

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE  
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES E LOGÍSTICA

MARIELLY SILVA ALBERTI

ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA APLICADA EM PEÇAS DO SETOR  
AUTOMOTIVO: UM ESTUDO DE CASO

Joinville

2024

MARIELLY SILVA ALBERTI

ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA APLICADA EM PEÇAS DE SETOR  
AUTOMOTIVO: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia no Curso de Engenharia de Transporte e Logística, do Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Elisete Santos da Silva Zagheni

Joinville

2024

MARIELLY SILVA ALBERTI

ANÁLISE DA LOGÍSTICA REVERSA APLICADA EM PEÇAS DE SETOR  
AUTOMOTIVO: UM ESTUDO DE CASO

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Transporte e Logística na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 16 de dezembro de 2024.

**Banca Examinadora:**

---

Dra. Elisete Santos da Silva Zagheni  
Orientadora - Presidente

---

Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Ronaldo Bandeira Rodrigues  
Avaliador  
Schulz S. A.

Dedico este trabalho a todos que permaneceram.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, a Nossa Senhora Aparecida e ao Plano Espiritual que me auxiliam e me protegem todos os dias.

Agradeço ao meu pai, Francisco que cuida, protege e ama nossa família todos os dias e em todos os momentos. Pai, você é minha fonte de inspiração e gentileza, obrigada por me proporcionar a chance de sonhar e realizar.

Agradeço a minha Mãe, Maria Concebida que é minha fonte de amor inesgotável. Mãe obrigada por lutar bravamente nos últimos meses, a sua força me manteve viva e lúcida para continuar seguindo meu caminho.

Agradeço a minha irmã Francielly, que desde a infância me apresentou aos livros e durante a faculdade sempre se fez presente. Fran, obrigada por ser uma fortaleza e lutar pelos nossos, teu amor nos salvou.

Pai, Mãe e Mana, vocês são os amores da minha vida.

Agradeço ao meu quinteto Giu, Mandica, Dai e Lelis. Obrigada por me acompanharem desde o cursinho e me segurarem durante todo esse longo caminho. Obrigada por nos últimos meses serem uma fonte inesgotável de amor e acolhimento, me ensinando a ter paciência e a confiar no processo.

Agradeço ao meu namorado, Nicolás por aceitar compartilhar a vida comigo desde o início da faculdade e por nos últimos meses ter sido fonte de amor e encorajamento diante de dias tão incertos e por ser minha calmaria.

Agradeço aos meus amigos Ray e Arthur, por compartilharem comigo todo o período da faculdade e por estarem sempre presentes, independentes da distância, vocês moram no meu coração, amigos.

Agradeço ao meu grupo da faculdade, "Bolão", por terem me encontrado no verão de 2017 e por nossa coleção de histórias, viagens e surpresas compartilhadas, vocês foram a resposta da minha oração. Vida longa, amigos.

Agradeço a minha amiga Sabrina, fonte inesgotável de resiliência, que durante o ano de 2024 compartilhou comigo todas as delícias e as dores da vida. Sá, você é meu presente de 2024. Obrigada.

Agradeço ao meu professor Odacir Eibel, que já se foi, mas deixou a memória de aprender divisão na cozinha da escola gravada em mim, seu carinho em ensinar matemática professor, me guiou até a engenharia, obrigada.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana”.  
(Carl Gustav Jung).

## RESUMO

**Resumo:** A aplicação da logística reversa em empresas de ferro fundido demonstrou ser viável e eficaz na promoção da sustentabilidade e na manutenção da competitividade empresarial. A introdução do estudo contextualiza a importância de adotar práticas sustentáveis em resposta ao consumo exacerbado e aos impactos ambientais provocados pela industrialização. A exploração de recursos naturais ao longo da Revolução Industrial intensificou preocupações relacionadas à geração de resíduos e à dependência de matérias-primas virgens. Neste contexto, a Logística Reversa (LR) emerge como uma estratégia essencial para mitigar esses impactos, especialmente no reaproveitamento de materiais metálicos, como o ferro fundido. Justificou-se pela importância de atender às exigências cada vez mais rigorosas da legislação ambiental e pela necessidade de reduzir a dependência de matérias-primas virgens. O estudo abordou o problema de como implementar sistemas eficientes de coleta, reutilização e reciclagem de materiais metálicos para minimizar impactos ambientais. O método utilizado foi a análise de estudo de caso e entrevistas com especialistas do setor automotivo, além de revisão da literatura sobre logística reversa em indústrias similares. Os resultados demonstram que o uso de frete de retorno e a cooperação com revendedoras em diversas regiões do Brasil são essenciais para otimizar o reaproveitamento de peças, reduzindo resíduos e custos operacionais.

**Palavras-chave:** logística reversa; sustentabilidade; reciclagem de materiais metálicos; setor automotivo.

## ABSTRACT

**Abstract:** The implementation of reverse logistics in foundry companies has proven to be viable and effective in promoting sustainability and maintaining business competitiveness. The introduction of the study highlights the importance of adopting sustainable practices in response to the excessive consumption and environmental impacts caused by industrialization. The exploration of natural resource use throughout the Industrial Revolution intensified concerns related to waste generation and dependence on virgin raw materials. In this context, Reverse Logistics (RL) emerges as an essential strategy to mitigate these impacts, especially in the reuse of metallic materials like cast iron. It was justified by the need to meet increasingly stringent environmental legislation requirements and the need to reduce dependence on virgin raw materials. The study addressed the problem of how to implement efficient systems for the collection, reuse, and recycling of metallic materials to minimize environmental impacts. The method used was case analysis and interviews with experts from the automotive sector, as well as a literature review on reverse logistics in similar industries. The results showed that the use of return freight and cooperation with resellers in various regions are essential to optimize the reuse of parts, reducing waste and operational costs.

**Keywords:** reverse logistics; sustainability; recycling of metallic materials; business competitiveness; automotive sector.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Quinta roda em caminhão .....	7
Figura 2 – Ciclo de logística reversa.....	23
Figura 3 – Áreas de atuação da logística reversa.....	25
Figura 4 – Fluxo dos canais reversos.....	26
Figura 5 – Área de atuação e etapas reversas.....	33
Figura 6 – Quinta Roda.....	39
Figura 7 – Porcentagem de revendedores de autopeças distribuídos pelas regiões do Brasil.....	43
Figura 8 – Montadoras de caminhões no Brasil.....	48
Figura 9 – Montadora Beta.....	49
Figura 10 – Montadora Delta.....	51
Figura 11 – Montadora Gama.....	52
Figura 12 – Montadora Sigma.....	53
Figura 13 – Montadora Zeta.....	54
Figura 14 – Concentração das concessionárias no Brasil.....	55

## LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Etapas de desenvolvimento do estudo.....	36
Fluxograma 2 – O processo de distribuição de peças.....	42
Fluxograma 3 – Cadeia logística de peças do setor automotivo do fabricante ao consumidor final.....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Índice % de demanda das autopeças previsto 2024 por UF. ....	44
---	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Porcentagem de Concessionárias Autorizadas.....	45
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ONU – Organização das Nações Unidas  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
ISMA – Associação Internacional de Gerenciamento de Estresse  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono  
QGIS – Quantum Geographic Information System  
Excel® – Microsoft Excel  
LR – Logística Reversa  
BPMN – Business Process Model and Notation  
UML – Unified Modeling Language  
CSLL – Contribuição Social sobre o Lucro Líquido  
FIESC – Federação de Indústrias de Santa Catarina  
SANLIEN – Associação Brasileira de Logística Inversa e Sustentabilidade  
IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers  
OICA – Organização Internacional de Construtores de Automóveis  
Rota 2030 – Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística  
CSLL – Contribuição Social sobre o Lucro Líquido  
BR – Rodovia Federal

## LISTA DE SÍMBOLOS

® Marca registrada

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
1.1. OBJETIVOS .....	19
<b>1.1.1. Objetivo Geral</b> .....	<b>19</b>
<b>1.1.2. Objetivos Específicos</b> .....	<b>19</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>20</b>
2.1. LOGÍSTICA REVERSA .....	20
2.2 CADEIA DE SUPRIMENTO .....	24
2.3. ECONOMIA CIRCULAR E O FLUXO DA LOGÍSTICA REVERSA .....	27
2.4. ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR AUTOMOTIVO .....	29
2.5. INDICADORES DA LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL .....	30
2.6. GESTÃO DE RESÍDUOS .....	33
2.7. MAPEAMENTO .....	34
<b>2.7.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS</b> .....	<b>34</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>37</b>
3.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	40
<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>41</b>
4.1. MAPEAMENTO DA CADEIA LOGÍSTICA .....	44
4.2 ANÁLISE GEOGRÁFICA .....	51
<b>5. ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	<b>62</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>68</b>
<b>APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA</b> .....	<b>74</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração de recursos naturais desde a Revolução Industrial tem sido determinante para o desenvolvimento econômico das sociedades. Entretanto, esse avanço acarretou em impactos ambientais expressivos, intensificando preocupações relacionadas à industrialização e ao consumo exacerbado. A ampliação na geração de resíduos, impulsionada pela busca por maior eficiência produtiva, demanda a implementação de estratégias sustentáveis, como a Logística Reversa (LR), que reaproveita produtos e materiais pós-consumo, contribuindo para a sustentabilidade (Petprod, 2020).

Dados recentes apontam que o Brasil produziu cerca de 82,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos em 2022, com apenas 4% desse montante reciclado. Além disso, 41,6% dos resíduos sólidos ainda são descartados de forma inadequada, evidenciando fragilidades nas políticas públicas e na infraestrutura de gestão ambiental (Portal Sustentabilidade, 2022; Abrema, 2023).

Para mitigar esses impactos, estratégias como a Política dos 3R — Reduzir, Reutilizar e Reciclar — têm sido fundamentais, ao buscar a redução da geração de resíduos, o reaproveitamento de materiais no ciclo produtivo e a ampliação das taxas de reciclagem (Coopermiti, 2022; Synergia Consultoria, 2023). O Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) prevê aumentar a taxa de reciclagem para 48% até 2040, alinhando-se à economia circular e à sustentabilidade.

Diversos exemplos demonstram a viabilidade da logística reversa. No setor de cosméticos, uma empresa implementou um programa de reaproveitamento de embalagens pós-consumo, incentivando a devolução por meio de pontos de coleta. A iniciativa reduziu a extração de matéria-prima virgem e os resíduos descartados, alcançando, em 2019, a reciclagem ou reutilização de 50% das embalagens produzidas e cumprindo as exigências da PNRS (Leite, 2003; ONU, 2015; ISMA, 2024).

A eficácia da logística reversa, no entanto, não se limita ao setor de cosméticos. Em áreas como o setor automotivo, a aplicação dessa estratégia ganha relevância devido à necessidade de reaproveitamento de materiais e mitigação dos impactos ambientais.



Peças como a Quinta-Roda<sup>1</sup>, como demonstrado na Figura 1, utilizadas em caminhões, representam um exemplo relevante, visto que seu descarte inadequado resulta em desperdício considerável. Estudos indicam que o aço, material predominante nessas peças, é altamente reciclável, mas a taxa de reciclagem no Brasil ainda é baixa, evidenciando subutilização desse potencial (Santos; Ferroli; Librelotto, 2014; Tonarque; Vital, 2020).

Figura 1 – Quinta roda em caminhão.



Fonte: La Clair *et. al.* (2010).

A remanufatura de peças automotivas apresenta vantagens como redução de custos, menor necessidade de matéria-prima virgem e mitigação das emissões de poluentes (Tonarque; Vital; Santos; Ferroli; Librelotto, 2020). A Política dos 3R complementa esse processo ao integrar a redução de desperdício, a reutilização de componentes e o estímulo à reciclagem (Copermiti, 2022).

Contudo, desafios persistem, como a necessidade de mapeamento estratégico das concessionárias, que podem atuar como pontos de coleta, facilitando o retorno das peças usadas. Além disso, o frete de retorno emerge como uma solução eficaz para a redução de custos operacionais, incrementando o reaproveitamento de materiais (Mentzer *et al.*, 2001; Leite, 2009; Santana, 2018).

Ao adotar práticas bem estruturadas, como o frete de retorno e a participação ativa das concessionárias, o setor automotivo pode consolidar sua transição para a economia circular, posicionando-se como líder em sustentabilidade. A implementação da logística reversa, alinhada às demandas ambientais e econômicas, fortalece a

---

<sup>1</sup> O dispositivo conhecido como quinta roda é um componente situado na traseira do caminhão, responsável pela conexão entre o cavalo mecânico e a carreta. Este equipamento desempenha um papel essencial no funcionamento do conjunto e é classificado como prioritário em termos de segurança, uma vez que falhas operacionais podem resultar em acidentes de grande magnitude (Sergomel, 2024).

competitividade das empresas, reduzindo os impactos ambientais e promovendo um modelo produtivo mais responsável (ISMA, 2024).

A metodologia deste estudo foi baseada em um estudo de caso aplicado a uma empresa do setor automotivo, com o objetivo de explorar a viabilidade da implementação da logística reversa em sua cadeia de suprimentos, destacando possíveis benefícios e sustentáveis, com enfoque em peças automotivas, como a Quinta-Roda.

A pesquisa, de natureza aplicada e explicativa, incluiu a coleta de dados sobre montadoras e concessionárias no Brasil, analisando fluxos logísticos e identificando pontos críticos para otimização. Foram utilizadas ferramentas como Lucidchart<sup>2</sup>, para elaboração de fluxogramas e o Quantum Geographic Information System<sup>3</sup> (QGIS), para mapeamento geográfico e criação de mapas de calor, complementadas por análises de planilhas no Excel®.

Além disso, realizou-se o mapeamento de potenciais concessionárias autorizadas e explorou-se o método de frete de retorno, visando compreender como essas práticas podem otimizar processos, reduzir custos e promover uma gestão mais sustentável dos recursos. O trabalho foi estruturado em cinco etapas principais: identificação do problema, fundamentação teórica, mapeamento logístico, exploração de cenários e avaliação das propostas, garantindo uma análise aprofundada e embasada para propor soluções práticas.

---

<sup>2</sup> Aplicativo de diagramação online que permite criar e compartilhar diagramas, fluxogramas, mockups, mapas de jornada do cliente, entre outros (Lucidchart, 2024).

<sup>3</sup> Software de Sistema de Informação Geográfica (SIG) de código aberto. Ele permite a visualização, edição, análise e produção de mapas a partir de dados espaciais. O QGIS é amplamente utilizado para o processamento e análise de dados geoespaciais, como mapas topográficos, imagens de satélite e bases de dados geográficas (QGIS Brasil, 2024).

## 1.1. OBJETIVOS

Para resolver a problemática, o objetivo geral e os objetivos específicos propostos neste trabalho são apresentados a seguir.

### 1.1.1. Objetivo Geral

Mapear a cadeia logística da empresa foco do estudo do caso, explorando a viabilidade de introduzir práticas de logística reversa em um segmento de peças do setor automotivo.

### 1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar como a logística reversa pode contribuir para a gestão de resíduos no setor de peças automotivas no Brasil;
- Caracterizar o funcionamento da cadeia logística de uma empresa foco do estudo de caso;
- Apontar os benefícios socioambientais possíveis na utilização da logística reversa pela empresa Alfa.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A logística reversa apresenta-se como uma abordagem estratégica para a gestão de resíduos, especialmente no setor automotivo, que enfrenta desafios relacionados ao ciclo de vida prolongado das peças e à crescente demanda por sustentabilidade. A integração entre logística reversa e economia circular tem se mostrado fundamental para minimizar impactos ambientais e viabilizar o reaproveitamento de materiais, promovendo a redução de resíduos e o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis. Nesse cenário, aspectos como a gestão de resíduos, o mapeamento de processos e os indicadores de desempenho são abordados para compreender a relevância dessa prática no setor.

### 2.1. LOGÍSTICA REVERSA

A Logística Reversa é considerada um componente estratégico para empresas que desejam integrar sustentabilidade e eficiência econômica em suas operações. Essa prática envolve o planejamento, operação e controle de fluxos reversos de produtos, abrangendo desde o consumo até sua reinserção no ciclo produtivo, seja por meio de reaproveitamento ou descarte ambientalmente responsável. Ao contribuir diretamente para a economia circular, a LR reduz desperdícios e promove a reutilização de materiais, o que resulta em benefícios econômicos e ambientais (Leite, 2009).

A logística reversa não é apenas um requisito legal, mas uma oportunidade para as empresas demonstrarem seu compromisso com a sustentabilidade. Para muitas organizações, é uma das maneiras mais eficazes de se engajar na economia circular, minimizando o desperdício e melhorando sua imagem perante o consumidor.

Ela também está profundamente relacionada com a Política dos Três R's reduzir, reutilizar e reciclar. Segundo Moussinho (2003), esses princípios são fundamentais para o gerenciamento de resíduos sólidos, baseados em: reduzir o uso de matérias-primas e energia, a quantidade de material a ser descartado; reutilizar produtos usados, dando a eles outras funções; e reciclar, retornando o que foi utilizado ao ciclo de produção.

Para que esses princípios sejam eficazes, é necessário o envolvimento de todas as áreas da sociedade de forma coletiva e associada indústria, empresas, organizações de base e a população em geral para elaborar políticas e processos que conjuguem as metas sociais, econômicas, culturais e políticas com a conservação do meio ambiente (UNESCO, 1999, p. 49).

Nakagawa (2015) descreve que os Três R's são uma prática comum nas grandes empresas, não apenas como uma ferramenta para reduzir custos e melhorar a imagem corporativa, mas também como um conceito aplicável na vida cotidiana das pessoas. Pequenas e médias empresas podem se beneficiar significativamente ao adotar esses princípios, planejando negócios mais eficientes e comprometidos com a sustentabilidade, ao mesmo tempo em que fortalecem sua responsabilidade socioambiental.

Diferentemente da gestão de resíduos, que se limita à destinação final de materiais descartados, a LR prioriza o reaproveitamento e a reintegração de recursos no ciclo produtivo. Essa abordagem promove a diminuição da dependência de novas matérias-primas, ao mesmo tempo em que reduz os custos relacionados à gestão de resíduos. Estudos destacam que a adoção de práticas de LR também fortalece a imagem corporativa das empresas, gerando maior valorização frente às demandas sociais por responsabilidade socioambiental (Dekker *et al.*, 2004). 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.

A relevância da LR no Brasil é reforçada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/10, que estabelece a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, distribuidores, consumidores e gestores públicos. Essa legislação fomenta a responsabilidade estendida do produtor, abrangendo o gerenciamento adequado dos produtos após seu consumo. Entretanto, dificuldades como a ausência de infraestrutura adequada e a falta de engajamento de empresas e consumidores representam barreiras para a implementação mais ampla dessa prática no país (Brasil, 2010; Moreno, 2019).

