulsionou a excelência deste projeto.

Às nossas famílias, o alicerce inabalável de toda a nossa existência. A vocês, que sacrificaram, incentivaram e acreditaram em nós mesmo quando a dúvida se instalava, dedicamos cada linha e cada sucesso. O amor de vocês é a vida que nos sustenta.

Aos amigos, companheiros de jornada, que souberam ser o ombro amigo nas horas de cansaço e a celebração nas pequenas vitórias. A amizade verdadeira é o porto seguro onde a alma repousa. Obrigada por serem a melhor escolha. Que este trabalho seja o reflexo da gratidão que transborda em nossos corações.

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso.” (John Ruskin)

RESUMO

Em um contexto de crescente conscientização ecológica e pressões regulatórias, o presente trabalho analisa a logística reversa na gestão de resíduos sólidos, destacando seus impactos ambientais e econômicos, bem como os desafios e oportunidades relacionados à sua aplicação. A pesquisa emprega uma abordagem teórica e documental, concentrando-se na revisão de publicações acadêmicas, legislações e relatórios técnicos, sem a realização de estudo de caso. Por meio desta análise, identifica-se que a logística reversa representa um mecanismo crucial para o desenvolvimento sustentável, promovendo o reaproveitamento de materiais, a economia de recursos naturais e a redução da poluição ambiental. Os resultados demonstram que a implementação de sistemas de logística reversa agrega valor econômico e competitivo às organizações, além de contribuir para a consolidação da economia circular. Conclui-se que a adoção de políticas de logística reversa não apenas contribui para um futuro mais sustentável, mas também se configura como um diferencial estratégico para as empresas em um mercado competitivo, exigindo a superação de obstáculos como a ineficiência na coleta e a falta de infraestrutura adequada.

Palavras-chave: Logística Reversa; Resíduos Sólidos; Sustentabilidade; Economia Circular; Meio ambiente.

ABSTRACT

In a context of growing ecological awareness and regulatory pressures, the present work analyzes reverse logistics in solid waste management, highlighting its environmental and economic impacts, as well as the challenges and opportunities related to its application. The research employs a theoretical and documentary approach, focusing on the review of academic publications, legislation, and technical reports, without conducting a case study. Through this analysis, it identifies that reverse logistics represents a crucial mechanism for sustainable development, promoting the reuse of materials, the saving of natural resources, and the reduction of environmental pollution. The results demonstrate that the implementation of reverse logistics systems adds economic and competitive value to organizations, in addition to contributing to the consolidation of the circular economy. It concludes that the adoption of reverse logistics policies not only contributes to a more sustainable future but also establishes itself as a strategic differential for companies in a competitive market, requiring the overcoming of obstacles such as collection inefficiency and the lack of adequate infrastructure.

Keywords: Reverse Logistics; Solid Waste; Sustainability; Circular Economy; Environment.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - PORCENTAGEM DE RETORNO DE BENS DE PÓS-VENDA	19
QUADRO 2 - MOTIVOS ESTRATÉGICOS PARA AS EMPRESAS OPERAREM OS CANAIS REVERSOS	22
QUADRO 3 - PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS COM A RECICLAGEM	29
QUADRO 4 - DECOMPOSIÇÃO DE ALGUNS MATERIAIS	30
QUADRO 5 - O CONTRASTE: COMO NOSSAS ESCOLHAS AFETAM O MEIO AMBIENTE	39

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1- REPRESENTAÇÃO DOS PROCESSOS LOGÍSTICOS DIRETO E REVERSO	16
GRÁFICO 2 - FLUXOS LOGÍSTICOS REVERSOS	17
GRÁFICO 3 - ATIVIDADES TÍPICAS DO PROCESSO LOGÍSTICO REVERSO	20
GRÁFICO 4 - FLUXOGRAMA DA GESTÃO GLOBAL DE RESÍDUOS	26

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DfD	Design for Disassembly
EC	Economia Circular
EPR	Extended Product Responsibility
ESG	Ambiental, Social e Governança
FATEC	Faculdade de Tecnologia
FEA	Forno Elétrico a Arco
IoT	Internet das Coisas
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LR	Logística Reversa
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MTR	Manifesto de Transporte de Resíduos
PEV	Ponto de Entrega Voluntária
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 Problema de pesquisa.....	10
1.2 Objetivos	10
1.2.1 Objetivo Geral.....	11
1.2.2 Objetivos Específicos.....	11
1.3 Justificativa	11
1.4 Delimitação do Problema	12
1.5 Delimitação da Pesquisa.....	12
1.6 Estruturação.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
2.1 Logística	14
2.2 Logística reversa	15
2.3 Logística empresarial	17
2.4 Logística reversa de pós-consumo.....	18
2.5 Logística reversa de pós-venda	18
2.6 A redução no ciclo de vida dos produtos e a logística reversa.....	20
2.7 Logística reversa como diferencial competitivo	21
2.8 Custos envolvidos na logística reversa	22
2.9 Logística Reversa: Meio ambiente e responsabilidade social.....	23
2.9.1 Reciclagem	25
2.9.2 Etapas ligadas ao manuseio de resíduos	30
2.9.3 Manuseio de resíduos.....	31
2.9.4 Segregação dos resíduos	31
2.9.5 Acondicionamento de resíduos.....	32
2.9.6 Armazenamento de resíduos	32
2.9.7 Transporte de resíduos.....	32
2.9.7.1 Características dos veículos utilizados no transporte	33
2.9.7.2 Documentação que acompanha o transporte	33
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 Critérios de rigor científico e limitações do estudo.....	35
3.1.1 Rigor científico e confiabilidade	36
3.1.2 Limitações do estudo	36
4 DISCUSSÃO	38
4.1. O resíduo como recurso: O abraço da economia circular	38
4.2. Os obstáculos no caminho: por que a LR ainda não é perfeita no Brasil?	
.....	39

4.2.1. A Burocracia e a responsabilidade de todos.....	39
4.2.2. O desafio da infraestrutura: Onde colocar o lixo certo?	39
4.2.3. A cultura do descarte: O nosso papel na mudança	40
4.3. A logística reversa como vantagem: Transformando obrigação em oportunidade.....	40
4.3.1. Economia no bolso e geração de renda.....	40
4.3.2. A imagem que conquista: Fidelizando pelo compromisso.....	40
4.3.3. Inovação que transforma: Projetando para o amanhã	41
4.4. Setores em destaque: Onde a LR já está fazendo a diferença	41
4.4.1. Embalagens: O desafio do volume	41
4.4.2. Eletroeletrônicos (E-lixo): O tesouro tóxico.....	41
4.4.3. Pneus e óleos lubrificantes: Casos de sucesso	42
4.5. Olhando para o futuro: Tecnologia e políticas que impulsionam.....	42
4.5.1. A tecnologia como aliada: Rastreabilidade e otimização	42
4.5.2. O papel do governo: Incentivos e inclusão	42
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a sustentabilidade e a necessidade de alinhar práticas econômicas com responsabilidade socioambiental têm levado empresas e pesquisadores a aprofundar os debates sobre a logística reversa. Segundo Carvalho (2025), a articulação entre os departamentos de uma empresa tornou-se um pilar da gestão moderna, e não apenas uma vantagem competitiva. Essa mudança é impulsionada por um cenário de constantes transformações, com consumidores mais exigentes, cadeias de suprimento complexas e uma crescente pressão por resultados.

Segundo Guarnieri (2016) apesar da sua vital importância para uma gestão mais sustentável, a logística reversa, ainda é uma recente área de pesquisa. Isso evidencia a necessidade de ampliar os estudos, principalmente no que se refere aos impactos ambientais e econômicos que ela pode proporcionar para organizações e sociedade.

Nesse cenário, conforme Leite (2003), diante da globalização, concorrência e da transformação dos produtos em commodities, as organizações passaram a enxergar a necessidade de encantar e fidelizar seus clientes. Assim, de acordo com Chaves *et al* (2005), a logística reversa pode ser empregada de forma estratégica para gerar novas oportunidades que, ao interagirem, buscam ampliar as vantagens competitivas da organização.

Além das mudanças mercadológicas, as questões ambientais têm se intensificado, tanto pela maior conscientização social quanto pela aplicação de legislações mais rigorosas. Esse contexto pressiona as empresas a repensarem suas cadeias de produção e consumo, adotando medidas que reduzam os impactos gerados ao meio ambiente.

Contudo, Silva *et al* (2024) afirmam que o aumento da conscientização ecológica na sociedade, somado a leis ambientais mais rigorosas, evidenciou a necessidade de as empresas implementarem processos mais sustentáveis e ecológicos, a fim de diminuir os impactos ambientais gerados pela logística. Sendo assim, a logística reversa se apresenta como uma abordagem fundamental na gestão ambiental, com o objetivo de reduzir os impactos ao meio ambiente que resultam da produção, do consumo e do descarte de produtos (Monteiro *et al*, 2024).

Do ponto de vista econômico, a logística também assume papel determinante para o sucesso das organizações. Em concordância com Silva e Mattos (2019), diante

do consumismo crescente e das limitações ambientais e econômicas associadas ao descarte de resíduos, a logística reversa representa uma estratégia eficaz para sua gestão, abrangendo dimensões econômicas e ambientais.

Para Rodrigues (2022), a logística é um fator determinante para o sucesso ou fracasso de uma organização. O autor destaca que as empresas podem se diferenciar ao adotar práticas como a redução de lixo, a reciclagem, a reutilização e o retorno de materiais de embalagem, o que, por sua vez, leva a custos de produção mais baixos.

Posto isso, Gomes (2022) entende a logística reversa como uma oportunidade para agregar valor a produtos e serviços. Além disso, o autor aponta que essa prática gera vantagens competitivas ao fortalecer a imagem corporativa perante a sociedade, especialmente no que diz respeito ao meio ambiente e à responsabilidade social, contribuindo para melhores resultados organizacionais.

A logística reversa, nesse sentido, também se relaciona diretamente à satisfação do cliente, visto que consumidores têm valorizado cada vez mais empresas que demonstram compromisso com a sustentabilidade. Conforme Chaves *et al* (2005), além de favorecer maior eficiência e competitividade empresarial, a alteração no comportamento de consumo tem impulsionado a adoção da logística reversa, uma vez que os clientes passaram a demandar níveis mais altos de serviço, levando as organizações a investir nessa prática como estratégia de diferenciação e fidelização.

Neste contexto, segundo Liao (2018) devido a preocupações ambientais, a logística reversa está se tornando uma estratégia ambiental importante para aumentar a satisfação do cliente. As empresas vêm buscando cada vez mais promover a melhoria contínua dos processos de produção, visando reduzir custos operacionais, aumentar a produtividade e a qualidade de produtos e serviços (Malaquias *et al*, 2019).

Assim, a logística reversa pode ser entendida como um fator estratégico que vai além da gestão ambiental, agregando valor também à dimensão mercadológica. De acordo com Pires (2007), o gerenciamento logístico, quando administrado de forma adequada, contribui para elevar a qualidade dos serviços prestados, além de possibilitar à organização a operar com custos reduzidos e favorecer a diminuição do preço de venda, o que resulta em maior valor percebido pelo cliente.

Leite *et al* (2006), apontam que as ações estratégicas e operacionais de uma empresa devem estar voltadas à fidelização dos clientes, à busca pela eficiência em seus processos e à conservação de sua imagem corporativa.

Nessa perspectiva, a logística reversa vem sendo apontada como um fator estratégico que agrega valor tanto do ponto de vista ambiental quanto mercadológico. Segundo Araújo e Macedo (2021), empresas modernas e competitivas reconhecem a importância da logística reversa para o crescimento organizacional, o que faz com que sejam vistas pelos clientes como exemplos de responsabilidade socioambiental.

Dessa forma, este trabalho busca analisar a logística reversa aplicada à gestão de resíduos sólidos, destacando seus impactos ambientais e econômicos. Berck *et al* (2024), concluem que a adoção de políticas de logística reversa não apenas contribui para um futuro mais sustentável, mas também pode se tornar um diferencial estratégico para as empresas em um mercado cada vez mais competitivo.

1.1 Problema de pesquisa

Em um cenário de crescente conscientização ambiental e de pressões regulatórias, as indústrias de bens de consumo enfrentam um grande desafio em gerenciar adequadamente os resíduos gerados após o uso de seus produtos. Segundo o artigo 3º da PNRS define resíduos sólidos como:

XVI - resíduos sólidos: 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)

Embora a logística reversa represente uma alternativa sustentável para reaproveitamento de materiais e minimização de impactos ambientais, muitas empresas ainda enfrentam dificuldades em implementá-la de forma eficiente. Desta forma, levanta-se a seguinte questão problema: De que forma a logística reversa na gestão de resíduos sólidos pode ser aplicada estrategicamente pelas empresas, equilibrando sustentabilidade e viabilidade econômica?

1.2 Objetivos

Apresenta-se a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos que delimitam o presente trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a logística reversa na gestão de resíduos sólidos, destacando seus impactos ambientais e econômicos, bem como os desafios e oportunidades relacionados à sua aplicação.