Embora a legislação brasileira tenha dado passos importantes, ainda existem obstáculos significativos que precisam ser superados. A ampliação da infraestrutura para apoiar a logística reversa é vital, e tanto o setor público quanto o privado têm um papel essencial nisso.

Em setores industriais como os de eletrônicos e automóveis, a LR já é aplicada para a reciclagem de materiais e reutilização de componentes. A recuperação de peças metálicas, plásticos e baterias exemplifica como essas práticas não apenas minimizam os impactos ambientais, mas também otimizam processos produtivos. Estudos mostram que, em indústrias de tecnologia e manufatura, a LR pode reduzir os custos relacionados à aquisição de matérias-primas em até 20%, destacando seu potencial econômico (Salas-Navarro *et al.*, 2024).

No setor industrial, a logística reversa é uma estratégia não apenas para reduzir desperdícios, mas também para melhorar a eficiência e reduzir custos. Essa é uma prova de como a sustentabilidade pode ser integrada à economia, beneficiando tanto o meio ambiente quanto os negócios.

A adoção estratégica da LR também traz benefícios competitivos significativos, como a redução de custos operacionais, o cumprimento de regulamentações ambientais e a melhoria na percepção do consumidor. Empresas que implementam a logística reversa de maneira eficiente observam ganhos de até 30% na produtividade, além de um aumento na fidelização de clientes, especialmente em mercados sensíveis às questões de sustentabilidade (Oliveira *et al.*, 2015). Isso é um indicativo claro de que as empresas que adotam essas práticas estão mais preparadas para enfrentar os desafios futuros e satisfazer as expectativas de um público cada vez mais consciente.

O uso de fluxogramas e ferramentas visuais, como *Business Process Model and Notation* (BPMN) ou *Unified Modeling Language* (UML), facilitam a visualização do fluxo de processos (Leal, Pinho e Corrêa, 2003), permitindo intervenções estratégicas em pontos críticos. Dessa forma, concessionárias e oficinas podem adotar práticas que minimizem custos e melhorem a eficiência no reaproveitamento de peças, contribuindo para a sustentabilidade do setor automotivo.

O ciclo da logística reversa abrange o retorno de produtos, embalagens ou materiais ao ciclo produtivo após o consumo ou descarte, com vistas ao reaproveitamento, à reciclagem ou à destinação ambientalmente adequada. Esse processo compreende etapas essenciais, incluindo a coleta seletiva, o transporte de materiais descartados, a triagem para separação de itens recicláveis, o tratamento de resíduos e a reintegração de materiais às cadeias produtivas (Rodrigues *et al.*, 2002).

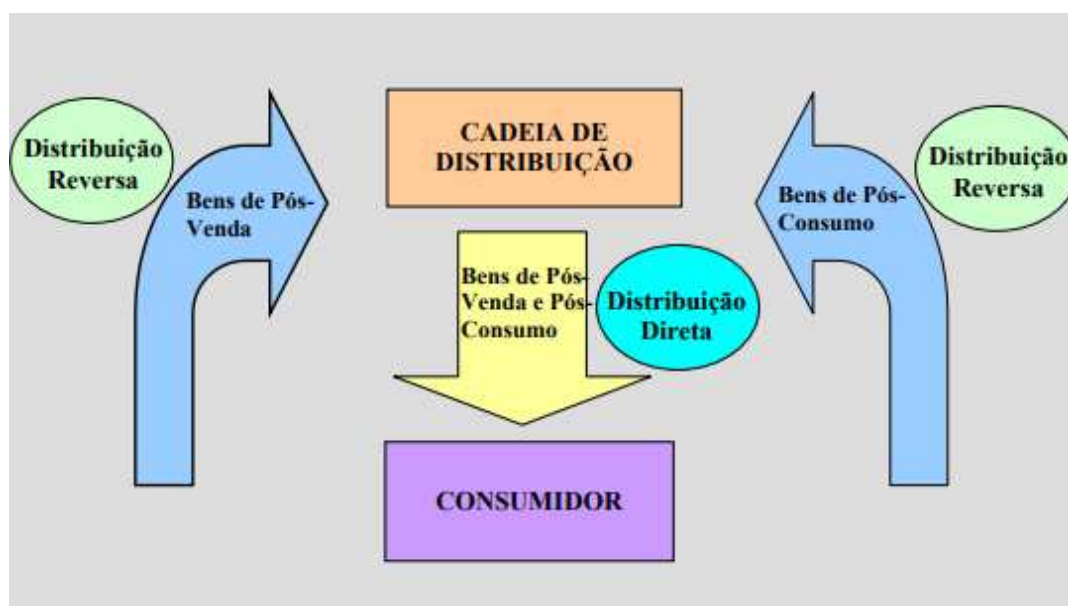
É importante que cada etapa do ciclo da logística reversa seja executada com precisão. A falta de eficiência em qualquer uma dessas etapas pode comprometer

todo o processo de reaproveitamento e reciclagem, reduzindo os benefícios ambientais e econômicos.

No contexto industrial, a logística reversa desempenha papel estratégico no reaproveitamento de peças e componentes descartados, especialmente no setor automotivo. Sua implementação favorece a transição para a economia circular, ao mesmo tempo em que fortalece o cumprimento de diretrizes de sustentabilidade e normativas ambientais (Rodrigues *et al.*, 2002). A logística reversa não é apenas uma solução para resíduos, mas uma maneira de transformar a maneira como os produtos são concebidos e usados. É sobre promover um ciclo mais sustentável de produção e consumo.

As etapas do ciclo de logística reversa, conforme descritas, estão representadas na Figura 2, que ilustra de maneira detalhada o fluxo do processo e suas aplicações práticas.

Figura 2 – Ciclo de logística reversa.



Fonte: Rodrigues *et al.*, (2002).

A expansão da LR requer iniciativas integradas entre os setores público e privado, visando sua consolidação como uma prática padrão de negócios sustentáveis. A implementação de incentivos fiscais e o direcionamento de investimentos para a infraestrutura logística são fundamentais para a ampliação do alcance da LR, assim como ações de conscientização sobre os benefícios da economia circular. Esses elementos são considerados essenciais para a promoção de práticas que conciliem eficiência econômica e sustentabilidade ambiental (ReGIS, 2016).

A implementação eficaz da LR não só reduz desperdícios e melhora a eficiência operacional, como também fortalece a sustentabilidade organizacional ao atender a normas ambientais rigorosas. Estudos apontam que a coordenação entre logística reversa e cadeia de suprimentos é vital para a criação de ciclos produtivos mais sustentáveis e para a minimização de impactos ambientais (Corrêa, 2010; ReGIS, 2016).

A integração entre logística reversa e economia circular tem se mostrado fundamental para a gestão de resíduos, especialmente no setor automotivo. Essa abordagem permite o reaproveitamento de materiais e a redução de resíduos sólidos, promovendo a sustentabilidade através do reaproveitamento e reciclagem de componentes. No contexto brasileiro, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/10, foca na responsabilidade compartilhada entre fabricantes, distribuidores e consumidores, reforçando a importância da logística reversa para a redução dos impactos ambientais e o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis (Brasil, 2010; ReGIS, 2016).

A adoção estratégica da logística reversa também resulta em benefícios competitivos, como a redução de custos operacionais e a melhoria na percepção do consumidor sobre a empresa. Empresas que implementam práticas eficazes de logística reversa observam ganhos de até 30% na produtividade e um aumento na fidelização de clientes, especialmente em mercados sensíveis às questões de sustentabilidade. Essa prática não apenas contribui para a imagem corporativa, mas também para o cumprimento de regulamentações ambientais, destacando-se como uma ferramenta indispensável para organizações que buscam atender às demandas contemporâneas por sustentabilidade (Oliveira *et al.*, 2015).

## 2.2 CADEIA DE SUPRIMENTO

A LR é um processo logístico que busca reverter o fluxo de materiais, conduzindo-os dos consumidores de volta aos fornecedores ou para novos ciclos produtivos, agregando valor durante esse retorno. No âmbito industrial, a prática consolidou-se como uma ferramenta estratégica, possibilitando a redução de custos e o aumento da sustentabilidade operacional (César, Neto e Farah, 2018). A reutilização de materiais descartados, viabilizada pela LR, proporciona uma redução



significativa nos custos relacionados a matérias-primas, energia e mão de obra. Esse impacto positivo estende-se ao fortalecimento da competitividade das empresas, que se destacam no mercado por sua responsabilidade socioambiental.

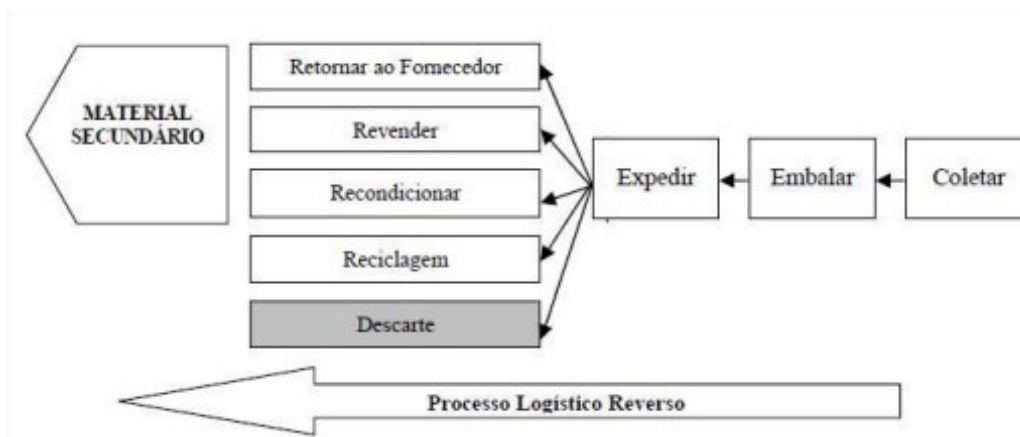
Além disso, observa-se que a implementação eficiente da LR pode gerar uma percepção corporativa positiva entre consumidores e partes interessadas, reforçando o posicionamento estratégico das organizações (Pereira, 2020). No setor automotivo, a aplicação da LR apresenta particularidades, especialmente no gerenciamento da cadeia de suprimentos de peças de reposição. O retorno de componentes, como a Quinta-Roda ou outras partes essenciais dos veículos pesados, exige o uso de frete reverso, que assegura o transporte adequado desses itens.

A Quinta-Roda, instalada na parte traseira do veículo trator, permite que o reboque se conecte e desacople facilmente, suportando o peso do trailer e garantindo uma movimentação segura durante o transporte. Esse processo envolve estratégias de consolidação de cargas e otimização de rotas, visando a redução de custos operacionais e a minimização dos impactos ambientais relacionados ao transporte.

A integração da logística reversa com a cadeia de suprimentos permite uma gestão mais eficaz dos fluxos de materiais e produtos, garantindo que os resíduos sejam minimizados e que os processos de reciclagem sejam eficientes. Pesquisas apontam que a coordenação eficiente entre a logística reversa e a cadeia de suprimentos é fundamental para o estabelecimento de ciclos produtivos mais sustentáveis, bem como para a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades industriais (César, Neto e Farah, 2018; ReGIS, 2016).

A Figura 3 destaca as etapas da logística reversa no setor automotivo, evidenciando os fluxos associados ao retorno de peças.

Figura 3 – Áreas de atuação da logística reversa.

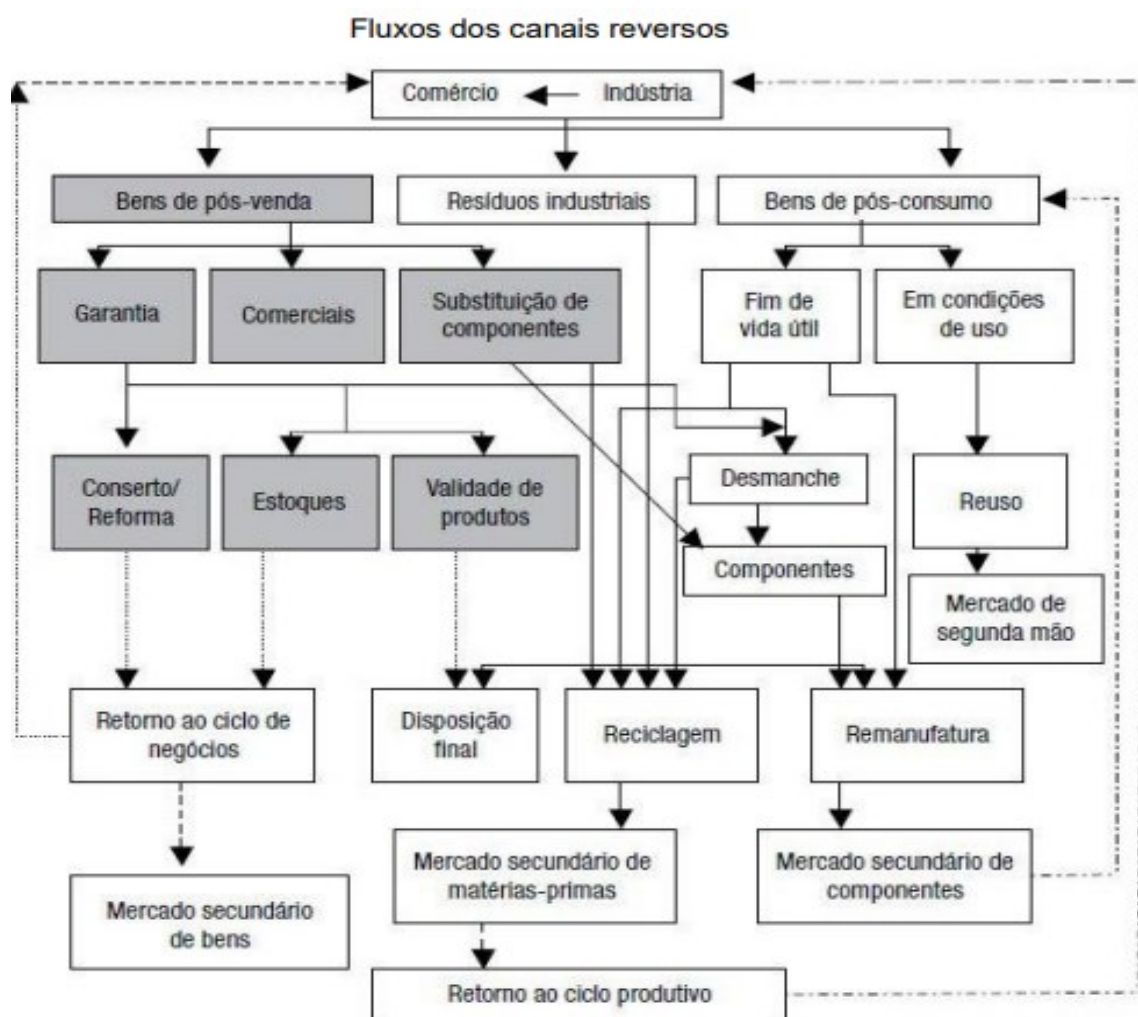


Fonte: Rogers & Tibben-Lembke (1999).

Conforme abordado por Leite (2009), a LR é subdividida em áreas distintas de atuação, que variam de acordo com o estágio do ciclo de vida do produto retornado. Essa categorização permite a implementação de ações específicas, que otimizam os processos e asseguram uma abordagem mais eficiente.

A Figura 4 ilustra as duas principais áreas de atuação, detalhando as atividades relacionadas ao retorno de produtos em diferentes fases de uso.

Figura 4 – Fluxo dos canais reversos.



Fonte: Leite (2009).

As duas principais áreas de atuação da LR são o retorno de produtos ao final do ciclo de vida útil e a gestão de resíduos ao longo do ciclo de vida do produto. A primeira área refere-se ao reaproveitamento ou reciclagem de produtos após seu uso final, permitindo o retorno de materiais aos fornecedores ou a novos ciclos produtivos. A segunda área engloba a gestão de resíduos, envolvendo a coleta, separação e encaminhamento adequado dos materiais descartados para processos de recuperação ou tratamento. A categorização dessas áreas facilita a implementação

de ações específicas que otimizam o fluxo de materiais, garantindo que a LR contribua efetivamente para a sustentabilidade e a competitividade das empresas (Leite, 2009; César, 2018).

Ao permitir o retorno de produtos ao final do ciclo de vida útil e gerenciar resíduos ao longo desse ciclo, a logística reversa se alinha com os princípios da economia circular, transformando resíduos em recursos úteis e mantendo o valor dos materiais por mais tempo. A conexão entre a cadeia de suprimentos e a economia circular é evidenciada pela gestão eficiente dos fluxos de materiais, desde o reaproveitamento até a reciclagem, facilitando o desenvolvimento de práticas que minimizam impactos ambientais e promovem a sustentabilidade organizacional.

### 2.3. ECONOMIA CIRCULAR E O FLUXO DA LOGÍSTICA REVERSA

A economia circular é um modelo que busca transformar resíduos em recursos úteis, mantendo o valor dos produtos e materiais pelo maior tempo possível. Esse conceito, conforme a Ellen MacArthur Foundation (2015), difere do modelo linear de produzir, consumir e descartar, concentrando-se na redução, reuso e reciclagem de materiais com o objetivo de minimizar os impactos ambientais. A logística reversa, descrita por Leite (2009), divide-se em etapas como pós-venda e pós-consumo, abrangendo processos de coleta, inspeção, seleção, reprocessamento e redistribuição, elementos fundamentais para viabilizar o funcionamento da economia circular.

A coleta envolve a coleta de materiais descartados ou inutilizados; a inspeção verifica o estado e a viabilidade desses materiais para reintegração ao ciclo produtivo; a seleção classifica os materiais conforme sua qualidade e utilidade futura; o reprocessamento prepara os materiais para serem usados novamente em novos produtos; e redistribuição assegura que os materiais reciclados sejam encaminhados para a cadeia produtiva apropriada (Leite, 2009).

As etapas mencionadas estão profundamente conectadas ao modelo circular, pois promovem a reinserção de resíduos no ciclo produtivo em vez de descartá-los. Esse retorno de materiais contribui para a redução de impactos ambientais, destacando-se como uma solução eficaz para minimizar o uso de recursos naturais. Essa abordagem evidencia como os resíduos podem ser transformados em ativos

valiosos, reduzindo o desperdício e ampliando a sustentabilidade das cadeias produtivas (Guarnieri, 2013).

No setor automotivo, a economia circular apresenta aplicações práticas e eficientes que transformam resíduos em novos produtos, prolongando a vida útil dos materiais. Um exemplo disso é o reaproveitamento de peças antigas, como a Quinta-Roda, que pode ser reciclada e reintegrada ao ciclo produtivo. Essa prática reduz a necessidade de extração de novos recursos e contribui para minimizar o impacto ambiental. Estudos mostram que a reciclagem de peças nesse setor diminui o desperdício e reduz a demanda por matérias-primas virgens, além de gerar economia em custos operacionais (Leite, 2009).