1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Compreender os fundamentos conceituais da logística reversa e sua relação com a gestão de resíduos sólidos;
- b) Examinar a aplicação da logística reversa em diferentes setores que geram resíduos sólidos;
- c) Avaliar os impactos ambientais decorrentes da adoção de práticas de logística reversa;
- d) Identificar os efeitos econômicos associados à implementação de sistemas de logística reversa;
- e) Mapear os principais obstáculos enfrentados pelas organizações no gerenciamento reverso de resíduos sólidos;
- f) Apontar recomendações que promovam maior eficiência e sustentabilidade nos sistemas de logística reversa voltados à gestão de resíduos sólidos.

1.3 Justificativa

A crescente geração de resíduos sólidos industriais e urbanos tornou a gestão pós-consumo uma prioridade central para empresas, governos e a sociedade como um todo. Esta gestão eficaz de resíduos sólidos é fundamental para a consolidação da economia circular, processos que envolvem sistemas estruturados de coleta seletiva, reciclagem eficiente e o emprego de tecnologias avançadas para a transformação dos resíduos em novos recursos renováveis.

Conforme o Plano Nacional de Economia Circular (2025-2034), a minimização da geração de resíduos e a valorização dos materiais são prioritários para promover a sustentabilidade, reduzindo o uso de matérias-primas e a poluição no ciclo produtivo (Governo Federal, 2025).

Além disso, estudos indicam que a gestão sustentável de resíduos não somente mitiga impactos ambientais, mas também melhora a eficiência econômica ao

diminuir custos relacionados ao tratamento e manutenção dos resíduos sólidos (Oliveira, 2020). Neste contexto, a logística reversa destaca-se como um mecanismo crucial para o desenvolvimento sustentável, pois promove o reaproveitamento de materiais, a economia de recursos naturais e a redução da poluição ambiental (Barreto *et al*, 2015).

A aplicação prática da logística reversa nos setores industriais e comerciais é vital diante do volume crescente de resíduos descartados, exigindo estratégias inovadoras e eficazes para maximizar o reaproveitamento e a reciclagem. Consumidores e investidores modernos valorizam empresas que adotam práticas sustentáveis, conferindo à logística reversa um papel estratégico crucial para a competitividade e responsabilidade socioambiental corporativa (Peixoto *et al*, 2019). Assim, entender e disseminar estratégias eficazes de logística reversa é fundamental para o avanço sustentável dos sistemas produtivos e da sociedade.

1.4 Delimitação do Problema

A pesquisa delimita-se à análise da logística reversa aplicada à gestão de resíduos sólidos, considerando seus impactos ambientais e econômicos. O estudo não abrange estudos de caso específicos, mas concentra-se em discutir, a partir de referenciais teóricos e documentais, as práticas, os desafios e as oportunidades relacionadas à implementação de sistemas de logística reversa em diferentes setores produtivos e de consumo.

1.5 Delimitação da Pesquisa

Esta pesquisa delimita-se à investigação teórica e documental sobre a logística reversa na gestão de resíduos sólidos, com foco nos impactos ambientais e econômicos relacionados à sua adoção. O estudo concentra-se em publicações acadêmicas, legislações e relatórios técnicos, sem a realização de estudo de caso ou aplicação prática em empresas específicas.

1.6 Estruturação

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- a) Capítulo 1: Introdução: Apresenta o tema, a contextualização do problema, os objetivos gerais e específicos, a justificativa, a delimitação do estudo e a estrutura geral do trabalho.
- b) Capítulo 2: Revisão da literatura: Explora os conceitos fundamentais de logística, logística reversa, sustentabilidade, resíduos sólidos e economia circular, complementados pelo panorama legal e normativo vigente aplicável à temática.
- c) Capítulo 3: Metodologia: Detalha os procedimentos metodológicos adotados, incluindo o tipo de abordagem, as fontes e técnicas de coleta de dados, bem como os critérios e métodos de análise utilizados.
- d) Capítulo 4: Discussão: Apresenta a análise dos resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica e documental, destacando os impactos ambientais e econômicos da logística reversa, além dos principais desafios, oportunidades e implicações para a gestão e as práticas sustentáveis.
- e) Capítulo 5: Considerações finais: Consolida os principais achados da pesquisa, discute as limitações do estudo, apresenta conclusões e propõe recomendações e perspectivas para futuras pesquisas e práticas no campo da logística reversa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A fundamentação teórica deste trabalho busca apresentar os conceitos e definições de logística reversa, os principais instrumentos legais que regulamentam a gestão de resíduos sólidos no Brasil, bem como os impactos ambientais e econômicos relacionados à sua implementação, oferecendo o suporte conceitual necessário para a análise do tema.

2.1 Logística

A logística, em sua essência, representa a gestão estratégica do fluxo de materiais e informações, sendo um pilar fundamental para a eficiência e competitividade das organizações. Historicamente associada a atividades militares, a logística evoluiu para se tornar uma função empresarial crítica, focada em atender às necessidades dos clientes da maneira mais eficaz possível.

Um dos conceitos mais tradicionais e influentes na área é o de Ballou (2003), que define a logística como o processo de planejar, implementar e controlar o fluxo eficiente e economicamente eficaz de matérias-primas, estoques em processo, produtos acabados e informações relativas, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o propósito de satisfazer as exigências dos clientes.

A importância da logística reside na sua capacidade de impactar a competitividade de um país e de suas empresas, conforme Ballou:

Um sistema logístico eficiente permite uma região geográfica explorar suas vantagens inerentes pela especialização de seus esforços produtivos naqueles produtos que ela tem vantagem e pela exportação desses produtos às outras regiões. O sistema permite então que o custo do país (custos logísticos e de produção) e a qualidade desse produto sejam competitivos com aqueles de qualquer outra região. (Ballou, 1992, p.19)

A visão moderna da logística se expande para o contexto da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain), onde a logística é vista como uma parte integrante e essencial (Christopher, 2016). A logística é, portanto, a parte do gerenciamento da cadeia de suprimentos que se concentra no planejamento, implementação e controle do fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações relacionadas, a fim de satisfazer os requisitos do cliente (Chopra e Meindl, 2015).

Dessa forma, a logística empresarial pode ser entendida como o conjunto de atividades funcionais que se repetem dentro da organização, com o objetivo de otimizar os recursos de suprimento, estoques e distribuição, garantindo que o produto

certo chegue ao local certo, no momento certo e nas condições desejadas, gerando valor para o cliente e para a empresa (Ballou, 2003).

2.2 Logística reversa

A logística reversa (LR) vem se consolidando como um dos pilares da gestão moderna de resíduos sólidos, alinhada às exigências de sustentabilidade e competitividade empresarial. Segundo a Lei 12.305/2010 que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define logística reversa como:

XII - logística reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (Brasil, 2010, p.2)

Através da ótica de Leite (2003), a logística reversa pode ser definida como:

A área da logística empresarial que planeja, opera e controla o fluxo e as informações logísticas correspondentes, do retorno dos bens de pós-venda e de pós-consumo ao ciclo produtivo, por meio de canais de distribuição reversos, agregando-lhes valor de diversas naturezas: econômico, ecológico, legal, logístico, de imagem corporativa, entre outras. Leite, 2003, p. 16).

O principal papel da logística reversa é agregar valores às empresas, através do retorno dos bens ao ciclo produtivo.

No Brasil, a importância da logística reversa ganhou maior destaque a partir da promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos que estabeleceu a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.

De acordo com Leite (2003), esse instrumento legal transformou a logística reversa em um mecanismo estratégico não apenas para atender à legislação, mas também para reduzir impactos ambientais e gerar novas oportunidades econômicas.

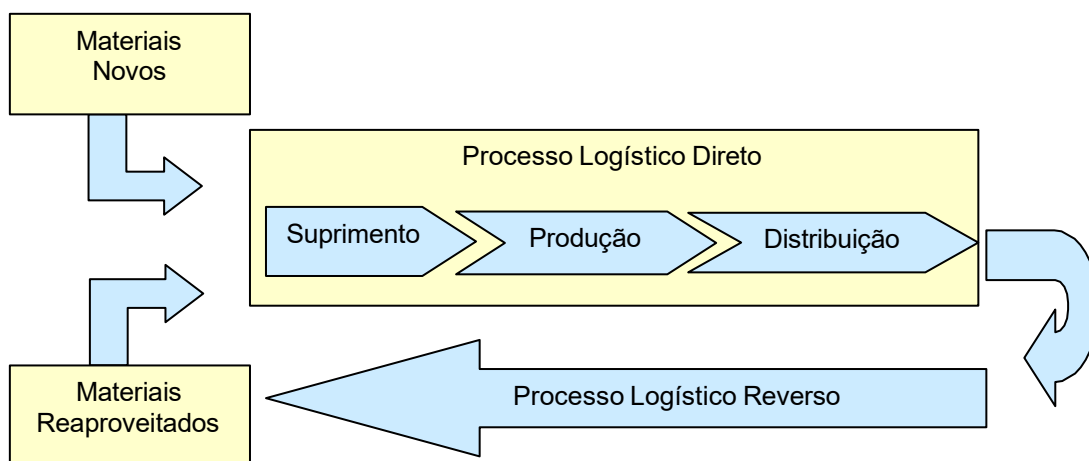
Segundo Gomes (2021), a logística reversa pode ser vista como uma ferramenta ou método para atingir os objetivos da economia circular, que são a redução, a reutilização, a recuperação e a reciclagem de materiais e energia. Souza (2024) aponta que essa abordagem possibilita o reaproveitamento de materiais antes destinados ao descarte, reduzindo custos produtivos e, simultaneamente, ampliando a lucratividade e a competitividade empresarial.

Marchese (2012) contempla que no âmbito econômico, ambiental e social, a logística reversa tem desempenhado um papel relevante ao possibilitar o reaproveitamento de produtos e materiais após sua utilização, reduzindo os impactos negativos decorrentes do elevado volume de bens produzidos pelos sistemas produtivos.

A PNRS indica avanços no gerenciamento dos resíduos sólidos no país e tem como intuito traçar ações estratégicas que viabilizem processos capazes de agregar valor aos resíduos, aumentando a capacidade competitiva do setor produtivo. (Amaral, 2016, p. 49)

Segundo Hernández *et al* (2007) as empresas, embora busquem naturalmente o lucro, precisam hoje alinhar suas estratégias a práticas socioambientais. As organizações que vão além do simples cumprimento das exigências legais, investindo em novas tecnologias e buscando alinhar suas práticas aos princípios da responsabilidade social, tendem a se destacar no mercado.

Gráfico 1- Representação dos processos logísticos direto e reverso

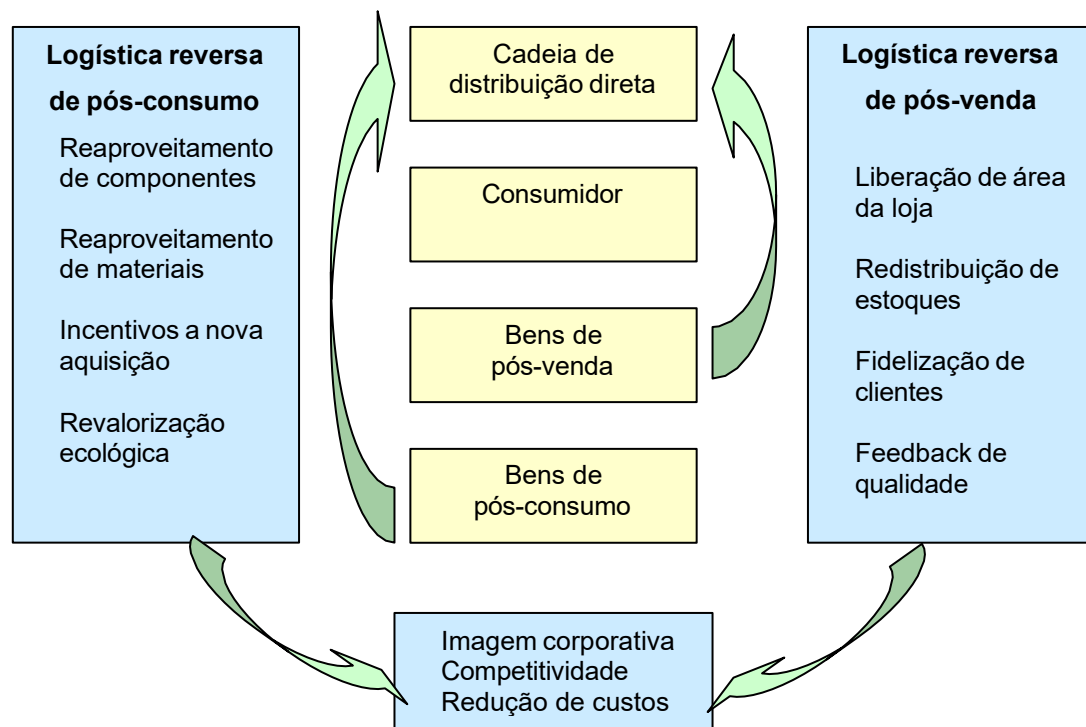


Fonte: Lacerda (2002, p.3)

A logística reversa vem sendo utilizada pelas empresas de forma discreta há algum tempo, como por exemplo, a reciclagem de vidro e o uso da sucata. Lacerda (2002) comenta que nos últimos anos houve um aumento na escala das atividades de reciclagem e reaproveitamento de produtos e embalagens devido a questões ambientais, concorrência (diferenciação por serviços) e redução de custos.

Leite (2003) sugere que a logística reversa seja dividida em duas categorias: logística reversa de pós-consumo e logística reversa de pós-venda.

Gráfico 2 - Fluxos logísticos reversos



Fonte: Leite (2003, p. 17)

2.3 Logística empresarial

Tradicionalmente, as empresas tratavam a logística apenas como os fluxos diretos sendo entradas de matérias-primas e saídas de produtos acabados. No entanto, a definição atual de logística é mais abrangente.

A logística pode ser definida como o processo de planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo e armazenagem de bens, serviços e informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo, visando atender aos requisitos dos clientes (Novaes, 2001). Essa definição reconhece a logística como uma função essencial para garantir que os recursos sejam utilizados de forma otimizada no atendimento às demandas do mercado.

Complementando essa visão, a logística moderna destaca-se por sua capacidade de adaptação rápida às mudanças do mercado, flexibilidade operacional e pela criação de relações sólidas com os clientes, através da digitalização, integração de dados e adoção de tecnologias inteligentes ao longo da cadeia de suprimentos (Christopher, 2016). Além disso, a gestão de fluxos entre diferentes funções de negócios consolida a logística como um processo integrado que visa a otimização e

sincronização de recursos, processos e informação, garantindo que os produtos estejam disponíveis no local, tempo e condições adequados (Mentzer *et al*, 2001).

No entanto, a logística moderna passou a englobar os fluxos de retorno dos produtos, sejam eles peças, embalagens, acessórios ou produtos vendidos e devolvidos para serem reciclados. Este fluxo de retorno é chamado de Logística Reversa.

2.4 Logística reversa de pós-consumo

A logística reversa de pós-consumo busca equacionar o fluxo dos produtos descartados pela sociedade, retornando-os para as indústrias para reutilização ou devido descarte. Na percepção de Santos (2012), a logística reversa de pós-consumo se define como:

A logística reversa de pós-consumo relaciona-se ao ciclo de vida ou vida útil de um produto, uma vez que a vida útil de um bem é entendida como o tempo decorrido desde a sua produção original até o momento em que o primeiro possuidor se desembaraça dele. Desse modo, tem-se um bem de pós-consumo quando a vida útil do produto chega ao fim. (Santos, 2012, p.2)

O retorno destes materiais ao ciclo produtivo em quantidades adequadas é muito importante, pois caso este processo não aconteça serão gerados grandes problemas ambientais.

Segundo Leite (2003), os canais de distribuição de pós-consumo são constituídos pelo fluxo reverso de uma parcela de produto e de materiais constituintes originados no descarte dos produtos depois de finalizada sua utilidade original e que retornam ao ciclo produtivo de alguma maneira.

De acordo com Felix *et al* (2022) a logística reversa de pós consumo:

A logística reversa de pós consumo trabalha com produtos que não tem mais utilidade ao proprietário original, são aqueles produtos descartados porque atingiram o fim de sua vida útil, podendo ter origem de bens duráveis ou descartáveis por canais reversos de reuso, desmanche e reciclagem até o seu destino final. (Felix *et al*, 2022, p. 4)

Economicamente, a logística reversa de pós-consumo é interessante pois permite às indústrias obterem economia devido ao reaproveitamento de materiais.

2.5 Logística reversa de pós-venda

A logística reversa de pós-venda tem por objetivo, viabilizar operacionalmente o retorno de produtos aos centros produtivos ou de negócios, agregando dentro desse processo, valor aos mesmos. (Sávio *et al*, 2011, p.2)

Os canais de distribuição reversa de pós-venda são formados pelas diversas maneiras e possibilidades de retorno de uma parte dos produtos, com pouco ou nenhum uso, que seguem o fluxo inverso, do consumidor para o varejista ou fabricante, entre empresas, motivados por questões ligadas à qualidade em geral ou por fatores relacionados a processos comerciais entre organizações. (Leite, 2003). Os motivos mais comuns para devolução são os defeitos em garantia, avarias no transporte, erros de pedido, excesso de estoque, entre outros.

Quadro 1 - Porcentagem de retorno de bens de pós-venda

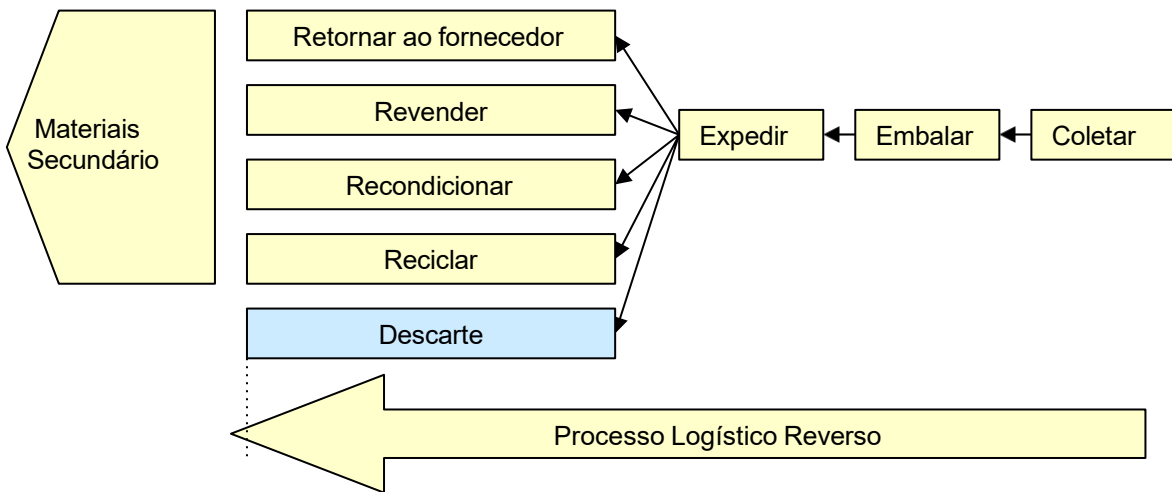
Ramo de atividade	Porcentagem média de retorno
Editores de revistas	50%
Editores de livros	20-30%
Distribuidores de livros	10-20%
Distribuidores de eletrônicos	10-12%
Fabricantes de computadores	10-20%
Fabricantes de CD-ROMs	18-25%
Impressoras para computador	4-8%
Peças para indústria automotiva	4-6%

Fonte: Adaptado de Roger e Tibben-Lembke (1999, p.7)

O Quadro 1 apresenta a porcentagem média de retorno de bens de pós-venda em diversos ramos de atividade, fornecendo uma síntese da magnitude do desafio da logística reversa em diferentes setores do mercado, conforme adaptado de Roger e Tibben-Lembke (1999, p. 7).

O objetivo estratégico econômico na logística reversa de pós-venda evidencia-se, por exemplo, na comercialização de saldos ao final de estação ou de promoções de vendas no varejo que serão comercializados em mercados secundários de ponta de estoques, que resultam em excelentes resultados econômicos.

Gráfico 3 - Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso



Fonte: Lacerda (2002, p.4)

2.6 A redução no ciclo de vida dos produtos e a logística reversa

Conforme Nunes (2025), a crescente preocupação dos consumidores em adquirir produtos e serviços de origem sustentável tem levado as empresas a adotarem práticas mais responsáveis como forma de garantir sua competitividade no mercado.

Na visão de Faria (2003, p.44-45), o processo de desenvolvimento de produto tem se revelado nos últimos anos, cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, isso em razão da crescente globalização da economia, aliado a um aumento significativo de diversidade e variedade de produtos e, ainda, à redução do ciclo de vida dos produtos.

Desta forma, as organizações devem desenvolver estratégias para os diferentes estágios do ciclo de vida, de forma a assegurar seu sucesso no mercado e aumentar a longevidade do produto que, incondicionalmente, morrerá pela superação de um concorrente ou pela troca por um produto substituto. (Reis, 2007, p.18)

É considerado vida útil de um produto o período que abrange desde a sua concepção até o seu destino final. Segundo Christopher (1999, p.137) o ciclo de vida do produto representa o aumento e o declínio da demanda por um produto específico em determinado mercado.

Segundo Leite (2003) a redução do ciclo de vida dos produtos é motivada por avanços tecnológicos e introdução de novos materiais, por imperativos de diferenciação mercadológica, por compulsão social de consumo, pela redução dos

custos logísticos, entre outros motivos. Em outros casos, alterações no gosto do consumidor e na moda ou pressões competitivas conduzem à obsolescência rápida ou à mudança na preferência do consumidor (Christopher, 1999, p.137).

Conforme Nogueira *et al* (2020):

Os sinais de descarte estão presentes e crescem a cada ano. Calcula-se que, no ano 2000, tínhamos 10 bilhões de latas de alumínio e mais 13 bilhões de garrafas pet. O descarte também pode ser visto por meio da quantidade de lixo produzida pelos grandes centros urbanos. São Paulo produzia, em 1985, 4.450 toneladas de lixo por dia; este número subiu para 16.000 toneladas, por dia, em 2000. (Nogueira *et al*, 2020, p. 226)

Leite (2003) cita ainda que os computadores e periféricos são produtos cujo ciclo de vida é bastante reduzido, criando oportunidades para empresas de reciclagem especializadas nestes tipos de produtos.

Lacerda (2002) afirma que a vida de um produto, do ponto de vista logístico, não termina com sua entrega ao cliente. Produtos se tornam obsoletos, danificados, ou não funcionam e deve retornar ao seu ponto de origem para serem adequadamente descartados, reparados ou reaproveitados.

Um dos grandes desafios para as empresas é criar processos de gestão do ciclo de vida do produto que sejam capazes de rastrear os produtos ao longo da cadeia de distribuição. Um bom controle sobre o ciclo de vida do produto requer um bom sistema de gestão para possibilitar um controle eficaz deste ciclo (Trigueiro, 2004).

2.7 Logística reversa como diferencial competitivo

O número de empresas líderes nos seus segmentos que estão adotando o fluxo reverso nos elos da cadeia produtiva vem aumentando. Com isso elas buscam equacionar e organizar a distribuição e o retorno de seus bens de pós-venda e pós-consumo, visando segundo Leite (2003) agregar valor percebível a seus clientes e consumidores finais, obtendo excelentes retornos de diferentes naturezas.

Alberti (2024) descreve que a logística reversa transcende a mera obrigação legal, configurando-se como uma chance estratégica para as empresas evidenciarem seu comprometimento com a sustentabilidade. Além disso, representa um dos métodos mais eficientes para as organizações se integrarem à economia circular, o que resulta na redução do desperdício e na melhoria da percepção da marca pelo consumidor.

Se faz necessário buscar novas oportunidades capaz de satisfazer o consumidor, nesse sentido, ainda na visão de Alberti (2024, p.21), afirma que a

logística reversa não só reduz o impacto ambiental, mas também oferece uma oportunidade para as empresas de se destacarem em um mercado cada vez mais consciente.

Segundo Christopher (1999, p.31) organizações em quase todos os mercados admitem que a diferenciação por meio de um serviço ao cliente superior pode evitar a concorrência por preços. A logística reversa, ao operar e controlar o fluxo de retorno de bens de pós-venda e pós-consumo, torna-se uma importante ferramenta para as empresas que desejam agregar valor, fidelizar clientes e adquirir práticas sustentáveis, possibilitando assim um diferencial competitivo no mercado. (Barbosa, 2018).

Quadro 2 - Motivos estratégicos para as empresas operarem os canais reversos

Motivo Estratégico	Porcentagem de empresas respondentes
Aumento de competitividade	65,2%
Limpeza de canal – estoques	33,4%
Respeito às legislações	28,9%
Revalorização econômica	27,5%
Recuperação de ativos	26,5%

Fonte: Adaptado de Leite (2003, p. 24)

O Quadro 2 ilustra que o principal motivador estratégico para as empresas operarem canais reversos é o Aumento de competitividade, citado por 65,2% das empresas, seguido pela Limpeza de canal – estoques (33,4%).

A logística reversa é fundamental para a revalorização dos produtos devolvidos às indústrias por problemas ligados a qualidade, quando ainda estão na garantia. Segundo Leite (2003) esses produtos poderão ser submetidos a consertos ou reformas que permitam retornar ao mercado primário ou a mercados diferenciados que denominamos secundários agregando-lhes valor comercial novamente.

2.8 Custos envolvidos na logística reversa

Algumas empresas ainda consideram a logística reversa como sendo apenas mais uma fonte de custos e, portanto, dispensável à suas estratégias. No entanto, grandes indústrias estão revendo os seus conceitos e percebendo que a logística reversa pode ser uma forma de gerar lucros e agregar valor a sua imagem corporativa junto aos clientes e a sociedade. Novaes (2001, p.179) afirma que atuar de forma

competitiva é buscar melhorias contínuas junto aos demais elementos da cadeia, de forma a reduzir custos, melhorar a qualidade dos produtos e o nível de serviço para os clientes finais, os consumidores.

Leite (2003) afirma que a logística reversa propicia revalorização de diversas naturezas podendo ser utilizada estrategicamente como diferencial competitivo e gerando, via de regra, novos centros de lucro empresarial.