Além dos benefícios econômicos, o setor automotivo apresenta vantagens ambientais significativas ao adotar práticas circulares. A reciclagem de materiais como plásticos e metais, amplamente utilizados na produção de veículos, reduz a quantidade de resíduos gerados e as emissões de carbono associadas à produção. A União Europeia (2023) estima que a implementação dessas práticas no setor automotivo poderá reduzir até 12,3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> até 2035. Essas medidas também favorecem a recuperação de materiais valiosos, como plásticos reciclados e metais raros, otimizando o uso de recursos naturais disponíveis.

A reutilização e reciclagem de peças automotivas também promove a redução da dependência de matérias-primas importadas e do consumo energético necessário para a fabricação de novos materiais. Diversas montadoras globais têm implementado modelos circulares em conformidade com legislações que incentivam o design sustentável e o reaproveitamento de veículos no fim de sua vida útil. A União Europeia (2023) ressalta a exigência de que novos veículos contenham 25% de plásticos reciclados, garantindo a recuperação de matérias-primas críticas e a facilidade de desmontagem para maximizar a reutilização dos componentes.

A aplicação eficaz da economia circular no setor automotivo demonstra seu potencial para gerar benefícios econômicos e ambientais. Essas práticas reduzem a geração de resíduos e as emissões, fortalecem a resiliência do setor e promovem a sustentabilidade a longo prazo. A resiliência do setor, no contexto da aplicação da economia circular, refere-se à capacidade das empresas e da cadeia de suprimentos de se adaptar e reagir de maneira ágil a mudanças, como variações nas demandas do mercado, escassez de recursos naturais ou ajustes nas políticas ambientais. No setor automotivo, isso implica a habilidade de ajustar rapidamente o uso de matérias-

primas, implementar práticas de reaproveitamento e reciclagem de componentes e adaptar processos de fabricação para minimizar o impacto ambiental.

Além disso, as empresas que adotam modelos circulares obtêm vantagens competitivas significativas, destacando-se em um mercado cada vez mais orientado por critérios de responsabilidade socioambiental.

#### 2.4. ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR AUTOMOTIVO

No setor automotivo, práticas como a reciclagem de materiais, a remanufatura de peças e a implementação da logística reversa têm papel fundamental na mitigação dos impactos ambientais. A utilização de tecnologias inovadoras e o incentivo ao descarte correto de resíduos, incluindo óleo usado e compostos químicos, também são considerados essenciais para a sustentabilidade do setor (Ribeiro, 2018; Lima, Carvalho e Melo, 2017). Tais medidas têm contribuído para aumentar a eficiência no reaproveitamento de recursos e reduzir os efeitos negativos causados pela produção e pelo consumo de veículos.

Apesar de ocupar a nona posição entre os maiores produtores mundiais de automóveis (OICA, 2017), o Brasil enfrenta desafios no gerenciamento adequado de veículos em fim de vida útil. Um dos principais obstáculos é a persistência de desmanches clandestinos, que dificultam a rastreabilidade dos materiais descartados e comprometem os processos de reciclagem (Heiderich, 2016). A Lei nº 12.977/14, conhecida como Lei do Desmanche, busca regularizar essas operações ao exigir o cadastramento de empresas de desmontagem. Essa regulamentação promove avanços na redução dos danos ambientais causados pelo descarte inadequado de peças automotivas (Heiderich, 2016).

Iniciativas como o Programa Rota 2030 - Mobilidade e Logística foram implementadas pelo Governo Federal com o objetivo de fortalecer o setor automotivo nacional. O programa busca fomentar a competitividade da indústria brasileira por meio de estímulos à exportação de veículos e autopeças, além de promover investimentos em pesquisa para melhorias na eficiência energética e na segurança dos automóveis (Brasil, 2020). Essas ações visam aumentar a inserção global do setor automotivo brasileiro e incentivar a adoção de tecnologias sustentáveis.

Embora os benefícios fiscais do Programa Rota 2030 representem um avanço significativo, a adesão por empresas de menor porte enfrenta limitações. Muitas dessas empresas encontram dificuldades em atender aos requisitos técnicos e administrativos exigidos para a obtenção dos incentivos. Essa situação destaca a necessidade de políticas públicas que ampliem o acesso aos benefícios, garantindo que os impactos positivos da iniciativa sejam distribuídos de forma mais ampla no setor automotivo e promovendo a competitividade em diferentes níveis da cadeia produtiva (Brasil, 2020).

## 2.5. INDICADORES DA LOGÍSTICA REVERSA NO BRASIL

Os indicadores da logística reversa no Brasil são fundamentais para avaliar a efetividade das práticas de retorno de materiais e a sustentabilidade operacional das empresas.

Um dos principais indicadores é a taxa de reciclagem de embalagens, que em 2023 alcançou 93% das embalagens recebidas por sistemas de logística reversa. Esse percentual reflete a capacidade do sistema de coleta e processamento de materiais recicláveis, sendo um avanço significativo na gestão de resíduos. No entanto, evidencia também a necessidade de melhorias na infraestrutura de coleta e processamento, especialmente para materiais com menor viabilidade de reciclagem, como as latas de aço que apresentaram apenas 47% de taxa de reciclagem (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2024). Isso destaca os desafios tecnológicos e econômicos ainda enfrentados na reciclagem, mesmo com o alto potencial de reaproveitamento desses materiais.

Outro indicador importante é o impacto social e econômico da logística reversa, que pode ser medido pela inclusão social e geração de empregos para catadores de materiais recicláveis. Entre 2012 e 2022, o número de organizações de catadores beneficiadas pelo sistema de logística reversa aumentou de 802 para 1.297, demonstrando um crescimento no setor e uma melhora nas condições de trabalho e inclusão social desses trabalhadores (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2024). Esse aumento reflete a importância da logística reversa para a gestão ambiental, como para o desenvolvimento sustentável das comunidades locais ao promover a inclusão social e melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

A adoção de inovações tecnológicas também é um indicador chave no contexto da logística reversa. O Programa Rota 2030, que exige requisitos obrigatórios como programas de rotulagem de eficiência energética e segurança para veículos novos, fomenta a inovação tecnológica no setor automotivo. Este programa não apenas promove práticas mais sustentáveis, mas também impulsiona a competitividade da indústria automotiva brasileira (Secretaria de Comunicação Social, 2024). A implementação de indicadores relacionados à eficiência energética e segurança permite acompanhar o progresso das empresas rumo a práticas mais sustentáveis e oferece um panorama claro da evolução tecnológica no setor.

Os desafios e oportunidades para pequenas empresas são outro indicador essencial. A adaptação às exigências da logística reversa pode ser complexa para muitas dessas empresas, especialmente em termos de infraestrutura e financiamento. A criação de políticas públicas acessíveis, como linhas de crédito específicas e programas de capacitação técnica, é fundamental para facilitar a participação dessas empresas (Secretaria de Comunicação Social, 2024). Essas medidas são importantes para democratizar o acesso aos incentivos fiscais e promover práticas sustentáveis em diferentes portes de empresas, ampliando os benefícios econômicos e ambientais do programa.

Empresas que realizam investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento no Brasil poderão obter deduções no Imposto de Renda e na Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), com retorno financeiro estimado entre 10,2% e 12,5% do valor investido. O Programa Rota 2030 também estabelece requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos novos no país, incluindo a adesão a programas de rotulagem de eficiência energética e segurança, o que fomenta inovações no setor automotivo (Brasil, 2020). Tais iniciativas têm o objetivo de impulsionar a competitividade da indústria automotiva e promover a sustentabilidade por meio de práticas de inovação tecnológica.

A análise dos indicadores de LR no Brasil torna-se relevante para compreender a efetividade dos processos de retorno de materiais e a sustentabilidade operacional das empresas. Dados de 2023 mostram que 93% das embalagens recebidas por sistemas de LR foram recicladas, com o restante sendo incinerado. No caso das embalagens de aço, apenas 47% das latas são recicladas, apesar do alto potencial de reaproveitamento do material. A implementação da logística reversa também gerou um aumento no número de organizações de catadores beneficiadas,

que passou de 802 para 1.297 entre 2012 e 2022, contribuindo para a melhoria das condições de trabalho e inclusão social no setor de reciclagem (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, 2024).

No contexto do Programa Rota 2030, barreiras e oportunidades significativas para pequenas empresas devem ser consideradas. Embora os incentivos fiscais ofereçam vantagens, a adaptação tecnológica e financeira é um desafio para concessionárias locais e oficinas de pequeno porte. A criação de políticas públicas mais acessíveis, como linhas de crédito específicas e programas de capacitação técnica, pode facilitar a participação dessas empresas, ampliando os benefícios econômicos e ambientais do programa (Secretaria de Comunicação Social, 2024). Tais medidas seriam essenciais para democratizar o acesso aos incentivos fiscais e permitir que empresas de diferentes portes se beneficiem de práticas sustentáveis.

Exemplos de estados como São Paulo demonstram como a regulamentação pode impulsionar boas práticas de gestão de resíduos automotivos. A Lei do Desmanche, pioneira nesse campo, enfrentou desafios em outras regiões do país devido a restrições orçamentárias e à complexidade na coordenação entre os órgãos responsáveis. No entanto, sua implementação mostrou-se eficiente, evidenciando a importância de um modelo integrado que abranja desde a coleta até o reaproveitamento dos materiais descartados (Silva, 2015). Esse modelo integrado é crucial para garantir a eficácia dos processos de logística reversa e economia circular no Brasil.

Essas iniciativas desempenham papel fundamental na ampliação dos impactos positivos das políticas de logística reversa e economia circular. O desenvolvimento de indicadores claros e mensuráveis, como os acompanhados pelo Observatório Nacional das Indústrias para a Mobilidade e Logística, é essencial para monitorar o progresso dessas políticas. A implementação de tais indicadores permitirá maior transparência e eficácia, assegurando a redução de impactos ambientais e a geração de empregos no setor de reciclagem (Brasil, 2015).

A integração entre os indicadores da logística reversa e da gestão de resíduos no Brasil destaca a importância de um modelo que promova a sustentabilidade e a eficiência na utilização dos recursos. Enquanto a logística reversa, com uma taxa de reciclagem de 93% para embalagens em 2023, reflete avanços significativos na coleta e processamento de materiais recicláveis, a gestão de resíduos no setor automotivo,



impulsionada pelo Programa Rota 2030, fortalece a competitividade e sustentabilidade através de incentivos fiscais e inovação tecnológica.

## 2.6. GESTÃO DE RESÍDUOS

A gestão de resíduos configura-se como um componente essencial da economia circular, com o objetivo de mitigar os impactos ambientais associados ao ciclo de vida dos produtos. Esse processo abrange etapas que incluem coleta, separação, reutilização, reciclagem e destinação final apropriada, promovendo um modelo sustentável de produção e consumo. No setor automotivo, tal prática assume relevância particular devido à possibilidade de reaproveitamento de peças e materiais, por meio da logística reversa, o que reduz o desperdício e favorece a sustentabilidade ambiental e econômica (Silva, 2015).

O Programa Rota 2030, instituído pelo Governo Federal, foi desenhado para integrar práticas sustentáveis ao setor automotivo, incentivando avanços tecnológicos e a otimização na gestão de resíduos. A iniciativa promove benefícios fiscais direcionados a empresas que investem em pesquisa e desenvolvimento, permitindo a dedução de investimentos no Imposto de Renda Pessoa Jurídica e na Contribuição Social sobre o Lucro Líquido. Estudos demonstram que os retornos financeiros para projetos qualificados podem variar de 10,2% a 15,3%, dependendo da classificação estratégica dos projetos, o que favorece a adoção de práticas inovadoras no setor (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2021).

As políticas do programa abrangem desde grandes montadoras até pequenas empresas do setor, como concessionárias e oficinas automotivas, que se beneficiam da isenção de impostos para a importação de autopeças sem produção nacional equivalente. A vinculação entre gestão de resíduos e os incentivos fiscais do Programa Rota 2030 demonstra seu impacto na competitividade do setor, promovendo simultaneamente a geração de empregos e a redução dos impactos ambientais. Essa abordagem alinha a indústria automotiva às diretrizes da economia circular e reforça o compromisso com a sustentabilidade e a eficiência econômica (Silva, 2015; Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, 2021).

## 2.7. MAPEAMENTO

O mapeamento de processos se deve no contexto da logística reversa e da gestão de resíduos no setor automotivo, especialmente quando alinhado aos incentivos fiscais do Programa Rota 2030. Essa prática permite uma análise de todo o fluxo de atividades desde a coleta, triagem e reintegração de peças ao ciclo produtivo. Identificar pontos críticos e redundâncias ajuda a otimizar a eficiência operacional, reduzindo desperdícios e aumentando a sustentabilidade.

No entanto, não se trata apenas de melhorar processos; o mapeamento possibilita visualizar as interações entre elementos, como ações, dados, pessoas e objetos, promovendo a identificação de oportunidades de melhoria e a padronização das etapas. Isso é essencial para o setor automotivo, onde a complexidade das operações exige um controle rigoroso e uma gestão eficiente dos recursos.

### 2.7.1 MAPEAMENTO DE PROCESSOS

Neste estudo, o mapeamento de processos será utilizado para ilustrar como a integração das práticas logísticas pode não só atender às exigências de sustentabilidade, mas também responder às demandas do mercado por maior eficiência econômica e ambiental. Ao demonstrar como as etapas de transporte, triagem, e reintegração de peças são organizadas e otimizadas, foi possível visualizar concretamente o impacto positivo dessas práticas na redução de resíduos e no reaproveitamento de componentes, alinhando-se às diretrizes do Programa Rota 2030.

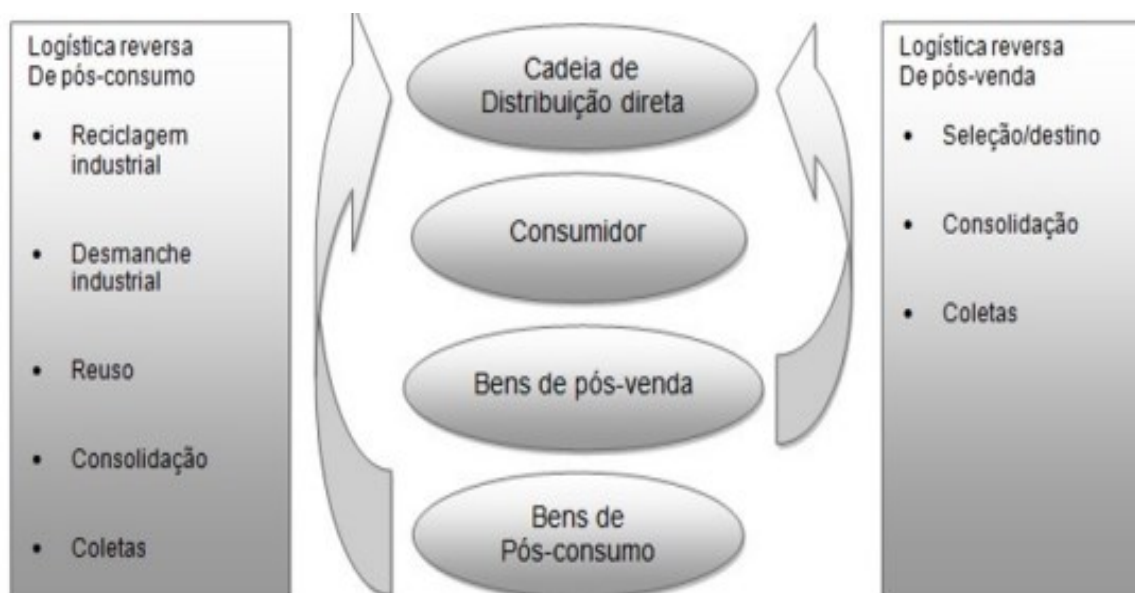
O mapeamento de processos constitui uma ferramenta estratégica para a análise, organização e padronização das etapas que compõem fluxos de atividades. De acordo com Biazzo (2002), essa prática permite a visualização sistemática das interações entre elementos, como ações, dados, pessoas e objetos, promovendo a identificação de gargalos, redundâncias e oportunidades de melhoria. Essa abordagem possibilita a otimização de recursos, a conformidade com padrões de qualidade e o aumento da eficiência operacional, aspectos fundamentais em ambientes produtivos e organizacionais.

A aplicação do mapeamento no setor automotivo evidencia sua importância na gestão integrada das etapas produtivas, desde o desenvolvimento de componentes até a distribuição final de veículos. O estudo de processos nesse setor contribui para o aprimoramento das práticas logísticas, ao identificar falhas e propor soluções que promovam maior eficiência econômica e ambiental. Além disso, segundo Leite (2009), esse método reforça a adoção de estratégias de sustentabilidade, alinhando-se às exigências de mercado e às políticas públicas voltadas para a redução de impactos ambientais.

A hierarquização proposta por Villela et al. (2000) pode ser aplicada à logística reversa, estruturando-se em níveis distintos. O macroprocesso abrange a estratégia geral para coleta e reciclagem de peças automotivas, promovendo a sustentabilidade e agregando valor ao negócio. Já o processo refere-se a etapas específicas, como transporte, triagem e reintegração de peças ao ciclo produtivo. A atividade concentra-se em ações intermediárias, como inspeção e classificação de componentes recicláveis, enquanto a tarefa aborda detalhes menores, como registro e etiquetagem de peças.

A Figura 5 ilustra as áreas de atuação e as etapas envolvidas nos canais reversos, evidenciando a importância do mapeamento na padronização de práticas e no aumento do controle sobre os recursos empregados. Essa metodologia viabiliza a geração de valor econômico e social, reforçando sua relevância no setor automotivo.

Figura 5 – Área de atuação e etapas reversas.



Fonte: Adaptado de Leite (2009).

A Figura 5, adaptada de Leite (2009), ilustra como o mapeamento de processos, aplicado à logística, é essencial para organizar e otimizar as etapas envolvidas nos canais reversos. Por exemplo, no contexto da logística reversa de pós-venda, as etapas de "seleção/destino" e "consolidação" são fundamentais para garantir o retorno eficiente de produtos defeituosos ou não utilizados, otimizando recursos e reduzindo desperdícios. Já na logística reversa de pós-consumo, etapas como *reciclagem industrial* e *desmanche industrial* mostram como os bens de consumo retornam à cadeia produtiva, fechando o ciclo de vida dos produtos de maneira sustentável. Esse tipo de mapeamento não apenas organiza as operações, mas também alinha as práticas logísticas com os objetivos econômicos e ambientais.

O mapeamento da cadeia logística no setor automotivo reforça sua importância estratégica, dado o alto nível de complexidade e integração necessário nesse segmento. Ao identificar claramente as interações entre os diferentes atores como fabricantes, distribuidores, consumidores e centros de reaproveitamento, essa metodologia permite o aprimoramento contínuo das práticas logísticas. Dessa forma, o mapeamento se torna uma ferramenta indispensável para melhorar o fluxo de materiais e informações, promover a sustentabilidade e manter a competitividade em um mercado cada vez mais exigente e dinâmico.