No Brasil, o melhor exemplo de revalorização de bens é a reciclagem do alumínio e do ferro que representam economias de US\$ 1 bilhão e US\$ 2 bilhões respectivamente, segundo Leite (2003).

Lacerda (2002) comenta que: as iniciativas relacionadas à logística reversa têm trazido consideráveis retornos para as empresas. Economias com a utilização de embalagens retornáveis ou com o reaproveitamento de materiais para produção têm trazido grandes ganhos que estimulam cada vez mais novas iniciativas.

Segundo Leite e Brito (2005):

Esses canais reversos apresentam importância crescente, tanto do ponto de vista estratégico empresarial como do ponto de vista econômico. Pesquisa nesse sentido realizado nos Estados Unidos em 1997 estimou o custo do retorno de bens em 35 bilhões de dólares, ou seja, aproximadamente 0,5 % do PNB daquele país, ou 4% dos custos logísticos totais (US\$ 862 bilhões naquele ano). A mesma pesquisa obteve os níveis de retorno de vários setores de atividade econômica. (Leite e Brito, 2005, p. 218)

De acordo com Vieira (2024), pode-se avaliar a importância da logística reversa para o setor de matérias-primas secundárias, pelas indústrias de ferro e aço, alumínio e plástico que consomem 30%, 20% e 20% desta matéria-prima secundária, respectivamente.

2.9 Logística Reversa: Meio ambiente e responsabilidade social

De acordo com Mendonça *et al* (2017) ao longo dos últimos anos, as empresas têm enfrentado uma crescente demanda por parte de setores como o governo, a sociedade civil e o mercado, todos responsáveis pela administração de resíduos, para que mitiguem os impactos ambientais de suas atividades e mercadorias. Nesse sentido, as empresas estão adotando ações empresariais que visam contribuir com a comunidade através de incentivo à reciclagem de materiais, alterações de projeto para reduzir impactos ao meio ambiente, entre outros (Leite, 2002).

A legislação ambiental utiliza-se do princípio “poluidor-pagador”, ou EPR (*Extended Product Responsibility*), onde as organizações passam a serem

responsáveis pelo retorno dos bens de pós-consumo e de pós-venda e pela destinação final dos resíduos.

A substituição da embalagem de poliuretano pelo papel no grupo McDonald's, visando a redução do impacto e melhoria em reciclagem, e o projeto do automóvel Volvo reciclável, no qual as condições de desmontagem foram facilitadas, são exemplos de objetivos desta natureza. No caso do McDonald's, a iniciativa faz parte de um compromisso mais amplo de que 100% de suas embalagens para clientes serão provenientes de fontes renováveis, recicladas ou certificadas até 2025 (McDonald's Corporate, 2018). Similarmente, a Volvo demonstra esse foco ao projetar veículos como o EX30, que utiliza materiais reciclados em sua estrutura, como plástico de garrafas PET e fibra de carbono reciclada, e que foi concebido para ter 95% de seus materiais recuperados ao final de sua vida útil, seja por reciclagem ou recuperação de energia (Ecoaliza, 2024).

A legislação brasileira obriga os diversos elos da cadeia a aceitar devoluções de embalagens de seus clientes, a aceitar e se responsabilizar pelo retorno de produtos perigosos. Empresas de óleo lubrificante, lâmpadas fluorescentes, bateria de celulares, entre outros produtos no Brasil, são responsáveis pela logística reversa de retorno de seus produtos de pós-consumo através de legislação específica. Essa obrigatoriedade é estabelecida pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, que impõe a fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes a responsabilidade de estruturar e implementar sistemas de logística reversa para oito tipos de resíduos específicos, incluindo os citados (Iber Brasil, 2025).

As conscientizações ecológicas da sociedade, aliadas às informações de desastres ecológicos, criam uma sensibilidade ambiental onde não são admitidos descasos como lixões em locais abandonados, em rios ou córregos. Este é um importante fator de incentivo à estruturação e organização dos Canais de Distribuição Reversos e tem sido acompanhada por empresas e governantes com visão estratégica variada, visando preservar suas imagens corporativas e seus negócios, enquanto governos promulgam legislações ambientais específicas. A crescente conscientização ambiental da população e a pressão social por práticas responsáveis exercem uma influência direta sobre governos e corporações, forçando-os a adotar a logística reversa como uma ferramenta de sustentabilidade corporativa para mitigar o impacto ambiental. (Peixoto, 2019)

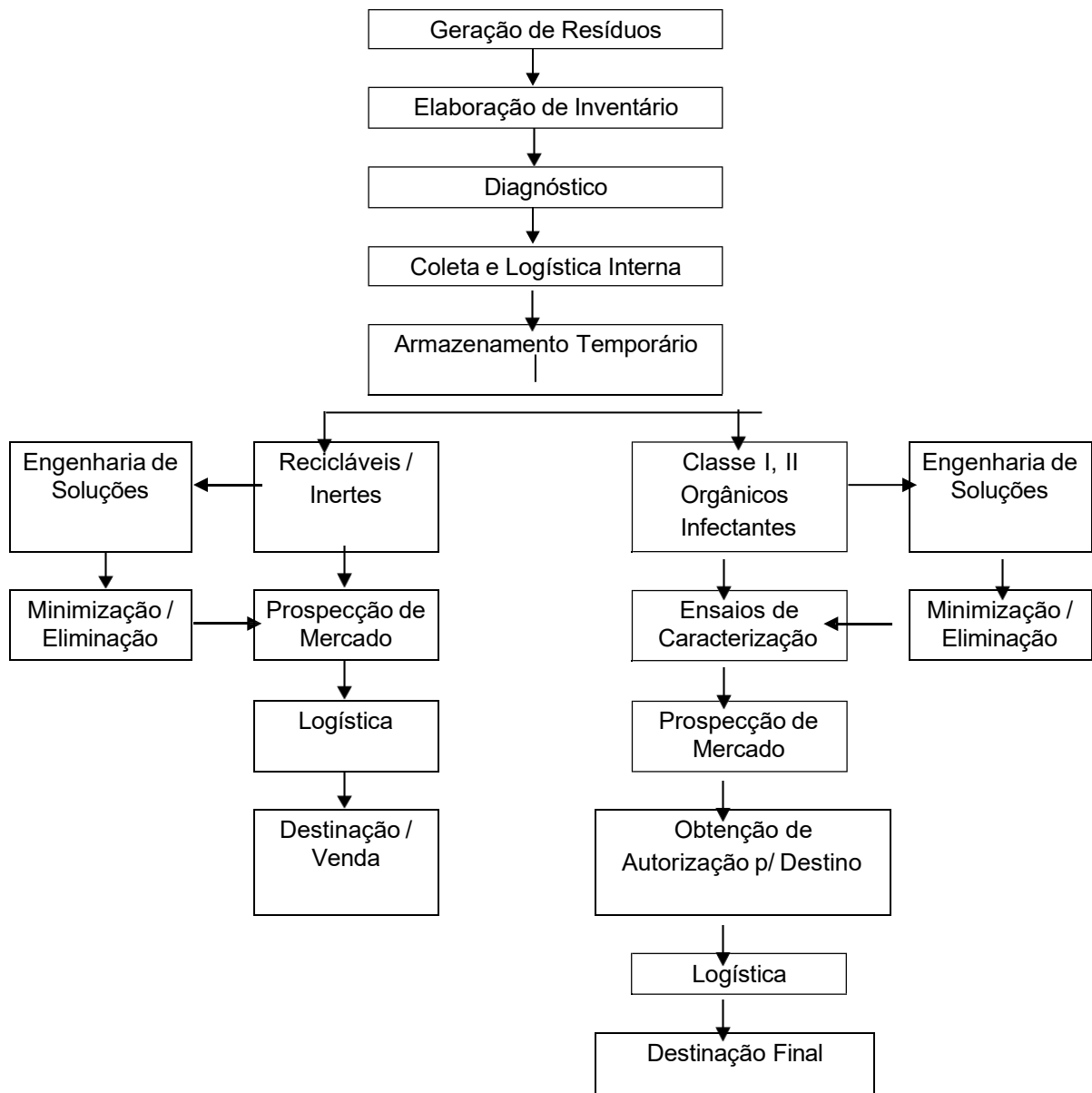
2.9.1 Reciclagem

A reciclagem é uma importante forma de retornar a matéria-prima ao ciclo produtivo, gerando economia de energia e diminuindo a exploração dos recursos naturais. Entre os benefícios da reciclagem estão a geração de emprego e renda para a população não qualificada, a minimização das contaminações do solo, água e ar, melhora na limpeza da cidade, prolongamento da vida útil dos aterros sanitários, entre outros.

De acordo com a Lei 12.305/2010 que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), descreve a reciclagem como:

XIV - reciclagem: 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 do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (Brasil, 2010, p. 2).

Gráfico 4 - Fluxograma da Gestão Global de Resíduos



Fonte: Adaptado de www.apliquim.com.br.

Os metais são muito utilizados na reciclagem devida suas características, descritas no texto abaixo:

Os metais são materiais de elevada durabilidade, resistência mecânica e facilidade de conformação, sendo muito utilizados em equipamentos, estruturas e embalagens em geral. A durabilidade e a resistência são propriedades cruciais, pois definem a capacidade do material de suportar cargas e resistir à corrosão e ao desgaste, fatores essenciais para a longevidade de estruturas e equipamentos (Horta e Brito, 2001).

Quanto à sua composição, os metais são classificados em dois grandes grupos: os ferrosos (compostos basicamente de ferro e aço) e os não-ferrosos. Essa divisão justifica-se pela grande predominância do uso dos metais à base de ferro, principalmente o aço. A classificação em ferrosos e não-ferrosos é fundamental, sendo os ferrosos definidos por conterem ferro em sua composição, o que lhes confere propriedades magnéticas e alta resistência à tração (Oliveira, 2018).

Entre os metais não-ferrosos, destacam-se o alumínio, o cobre e suas ligas (como latão e o bronze), o chumbo, o níquel e o zinco. Os dois últimos, junto com o cromo e o estanho, são mais empregados na forma de ligas com outros metais, ou como revestimento depositado sobre metais, como, por exemplo, o aço. A importância desses metais reside em suas características específicas, como a alta resistência à corrosão do alumínio e do cobre, que os tornam essenciais para diversas aplicações industriais (Limaverde e Sousa, 1983).

A grande vantagem da reciclagem de metais é evitar as despesas da fase de redução do minério a metal. Essa fase envolve um alto consumo de energia, e requer transporte de grandes volumes de minério e instalações caras, destinadas à produção em grande escala. A reciclagem de metais, em particular o aço, proporciona uma economia de recursos naturais significativa, pois "a reciclagem de 1 tonelada de aço economiza 1.140 Kg de minério de ferro, 155 Kg de carvão e 18 Kg de cal" (WWF-Brasil, 2008).

Embora seja maior o interesse na reciclagem de metais não-ferrosos, devido ao maior valor de sua sucata, é muito grande a procura pela sucata de ferro e de aço, inclusive pelas usinas siderúrgicas e fundições. O interesse pela sucata ferrosa é crescente, pois ela é considerada um insumo importante para a indústria siderúrgica, especialmente para a produção de aço pela rota semi-integrada, que utiliza o Forno Elétrico a Arco (FEA) (Trindade Junior, 2013).

A sucata é matéria-prima das empresas produtoras de aço que não contam com o processo de redução do minério a metal, e que são responsáveis por cerca de 20% da produção nacional de aço. A sucata representa cerca de 40% do total de aço consumido no país, valor próximo aos valores de outros países, como os Estados Unidos, onde atinge 50% do total da produção. Ressalta-se que o Brasil exporta cerca de 40% da sua produção de aço. Contudo, a tecnologia que utiliza sucata responde por apenas 25% da produção nacional do aço bruto, indicando um potencial de crescimento para o uso desse material no país (Caramel, 2023).

É importante, ainda, observar que a sucata pode, sem maiores problemas, ser reciclada mesmo quando enferrujada. Sua reciclagem é também facilitada pela sua simples identificação e separação, principalmente no caso da sucata ferrosa, em que se empregam eletroímãs, devido às suas propriedades magnéticas. A sucata ferrosa, por ser magnética, tem sua separação facilitada, o que permite a retirada de "até 90% do metal ferroso existente no lixo" (Penante, 2024).

Os pneus usados podem ser reutilizados após sua recauchutagem. Esta consiste na remoção por raspagem da banda de rodagem desgastada da carcaça e na colocação de uma nova banda. Após a vulcanização, o pneu "recauchutado" deverá ter a mesma durabilidade que o novo. A economia do processo favorece os pneus mais caros, como os de transporte (caminhão, ônibus, avião), pois nestes segmentos os custos são melhor monitorados. A recauchutagem é considerada uma das tecnologias mais utilizadas para a reutilização de pneus no Brasil, sendo um processo que prolonga a vida útil do pneu e gera economia de matéria-prima e energia (Lagarinhos e Tenório, 2008).

Há limites no número de recauchutagem que um pneu suporta sem afetar seu desempenho. Assim sendo, mais cedo ou mais tarde, os pneus são considerados inservíveis e descartados. O conceito de pneu inservível é definido como aquele que não possui mais nenhuma possibilidade de recauchutagem ou recapagem, não servindo mais para sua finalidade original (Rodrigues e Bezerra, 2021).

Os pneus descartados podem ser reciclados ou reutilizados para diversos fins. Neste caso, são apresentadas, a seguir, várias opções: na engenharia civil (como barreira em acostamentos de estradas ou recifes artificiais), na regeneração da borracha (por digestão com vapor e produtos químicos), e na geração de energia (devido ao seu alto poder calorífico). As tecnologias mais utilizadas para a destinação de pneus inservíveis no Brasil incluem a reciclagem, a valorização energética em fornos de cimenteiras (co-processamento) e a utilização em pavimentação asfáltica, demonstrando a diversidade de aplicações para o material (Lagarinhos e Tenório, 2008).

Quadro 3 - Preservação dos recursos naturais com a reciclagem

Material Reciclado	Preservação	Decomposição
1.000 kg de papel	Corte de 20 árvores	1 a 3 meses
1.000 kg de plástico	Extração de milhares de litros de petróleo	200 a 450 anos
1.000 kg de alumínio	Extração de 5.000 kg de minério	100 a 500 anos
1.000 kg de vidro	Extração de 1.300 kg de areia	4.000 anos

Fonte: Adaptado de <http://www.conesulrs.com.br/capa/reciclar.html>.

O Quadro 3 demonstra o impacto da reciclagem na preservação de recursos naturais, como o corte de 20 árvores a cada 1.000 kg de papel reciclado, e evidencia a importância da prática ao contrastar o benefício imediato com o longo tempo de decomposição de materiais como o vidro (4.000 anos).

A conscientização da população é um dos pontos mais importantes no processo da reciclagem. Qualquer projeto que se destine à proteção ambiental não terá êxito se não houver uma conscientização de todas as partes envolvidas, um princípio formalizado pela Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999). O apoio da população aliado à coleta seletiva de materiais é fundamental para a reciclagem.

Quadro 4 - Decomposição de alguns materiais

Material	Tempo de Decomposição
Aço	Mais de 100 anos
Alumínio	200 a 500 anos
Baterias	100 a 500 anos
Borracha	Indeterminado
Cerâmica	Indeterminado
Chicletes	5 anos
Corda de nylon	30 anos
Couro	50 anos
Embalagens Longa Vida	Até 100 anos (alumínio)
Espanjas	Indeterminado
Fralda biodegradável	1 ano
Fralda descartável	450 a 600 anos
Filtros de cigarros	5 anos
Isopor	150 anos
Lata de aço	10 anos
Linha de pesca	600 anos
Louças	Indeterminado
Luvras de borracha	Indeterminado
Madeira pintada	Mais de 13 anos
Metais (componentes de equipamentos)	Cerca de 450 anos
Óleo lubrificante	Não se decompõem
Óleo de cozinha	Indeterminado
Palito de fósforo	2 anos
Panos	6 meses a 1 ano
Papel e papelão	Cerca de 6 meses
Papel plastificado	1 a 5 anos
Plásticos (embalagens, equipamentos)	Até 450 anos
Pilhas	100 a 500 anos
Pneus	Indeterminado
Sacos e sacolas plásticas	Mais de 100 anos
Tampinhas de garrafas	100 a 500 anos
Tecidos de algodão	1 a 5 meses
Vidros	Indeterminado

Fonte: Adaptado de Leite, 1999.

O Quadro 4 ilustra a grande variação no Tempo de Decomposição dos materiais, que vai de poucos meses (como o papel e o papelão) a centenas de anos (como o alumínio e as pilhas), e até mesmo a um período indeterminado para itens como borracha, cerâmica e vidro, ressaltando a urgência da gestão adequada de resíduos.

2.9.2 Etapas ligadas ao manuseio de resíduos

Os cuidados no manuseio, segregação, acondicionamento, armazenamento e transporte de resíduos são fundamentais para a segurança do meio ambiente. A gestão eficaz de resíduos é crucial para evitar a degradação ambiental, proteger a saúde pública e garantir o uso sustentável dos recursos naturais (Simpar, 2024).

2.9.3 Manuseio de resíduos

A movimentação dos resíduos na indústria normalmente está ligada às áreas administrativas e tanto os trabalhadores como suas chefias se expõem a riscos desnecessários pela falta de pessoal qualificado para realização desses serviços. Os operários devem ter treinamento específico que os informem dos riscos inerentes a cada resíduo, como executar a coleta, fazer o acondicionamento, transporte e armazenamento, e como utilizar os equipamentos de transporte e de proteção individual, e devem ser treinados quanto aos procedimentos de emergência em caso de acidentes ou derramamentos. A conscientização dos empresários para que se adote um sistema de treinamento não é uma tarefa fácil, visto que frequentemente eles estão envolvidos com problemas econômicos e produtivos da empresa. Porém as indústrias devem elaborar e aplicar um programa de treinamento cuja eficácia dependerá da atuação dos funcionários, dos técnicos e do estado. A realização de treinamentos para os funcionários quanto ao manuseio dos resíduos e as estratégias de produção mais limpa são um desafio, mas são essenciais para a gestão de resíduos sólidos industriais (Simião, 2011).

2.9.4 Segregação dos resíduos

A segregação dos resíduos sólidos dentro de uma indústria é de suma importância, pois visa evitar a mistura de resíduos incompatíveis, contribuir para a qualidade dos resíduos que possam vir a ser reciclados ou recuperados e diminuir o volume de resíduos perigosos ou especiais que serão tratados ou dispostos em separado, proporcionando também economia financeira. A segregação é um processo de extrema importância, pois visa evitar a mistura de resíduos incompatíveis, contribuir para a qualidade dos resíduos que possam vir a ser reciclados ou recuperados e diminuir o volume de resíduos perigosos ou especiais que serão tratados ou dispostos em separado, proporcionando também economia financeira (Salvador e Machado, 2010).

Muitos danos poderão ser causados com a mistura de dois ou mais resíduos incompatíveis, pela ocorrência de reações indesejáveis ou incontrolláveis, com consequências adversas ao homem, ao meio ambiente, aos equipamentos e a própria instalação industrial. A mistura de resíduos incompatíveis pode gerar calor, fogo ou explosão, geração de gases tóxicos, inflamáveis, volatilização de substâncias tóxicas ou inflamáveis, solubilização de substâncias tóxicas ou polimerização violenta.

2.9.5 Acondicionamento de resíduos

O acondicionamento de resíduos deve sempre ser feito em material compatível com os resíduos, apresentar resistência física a pequenos choques, durabilidade e compatibilidade com o equipamento de transporte em termos de forma, volume e peso e as embalagens serem estanques. As características dos resíduos é que irão determinar a escolha do tipo de recipiente mais adequado a cada caso. Também tem que se levar em conta a quantidade do material a ser acondicionado, o tipo de transporte a ser utilizado e a disposição adotada. O acondicionamento de resíduos perigosos deve seguir normas técnicas específicas, que são regidas pela norma NBR 12.235 (ABNT, 1992).

2.9.6 Armazenamento de resíduos

Define-se como contenção temporária em área autorizada pelo órgão ambiental (Licenciada), à espera de disposição final adequada, desde que atenda as condições de segurança e normas técnicas. O armazenamento de resíduos sólidos perigosos deve seguir as condições exigíveis para proteger a saúde pública e o meio ambiente, conforme detalhado na NBR 12.235 da ABNT (ABNT, 1992).

2.9.7 Transporte de resíduos

Por suas características, os resíduos sólidos, ao contrário dos resíduos líquidos e gasosos, necessitam ser transportados mecanicamente do gerador até a disposição final. Essa movimentação é uma etapa crucial do gerenciamento integrado de resíduos, que compreende diversas fases desde a coleta até o destino final ambientalmente adequado (Brasil, 2010). As modalidades de transporte incluem:

- a) Transporte de resíduos de serviços de saúde;
- b) Transporte marítimo fluvial;
- c) Transporte ferroviário;
- d) Transporte rodoviário.

2.9.7.1 Características dos veículos utilizados no transporte

Todos os veículos utilizados em transporte de carga perigosa terão de ser aprovados, pelas normas brasileiras em vigor ou por internacionais aceitas, além de atestado do INMETRO, que também fará vistoria periódica obrigatória no mínimo a cada 3 anos ou após qualquer acidente. Os veículos deverão estar equipados com tacógrafo e os discos deverão ser guardados por três meses ou por um ano em caso de envolvimento em acidentes. A complexidade do transporte de resíduos perigosos exige que os veículos e equipamentos utilizados, como caminhões-tanque, sejam aprovados por normas brasileiras e internacionais e passem por vistoria periódica obrigatória. (Grigio, 2015)

2.9.7.2 Documentação que acompanha o transporte

A documentação que acompanha o transporte é crucial para a rastreabilidade e segurança. O Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) é um documento fundamental, pois tem como objetivo a rastreabilidade dos resíduos sólidos e a operacionalização do Plano de Gerenciamento de Resíduos (Santos, 2022). A conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento criou algumas normas buscando regulamentar o manejo de resíduos perigosos, sendo no Brasil, criada em 1997 a Agenda 21 Brasileira, que tem como finalidade inserir estratégias de sustentabilidade, conforme descrito abaixo:

O controle efetivo da geração, do armazenamento, do tratamento, da reciclagem e reutilização, do transporte, da recuperação e do depósito dos resíduos perigosos é de extrema importância para a saúde do homem, a proteção do meio ambiente, o manejo dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável. Isto requer a cooperação e participação ativas da comunidade internacional, dos governos e da indústria. Para os fins do presente documento, entender-se-á por indústria as grandes empresas industriais, inclusive as empresas transnacionais, e a indústria nacional. (Agenda 21, 1992, p.266)

3 METODOLOGIA

O presente trabalho de conclusão de curso adota um delineamento metodológico voltado para uma investigação teórica e documental sobre a logística reversa na gestão de resíduos sólidos, com ênfase nos impactos ambientais e econômicos relacionados à sua adoção. Conforme Kothari (2004), a metodologia de pesquisa representa uma forma sistemática de solucionar um problema de pesquisa.

Dessa forma, o método aplicado consiste em uma revisão sistemática da literatura e análise documental, permitindo uma investigação aprofundada de um fenômeno contemporâneo, tendo como base o corpo teórico e legal já estabelecido. A escolha pela revisão sistemática garante o rigor e a replicabilidade na busca e seleção das fontes (Galvão e Ricarte, 2019).

Em termos de natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada, uma vez que o conhecimento gerado visa contribuir diretamente para a compreensão e, indiretamente, para a melhoria de problemas práticos relacionados à gestão de resíduos e à sustentabilidade empresarial e pública, conforme a classificação de Silveira e Córdova (2009). Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema da logística reversa, explicitar suas características e construir um quadro teórico sólido e fundamentado (Gil, 2022).

A abordagem qualitativa foi escolhida para esta pesquisa, considerando seu foco em compreender de maneira aprofundada o fenômeno da logística reversa, analisando relações e implicações dos conceitos e legislações envolvidos, sem objetivo de quantificação dos dados (Silveira e Córdova, 2009). A coleta de dados baseou-se exclusivamente em pesquisa bibliográfica e análise documental. A pesquisa bibliográfica, que constitui o pilar do estudo, foi desenvolvida a partir de materiais já elaborados, como livros, artigos científicos, dissertações e teses, com o propósito de fornecer o embasamento teórico necessário para abordar os conceitos centrais e as discussões acadêmicas relativas ao tema (Gil, 2022).

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar e repositórios institucionais, utilizando palavras-chave relacionadas a "Logística Reversa", "Gestão de Resíduos Sólidos", "Impactos Ambientais", "Impactos Econômicos", "Sustentabilidade" e "Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)".

Complementarmente, a análise documental foi empregada estrategicamente, focando em fontes que representam a base legal e técnica do tema. Esta abordagem, combinada com a revisão sistemática, permite a triangulação de dados

para maior validade dos resultados (Galvão e Ricarte, 2019).

Foi dada ênfase à legislação brasileira, especialmente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº) e seus decretos regulamentadores, os quais estabelecem o marco legal para a implementação da logística reversa no Brasil. Também foram analisados relatórios técnicos e governamentais emitidos por órgãos como o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A execução dos procedimentos metodológicos ocorreu em três fases, assegurando organização e rigor científico. A primeira fase compreendeu o planejamento e a coleta de dados, que envolveu o estabelecimento de um protocolo para busca sistemática e a organização das fontes em um gerenciador de referências, garantindo a rastreabilidade das informações. Na segunda fase, ocorreu a análise e síntese dos materiais, com a realização de leitura exploratória, seletiva e analítica dos textos, acompanhada de fichamentos para extrair e sintetizar os pontos-chave, conceitos, argumentos e dados relevantes agrupados em categorias temáticas. Nessa etapa, a técnica de análise de conteúdo, conforme Bardin (2015), foi aplicada para permitir uma interpretação crítica, identificação das categorias de análise, inferências de significado e comparação entre as convergências e divergências apresentadas pelos autores e documentos legais.