### 3. METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo foi estruturada para atender aos objetivos de análise e exploração da logística reversa no setor automotivo, com foco nas peças da Quinta-Roda. A abordagem metodológica combinou um estudo de caso prático e análises teóricas, permitindo uma compreensão dos benefícios dessa prática sustentável na cadeia de suprimentos. Com base em dados coletados junto a montadoras e concessionárias no Brasil, foram identificados fluxos logísticos e pontos críticos.

A utilização de ferramentas tecnológicas, como *Lucidchart* para a criação de fluxogramas, QGIS para mapeamento geográfico e Excel® para organização e análise de dados, possibilitou uma visão detalhada e integrada dos processos. Essas etapas foram complementadas por uma estruturação sistemática que incluiu a identificação do problema, fundamentação teórica, mapeamento logístico, exploração de cenários e avaliação de propostas, garantindo uma análise robusta e fundamentada para propor soluções práticas e sustentáveis.

A metodologia deste trabalho foi estruturada de acordo com os objetivos, a natureza e os procedimentos técnicos utilizados, conforme estabelecido por Jacobsen (2011). Em relação aos procedimentos técnicos, adotou-se o estudo de caso, descrito por Miguel (2007) como uma estratégia de investigação voltada à compreensão de problemas específicos e à proposição de soluções práticas para sua resolução. Essa abordagem permitiu análises de fenômenos organizacionais e operacionais, sendo aplicada aos desafios enfrentados por uma empresa do setor automotivo que planeja implementar a logística reversa em sua cadeia de suprimentos no futuro próximo.

A natureza da pesquisa caracteriza-se como aplicada, tendo em vista o objetivo de produzir conhecimento direcionado à viabilização de soluções práticas e específicas (Almeida e Leite, 2016). O estudo buscou mapear a cadeia logística da empresa, explorando a viabilidade de introduzir práticas de logística reversa. Os resultados conectaram os fundamentos teóricos às possíveis aplicações práticas, ampliando a perspectiva sobre a sustentabilidade logística no contexto analisado.

O termo empresa Alfa foi utilizado neste trabalho como medida para preservar a identidade da organização estudada, atendendo aos princípios éticos e legais exigidos pela pesquisa acadêmica. Essa decisão decorreu da ausência de autorização

formal para a divulgação de dados sensíveis, garantindo que informações proprietárias fossem tratadas de maneira ética e adequada. Essa escolha permitiu que o foco do estudo permanecesse nos aspectos científicos, evitando possíveis conflitos relacionados à propriedade intelectual ou à divulgação indevida de dados.

A pesquisa foi classificada como explicativa, uma vez que buscou interpretar fenômenos e analisar relações causais por meio de metodologias sistemáticas (Gil, 2007). A análise incluiu o mapeamento detalhado da cadeia logística da empresa, complementado por representações georreferenciadas das variáveis envolvidas. Essa abordagem possibilitou a identificação de pontos críticos que podem ser otimizados e estratégias para a implementação de práticas de logística reversa.

A metodologia do trabalho foi organizada em cinco etapas principais. A etapa inicial consistiu na identificação do problema, delimitando o escopo da pesquisa. Um dos desafios evidenciados pela empresa Alfa foi compreender os requisitos para conectar o fabricante ao consumidor final, além de outros aspectos logísticos fundamentais, refletindo na necessidade de estruturar a implementação da logística reversa. Essa etapa foi essencial para direcionar as análises e priorizar ações estratégicas.

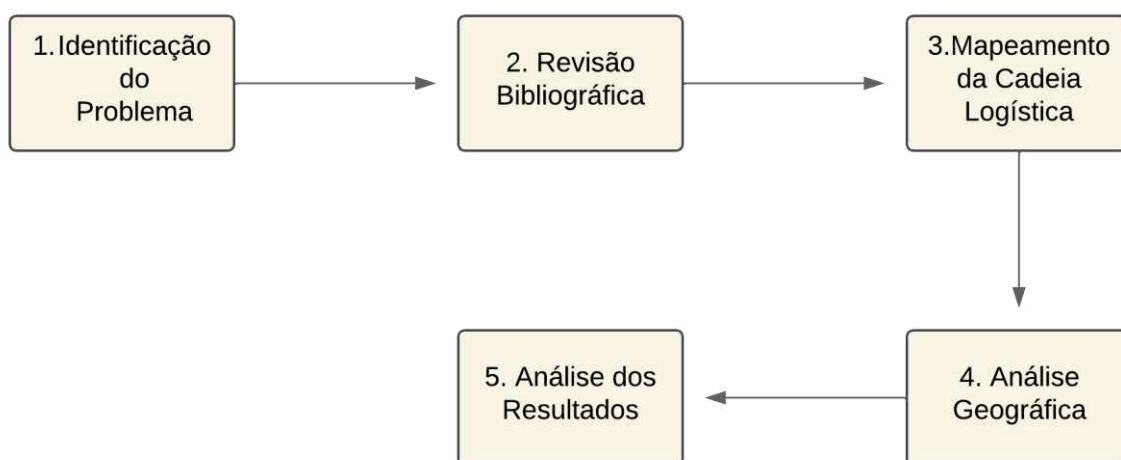
Com base no diagnóstico inicial, o referencial teórico foi abordado no segundo capítulo, reunindo conceitos sobre logística reversa no setor automotivo e ferramentas de mapeamento de processos e gestão de resíduos. Essa fundamentação teórica serviu como base para as etapas práticas, contextualizando os desafios e as oportunidades relacionadas à introdução dessas práticas.

O mapeamento da cadeia logística foi realizado no terceiro capítulo, proporcionando uma análise detalhada dos fluxos e processos críticos. Esta etapa metodológica permitiu uma compreensão mais clara da cadeia de valor no setor automotivo. Ao detalhar as práticas atuais e as etapas envolvidas nos canais reversos, o mapeamento possibilitou a visualização sistemática das interações entre elementos como ações, dados, pessoas e objetos, alinhando-se às diretrizes de sustentabilidade.

Essa análise forneceu uma base sólida para o desenvolvimento dos cenários discutidos no quarto capítulo, onde foram apresentadas soluções específicas para a aplicação de logística reversa. O mapeamento destacou os pontos críticos onde essas soluções deveriam ser aplicadas para otimizar a eficiência operacional e minimizar o impacto ambiental, consolidando as práticas necessárias para um ciclo produtivo mais sustentável.

Finalmente, o quinto capítulo avaliou as perspectivas propostas, destacando como as soluções apresentadas contribuem para a estruturação inicial de práticas logísticas e a sustentabilidade corporativa. Essa abordagem metodológica assegurou não só a profundidade da análise realizada, mas também a relevância das conclusões alcançadas, evidenciada pela apresentação dos resultados no Fluxograma 1, que ilustra de forma visual como as práticas de logística reversa podem ser integradas eficazmente ao setor automotivo.

Fluxograma 1 – Etapas de desenvolvimento do estudo.



Fonte: Autora (2024).

As etapas de mapeamento, que compreendem a coleta de dados, o mapeamento de processos e a análise dos processos mapeados, foram organizadas de forma a possibilitar uma análise da cadeia logística da empresa. O levantamento de dados ocorreu entre os meses de setembro a novembro de 2024, através de visita na empresa in loco, onde dialogou-se com dirigentes da empresa para e utilizou-se um roteiro de entrevista para compreender qual o objetivo e os desafios da empresa para aplicação da LR. Assim demandou-se à escolha de cinco montadoras ligadas a veículos pesados que foram selecionadas para fins do estudo. A empresa fabricante, localizada exclusivamente em Santa Catarina, foi o ponto central para o mapeamento da logística de distribuição.

Com essas informações, foram elaboradas planilhas eletrônicas que reuniam dados relativos às cidades e estados onde se encontram a fabricante de peças automotivas, as montadoras e suas concessionárias, bem como o índice de vendas de peças automotivas por região. Adicionalmente, o número de revendedoras

autorizadas por estado e região foi incluído na análise, permitindo um detalhamento mais preciso da distribuição de peças automotivas no território nacional.

O mapeamento dos processos logísticos foi conduzido utilizando-se ferramentas de software apropriadas para garantir a precisão na representação dos fluxos. O *software* gratuito *Lucidchart* foi empregado na elaboração dos fluxogramas, proporcionando uma visualização clara das etapas do processo. Para o mapeamento geográfico, a primeira ferramenta utilizada foi o *Google Maps*, seguida do QGIS, que possibilitou a criação de mapas de calor para a visualização das variáveis logísticas e da distribuição geográfica dos processos. O uso dessas ferramentas permitiu a construção de uma visão detalhada e precisa dos fluxos logísticos, essenciais para o entendimento da dinâmica da cadeia de suprimentos da empresa.

A análise dos processos mapeados foi realizada com base nos dados coletados e nas representações gráficas geradas. As planilhas no Excel® foram utilizadas para a organização e manipulação dos dados, facilitando a análise das informações em um formato mais acessível e dinâmico. O uso de planilhas contribuiu para o gerenciamento eficiente dos dados, permitindo a identificação de padrões e discrepâncias nos processos logísticos. Além disso, a integração dos dados geográficos com as informações de vendas e revendedores proporcionou uma compreensão mais aprofundada dos gargalos logísticos existentes e das possíveis soluções a serem implementadas na cadeia de suprimentos da empresa.

### 3.1. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A ausência de dados sobre bases, peças, rotas, aspectos qualitativos ou relacionados à cadeia logística limita significativamente o aprofundamento na análise proposta. Essa restrição torna inviável a discussão detalhada de fatores críticos, como o desempenho das operações e as possibilidades de otimização dos processos, devido à carência de informações necessárias para fundamentar os argumentos com embasamento técnico e científico. Além disso, a indisponibilidade de informações sobre os custos envolvidos no processo prejudica a avaliação econômica e a viabilidade de implementação de possíveis melhorias. O conhecimento sobre custos é essencial para a identificação de problemas financeiros e para a proposição de soluções que conciliem eficiência operacional e sustentabilidade econômica.



#### 4. ESTUDO DE CASO

A metodologia adotada neste estudo utilizou informações provenientes dos sites oficiais das montadoras, assegurando a precisão e confiabilidade dos dados analisados. No entanto, nesta seção, os nomes reais das montadoras não serão mencionados, a fim de preservar questões de direitos autorais e confidencialidade das marcas envolvidas. Este estudo centra-se na análise e aplicação de práticas de logística reversa em uma organização de destaque no setor automotivo e metalúrgico, reconhecida globalmente pela expertise em fundição de ferro nodular e pela diversificação de seu portfólio.

Fundada em 1963, na cidade de Joinville (SC), a empresa consolidou-se como a maior fabricante de compressores de ar da América Latina, além de fornecer componentes automotivos para segmentos estratégicos, como veículos pesados, máquinas agrícolas e construção. No contexto do estudo, a peça automotiva "quinta roda, foi escolhida como objeto de análise, destacando-se por sua relevância econômica e logística. A pesquisa busca compreender como a logística reversa pode ser integrada à cadeia produtiva, promovendo sustentabilidade, economia circular e competitividade, alinhando-se às demandas de mercado e às diretrizes ambientais.

A empresa estudada é reconhecida no mercado global pela expertise em fundição e usinagem de ferro nodular, consolidando-se como uma referência em sua área de atuação. Ademais, a empresa atua como fornecedora de componentes automotivos para diversos setores industriais, abrangendo segmentos como máquinas agrícolas, veículos comerciais pesados e equipamentos de construção, destacando-se pela diversificação de seu portfólio e pela presença estratégica no mercado global.

Um dos principais desafios enfrentados pela instituição foi a inadequação no descarte de peças de alto valor agregado ao término de sua vida útil, evidenciando lacunas no gerenciamento sustentável de resíduos. A ausência de um sistema estruturado de logística reversa revelou a necessidade de iniciativas voltadas para a recuperação e reuso de materiais na cadeia produtiva. A implementação de práticas dessa natureza oferece a possibilidade de fomentar a economia circular, promovendo uma redução significativa no impacto ambiental e alinhando-se às diretrizes de sustentabilidade corporativa estabelecidas por órgãos reguladores e pelo mercado.

A peça denominada quinta roda (Figura 6), é um componente essencial em caminhões, responsável por conectar o caminhão-tractor ao semirreboque, permitindo a articulação e o movimento seguro entre os dois elementos durante o transporte.

Figura 6 – Quinta Roda.



Fonte: DIPECARR (2024).

Fabricada em ferro fundido, a peça possui alta resistência e durabilidade, sendo projetada para suportar grandes cargas e garantir a estabilidade do conjunto veicular. Sua principal função é permitir que o semirreboque gire em torno do ponto de engate, proporcionando flexibilidade nas manobras e maior segurança durante o deslocamento em diferentes tipos de terreno.

Além disso, a quinta roda apresenta um elevado índice de reposição devido ao desgaste natural provocado pelo uso contínuo e pelas condições adversas enfrentadas no transporte rodoviário, o que a torna um elemento estratégico para a implementação de sistemas de logística reversa. No mercado brasileiro, o valor médio da peça é de aproximadamente **R\$ 6.000**, pois depende tamanho e com uma vida útil média de doze anos, variando conforme as condições de uso, manutenção e qualidade do material empregado na fabricação.

Em 2023, a produção mensal da empresa estudada atingiu cerca de 12.000 toneladas de produtos diversos a partir da gusa, matéria-prima essencial para o ferro fundido. Do total produzido, 12,5% foram destinados à fabricação da quinta roda, enquanto 8% foram voltados apenas à reposição da mesma, correspondendo a uma média de 1.200 unidades de quinta roda ao mês, reforçando a relevância logística e econômica da peça.

A análise do fluxo logístico revelou a abrangência do atendimento da empresa, que é direcionado a quatro principais segmentos: veículos pesados, equipamentos agrícolas, construção e sistemas. Este estudo, entretanto, foca no segmento de veículos pesados, caracterizado pela dinâmica específica de sua cadeia de distribuição. Nesse contexto, o fornecimento ocorre diretamente para montadoras, que repassam as peças às concessionárias distribuídas em diversas regiões do Brasil, evidenciando a relevância estratégica desse segmento para a operação logística da empresa.

A distribuição ampla e diversificada no segmento de veículos pesados apontou a inexistência de um mapeamento detalhado da cadeia logística conectando a empresa ao consumidor final. Essa lacuna compromete a eficiência da logística reversa, dificultando a identificação de pontos estratégicos para o recolhimento das peças usadas e sua reintegração ao ciclo produtivo. Sem um mapeamento completo, a alocação dos recursos necessários para a recuperação dos materiais torna-se desafiadora, impactando negativamente a sustentabilidade das operações e a redução de desperdícios.

Outro desafio relevante é a extensão da cadeia logística até os pontos de venda, representados pelas revendedoras (autopeças). Esses pontos desempenham um papel essencial ao intermediar a conexão entre concessionárias e consumidores finais. Para uma implementação eficaz da logística reversa, torna-se necessário integrar todos os elos da cadeia ao sistema, garantindo que o processo de devolução alcance o consumidor final. Essa integração demanda uma visão sistêmica e alinhada, permitindo que o recolhimento de peças como a quinta roda seja realizado de maneira eficiente, promovendo sua reintrodução na cadeia produtiva.

A cadeia logística da empresa é composta por um fluxo que se inicia na fábrica, segue para as montadoras e concessionárias autorizadas e, finalmente, alcança os motoristas de caminhão, que são os consumidores finais. O mapeamento dessa cadeia, considerando todos os pontos de distribuição, é essencial para a efetividade da logística reversa. A análise detalhada dos cenários logísticos possibilita a identificação de potenciais pontos de recolhimento de peças usadas e sua integração à economia circular, contribuindo para a otimização dos processos e a mitigação de impactos ambientais.

A complexidade dessa cadeia logística demanda soluções integradas para o gerenciamento dos produtos ao final de sua vida útil, destacando-se a implementação

da logística reversa como um fator estratégico. Essa prática não apenas otimiza o reaproveitamento de resíduos como também reforça o posicionamento da empresa perante seus *stakeholders*. O alinhamento às diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos demonstra o compromisso com a sustentabilidade, ampliando a competitividade no mercado e fortalecendo a percepção positiva de sua atuação ambientalmente responsável.

#### 4.1. MAPEAMENTO DA CADEIA LOGÍSTICA

O mapeamento da cadeia logística constitui uma ferramenta essencial na administração de suprimentos, englobando a análise detalhada das etapas relacionadas ao fluxo de materiais, informações e recursos financeiros ao longo do processo produtivo. Esse método permite às organizações identificar gargalos operacionais, compreender melhor as interdependências entre os agentes da cadeia e implementar melhorias nos processos. Ballou (2012) destaca que a gestão integrada das cadeias de suprimentos resulta em uma maior eficiência operacional e na redução de custos, além de contribuir para o aumento da satisfação dos consumidores finais. Portanto, o mapeamento não apenas possibilita a identificação de áreas críticas, mas também auxilia no planejamento estratégico e na integração das atividades logísticas.

A gestão logística assume um papel determinante na organização das operações e na identificação de necessidades estruturais da cadeia de suprimentos. A análise de indicadores de desempenho, como o OTIF (*On Time In Full*), possibilita o monitoramento e a avaliação de processos críticos, promovendo ajustes em tempo hábil. Conforme relatado por Rodrigues e Rabelo (2017), a utilização dessas ferramentas permite identificar fragilidades operacionais e aprimorar a capacidade de resposta às flutuações de mercado. Adicionalmente, o estudo conduzido pela FEI (2020) ressalta que uma cadeia logística eficiente não apenas contribui para a redução de desperdícios, mas também potencializa o alinhamento entre os diferentes agentes envolvidos, fortalecendo as operações integradas e promovendo a sustentabilidade corporativa (Bernardo, Sousa e Demajorovic, 2020).

Para a construção de um fluxograma ou mapa de processo, é essencial seguir uma sequência lógica das atividades produtivas constituintes do processo. Segundo Leal, Pinho e Corrêa (2003), a criação de fluxogramas deve incluir uma listagem clara

e lógica dos símbolos identificadores, conectados por segmentos de reta que representam o fluxo do item. Isso facilita a visualização do processo como um todo, desde a entrada de materiais até o consumidor final, permitindo identificar gargalos e oportunidades de melhoria. Os fluxogramas desenvolvidos foram criados usando a plataforma Lucidchart, com o objetivo de mapear a cadeia logística da empresa.

O Fluxograma 2 ilustra o processo desde a entrada das peças fornecidas pelo fabricante, passando pelo envio às montadoras, até chegar às concessionárias e, finalmente, ao consumidor final.

Fluxograma 2 – O processo de distribuição de peças.



Fonte: Autora (2024).