Por fim, a terceira fase consistiu na redação e discussão dos resultados, mediante a estruturação dos capítulos do trabalho com base na síntese teórica e documental obtida, e o confronto dos dados com a legislação e informações técnicas, buscando responder aos objetivos específicos da pesquisa e, consequentemente, ao objetivo geral proposto.

Dessa maneira, os dados e informações provenientes de cada fonte foram analisados para identificar conceitos-chave, tendências e lacunas presentes tanto na literatura quanto na legislação relativa à logística reversa. A análise crítica e a síntese final proporcionaram a criação de um quadro teórico robusto e a proposição de diretrizes conceituais destinadas a permitir a avaliação dos impactos ambientais e econômicos da logística reversa, com potencial para fundamentar futuras aplicações e estimular a disseminação de práticas sustentáveis por parte de organizações e da sociedade.

3.1 Critérios de rigor científico e limitações do estudo

Para assegurar a validade e a confiabilidade dos resultados obtidos, foram adotados critérios de rigor científico inerentes à pesquisa qualitativa e à revisão sistemática (Velloso e Tizzoni, 2020). Além disso, é fundamental explicitar as limitações do estudo, conforme a prática acadêmica, para delimitar o escopo das conclusões e orientar futuras pesquisas (Gil, 2022).

3.1.1 Rigor científico e confiabilidade

O rigor científico desta pesquisa foi estabelecido por meio de procedimentos que garantiram a rastreabilidade e a validade do processo de coleta e análise de dados (ULLRICH *et al*, 2012).

A rastreabilidade foi assegurada pelo protocolo de busca sistemática, que detalhou as bases de dados, as palavras-chave e os critérios de inclusão e exclusão utilizados, permitindo que o processo de seleção das fontes fosse replicável. As palavras-chave centrais que guiaram a busca foram: Logística Reversa, Resíduos Sólidos, Sustentabilidade, Economia Circular e Meio ambiente. A organização das fontes em um gerenciador de referências, mencionada na primeira fase da execução metodológica, reforça essa rastreabilidade, garantindo a transparência na origem de todas as informações utilizadas (Sousa *et al*, 2021).

A validade do estudo está ancorada na triangulação metodológica, que se manifesta no confronto constante entre o Corpo Teórico (literatura acadêmica) e o Corpo Legal/Técnico (legislação e relatórios governamentais) (Tuzzo e Braga, 2016). A aplicação da Análise de Conteúdo de Bardin (2015) na segunda fase permitiu uma interpretação crítica e sistemática, minimizando vieses e garantindo que as inferências de significado fossem logicamente justificadas e fundamentadas no material analisado. A identificação de categorias temáticas e a análise de convergências e divergências entre os autores e documentos legais são elementos-chave que conferem profundidade e credibilidade à análise (Velloso e Tizzoni, 2020).

3.1.2 Limitações do estudo

Apesar do rigor metodológico empregado, este estudo apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados (Gil, 2022):

- a) Natureza da pesquisa: Por se tratar de uma pesquisa exclusivamente bibliográfica e documental, a principal limitação reside na ausência de dados primários, como entrevistas, estudos de caso ou levantamentos de campo. As conclusões são, portanto, baseadas na síntese e na

análise crítica de informações já publicadas, não refletindo a realidade operacional in loco de empresas ou sistemas de logística reversa específicos (Cunha *et al*, 2013).

- b) Escopo geográfico: O foco na legislação brasileira, especialmente na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), restringe a aplicabilidade direta das conclusões ao contexto nacional. Embora a literatura internacional tenha sido utilizada para o embasamento teórico, a análise legal e técnica é predominantemente voltada para o Brasil.
- c) Abordagem qualitativa: A escolha pela abordagem qualitativa, embora essencial para a profundidade da análise conceitual e legal, implica a não quantificação dos impactos. Os resultados não fornecem métricas ou indicadores numéricos de desempenho ambiental ou econômico da logística reversa, limitando-se à identificação e discussão de tendências e relações conceituais (Paiva Júnior *et al*, 2011).

Essas limitações não invalidam os achados, mas estabelecem o limite de generalização e a natureza das contribuições do trabalho, que se concentram na construção de um quadro teórico-legal robusto e na proposição de diretrizes conceituais para a avaliação dos impactos da logística reversa.

4 DISCUSSÃO

A Logística Reversa (LR) é muito mais do que um termo técnico, é, na verdade, um convite urgente para repensarmos a maneira como vivemos e consumimos. Ela nos tira da zona de conforto do "usar e jogar fora" e nos coloca no caminho da responsabilidade compartilhada. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010, não apenas impôs regras, mas nos deu um mapa para essa jornada, transformando o que antes era lixo em um recurso valioso.

4.1. O resíduo como recurso: O abraço da economia circular

Imagine um mundo onde nada se perde, tudo se transforma. É essa a promessa da Economia Circular (EC), e a Logística Reversa é o motor que a faz funcionar. Se a PNRS nos obriga a agir, a EC nos mostra o valor por trás dessa ação. Ao fechar o ciclo, a LR permite que o material que você descartou volte para a fábrica, minimizando a necessidade de extrair mais da nossa natureza e aliviando a pressão sobre os nossos já saturados aterros sanitários.

O impacto disso é sentido em toda a sociedade. O quadro 5 apresenta uma síntese de como nossas escolhas afetam o meio ambiente. Quando a LR funciona, estamos ativamente protegendo a biodiversidade e dando uma trégua ao nosso clima. Cada tonelada de material reciclado significa menos minério extraído e menos energia gasta, o que se traduz em uma pegada de carbono menor para as empresas e para o planeta. E o mais importante: a destinação correta de itens perigosos, como pilhas e eletrônicos, é um ato de cuidado com o nosso solo e a nossa água, evitando contaminações que afetam a todos nós. A LR é a materialização da responsabilidade estendida do produtor.

Quadro 5 - O Contraste: Como Nossas Escolhas Afetam o Meio Ambiente

Fator	Logística Linear	Logística Reversa
Extração de Recursos	Muita dependência do que a natureza oferece	Redução da necessidade de matéria-prima virgem
Geração de Resíduos	Máxima, sobrecarregando nossos lixões	Mínima, pois o "lixo" vira matéria-prima
Emissões de Carbono Contaminação	Altas (devido à produção e transporte)	Reduzidas (graças à reciclagem e reuso)
Contaminação	Risco alto (descarte inadequado de perigosos)	Risco controlado (destinação segura e especializada)

Fonte: Os autores.

4.2. Os obstáculos no caminho: por que a LR ainda não é perfeita no Brasil?

Apesar de todo o potencial, a jornada da Logística Reversa no Brasil é cheia de pedras. Os desafios são complexos e se dividem em três grandes áreas: o que o governo precisa aprimorar, o que as empresas precisam construir e o que nós, cidadãos, precisamos mudar. Superar esses obstáculos é o nosso dever de casa para que as metas da PNRS se tornem realidade.

4.2.1. A Burocracia e a responsabilidade de todos

A PNRS é clara: a responsabilidade é compartilhada. Isso significa que todos, do fabricante ao consumidor, têm um papel. Contudo, a aplicação dessa lei varia muito de um estado para outro. A falta de regras claras e a lentidão na aprovação de sistemas coletivos de LR geram uma insegurança jurídica que desanima as empresas. É um labirinto legal que exige muito esforço, especialmente das pequenas e médias empresas, que não têm grandes departamentos jurídicos para decifrar cada detalhe.

4.2.2. O desafio da infraestrutura: Onde colocar o lixo certo?

O maior nó da LR está na operação e na infraestrutura. Pense na coleta seletiva: ela ainda é falha em muitas cidades. Se não conseguimos coletar o material de forma eficiente, o volume que chega às recicladoras é baixo, e o custo de

processamento sobe. O transporte reverso é outro desafio. Levar pequenos volumes de volta, de forma dispersa, é mais caro e complicado do que o fluxo direto de entrega de produtos. Precisamos de mais pontos de entrega voluntária (PEVs) e de um sistema nacional que nos diga, com clareza, para onde o resíduo deve ir.

4.2.3. A cultura do descarte: O nosso papel na mudança

O sucesso da LR depende, fundamentalmente, de nós, os consumidores. A baixa conscientização é uma barreira cultural que precisa ser derrubada. Quantas vezes separamos o lixo corretamente? Quantas vezes procuramos um PEV para descartar um eletrônico velho? A cultura do descarte rápido e a falta de valorização do resíduo são hábitos que precisam ser substituídos por um senso de responsabilidade. Campanhas de educação ambiental e incentivos diretos são essenciais para que a participação do cidadão deixe de ser exceção e se torne regra.

4.3. A logística reversa como vantagem competitiva: Transformando obrigação em oportunidade

Olhar para a Logística Reversa (LR) apenas como uma obrigação legal imposta pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é uma visão limitada que faz a empresa perder a chance de transformá-la em uma vantagem competitiva poderosa. A LR é o elo operacional que conecta o modelo de produção linear ao da Economia Circular, onde o ciclo de vida do produto não se encerra no consumidor. Uma visão estratégica e moderna enxerga o resíduo não como um passivo ou um problema a ser descartado, mas sim como um ativo valioso que, ao ser reintroduzido na cadeia produtiva, gera valor econômico, ambiental e social.

4.3.1. Economia no bolso e geração de renda

Quando uma empresa reutiliza componentes, remanufatura produtos ou recicla materiais, ela está, na prática, comprando menos matéria-prima virgem. Este processo gera uma economia substancial nos custos de produção e, em muitos casos, a venda de subprodutos (como plásticos, metais ou óleos reciclados) se torna uma nova e estável fonte de receita. A implementação eficiente da LR estabiliza o capital de giro, pois a empresa se torna menos dependente de commodities com preços flutuantes no mercado global. É a prova concreta de que ser sustentável pode, sim, ser mais lucrativo e garantir a resiliência financeira do negócio a longo prazo.

4.3.2. A imagem que conquista: Fidelizando pelo compromisso

Hoje, o consumidor não compra apenas um produto; ele compra a história, os valores e o compromisso ético da marca com o futuro. Empresas que demonstram um engajamento real com a sustentabilidade e a Logística Reversa fortalecem significativamente sua imagem corporativa, um conceito frequentemente associado ao Marketing Verde (Green Marketing). Em um mercado que valoriza cada vez mais as práticas ESG (Ambiental, Social e Governança), a LR é um diferencial competitivo que atrai e fideliza clientes. A satisfação do consumidor moderno está diretamente ligada à percepção de que a marca se importa com o impacto ambiental e social de suas operações. Inovação que transforma: Projetando para o amanhã

A necessidade de facilitar a Logística Reversa impulsiona a inovação em todas as etapas do ciclo de vida do produto. O conceito de Design para Desmontagem ou DfD (*Design for Disassembly*), é um exemplo prático disso: ele consiste em projetar produtos pensando em como eles serão desmontados, separados e reciclados de forma eficiente no futuro. Essa abordagem não só otimiza o processo reverso, mas leva à criação de produtos inerentemente mais duráveis, fáceis de consertar e modulares, alinhando o design industrial com a filosofia central da Economia Circular.

4.4. Setores em destaque: Onde a LR já está fazendo a diferença

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) focou inicialmente em setores com maior potencial de impacto ambiental e volume de resíduos gerados, como embalagens, eletroeletrônicos, pneus e óleos lubrificantes. A análise detalhada desses casos setoriais é crucial, pois nos ajuda a entender a complexidade inerente à Logística Reversa e as soluções específicas que estão sendo implementadas para cada tipo de material. O sucesso da LR depende da capacidade de adaptar a estratégia às características do resíduo e do mercado.

4.4.1. Embalagens: O desafio do volume

As embalagens representam o maior volume de resíduos pós-consumo e, por isso, constituem um dos maiores desafios da Logística Reversa. A LR neste setor depende fundamentalmente de uma parceria robusta com os catadores de materiais recicláveis e da expansão e otimização dos Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). O grande desafio operacional é garantir que o material retorne em massa e com qualidade para a indústria, e que o trabalho essencial dos catadores seja

devidamente valorizado, remunerado e integrado ao sistema formal de gestão de resíduos.

4.4.2. Eletroeletrônicos (E-lixo): O tesouro tóxico

O lixo eletrônico (E-lixo) é perigoso devido à presença de metais pesados que contaminam o meio ambiente, mas é, paradoxalmente, um tesouro por conter metais preciosos (como ouro, prata e cobre) que podem ser recuperados. A logística reversa é vital tanto para o descarte seguro e a neutralização dos riscos ambientais quanto para a recuperação de valor desses materiais de alto custo. É um setor que exige o desenvolvimento e o investimento em tecnologia de ponta e em plantas de tratamento especializadas para o desmonte e a reciclagem complexa.

4.4.3 Pneus e óleos lubrificantes: Casos de sucesso

Os setores de pneus e óleos lubrificantes são frequentemente citados como exemplos de sucesso na implementação da Logística Reversa no Brasil. O segredo para este êxito reside na criação de entidades gestoras setoriais que centralizam a operação, definem metas claras e garantem o financiamento contínuo do processo reverso por toda a cadeia. Isso prova que, com organização, governança transparente e metas bem definidas, a LR pode funcionar de forma eficiente, sustentável e atingir altos índices de recuperação de materiais.