Esse mapeamento foi formulado através das orientações da empresa e possibilita a identificação de pontos críticos e a implementação de melhorias no sistema logístico. O processo de distribuição de peças automotivas inicia-se com os fabricantes, responsáveis pela produção dos componentes conforme padrões técnicos e especificações exigidas. Após o processo produtivo e o controle de qualidade, as peças são enviadas para as montadoras, onde são integradas à linha de produção dos veículos pesados.

Parte das peças, destinadas à reposição, é direcionada às concessionárias, que atuam como intermediárias, disponibilizando os componentes tanto para serviços de manutenção em garantia quanto para venda direta ao público. Por fim, as peças chegam ao consumidor final, seja por meio de reparos realizados nas concessionárias, oficinas ou pela compra direta, assegurando o pleno funcionamento e a manutenção dos veículos. Esse fluxo organizado permite a eficiência da cadeia logística, garantindo a disponibilidade de peças no tempo certo e em conformidade com as exigências do mercado automotivo.

A distribuição de autopeças por revendedoras no Brasil, conforme analisado por Duque (2024), ressalta a complexidade logística e a necessidade de uma gestão eficiente para manter a continuidade dos processos. Essa configuração exige integração entre fabricantes, concessionárias e revendedoras, otimizando o fluxo de produtos. A observação prática em concessionárias locais mostrou uma extensão

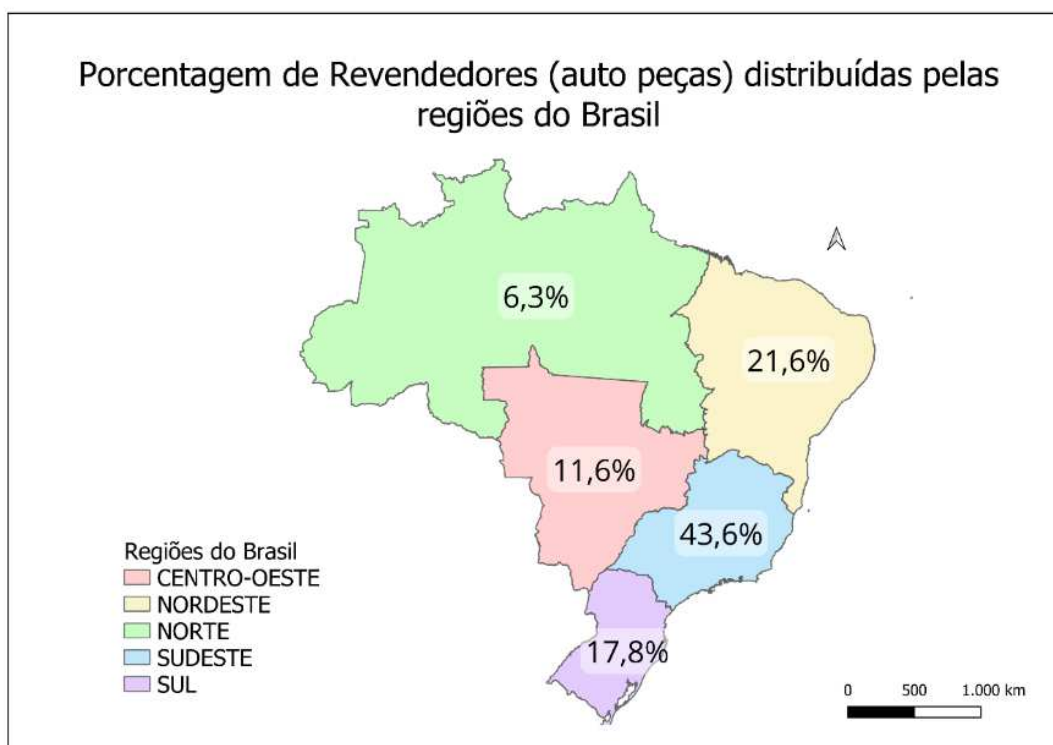
adicional na cadeia logística após as concessionárias e anteriormente ao consumidor final, que são as chamadas Revendedoras (autopeças).

Rodrigues e Rabelo (2017) indicam que a integração de todos os elos da cadeia logística é essencial para garantir eficiência na logística reversa e a satisfação do consumidor. A fluidez entre esses processos está diretamente relacionada à satisfação do cliente e à competitividade no mercado, reforçando a importância do planejamento estratégico em todas as etapas da distribuição (Rodrigues e Rabelo, 2017; Duque, 2024).

Esses parágrafos demonstram a relevância da integração entre os diferentes elos da cadeia logística para uma operação eficiente e sustentável, conforme os estudos de Duque (2024) e Rodrigues e Rabelo (2017). A revisão desses processos logísticos permite identificar e reduzir gargalos, garantindo uma maior continuidade entre as fases da cadeia, desde o fornecedor até o consumidor final, e impactando diretamente a satisfação do cliente e a competitividade no mercado.

Além disso, a Figura 7, ilustra a distribuição percentual das revendedoras de autopeças nas diferentes regiões do Brasil em 2024.

Figura 7 – Porcentagem de revendedoras (autopeças) distribuídas pelas regiões do Brasil.



Fonte: Autora (2024).

Observa-se que o Sudeste concentra a maior parte das operações, com 43,6%, refletindo o alto volume de veículos pesados e a demanda por peças nessa região. Em seguida, o Nordeste (21,6%) e o Sul (17,8%) também possuem significativa concentração de revendedoras. O Centro-Oeste e o Norte, com 11,6% e 6,3%, respectivamente, mostram menor número de revendedoras, correlacionado à menor densidade populacional e menor volume de veículos pesados em circulação nessas áreas. A distribuição desigual requer estratégias logísticas adaptadas para atender eficientemente a demanda em cada região.

A análise de Sérgio Duque sobre o Índice de Demanda de Autopeças em 2024 mostra uma distribuição geográfica complexa das necessidades de consumo no Brasil, revelando a importância da gestão integrada na cadeia logística do setor automotivo. Segundo Duque (2024), o Brasil possui aproximadamente 29.000 revendedoras de autopeças espalhadas pelos estados, o que reflete a complexidade da logística necessária para atender a essa demanda diversificada. No estado de Santa Catarina, por exemplo, há cerca de 1.352 revendedoras, o que é significativo em termos de cobertura geográfica e eficiência de distribuição.

A Tabela 1, apresentada no estudo de Duque demonstra como a demanda de autopeças é variada entre as diferentes unidades federativas.

Tabela 1 – Índice % de demanda das autopeças previsto 2024 por Unidade Federativa.

UF	GERAL	LINHA LEVE	LINHA PESADA	MOTO
ACRE	0,2204	0,2259	0,2441	0,2782
ALAGOAS	1,0098	1,0533	1,0140	1,1563
AMAPÁ	0,2109	0,2413	0,1853	0,2725
AMAZONAS	0,8184	0,7777	0,8591	0,8065
BAHIA	4,3139	4,1856	4,8512	4,7862
CEARÁ	2,2565	2,4027	2,2152	2,6939
DISTRITO FEDERAL	2,2018	2,4209	1,5693	2,0907
ESPÍRITO SANTO	1,9175	1,8559	2,2548	2,2782
GOIÁS	4,1063	4,0000	4,4886	3,9021
MARANHÃO	1,4837	1,3572	1,8287	1,7491
MATO GROSSO	2,7253	2,0734	3,9988	2,0362
MATO GROSSO DO SUL	1,6105	1,3671	2,0853	1,6599
MINAS GERAIS	10,8926	10,5604	11,5014	3,1384
PARÁ	2,1958	2,3562	2,4049	3,1384
PARAÍBA	1,3468	1,4567	1,2538	1,5388
PARANÁ	7,7692	7,2902	8,7338	7,9484
PERNAMBUCO	2,4970	2,5698	2,5922	2,8832
PIAUI	0,8857	0,9014	0,9962	1,1053

Fonte: Duque (2024).

Tabela 1 – Continuação.

UF	GERAL	LINHA LEVE	LINHA PESADA	MOTO
RIO DE JANEIRO	6,6386	0,9014	5,4425	5,7827
RIO GRANDE DO NORTE	1,1097	1,1798	1,0865	1,3138
RIO GRANDE DO SUL	6,9098	6,9422	6,9481	7,6465
RONDÔNIA	0,7581	0,6422	1,0480	0,8869
RORAIMA	0,1967	0,1864	0,2279	0,2382
SANTA CATARINA	5,0514	5,0706	5,1688	5,6522
SERGIPE	0,6671	0,6830	0,6804	0,7634
SÃO PAULO	29,3952	30,8139	25,1694	25,7883
TOCANTINS	0,8115	0,6163	1,1518	0,8304
TOTAL BRASIL	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000

Fonte: Duque (2024).

Com estados como Minas Gerais e São Paulo tendo uma demanda significativa na linha pesada e nos veículos leves, respectivamente. Isso destaca a necessidade de integração entre fabricantes, concessionárias e revendedoras para otimizar o fluxo de produtos e atender a demanda regional, melhorando o atendimento ao consumidor final.

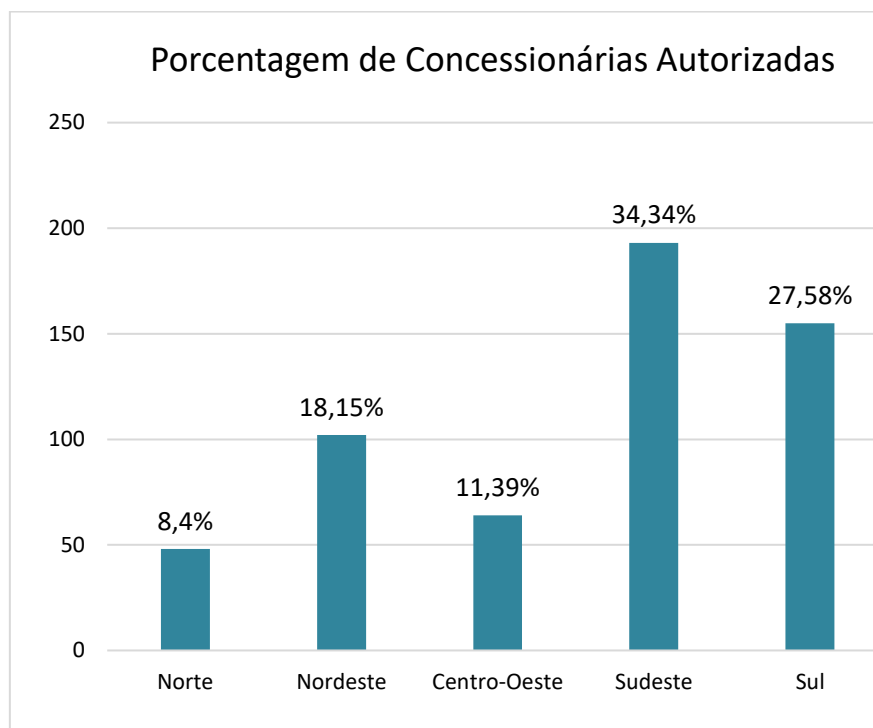
Esses dados sublinham a importância de um planejamento estratégico robusto na logística do setor automotivo, pois permite uma gestão mais eficiente das peças, minimizando os custos e melhorando a satisfação do cliente. A integração entre os diferentes elos da cadeia, como mostrado por Duque (2024), é fundamental para garantir uma operação logística fluida, capaz de responder rapidamente às necessidades do mercado e aos desafios locais, como variações na demanda e nas condições de transporte.

Projeções indicam que a demanda global por autopeças segue em expansão, impulsionada por avanços tecnológicos e pela crescente necessidade de manutenção automotiva. De acordo com a Technavio (2024), o mercado de peças automotivas deve crescer a uma taxa composta anual de 3,2% entre 2023 e 2028, favorecido pela digitalização dos serviços de manutenção, o que aumenta a precisão dos diagnósticos e reparos.



O Gráfico 1 mostra a distribuição percentual das concessionárias autorizadas nas diferentes regiões do Brasil em 2024.

Gráfico 1 – Porcentagem de Concessionárias Autorizadas.



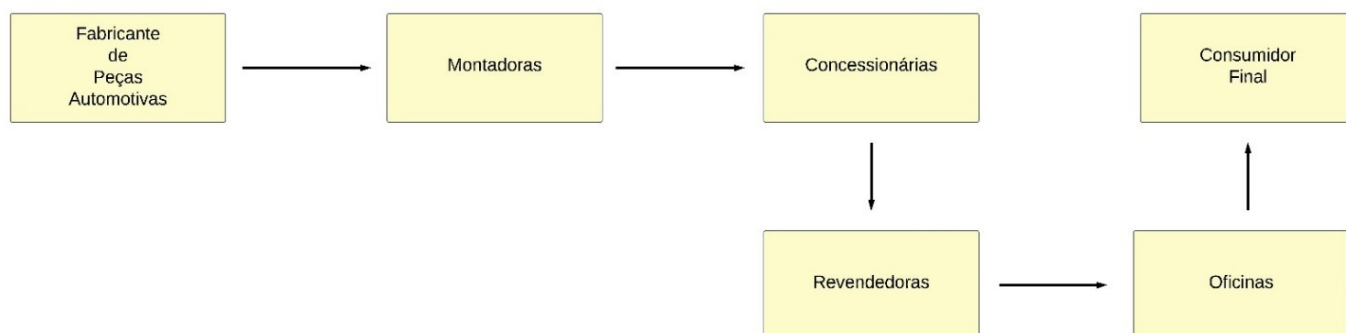
Fonte: Autora (2024)

Observa-se que o Sudeste concentra a maior parte das concessionárias, com (34,34%), seguido pelo Sul (27,58%), Nordeste (18,15%), Centro-Oeste (11,39%) e Norte (8,4%). Essa concentração reflete o maior volume de veículos em circulação e demanda por serviços em regiões economicamente mais desenvolvidas.

O número expressivo de concessionárias nas regiões Sudeste e Sul do Brasil destaca a importância de aplicar a logística reversa focada nos consumidores finais, considerando o menor volume de pontos de venda e revendas em outras regiões como Norte e Nordeste. Essas regiões possuem menos infraestrutura, dificultando a implementação eficiente de processos logísticos que conectam concessionárias e consumidores finais, especialmente caminhoneiros, que representam uma parcela significativa de usuários de peças automotivas em trânsito.

Para melhor visualização e planejamento dessas operações, o Fluxograma 3 do mapeamento da cadeia logística do fabricante ao consumidor final é essencial.

Fluxograma 3 – Cadeia logística de peças do setor automotivo do fabricante ao consumidor final.



Fonte: Autora (2024).

A inclusão de etapas como revendedoras e oficinas no fluxograma do mapeamento da cadeia logística amplia a complexidade do mapeamento e revela oportunidades para o desenvolvimento de práticas de logística reversa. Esta abordagem permite o reaproveitamento de materiais, como o ferro fundido, e sugere que os incentivos iniciais sejam direcionados às revendedoras até o consumidor final. A adoção dessas práticas pode reduzir impactos ambientais e fortalecer a sustentabilidade na cadeia de fornecimento, destacando-se como uma estratégia essencial para a competitividade no setor automotivo (Duque, 2024; Technavio, 2024).

A concentração de concessionárias nas regiões mais desenvolvidas, como o Sudeste (34,34%) e o Sul (27,58%), facilita o incentivo à logística reversa direta, onde o consumidor final, como o caminhoneiro, poderia devolver peças usadas para reciclagem ou reaproveitamento. Nesses locais, a logística reversa, quando bem implementada, pode ser fortalecida pela atuação de intermediários, como oficinas e revendedoras de autopeças, que contribuem significativamente para a eficiência do processo.

Esse incentivo deve ser aplicado de maneira mais incisiva nos elos intermediários, como concessionárias e revendedoras, para alcançar os consumidores finais de forma eficiente. Essa abordagem favorece não apenas o reaproveitamento de materiais, mas também reduz custos e impactos ambientais, alinhando o mercado automotivo às demandas contemporâneas por economia circular e responsabilidade ambiental.

A importância de um mapeamento detalhado da cadeia logística se estende à conexão entre concessionárias, oficinas e consumidores finais, permitindo um ciclo mais fechado para as peças automotivas. Esse ciclo deve incluir pontos de coleta e

reuso eficazes, fundamentais para integrar os caminhoneiros ao sistema de logística reversa, aumentando a sustentabilidade e eficiência dos processos no setor automotivo (Precedence Research, 2024; Technavio, 2024). A ampla distribuição de concessionárias em diferentes estados brasileiros destaca a complexidade de gerenciar o fluxo de autopeças em âmbito nacional. Esse cenário exige um entendimento detalhado das dinâmicas regionais para direcionar estratégias logísticas e comerciais.

Ao analisar o número de concessionárias autorizadas das montadoras, identificou-se um total de 562 concessionárias espalhadas pelo Brasil, enquanto o número de revendedoras de autopeças chega a aproximadamente 29.500. Embora na comparação entre as porcentagens, a região Norte tenha um número maior de concessionárias do que revendedoras, com 48 concessionárias e 1.927 revendedoras, essa diferença não reflete a disponibilidade de infraestrutura necessária para a logística reversa na região. As BRs (rodovias federais), como a BR 163, BR 230 e BR 158, são fundamentais para a escoação de grãos e alimentos, começando no Norte e cruzando o país até o Sul, destacando a importância de uma logística eficiente que não dependa apenas das concessionárias.

A concentração de concessionárias de todas as montadoras na mesma cidade na região Norte restringe ainda mais a coleta e o reaproveitamento de peças usadas, limitando as opções disponíveis para consumidores e aumentando a relevância de incentivos à captação de peças diretamente nas revendedoras. Esta situação reforça a necessidade de uma abordagem integrada de logística reversa que conecte diretamente concessionárias com as revendedoras e os consumidores finais. Dessa forma, um mapeamento eficaz da cadeia logística deve incluir revendedoras e oficinas, permitindo um ciclo mais fechado e eficiente para o reaproveitamento de peças no setor automotivo. Na próxima seção será apresentado um mapeamento abrangente dessa distribuição, evidenciando os principais polos de atuação e suas implicações para o planejamento estratégico no setor automotivo.

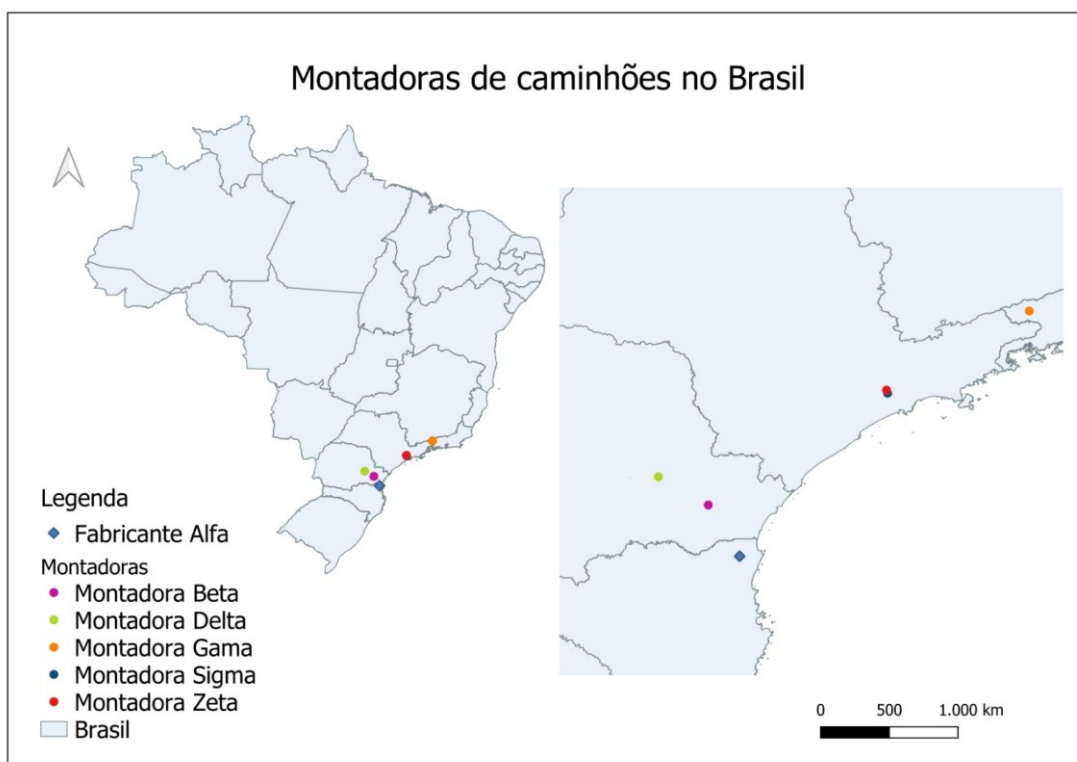
## 4.2 ANÁLISE GEOGRÁFICA

A análise geográfica iniciou-se com a utilização da ferramenta *Google Maps* para identificar os endereços das montadoras e das respectivas concessionárias. Em

seguida, foram coletadas as coordenadas geográficas desses endereços, que posteriormente foram organizadas e manipuladas por meio do software *Microsoft Excel* para consolidar as informações obtidas. Finalmente, empregou-se o software QGIS para transformar os dados em informações georreferenciadas, gerando mapas que serão apresentados adiante.

A análise do mapeamento de cenários focou em cinco montadoras de veículos pesados, todas clientes da fabricante objeto deste estudo de caso. O foco se deu devido à aplicação de peças voltadas para veículos pesados, que são essenciais para a logística reversa. A primeira etapa consistiu na identificação da localização geográfica dessas montadoras no território brasileiro, sendo necessário para a análise geográfica das operações e para a avaliação da viabilidade logística reversa. A compreensão das distâncias geográficas é essencial, pois subsidia a análise das possibilidades de integração logística, como demonstrado na Figura 8.

Figura 8 – Montadoras de caminhões no Brasil.



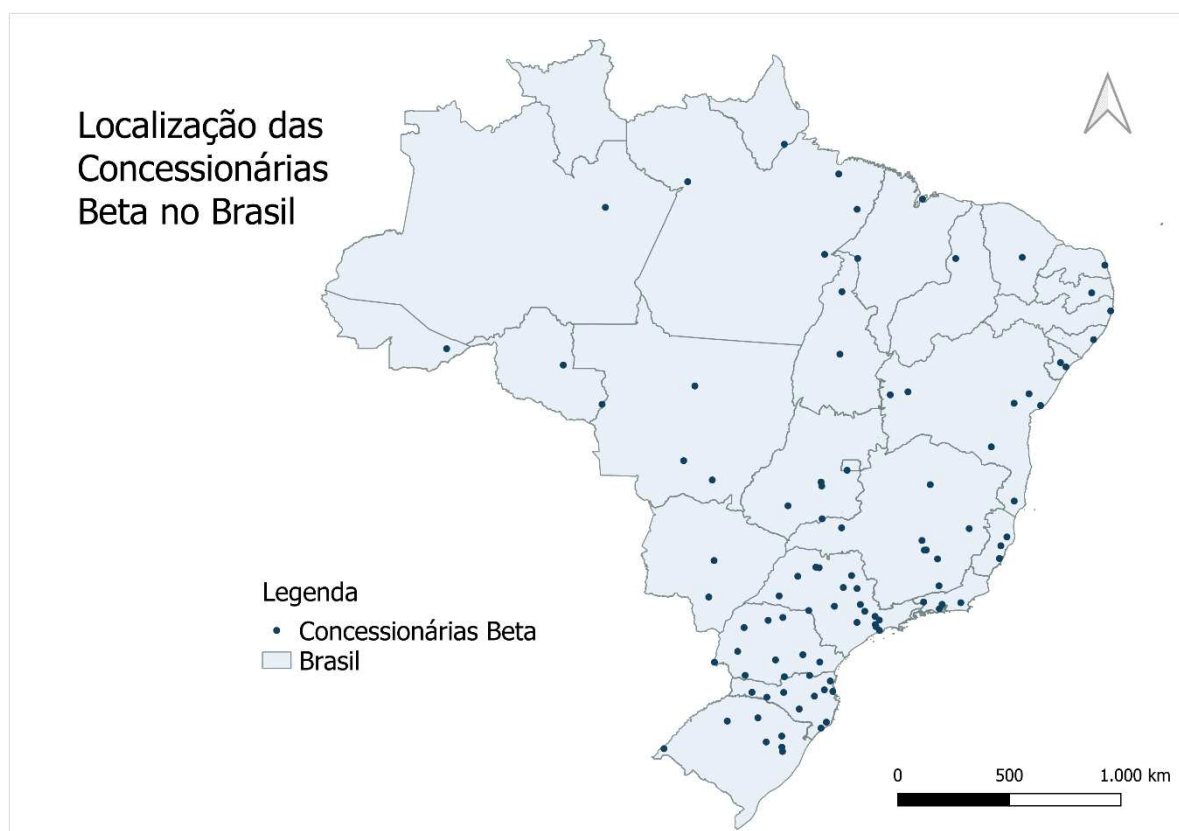
Fonte: Autora (2024).

A segunda análise baseou-se no mapeamento das montadoras e de suas respectivas concessionárias, com o objetivo de comparar a distribuição dessas concessionárias e identificar os padrões de concentração geográfica. Esse procedimento permite compreender como as concessionárias estão distribuídas em

relação às montadoras, contribuindo para a análise logística e estratégica. A partir dos dados coletados, foi possível identificar agrupamentos que indicam áreas de maior concentração, favorecendo a compreensão do mercado e o planejamento operacional.

O Grupo Beta, líder mundial em soluções voltadas ao transporte comercial, está sediado na Suécia e, ao longo de mais de oito décadas, construiu uma trajetória de transformações positivas, sustentada pelos valores corporativos de qualidade, segurança e respeito ao meio ambiente. Seus primeiros produtos chegaram ao Brasil na década de 1930. No entanto, foi em 1977 que a Empresa Beta do Brasil Motores e Veículos S.A. e a Empresa Beta Penta foram constituídas no país, dando início a uma história de mais de três décadas de grandes avanços e transformações (Empresa Beta, 2013). A Figura 9 apresenta a análise específica da Empresa Beta, localizada no estado do Paraná, que conta com aproximadamente 100 concessionárias.

Figura 9 – Montadora Beta.



Fonte: Autora (2024).

A Empresa Beta, com capital fechado e aproximadamente 4.467 funcionários, possui duas unidades industriais no Brasil: em Curitiba (PR), onde são produzidos caminhões, chassis de ônibus, caixas de câmbio e motores; e em Pederneiras (SP),

onde são fabricados os equipamentos de construção. A unidade brasileira responde pelos negócios do Grupo em toda a América Latina, refletindo a importância de sua capacidade de produção para o mercado regional (Empresa Beta, 2013).

Observou-se que a maior concentração de unidades está nas regiões Sul e Sudeste, o que reflete a densidade populacional e o potencial de mercado dessas áreas. Essas informações corroboram a importância do estudo da logística territorial para identificar regiões estratégicas e otimizar operações comerciais. A distribuição geográfica das concessionárias da Empresa Beta evidencia a necessidade de entender as demandas locais para adaptar estratégias e otimizar a oferta de produtos e serviços, garantindo uma melhor aproximação com os consumidores.

Na fábrica de Curitiba (PR), são produzidos caminhões pesados, semipesados, motores, caixas de câmbio e chassis de ônibus, empregando aproximadamente 3.776 funcionários, 164 estagiários e 90 aprendizes em 2014. Esse perfil produtivo demonstra a capacidade da Empresa Beta em adaptar-se às demandas do mercado e oferecer uma ampla gama de produtos voltados ao transporte comercial (Empresa Beta, 2013).

O Grupo Beta adota um modelo piramidal para representar sua estratégia de sustentabilidade, que abrange três níveis interconectados: transporte sustentável, valor compartilhado e negócios responsáveis. Esse modelo visa à liderança mundial em soluções de transporte sustentável, destacando a importância de atuar de forma ética e responsável, além de compartilhar valor com a sociedade e o meio ambiente (Empresa Beta, 2013).

A Empresa Delta é um fabricante de caminhões de sucesso e de rápido crescimento, com presença significativa na Europa, América do Norte e Ásia. Integra a PACCAR, líder global em tecnologia, que se destaca no design, fabricação e suporte ao cliente no segmento de caminhões de primeira linha, abrangendo portes leve, médio e pesado sob as marcas Delta, Kenworth e Peterbilt (PACCAR, 2013).

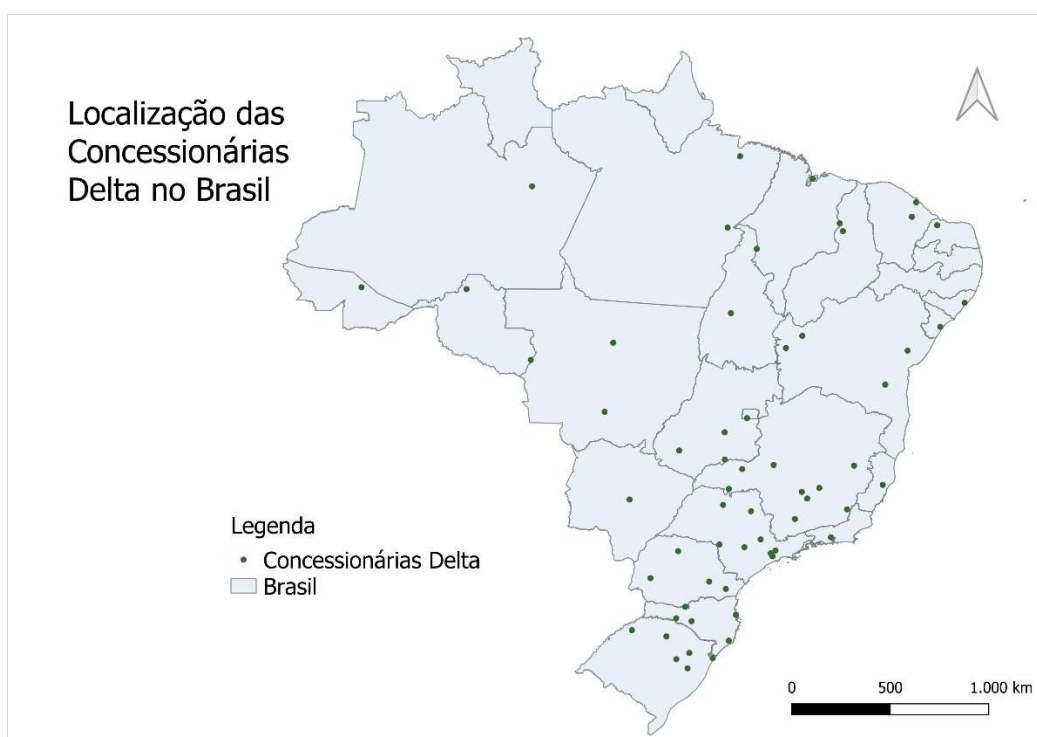
A PACCAR projeta e fabrica motores a diesel avançados, além de oferecer serviços financeiros personalizados, tecnologia da informação e peças de caminhão relacionadas ao seu ramo de negócios principal. A excelência dos caminhões Delta é refletida em sua confiabilidade, baixo custo de propriedade e conforto superior para o motorista. A construção de uma fábrica de última geração em Ponta Grossa, Paraná, Brasil, destaca a importância do mercado brasileiro para a Delta, considerando o

volume significativo de vendas de veículos pesados, com 125 mil unidades em 2010 (PACCAR, 2013).

Cada aplicação de transporte possui requisitos específicos e cada veículo Delta é construído sob encomenda, utilizando uma gama diversificada de configurações de cabines, chassis, sistemas de transmissão e eixos. Três modelos de veículos (LF, CF e XF105) representam o padrão de qualidade da Delta: a excelência em design e engenharia (PACCAR, 2013).

A análise também mostra que a maior concentração de suas concessionárias está na região Sudeste do Brasil, evidenciada na Figura 10, devido à alta densidade populacional e maior dinamismo econômico desta área.

Figura 10 – Montadora Delta.



Fonte: Autora (2024).

A expansão da Delta na América do Sul visa atender a essa demanda com caminhões desenvolvidos para os desafios locais, oferecendo acesso a recursos avançados de design e centros de testes de motores de alta tecnologia. Esta estratégia posiciona a Delta como o “Centro de excelência” da PACCAR no desenvolvimento de motores (PACCAR, 2013).

A montadora Delta, apesar de apresentar o menor número de concessionárias entre as montadoras analisadas, conta com um total de 63 unidades distribuídas nos estados brasileiros. A sede da Delta está localizada no norte do estado do Paraná, o

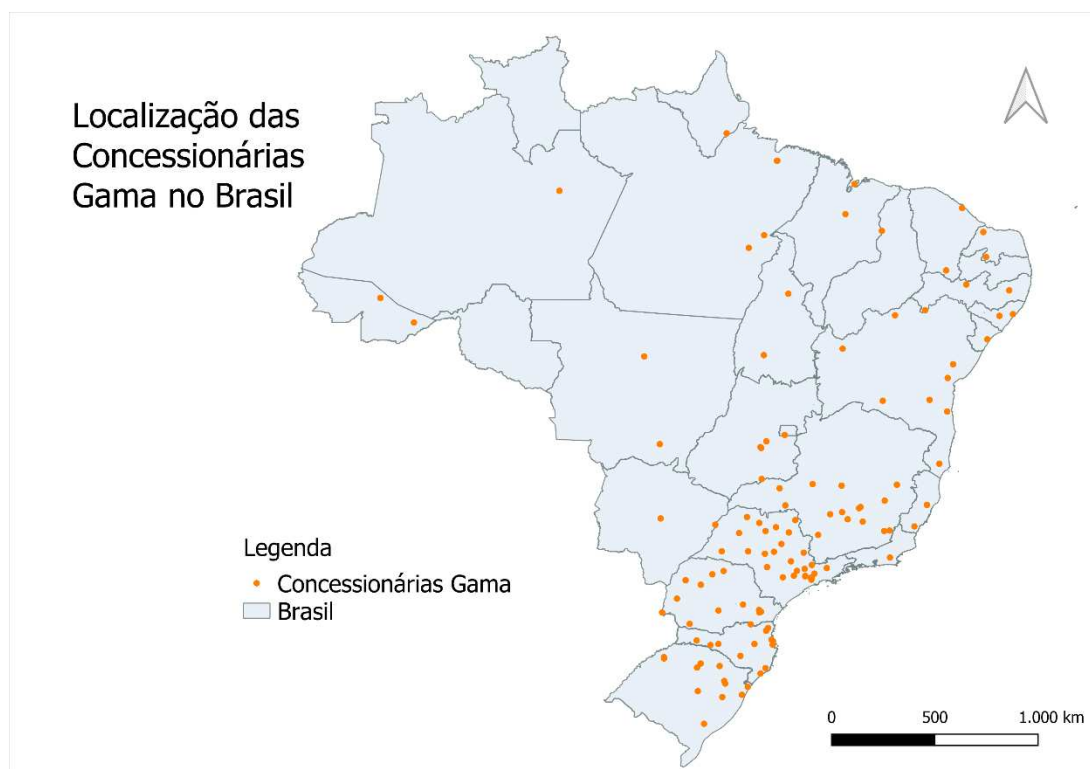
que influencia a concentração das concessionárias em regiões específicas, refletindo características regionais que impactam na expansão da rede de concessionárias e nas estratégias de mercado adotadas pela montadora (PACCAR, 2013).

Esta concentração destaca a necessidade de uma análise detalhada da distribuição geográfica das concessionárias para identificar oportunidades de otimização logística e ampliar o alcance comercial da Delta. A região Sudeste do Brasil, com seu mercado atrativo para veículos pesados, se destaca como uma região chave para o planejamento estratégico da Delta, sendo um mercado vital para a comercialização de caminhões e a distribuição de sua rede de concessionárias.

A empresa Gama desempenhou um papel fundamental na evolução da mobilidade no Brasil ao longo de 70 anos. Desde a abertura da primeira fábrica em 1953, em São Paulo, a Gama se estabeleceu como um marco na sociedade brasileira, democratizando o acesso ao automóvel com veículos como o Fusca e a Kombi.

A distribuição das concessionárias da montadora Gama (Figura 11) reflete um alinhamento estratégico com os mercados regionais de maior potencial para veículos pesados, seu principal segmento de atuação.

Figura 11 – Montadora Gama.



Fonte: Autora (2024).



Essa concentração possibilita uma maior proximidade com os principais polos industriais e comerciais, favorecendo a agilidade no atendimento e a competitividade. A análise desses dados reforça a importância do planejamento territorial para ampliar a eficiência logística e maximizar o alcance das operações comerciais.

Ainda, a marca não apenas expandiu suas operações com a abertura de fábricas em São Bernardo do Campo e Taubaté, mas também investiu em desenvolvimento tecnológico e pesquisa, introduzindo novos modelos de veículos pesados. A Gama continua comprometida com o desenvolvimento sustentável e a inovação, liderando investimentos significativos na América Latina para os próximos anos (Gama, 2023).

A análise da montadora Gama revelou que sua sede está localizada no extremo sul do estado do Rio de Janeiro, o que influencia diretamente sua logística e estratégia de mercado. Com aproximadamente 135 concessionárias distribuídas pelo Brasil, a montadora ocupa a posição de segunda maior rede entre as avaliadas neste estudo. A predominância das concessionárias concentra-se nas regiões Sudeste e Sul, indicando um foco estratégico em áreas com elevada densidade populacional e infraestrutura econômica robusta.