4.5. Olhando para o futuro: Tecnologia e políticas que impulsionam

O futuro da Logística Reversa no Brasil será inevitavelmente moldado pela tecnologia disruptiva e pela adoção de políticas públicas mais inteligentes e ousadas. A evolução do sistema dependerá da capacidade de integrar soluções digitais para aumentar a transparência e a eficiência, ao mesmo tempo em que o arcabouço legal e fiscal é ajustado para incentivar a circularidade.

4.5.1. A tecnologia como aliada: Rastreabilidade e otimização

Ferramentas avançadas como Blockchain e a Internet das Coisas (IoT) têm o poder de revolucionar a LR, garantindo a rastreabilidade completa do resíduo, desde o momento do descarte pelo consumidor até a reintrodução segura na cadeia produtiva. Além disso, sistemas de inteligência artificial (IA) podem ser empregados para otimizar as rotas de coleta, cortando custos de transporte e aumentando a

eficiência operacional de todo o sistema. A digitalização é, portanto, a chave para a transparência, a auditoria e a maximização dos resultados da LR.

4.5.2. O papel do governo: Incentivos e inclusão

O governo possui um papel crucial na criação de um ambiente econômico favorável à LR, o que inclui a implementação de incentivos fiscais (como a desoneração de impostos sobre produtos reciclados) para que a matéria-prima secundária se torne mais competitiva que a virgem. É fundamental, também, simplificar a governança dos sistemas de LR e garantir que os recursos financeiros sejam aplicados de forma transparente e auditável. Por fim, o fortalecimento e a inclusão social e econômica dos catadores de materiais recicláveis, reconhecidos como agentes essenciais pela PNRS, é um imperativo ético, social e logístico para o sucesso do sistema.

A Logística Reversa é, em essência, um ato de responsabilidade compartilhada e inteligência empresarial. Sua implementação total e eficaz exige um esforço que vai além do cumprimento da lei, demandando inovação tecnológica, investimento estratégico e, acima de tudo, uma mudança cultural profunda em toda a sociedade. Ao superarmos os desafios operacionais e estruturais, consolidaremos o Brasil como um país que não apenas produz, mas que cuida do seu futuro, transformando resíduos em oportunidades de desenvolvimento sustentável.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que a preocupação com a preservação do meio ambiente, aliada às motivações econômicas, governamentais, sociais e de responsabilidade corporativa, contribui de maneira significativa para promover a sustentabilidade e a rentabilidade das empresas por meio da logística reversa. A integração desses fatores ressalta o papel estratégico da logística reversa como elemento essencial para a gestão sustentável nos contextos organizacional e social.

A implementação da logística reversa oferece múltiplos benefícios à sociedade, tais como a preservação ambiental, a economia de energia, a redução da poluição e a geração de empregos, ainda que, na maior parte dos casos, esses empregos sejam informais, como no caso dos catadores de materiais recicláveis. Essa contribuição social, aliada à redução da descartabilidade dos produtos, conduz a diminuições significativas nos custos operacionais das empresas, ao mesmo tempo em que minimiza os impactos ambientais e reduz a demanda por matérias-primas virgens.

O desenvolvimento e a excelência da logística reversa revelam-se fundamentais para ampliar a reutilização de materiais recicláveis, especialmente quando há uma estruturação eficiente dos canais reversos que permita maior rendimento e menores custos. Contudo, para que essa prática evolua de maneira consistente e sustentável, é imprescindível o engajamento conjunto do governo, das instituições públicas e privadas, bem como da sociedade civil. Somente com essa colaboração será possível assegurar a efetiva preservação ambiental e promover um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

Portanto, a logística reversa assume um papel central não apenas como uma obrigação legal ou instrumento econômico, mas como um agente transformador que impulsiona mudanças culturais, operacionais e estratégicas em prol da sustentabilidade integrada nos diversos setores da sociedade.

REFERÊNCIAS

ALBERTI, Marielly Silva. **Análise da logística reversa aplicada em peças do setor automotivo: um estudo de caso**. 2024. 74 p. Trabalho de Graduação de Curso (Engenharia de Transportes e Logística). Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville, Santa Catarina 2024. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mtcpetem>>. Acesso em: 23 de out, 2025.

AMARAL, Mariana Correa do. **Reaproveitamento e reciclagem têxtil no Brasil: ações e prospecto de triagem de resíduos para pequenos geradores**. 2016. 123 p. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/5f97xpzu>>. Acesso em: 20 set, 2025.

APLIQUIM Brasil Recicle. **Fluxograma da Gestão Global de Resíduos**. Disponível em: <<http://www.apliquim.com.br/>>. Acesso em: 20 de out, 2025.

ARAÚJO, Raquel Chave de; MACÊDO, Maria Erilúcia Cruz. **Logística Reversa: Conceitos, Relevância e Comportamento Sustentável**. 2021. Id on Line Rev. Mult. Psic., Maio/2021, vol.15, n.55, p.216-225. ISSN: 1981-1179. Disponível em: <<https://tinyurl.com/5n8x5tbh>>. Acesso em: 06 de set, 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4sh3t2sh>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

BALLOU, Ronald H. **Business logistics/supply chain management: planning, organizing, and controlling the supply chain**. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2003. Disponível em: <<https://tinyurl.com/53p6b57d>>. Acesso em: 25 de out, 2025.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. São Paulo: Atlas, 1992. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ytvru4ch>>. Acesso em: 25 de out, 2025.

BARBOSA, Tailine Silva Pinheiro. **A LOGÍSTICA REVERSA COMO INSTRUMENTO DE VANTAGEM COMPETITIVA**. Revista Terceiro Setor & Gestão de Anais - UNG-Ser - ISSN 1982-3290, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 05–23, 2018. Disponível em: <<https://tinyurl.com/5c3pcxja>>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2a5sppth>>. Acesso em: 08 de nov, 2026.

BARRETO, Onésima Aguiar Campos; SILVA, João Marcelo dos Santos; GORI, Rodrigo Soares Lelis; SELLITTO, Miguel Afonso. **Logística reversa como ferramenta para sustentabilidade: um estudo sobre cooperativas de catadores de resíduos no Tocantins**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 2, p. 332-343, 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2j6kbb8s>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

BERCK, Brenda Caroline; ROSA, Clara Anversa; SILVA, Iara Edite Coelho da; SANTOS, Isabela Francisca dos; CORRÊA, Victória Sertório. **Logística reversa como estratégia competitiva organizacional**. 2024. 51 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Etec Tenente Aviador Gustavo Klug. Pirassununga, São Paulo, 2024. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y656n2bn>>. Acesso em: 12 set, 2025.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yu978wde>>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 ago. 2010. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mr2yp9h3>>. Acesso em: 06 de set, 2025.

CAMEL, Lilian. **Sucata é utilizada em apenas 25% da produção no país**. Valor Econômico, São Paulo, 26 set. 2023. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3pszdtkf>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

CARVALHO, Ricardo Vicente de. **A importância da gestão comercial, marketing e logística no mercado atual**. 2025. 39 p. Trabalho de graduação do curso. Faculdade de Tecnologia Estudante Rafael Almeida Camarinha. Marília, São Paulo. 2025. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mxka8sbs>>. Acesso em: 12 set, 2025.

CHAVES, Gisele de Lorena Diniz; MARTINS, Ricardo Silveira; JUNIOR, Weimar Freire da Rocha; OPAZO, Miguel Angel Uribe. **Diagnóstico da logística reversa na cadeia de suprimentos de alimentos processados no oeste paranaense**. 2005. 115 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento regional e do Agronegócio). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2005. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2ps2j9z7>>. Acesso em: 06 de set, 2025.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**. 6. ed. São Paulo: Pearson Universidades, 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ya4p5m9f>>. Acesso em 25 de out, 2025.

CHRISTOPHER, Martin. **A Logística do Marketing**. São Paulo. Ed Pioneira. 1999. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4pxvasm5>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

CHRISTOPHER, Martin. **Logistics and Supply Chain Management**. 5 ed. FT Publishing International. 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yfz6ydyh>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1992. 391 p. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mmj9wdzs>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

CONESUL SOLUÇÕES AMBIENTAIS. **Reciclar**. Disponível em: <<http://www.conesulrs.com.br/capa/reciclar.html>> . Acesso em: 10 nov, 2025.

CUNHA, Julio Araujo Carneiro da; YOKOMIZO, Cesar Akira; BONACIM, Carlos Alberto Grespan. **Miopias de uma lente de aumento: as limitações da análise de documentos no estudo das organizações**. Revista Alcance, v. 20, n. 4, p. 431-446, 2013. Disponível em: <<https://tinyurl.com/avb4ne3d>>. Acesso em: 18 de nov, 2025.

ECOALIZA. **Conheça o EX30, o carro da Volvo, produzido a partir de materiais reciclados**. 2024. Disponível em: <<https://tinyurl.com/545yvvc2>>. Acesso em: 25 de out, 2025.

FARIA, Marcos Antônio Lopes. **O processo de desenvolvimento de novos produtos na indústria automobilística como diferencial competitivo da empresa, possibilitando a adequação do produto ao mercado e criando valor para os clientes e acionistas: estudo de caso na Fiat automóveis S. A.** 2003. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mve4p9fw>>. Acesso em: 23 de out, 2025.

FELIX, Graziela Vanessa Celerino; ALBERTIN, Vitória Carolina Silva; DELGADO, Maria Betânia Darcie Pessoa. **LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS CONSUMO DE PAPEL E ELETRÔNICOS: UM ESTUDO NA FATEC MOCOCA**. 2022. 13 p. Artigo Científico (Graduação em Gestão Empresarial). Faculdade de Tecnologia de Mococa, São Paulo, 2022. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yffabf36>>. Acesso em: 11 out, 2025.

GALVÃO, Maria Cristiane Barbosa; RICARTE, Ivan Luiz Marques. **Revisão sistemática da literatura: conceituação, produção e publicação**. Logeion: Filosofia da Informação, v. 6, n. 1, p. 57-73, 2019. Disponível em: <<https://tinyurl.com/bp7w9yv3>>. Acesso em: 12 de nov, 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3yyektdb>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

GOMES, Luan Paulo Kleyson de Sousa. **Logística reversa com vistas à responsabilidade social para as organizações**. 2022. 30 p. Artigo Científico (Graduação em Administração). Centro de Estudos Superiores de Codó, UEMA, 2022. Disponível em: <<https://tinyurl.com/39nacjhc>>. Acesso em: 05 set, 2025.

GOMES, Rafael Rotta. **Relação entre economia circular e logística reversa: uma revisão sistemática**. 2021. 27 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração). Universidade

Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3u7cbrpk>>. Acesso em: 20 set, 2025.

GOVERNO FEDERAL. **Plano Nacional de Economia Circular 2025-2034**. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ydyp3xz2>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

GRIGIO, Gledson Chamareki da Silva. **Análise da Estrutura de Terminais Portuários para o Transporte, Armazenamento e Atendimento a Emergências de Contêineres com Produtos Perigosos**. 2015. 174 p. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <<https://tinyurl.com/55mp9zp7>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

GUARNIERI, Patricia. **Logística reversa: desafios e oportunidades no Brasil e no mundo**. Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade, v. 2, n. 1, 2016. Disponível em: <<https://tinyurl.com/msjryrnh>>. Acesso em: 05 de set, 2025.

HERNÁNDEZ, C. T.; KELLY, L. H. F.; MARINS, F. A. S.; CASTRO, R. C. **A logística reversa e a responsabilidade social corporativa: um estudo de caso num consórcio de gestão de resíduos industriais**. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA - SEGeT, 4, 2007, Resende. Anais... Resende, 2007. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3jw7vkbz>>. Acesso em: 20 de set, 2025.

HORTA, Sandra; DE BRITO, Jorge. **DURABILIDADE DE ELEMENTOS METÁLICOS NÃO ESTRUTURAIS NA CONSTRUÇÃO EM ZONAS COSTEIRAS**. 2001. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3w87mmy9>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

IBER BRASIL. **Quais são os resíduos que têm obrigatoriedade de logística reversa de acordo com a PNRS?** 2025. Disponível em: <<https://tinyurl.com/yk6wsbur>>. Acesso em: 25 de out, 2025.

KOTHARI, C. R. **Research Methodology: Methods and Techniques**. New Age International Publishers, 2004. Disponível em: <<https://tinyurl.com/7973p8nh>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

LACERDA, Leonardo. **Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais**. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, v. 6, 2002. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3wybu6pp>>. Acesso em: 10 de nov, 2025.

LAGARINHOS, Carlos Alberto F.; TENÓRIO, Jorge Alberto S. **Tecnologias utilizadas para a reutilização, reciclagem e valorização energética de pneus no Brasil**. Polímeros, v. 18, p. 106-118, 2008. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4rb4fz84>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

LEITE, Maria Beatriz Ayello. **Tempo de Decomposição dos Materiais**. 1999. In: AMBIENTE BRASIL. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2hcxuj42>>. Acesso em: 30 de out, 2025.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: a complexidade do retorno de produtos**. Revista tecnológica, 2002. 3 p. Disponível em: <<https://tinyurl.com/7rzhe8my>>. Acesso em: 06 set, 2025.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: Meio Ambiente E Competitividade**. São Paulo. Ed. Prentice Hall, 2003. Disponível em: <<https://tinyurl.com/uttu2aaw>>. Acesso em: 20 set, 2025.