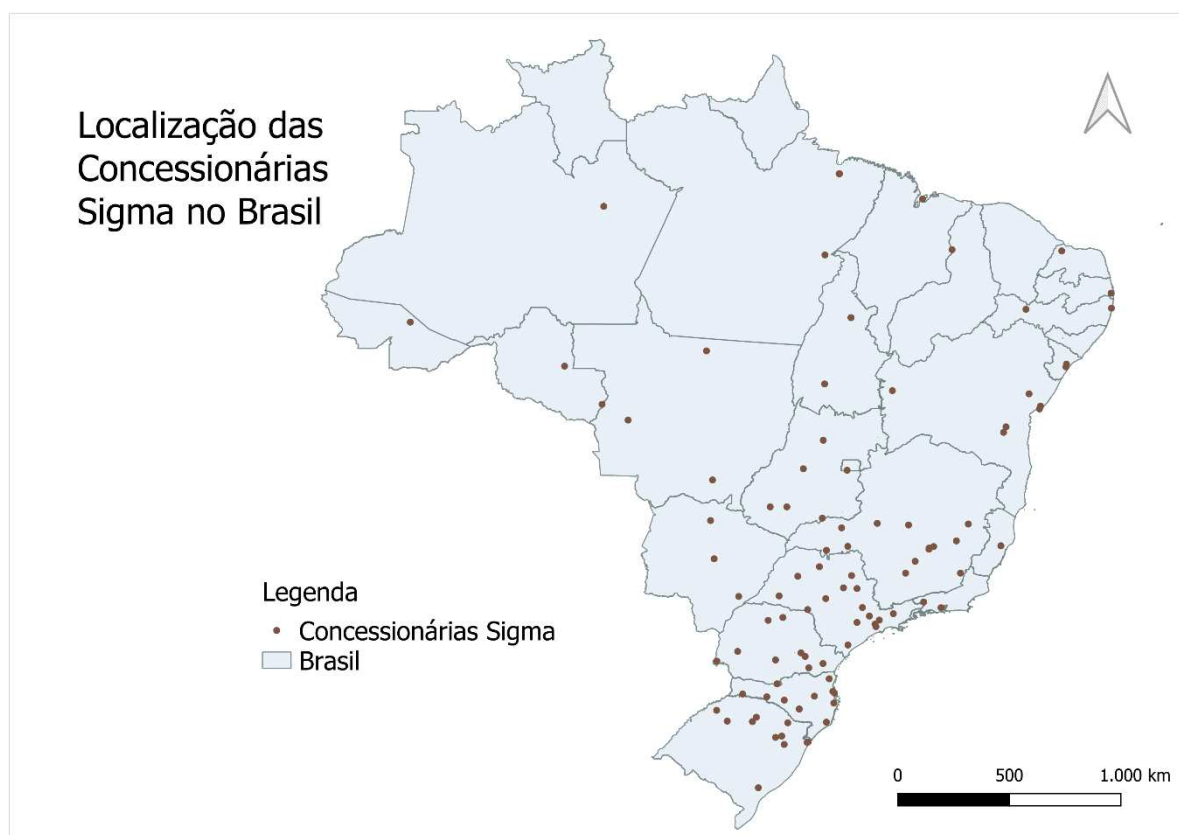
A montadora Sigma tem desempenhado um papel significativo na história da mobilidade no Brasil ao longo de seis décadas. Desde sua inauguração em 1957, em São Paulo, a empresa se consolidou como uma marca “premium” de caminhões e ônibus, com foco em inovação e sustentabilidade. Em comemoração aos seus 60 anos, a Sigma anunciou um investimento significativo de 2,6 bilhões até 2020 para modernizar suas fábricas e expandir sua rede de concessionárias no Brasil. A unidade em São Bernardo do Campo, seu primeiro complexo industrial fora da Suécia, continua sendo um centro estratégico para a produção e inovação de veículos (ANR, 2017).

O mapeamento da montadora Sigma identificou aproximadamente 105 concessionárias distribuídas pelo território brasileiro, com sua sede localizada no estado de São Paulo. Reconhecida como uma das marcas mais tradicionais no segmento de veículos pesados, a montadora possui uma rede que reflete sua relevância no mercado nacional. A análise destacou que a maior concentração de concessionárias está nas regiões Sul e Sudeste, demonstrando a ênfase estratégica nas áreas de maior densidade econômica e industrial do país.

A concentração geográfica das concessionárias da Sigma reforça sua posição de destaque no mercado de veículos pesados, ao mesmo tempo que facilita a logística de distribuição e o suporte aos clientes.

Essa configuração é observada na Figura 12, que ilustra a distribuição da rede no território nacional. A análise evidencia como a localização estratégica das unidades pode otimizar o alcance da montadora e consolidar sua presença nos mercados mais promissores.

Figura 12 – Montadora Sigma.



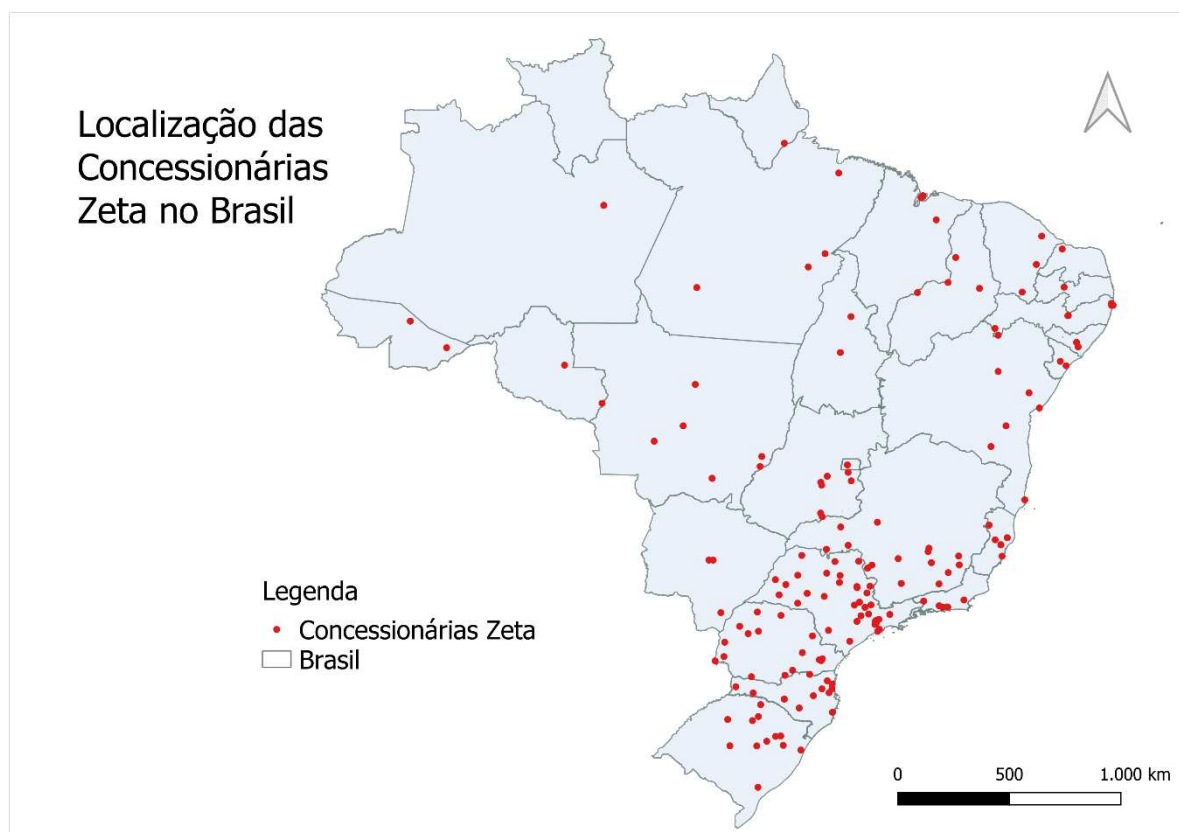
Fonte: Autora (2024).

Desde sua fundação, a Zeta consolidou-se como uma referência em inovação e excelência no setor automotivo, sendo responsável pelo desenvolvimento de veículos com alto padrão tecnológico e de qualidade. A empresa teve origem na união de duas importantes montadoras da história automobilística, o que proporcionou o desenvolvimento de automóveis que combinam potência, luxo e eficiência. A filosofia de design da Zeta é orientada pela busca constante de soluções que integrem funcionalidade e estética, contribuindo para a definição de novos paradigmas no mercado automotivo (Bamaq, 2021).

A montadora Zeta, localizada no estado de São Paulo, apresenta a maior rede de concessionárias entre as montadoras analisadas, com cerca de 170 unidades voltadas exclusivamente para veículos pesados. Essa ampla distribuição reflete a estratégia de mercado da empresa, que prioriza a cobertura geográfica nacional para atender à demanda por veículos robustos. Apesar de a maior concentração de concessionárias estar nas regiões Sul e Sudeste, a análise evidenciou que a Zeta possui o maior número de unidades na região Nordeste em comparação com as demais montadoras avaliadas.

Essa distribuição diferenciada da montadora Zeta demonstra uma abordagem estratégica voltada para a ampliação do alcance em regiões com mercados emergentes, como o Nordeste brasileiro. A Figura 13 ilustra a dispersão das concessionárias no território nacional, destacando a presença significativa da montadora em áreas que apresentam potencial de crescimento. A análise reforça a relevância de uma distribuição geográfica equilibrada para otimizar o suporte aos clientes e expandir a presença de mercado de forma competitiva.

Figura 13 – Montadora Zeta.



Fonte: Autora (2024).

Após o mapeamento individual das montadoras e suas respectivas concessionárias, foi realizada a criação de um mapa de calor que consolida a localização de todas as concessionárias analisadas. Esse processo teve como objetivo proporcionar uma visualização mais clara e objetiva das áreas de maior concentração, permitindo a identificação de padrões regionais relevantes. A utilização dessa ferramenta é especialmente útil para avaliar a densidade de pontos de atendimento e sua distribuição territorial.

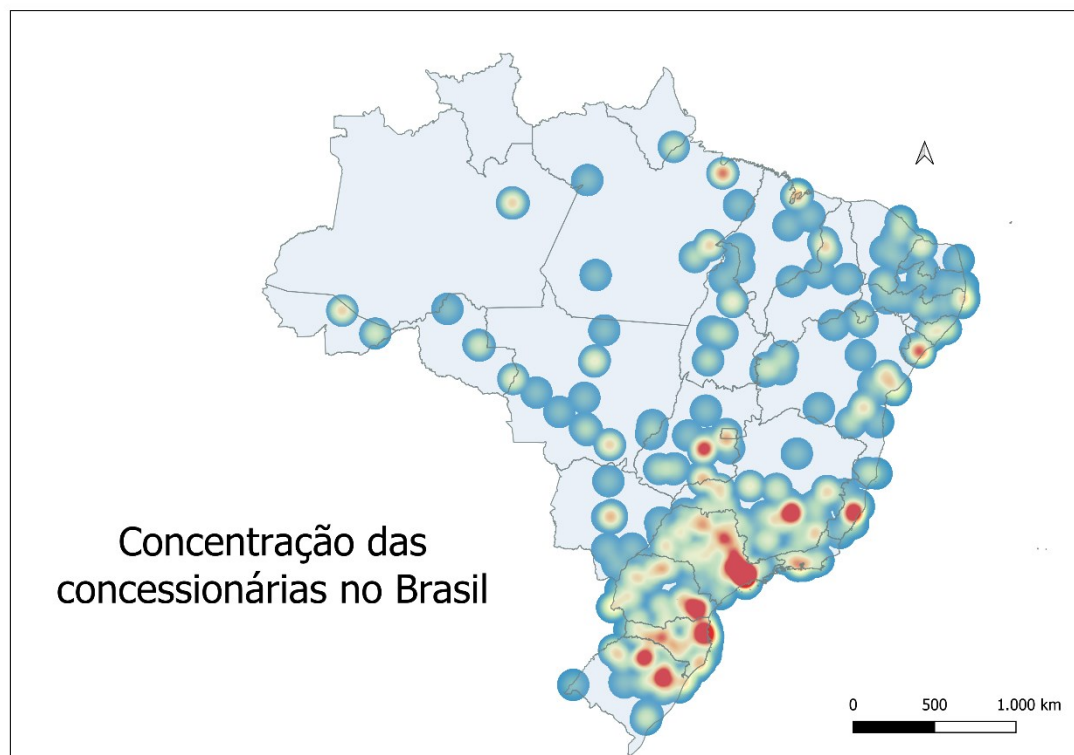
O mapa de calor gerado evidencia as regiões com maior densidade de concessionárias, destacando a predominância das redes nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Essa abordagem visual facilita a compreensão das estratégias de mercado adotadas pelas montadoras e permite identificar possíveis lacunas na cobertura geográfica que trazem desafios para a implementação da logística reversa.

Ao relacionar essas informações com os dados obtidos no estudo de caso, percebe-se que a concentração de concessionárias nessas regiões coincide com o fluxo de distribuição das peças automotivas mapeado no Fluxograma 2. O processo inicia nos fabricantes, segue para as montadoras, passa pelas concessionárias e, por fim, alcança o consumidor final. Contudo, as regiões com menor densidade de concessionárias, como Norte e Centro-Oeste, apresentam desafios adicionais devido à infraestrutura logística limitada e às grandes distâncias envolvidas, o que impacta diretamente o retorno eficiente das peças no sistema de logística reversa.

Além disso, o mapeamento de processos realizado no terceiro capítulo aponta que as etapas críticas, como transporte e triagem, enfrentam maiores dificuldades nessas regiões menos atendidas. Essas limitações geográficas indicam a necessidade de estratégias específicas, como a criação de pontos de coleta intermediários ou o investimento em parcerias locais, para viabilizar um ciclo de retorno mais eficaz e alinhado com os princípios de sustentabilidade e eficiência operacional apresentados no estudo.

A Figura 14 apresenta a distribuição consolidada, evidenciando áreas prioritárias para a logística e o atendimento aos clientes em âmbito nacional.

Figura 14 – Concentração das concessionárias no Brasil.



Fonte: Autora (2024).

Com base no mapeamento apresentado, observou-se que a Região Sudeste possui a maior concentração de concessionárias, seguida pela Região Sul. Essa distribuição indica que, no contexto da aplicação da logística reversa, essas regiões têm maior potencial para implementar o processo de forma eficiente e em menor tempo. A alta densidade de concessionárias proporciona maior acessibilidade para o retorno de produtos e resíduos, favorecendo a viabilidade operacional e logística nas áreas atendidas.

Por outro lado, a menor concentração de concessionárias nas demais regiões do país, como o Norte e o Nordeste, representa um desafio significativo para a implementação da logística reversa. A dispersão geográfica e o número reduzido de pontos de atendimento nessas localidades implicam em maiores dificuldades para o retorno de materiais. Essa realidade pode comprometer a abrangência do processo, exigindo a adoção de estratégias complementares para suprir as lacunas existentes na infraestrutura de coleta e transporte.

## 5. ANÁLISE DE RESULTADOS

O resumo dos resultados evidencia que a implementação da logística reversa em empresas de ferro fundido oferece benefícios significativos, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, consolidando-se como uma prática estratégica para a sustentabilidade e competitividade empresarial. As referências mostram que o reaproveitamento de materiais como ferro e aço, aliados à utilização de frete de retorno e à integração de revendedoras na cadeia logística, são elementos-chave para a eficácia desse sistema. Essas práticas não apenas promovem a redução de custos operacionais e impactos ambientais, mas também reforçam a conformidade com legislações ambientais e respondem às crescentes demandas do mercado por maior responsabilidade socioambiental (Metzger, 2023; Coppermetal, 2023).

A análise geográfica demonstra que o frete de retorno é uma solução estratégica para viabilizar a logística reversa no setor automotivo. Essa prática permite que caminhões que distribuem peças novas possam retornar com unidades usadas, eliminando custos adicionais e otimizando o transporte. Esse modelo não apenas reduz os custos operacionais, mas também diminui os impactos ambientais associados ao transporte, garantindo uma operação logística mais eficiente (Rossetti, 2023). A integração do frete reverso na infraestrutura existente facilita o reaproveitamento de componentes, reduzindo a necessidade de recursos naturais e minimizando a pegada de carbono.

O presente estudo contextualiza essas evidências no setor automotivo, destacando o uso da peça *quinta roda* como exemplo prático. A escolha é estratégica devido ao papel central que essa peça desempenha na conexão entre caminhões-tratores e semirreboques, facilitando a transferência de carga entre esses veículos. Fabricada em ferro fundido, a quinta roda apresenta um elevado índice de reposição e é essencial para a operação de logística reversa. Sua alta reciclabilidade e importância na cadeia logística evidenciam como a implementação de práticas de logística reversa pode reduzir custos operacionais e minimizar impactos ambientais, reforçando a conformidade com as legislações ambientais e respondendo às crescentes demandas do mercado por maior responsabilidade socioambiental (FIESC, 2024).

A ampliação da cadeia logística para incluir revendedoras, além das concessionárias, é fundamental para o sucesso dessa estratégia. Dados indicam que as concessionárias estão majoritariamente concentradas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, o que limita o alcance logístico do sistema. As revendedoras, distribuídas por diversas regiões do país, desempenham um papel essencial na coleta e retorno de peças usadas, garantindo sua destinação correta para reaproveitamento ou reciclagem.

Esta abordagem descentralizada contribui para a eficiência operacional e a abrangência do modelo. Além disso, o uso do frete de retorno destaca-se como a alternativa mais eficiente para viabilizar a logística reversa no início da implementação, pois caminhões que distribuem peças novas podem retornar com unidades usadas, podendo-se expandir para o recolhimento de outras de peças utilizadas nos caminhões que também possam ser reutilizadas como matéria-prima, essa expansão auxilia em diminuição ainda mais eficaz custos adicionais, otimiza o transporte e reduzindo impactos ambientais. Esse modelo de logística reversa integrada favorece ainda mais a cadeia logística da empresa.

No contexto ambiental, os ganhos decorrentes da logística reversa são ainda mais significativos, com impactos diretos na preservação de recursos naturais e na redução de emissões de gases de efeito estufa. O reaproveitamento de materiais de ferro fundido diminui a demanda por matérias-primas virgens, contribuindo para uma economia mais sustentável e baseada na reutilização eficiente de recursos.

Essa abordagem fortalece a transição para uma economia circular, na qual o gerenciamento de resíduos e o reaproveitamento de materiais integram-se à estratégia empresarial, alinhando objetivos econômicos e ambientais. A integração de revendedoras no processo de logística reversa, iniciando entre concessionárias e revendedores, é fundamental para a eficácia do sistema, especialmente no setor automotivo. Concessionárias estão geralmente concentradas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, limitando a abrangência da logística reversa.

As revendedoras, presentes em diferentes regiões, desempenham um papel vital ao coletar e retornar peças usadas, garantindo o reaproveitamento adequado desses componentes em outras localidades. Esta abordagem descentralizada é essencial para o sucesso da logística reversa, permitindo uma cobertura logística mais ampla e eficiente. Além disso, é importante que o incentivo, como um desconto ou *cashback*, seja promovido entre concessionárias e revendedoras, visto que são as

revendedoras que fazem o intermédio para a venda das peças novas e a captação das antigas.