LEITE, Paulo Roberto; BRITO, Eliane P. Zamith de; MACAU, Flavio; POVOA, Ângela. **O papel dos ganhos econômicos e de imagem corporativa na estruturação dos canais reversos**. Gestão. Org, v. 4, n. 4, p. 230-246, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/gestaoorg/article/view/21492/18186>>. Acesso em: 12 set, 2025.

LEITE, Paulo Roberto; BRITO, Eliane Pereira Zamith. **Logística reversa de produtos não consumidos: práticas de empresas no Brasil**. Gestão. Org, v. 3, n. 3, p. 214-229, 2005. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3faz4ywf>>. Acesso em: 10 de nov, 2025.

LIAO, Tsai-Yun. **Reverse logistics network design for product recovery and remanufacturing**. Applied Mathematical Modelling, v. 60, p. 145-163, 2018. Disponível em: <<https://tinyurl.com/p5k94f8n>>. Acesso em: 05 set, 2025.

LIMAVERDE, João de Aquino; SOUSA, Edivaldo Tavares de. **A indústria de metais não-ferrosos no Brasil e as perspectivas do mercado nordestino até 1990**. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 247-283, 1983. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3nnmrzhc>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

MALAGUIAS, Wesley Rovati; BERSCH, Renata; BARROS, Murillo Vetroni; KREMER, Guilherme Mateus; PUGLIERI, Fabio Neves. **MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS EM TERMOS DE MANUFATURA ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO**. In: Congresso Internacional de Administração – ADM PG, 2019, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mvps248a>>. Acesso em: 05 de set, 2025.

MARCHESE, Letícia De Quadros. **Logística reversa das embalagens e sua contribuição para a implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2012. Dissertação (Mestrado). Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Universidade do Vale do Taquari – Univates. Lajeado, 2012. Disponível em: <<https://tinyurl.com/48nybke7>>. Acesso em: 20 set, 2025.

MCDONALD'S CORPORATE. **By 2025, all of McDonald's Packaging to Come from Renewable, Recycled or Certified Sources; Goal to Have Recycling Available in All Restaurants**. 2018. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mu95zsn6>>. Acesso em: 25 de out, 2025.

MENDONÇA, Jane Corrêa Alves; VASCONCELOS, Priscila Elise Alves; NOBRE, Luan Batista Oliveira; CASAROTTO, Eduardo Luis. **LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL: UM ESTUDO SOBRE O MECANISMO AMBIENTAL, A RESPONSABILIDADE SOCIAL CORPORATIVA E AS LEGISLAÇÕES PERTINENTES**. Revista Capital Científico - Eletrônica (RCCe) - ISSN 2177-4153, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 130–147, 2017. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3wfx4mt>>. Acesso em: 25 de out, 2025.

MENTZER, JohnT.; DEWITT, William; KEEBLER, JamesS.; MIN, Soonhong; NIX, Nancy W.; SMITH, Carlo D.; ZACHARIA, ZachG. **Defining supply chain management**. Journal of Business Logistics, [S. l.], v.22, n.2, 2001. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2cy6tjm>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

MONTEIRO, Cairo Miranda; BATISTA, Marcos Thiago dos Santos; MACEDO, Matheus Bezerra de; MUNIZ, Lena Andrea. **Logística reversa: a sustentabilidade, políticas e seu desenvolvimento nas empresas**. Logística integrada: desafios e sinergias nas operações multiníveis, p. 59-74. Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2zuddthy>>. Acesso em: 06 set, 2025.

NOGUEIRA, Mariane Prado; SANTOS, Renato Bechior; RIBEIRO, Silvio. **A importância da logística reversa de embalagens de agrotóxicos**. Revista de Ciência e Tecnologia Fatec Lins, v. 6, n. 2, p. 221-234. Lins, São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3ntevrxp>>. Acesso em: 10 de nov, 2025.

NOVAES, Antônio G. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação**. Rio de Janeiro. Campus. 2001. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4b4b5zj9>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

NUNES, Ana Rita Marques. **Estratégias Integradas Para Uma Logística Sustentável-Caso De Estudo Num Grande Centro De Distribuição**. 2025. 83p. Mestrado em Engenharia do Ambiente – 2024/2025 - Departamento de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2025. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4x2scfac>>. Acesso em: 23 de out de 2025.

OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes de. **Metais Ferrosos e Não Ferrosos – EMC 5715**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. Disponível em: <<https://tinyurl.com/ycx6x85z>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

OLIVEIRA, Irinaldo Fernandes de. **Gestão de resíduos sólidos: análise e proposições para efetivação da coleta seletiva solidária no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - campus Belém**. 2020. 86 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia), Núcleo de Meio Ambiente, Universidade Federal do Pará, Belém, 2020. Disponível em: <<https://tinyurl.com/5yna4d79>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

PAIVA JÚNIOR, Fernando Gomes de; LEÃO, André Luiz Maranhão de Sousa; MELLO, Sérgio Carvalho Benício de. **Validade e confiabilidade na pesquisa qualitativa em administração. Revista de ciências da administração.** v. 13, n. 31, p. 190-209, 2011. Disponível em: < <https://tinyurl.com/ymc775y2> >. Acesso em: 18 de nov, 2025

PEIXOTO, B. L. C. **A logística reversa no Brasil: responsabilidade ambiental e social.** 2019. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2019. Disponível em:<<https://tinyurl.com/ysyurc7k>>. Acesso em: 25 out, 2025.

PEIXOTO, Barthira Liandra Cordeiro; SOUZA, Igor Gabriel Santos; FERREIRA, Ketillin Nunes Santiago; FARIAS, Nairyl Mendonça de Oliveira; DANTAS, Natalia Vieira; CARVALHO, Rodrigo Silva Santos. **A logística reversa no Brasil: responsabilidade ambiental e a perspectiva econômica. Revista Simpósio de Produção.** Anais do XI SIMPROD. p. 164-177. São Cristóvão, SE, 2019. Disponível em:< <https://tinyurl.com/2znh2dax>>. Acesso em: 08 de nov, 2025.

PENANTE, Grupo. **Reciclagem de Metais.** 2024. Disponível em:< <https://tinyurl.com/muc3vs4k>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

PIRES, Nara. **Modelo para a logística reversa dos bens de pós-consumo em um ambiente de cadeia de suprimentos.** 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2007. Disponível em:< <https://tinyurl.com/zu4ybkt9>>. Acesso em: 12 set, 2025.

REIS, Fernanda Oliveira Alves dos. **O Ciclo de Vida do Produto e as Estratégias de Mercado na Gestão de Marcas – Sandálias Havaianas – Um Estudo de Caso.** 2007. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais. 2007. Disponível em:<<https://tinyurl.com/346fdwmx>>. Acesso em: 23 de out, 2025.

RODRIGUES, Júlia Rélene de Freitas; BEZERRA, Letícia Gabriele da Silva. **Principais técnicas para a reutilização de pneus inservíveis no Brasil.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 8, n. 20, p. 1407-1417, 2021. Disponível em:< <https://tinyurl.com/3k2jdwfx> > . Acesso em: 01 de nov, 2025.

RODRIGUES, Roberta Oliveira. **A Logística Reversa como um diferencial competitivo.** Research, Society and Development, v. 11, n. 6, e36311629354, 2022. Disponível em: <<https://tinyurl.com/2t3p4au7>>. Acesso em: 06 set, 2025

ROGERS, D.S.; TIBBEN-LEMBKE, R.S. **Going backwards: Reverse logistics trends and practices.** Reno: University of Nevada, 1999. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4emjkr7>>. Acesso em: 10 de nov, 2025.

SALVADOR, N. N. B.; MACHADO, A. M. R. **Norma para gestão de resíduos perigosos em um campus universitário.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL, 2010, Guimarães. Anais... Guimarães: PLURIS, 2010. p. 1-10. Disponível em:< <https://tinyurl.com/yh6m5rdb>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

SANTOS, Luiz Carlos dos. **PÓS-CONSUMO: a logística reversa-fragmentos de leitura.** 2012. 4 p. Disponível em:<<https://tinyurl.com/494bka28>>. Acesso em: 04 de out, 2025.

SANTOS, Michelle Cristina da Silva. **Manifesto de transporte de resíduos sólidos e geração de informações sobre resíduos no Brasil.** 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia. Limeira, São Paulo, 2022. Disponível em:<<https://tinyurl.com/mtyhkfbr>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

SÁVIO, L.; KAMIMURA, Q. P.; SILVA, J. L. G. **A IMPORTÂNCIA DA LOGÍSTICA REVERSA NO PÓS-VENDA E PÓS-CONSUMO.** 2011. 4 p. Artigo Científico. XV INIC / XI EPG - UNIVAP 2011. Universidade do Vale do Paraíba, São Paulo, 2011. Disponível em:< <https://tinyurl.com/2yhhmc9v>>. Acesso em: 11 out, 2025.

SILVA, Aleff Italo dos Santos; LEÃO, Daniel da Silva Suzart; RODRIGUES, Ellen Caroline; FEKETE, Taina de Oliveira Mota. **Práticas de sustentabilidade com base na eco logística**. 2024. 19 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Administração) - Escola Técnica Estadual "Armando Pannunzio", Sorocaba, 2024. Disponível em: < <https://tinyurl.com/54j76hj7> >. Acesso em: 06 set, 2025.

SILVA, Alexandra Fernanda da; MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira. **Logística Reversa-Portugal, Espanha e Brasil: Uma Revisão Bibliográfica**. Revista Internacional de Ciências, v. 9, n. 1, p. 35-52, 2019. Disponível em: <<https://tinyurl.com/4arcd33w>>. Acesso em: 12 set, 2025

SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. **A pesquisa científica**. In: GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo Silveira (Org.). Métodos de pesquisa. Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 33-44, 2009. Disponível em: < <https://tinyurl.com/yjpkp74v> >. Acesso em: 08 de nov, 2025.

SIMIÃO, Juliana. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa**. 2011. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos, São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://tinyurl.com/y6ympxkw>>. Acesso em: 01 de nov, 2025.

SIMPAR. **Gestão de Resíduos Sólidos: Reduzindo Impactos e Promovendo Sustentabilidade**. 2024. Disponível em: < <https://tinyurl.com/4wut2vbr> >. Acesso em: 01 de nov, 2025.

SOUSA, Angélica Silva de; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; ALVES, Laís Hilário. **A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos**. Cadernos da FUCAMP, v. 20, n. 43, 2021. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3xw95kmn> >. Acesso em: 18 de nov, 2025.

SOUZA, Roberta de Oliveira. **Logística reversa: uma abordagem prática sobre a reciclagem de papelão na associação recicla Manaus**. 2024. 31f. Trabalho de Conclusão. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. Manaus, 2024. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mr8sm7nn>>. Acesso em: 20 de set, 2025.

TRIGUEIRO, F. G. R. - **Logística Reversa: A Gestão Do Ciclo De Vida Do Produto**. 2004. Disponível em: < <https://tinyurl.com/yc8x2hra> >. Acesso em 08 de nov, 2025.

TRINDADE JUNIOR, José Carlos Nogueira. **Obtenção, mercado e reciclagem de sucatas ferrosas na indústria siderúrgica brasileira**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Metalúrgica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: < <https://tinyurl.com/5ebsh3vd> >. Acesso em: 01 de nov, 2025.

TUZZO, Simone Antoniacci; BRAGA, Claudomilson Fernandes. **O processo de triangulação da pesquisa qualitativa: o metafenômeno como gênese**. Revista Pesquisa Qualitativa, v. 4, n. 5, p. 140-158, 2016. Disponível em: < <https://tinyurl.com/2ajcafev> >. Acesso em: 18 de nov, 2025.

ULLRICH, Danielle Regina; OLIVEIRA, Josiane Silva de; BASSO, Kenny; VISENTINI, Monize Sâmara. **Reflexões teóricas sobre confiabilidade e validade em pesquisas qualitativas: em direção à reflexividade analítica**. Análise—Revista de Administração da PUCRS, v. 23, n. 1, p. 19-30, 2012. Disponível em: < <https://tinyurl.com/y2jtjayc> >. Acesso em: 18 de nov, 2025.

VELLOSO, Isabella Silva Cancio; TIZZONI, Janaina Soares. **Critérios e estratégias de qualidade e rigor na pesquisa qualitativa**. Ciencia y enfermería, v. 26, p. 28, 2020. Disponível em: <<https://tinyurl.com/vdvfw4w>>. Acesso em: 18 de nov, 2025.

VIEIRA, Luther Leão de lima. **O impacto da Logística reversa na sustentabilidade**. Cuadernos de Educación y Desarrllo – QUALIS A4, [S.l.], v.16, n.5, p.e4132, 2024. Disponível em: <<https://tinyurl.com/mtfzvea6>>. Acesso em: 10 de nov, 2025.

WWF-BRASIL. **Conheça os benefícios da coleta seletiva**. 2008. Disponível em: <<https://tinyurl.com/3r27cabd>>. Acesso em: 7 dez. 2025