A implementação da logística reversa nas empresas de ferro fundido e no setor automotivo apresenta-se como uma estratégia importante para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados à sustentabilidade e à eficiência operacional. A integração de revendedoras na cadeia logística e o uso de frete de retorno são exemplos claros de como as práticas de logística reversa podem otimizar o transporte e reduzir os custos operacionais, ao mesmo tempo em que contribuem para a redução de impactos ambientais.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da logística reversa em empresas de ferro fundido demonstra-se amplamente viável. A alta reciclabilidade de materiais como ferro e aço permite a prática contínua da economia circular, promovendo a redução de resíduos e a preservação dos recursos naturais. Essa prática é necessária para manter a competitividade empresarial e atender às exigências ambientais cada vez mais rigorosas, conforme demonstrado pelos resultados obtidos na pesquisa.

O objetivo da pesquisa foi analisar a logística reversa aplicada a peças do setor automotivo, como a quinta roda. O estudo buscou compreender como a logística reversa pode ser implementada eficazmente em empresas de ferro fundido para melhorar a sustentabilidade e reduzir impactos ambientais. Além disso, procurou avaliar a eficácia dessa prática na coleta, reutilização e reciclagem de materiais metálicos, explorando também suas implicações econômicas e ambientais. Os resultados demonstram que a aplicação dos sistemas de logística reversa permite uma economia circular que beneficia tanto as empresas quanto o meio ambiente, ao reduzir a demanda por matérias-primas virgens e minimizar a geração de resíduos.

Os resultados obtidos evidenciam que a logística reversa, ao incluir o uso do frete de retorno e a colaboração com revendedoras em diversas regiões, é essencial para otimizar o reaproveitamento de peças e reduzir impactos ambientais. A descentralização da cadeia logística, com o envolvimento de revendedoras em diferentes regiões, facilita o processo de coleta e reutilização de peças usadas, reforçando a importância da logística reversa em empresas de ferro fundido. Além disso, os benefícios econômicos, como a redução de custos com matérias-primas e o aumento da competitividade no mercado, evidenciam o valor dessa prática sustentável para a indústria automotiva.

Os resultados confirmaram que a implementação de um sistema eficaz de logística reversa em empresas de ferro fundido não apenas aumentaria a competitividade empresarial, mas também reduziria os impactos ambientais. Essas práticas não apenas fortalecem o compromisso das empresas com a sustentabilidade, mas também proporcionam um caminho claro para uma economia circular.

Para trabalhos futuros, é recomendado aprofundar o estudo sobre a aplicação da logística reversa em outros segmentos da indústria metalúrgica, além de explorar

métodos inovadores para a coleta e reciclagem de materiais. Estudos adicionais podem investigar novas tecnologias que melhorem a eficiência na coleta de peças e no processamento de materiais reciclados. Além disso, recomenda-se em trabalhos futuros que dados qualitativos e quantitativos sejam obtidos para a aplicação de métodos de roteirização.

O objetivo da pesquisa foi cumprido ao demonstrar a viabilidade e os benefícios da logística reversa em empresas de ferro fundido. A análise dos resultados confirmou que essa prática é eficaz na redução de resíduos e na preservação de recursos naturais, além de fortalecer a competitividade empresarial em um contexto global cada vez mais exigente.

Entre as limitações do estudo, destaca-se o foco limitado na aplicação da logística reversa apenas em um segmento específico da indústria metalúrgica, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros setores dentro desse setor. Além disso, há uma falta de dados específicos que poderiam fornecer uma compreensão mais ampla dos impactos econômicos e ambientais dessa prática em diferentes contextos industriais.

Outras limitações foram identificadas durante o desenvolvimento da pesquisa. A ausência de dados sobre bases, peças, rotas, aspectos qualitativos ou relacionados à cadeia logística limitou significativamente o aprofundamento na análise proposta. Essa restrição tornou inviável a discussão detalhada de fatores críticos, como o desempenho das operações e as possibilidades de otimização dos processos, devido à carência de informações necessárias para fundamentar os argumentos com embasamento técnico e científico.

A pesquisa não considerou suficientemente a diversidade de práticas em diferentes contextos regionais e industriais, o que poderia afetar os resultados. Além disso, a necessidade de uma coleta de dados mais abrangente em diferentes setores e tecnologias também foi uma limitação que pode ser abordada em pesquisas futuras.

Além disso, a indisponibilidade de informações sobre os custos envolvidos no processo prejudicou a avaliação econômica e a viabilidade de implementação de possíveis melhorias. O conhecimento sobre custos é essencial para a identificação de gargalos financeiros e para a proposição de soluções que conciliem eficiência operacional e sustentabilidade econômica.

A pesquisa sugere o aprofundamento em áreas específicas, como a análise dos impactos da logística reversa em outros segmentos da indústria metalúrgica e a

exploração de novas tecnologias para coleta e reciclagem. Além disso, é recomendável o desenvolvimento de políticas e incentivos que incentivem a adoção de práticas sustentáveis em larga escala, especialmente no contexto brasileiro, onde há uma concentração de empresas de ferro fundido nas regiões Sul e Sudeste. Essas ações podem fortalecer o compromisso das empresas com a sustentabilidade e promover uma transição mais eficaz para uma economia mais sustentável e circular.

## REFERÊNCIAS

ABREMA. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil e o Censo Demográfico de 2022 – P2 – Complemento. Boletim do Saneamento, 2023. Disponível em: <https://boletimdosaneamento.com.br/panorama-residuos-solidos-brasil/>. Acesso em: 12 dez. 2024.

ALMEIDA, A.A.B. de; LEITE, L.B. **Manual de metodologia da pesquisa aplicada à educação**. Coord. por Marcelo Tuani. Porto Feliz: Faculdade de Porto Feliz, 2016. Disponível em: [https://www.famo.com.br/arquivos/pdfs/graduacao/licenciatura/pedagogia/metodologia\\_pesquisa.pdf](https://www.famo.com.br/arquivos/pdfs/graduacao/licenciatura/pedagogia/metodologia_pesquisa.pdf). Acesso em: 3 dez. 2024.

ANR. 2017. Comemoração dos 60 anos da Scania no Brasil. Disponível em: <https://www.anr.com.br/index.php/12-blog/transporte/83-comemoracao-dos-60-anos-da-scania-no-brasil>.

BALLOU, R. H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais, distribuição física**. São Paulo: Atlas, 2007.

BAMAQ MERCEDES-BENZ. História da Mercedes-Benz. Disponível em: <https://www.bamaqmercedesbenz.com.br/blog/historia-da-mercedes-benz>. Acesso em: 08 dez. 2024.

BERNARDO, O.O.; SOUSA, M.T.S. de; DEMAJOROVIC, J.. Inovação na cadeia reversa de resíduos eletroeletrônicos: um estudo sobre os sistemas de informação e as tecnologias de rastreamento. RAE. Revista de Administração de Empresas, v. 60, n. 4, p. 248-261, 2020.

BIAZZO, S. Approaches to business process analysis: a review. Business process management journal, 2000.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <https://bitly.com/boJiE>. Acesso em: 23 nov. 2024.

BRASIL. *Rota 2030 - Mobilidade e Logística*. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. Publicado em: 25 jun. 2020. Atualizado em: 29 out. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mdic/pt-br/assuntos/competitividade-industrial/setor-automotivo/rota-2030-mobilidade-e-logistica>. Acesso em: 28 nov. 2024.

BRASIL. (2015). MMA – Ministério do Meio Ambiente. Coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado – dados de 2014. Brasília. Disponível em: Acesso em 04 abril 2016.

CÉSAR, F.I.G.; NETO, M.S.; FARAH, O.E. **Logística Reversa Integrada**. In: SEMEAD 10º Seminário de Administração, 2018, São Paulo. Anais... São Paulo: Universidade Metodista de Piracicaba, 2018. Disponível em: <https://sistema.semead.com.br/10semead/sistema/resultado/trabalhosPDF/564.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2024.

COPPERMETAL. **Logística reversa para metais**. Disponível em: <https://www.coppermetal.com.br/blog/logistica-reversa-para-metais/>. Acesso em: 8 dez. 2024.

COOPERMITI. *E-book: A importância da Política dos 3Rs*. São Paulo: Coopermiti, 2022. Disponível em: <https://coopermiti.com.br/>. Acesso em: 16 dez. 2024.

CORRÊA, H. L. *Gestão da rede de suprimentos: integrando cadeias de suprimento*. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

DEKKER, R. *et al.* *Reverse logistics: quantitative models for closed-loop supply chains*. Berlin: SpringerVerlag, 2004.

DIPECARR. **Quinta roda 2 polegadas sapata 185mm, 20 toneladas, 3 furos, sem lubrificação - JSK37C185**. Disponível em: <https://www.dipecarr.com.br/quinta-roda/quinta-roda/quinta-roda-2-polegadas-sapata-185mm-20-toneladas-3-furos-sem-lubrificacao-jsk37c185-quin01a.html>. Acesso em: 7 dez. 2024.

DUQUE, S. (2024). Índice de demanda de autopeças em 2024. *Reparação Automotiva*. Recuperado em 12 dez. 2024, de <https://reparacaoautomotiva.com.br/2024/03/02/indice-de-demanda-de-autopecas-em-2024/>.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Rumo à Economia Circular: O racional de negócio para acelerar a transição*. 2015. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/publicacoes>. Acesso em: 23 nov. 2022.

FIESC. **Logística reversa precisa de incentivos econômicos para cumprir seu papel na economia**. Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/logistica-reversa-precisa-de-incentivos-economicos-para-cumprir-seu-papel-na-economia>. Acesso em: 8 dez. 2024.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GUARNIERI, P. *Logística reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental*. Recife: Editora Clube de Autores, 2011.

HEIDERICH, N.N.L. *Logística reversa no setor automobilístico brasileiro: uma aplicação para o estado de São Paulo*. 2016. 180p. Tese (Doutorado em Ciências – Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

ISMA-BR. *Congresso 2024: Viver melhor: trabalho, stress e saúde*. International Stress Management Association no Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.ismabrasil.com.br/congressos/congresso-2024>. Acesso em: 28 nov. 2024.

JACOBSEN, A. de L. **Metodologia do trabalho científico**. Florianópolis: CAD/CSE/UFSC, 2011

LA CLAIR *et. al.*; "Heavy Truck Rollover Characterization (Phase C)" UTC – EUA, 2010.

LEAL, F.; PINHO, A. F. de; CORRÊA, K. E. S. Análise comparativa de técnicas de mapeamento de processo aplicadas a uma célula de manufatura. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2003.

LEITE, P. R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LEITE, P.R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

LIMA, F. R. S.; CARVALHO, R. C.; MELO, H. R. Estudo do gerenciamento de resíduos em oficinas de concessionárias de veículo em São Luís/MA. In: ENEGEP, 37., Joinville/SC, 2017. Anais..., Joinville/SC: ENEGEP, 2017

LUCIDCHART. Diagramas inteligentes. Disponível em: <https://www.lucidchart.com/blog/pt/diagramas-inteligentes#:~:text=Sobre:%20Lucidchart,mais%20informa%C3%A7%C3%B5es%20em%20lucidchart.com>. Acesso em: 12 dez. 2024.

MENTZER, J.T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J.S.; MIN, S. **Defining supply chain management**. In Journal of Business Logistics, vol.22, n.2., 2001.

METTZER. **Logística reversa na siderurgia metalúrgica**. Disponível em: <https://www.mettzer.com/hub/projects/logistica-reversa-na-siderurgia-metalurgica-63767c9ded11b3001ce636be>. Acesso em: 8 dez. 2024.

MIGUEL, P.A.C. **Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução**. *Produção*, v. 17, n. 1, p. 216-229, jan./abr. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/zhVnv4mW8pvWc3hTxvfXt4L/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 3 dez. 2024.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL. *Rota da Economia Circular*. 22 nov. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-regional/rotas-de-integracao-nacional/rota-da-economia-circular>. Acesso em: 28 nov. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇA DO CLIMA. Coordenação-Geral de Logística Reversa, Departamento de Gestão de Resíduos, Secretaria Nacional de Meio Ambiente Urbano e Qualidade Ambiental. *Apresentação sobre Embalagens*. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/hortalicas/2024/75a-ro-06-09-2024/apresentacao-embalagens-mapa.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

MORENO, F. de N. **Logística reversa no setor automobilístico: barreiras e benefícios nas estratégias empresariais**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Lato Sensu em Logística, Transporte e Mobilidade) – Escola de Humanidades,

Negócios e Direito, Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2019. Orientadora: Profa. Esp. Ana Paula Motta Cardoso. Disponível em: <https://repositorio.ucb.br:9443/jspui/bitstream/123456789/12961/1/FelipedeNegreirosMorenoTCCLatoSensu2019.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

MOUSSINHO, P.. Glossário. In: TRIGUEIRO, André. **Meio Ambiente no Séc. XXI: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas de conhecimento**. RJ: Sextante, 2003. p. 334-367

NAKAGAWA, M., **3Rs para Pequenas e Medias Empresas**. Disponível em: [http://www.liderare.com.br/downloads/ME\\_3Rs.pdf](http://www.liderare.com.br/downloads/ME_3Rs.pdf) Acesso em 16 de dezembro de 2024.

OICA. Production Statistics. Disponível em: <http://www.oica.net/category/productionstatistics/>. Acesso em: 24 nov. 2024.

OLIVEIRA, E.R. de *et al.* Logística reversa: ferramenta estratégica para a organização moderna. In: *Anais do Seminário de Gestão Empresarial e Tecnologia*. Itajubá: FaSF, 2015. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/35622394.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2024.

ONU. (2015). Natura reconhecida por práticas sustentáveis de reutilização de embalagens. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2015/09/1524131>

PACCAR. Relatório de Sustentabilidade 2013 / 2014. Disponível em: <https://www.paccar.com>. Acesso em: 8 dez. 2024.

PEIXOTO, M. G. M.; *et al.* Logística reversa no setor automobilístico: um estudo em empresas multinacionais do sul de Minas Gerais. In: **XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 2010. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010\\_tn\\_sto\\_113\\_741\\_17205.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_sto_113_741_17205.pdf). Acesso em: 28 nov. 2024.

PEREIRA, L.C.F. O Design para a Economia Circular, repensando a fora como fazemos as coisas / Luiz Carlos Fernandes Pereira; orientador Ana Cláudia Maynardes. – Brasília, 2020. 153 p.

PETPROD. Industrialização e sustentabilidade. Disponível em: <http://www.petprod.ufc.br/blog/industrializa%C3%A7%C3%A3o-e-sustentabilidade/>. Acesso em: 12 dez. 2024.

PORTAL SUSTENTABILIDADE. *ABRELPE lança a nova edição do Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil*. Portal Sustentabilidade, 29 dez. 2022. Disponível em: <https://portalsustentabilidade.com/2022/12/29/abrelpe-lanca-a-nova-edicao-do-panorama-de-residuos-solidos-no-brasil/>. Acesso em: 12 dez. 2024.

PRECEDENCE RESEARCH. (2024). *Automotive Aftermarket Parts Market Size, Share, Trends, Growth Opportunities and Forecast to 2033*. Disponível em: <https://www.precedenceresearch.com/aftermarket-automotive-parts-market>.

RIBEIRO, M. P. Aspectos relacionados à logística reversa e à política nacional dos resíduos sólidos: um estudo de caso sobre a reciclagem automotiva no Brasil. 2018. Disponível em: <https://bityli.com/eEKjEee>. Acesso em: 23 nov. 2024.

Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade – Centro de Pesquisa em Gestão, Inovação e Sustentabilidade da Universidade de Brasília, v. 2, n. 1 (2016). – Brasília.

RODRIGUES, D.F. *et al.* **Logística reversa – conceitos e componentes do sistema**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. Anais [...]. Curitiba: ABEPRO, 2002. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2002\\_tr11\\_0543.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2002_tr11_0543.pdf). Acesso em: 3 dez. 2024.

RODRIGUES, K.C.; RABELO, M.H.S. A importância do transporte na logística empresarial. **Revista Acadêmica Conecta FASF**, v. 2, n. 1, 07 jun. 2017. Disponível em: <https://revista.fasf.edu.br/index.php/conecta/article/view/58>. Acesso em: 07 dez. 2024.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. Going Backwards: Reverse Logistics Trends and practices. Reno: University of Nevada, 1999. Disponível em: . Acesso em: 23 nov. 2024.

ROSSETTI. **Logística reversa: um passo para o futuro**. 2021. Disponível em: <https://www.ferroeacorossetti.com.br/2021/09/28/logistica-reversa-um-passo-para-o-futuro/>. Acesso em: 8 dez. 2024.

SALAS-NAVARRO, K. ET AL. Reverse Logistics and Sustainability: A Bibliometric Analysis. **Sustainability** 2024, 16, 5279. <https://doi.org/10.3390/su16135279>.

SANLIEN. **Conheça a importância da coleta de materiais ferrosos**. Disponível em: <https://www.sanlien.com.br/blog/conheca-a-importancia-da-coleta-de-materiais-ferrosos/>. Acesso em: 8 dez. 2024.

SANTANA, M.R. **A Logística Reversa e sua Importância para a Sustentabilidade Organizacional e Ambiental**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 04, pp. 36-51, Junho de 2018. ISSN:2448-0959

SANTOS, H. dos; FERROLI, P.C.M.; LIBRELOTTO, L.I. Uso de logística reversa para redução do impacto ambiental - estudo de caso na distribuição de peças automotivas. In: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2014, Curitiba. Anais... Curitiba: ABEPRO, 2014. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014\\_TN\\_STO\\_195\\_103\\_23413.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_195_103_23413.pdf). Acesso em: 28 nov. 2024.

SILVA, M.A. da. Lei nº 12.977/2014 (Lei do desmanche): minimização das ocorrências relativas a roubos, furtos e receptações de veículos para desmanche. Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 20, n. 4390, 9 jul. 2015. Disponível em: Acesso em: 12 de dezembro de 2024.



SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL. Iniciativa lançada pelo Governo Federal vai reunir projetos que visem o desenvolvimento e a transição climática do país. *Plataforma de Investimentos do Brasil (BIP) irá criar um ecossistema de investimento para o enfrentamento das mudanças do clima e para acelerar a descarbonização da economia e a reindustrialização verde.* 23 out. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/10/iniciativa-lancada-pelo-governo-federal-vai-reunir-projetos-que-visem-o-desenvolvimento-e-a-transicao-climatica-do-pais>. Acesso em: 28 nov. 2024.

SYNERGIA CONSULTORIA. Recycling in Brazil. 2023. Disponível em: <https://www.synergiaconsultoria.com.br/en/fique-por-dentro/recycling-in-brazil/>. Acesso em: 12 dez. 2024.

TECHNAVIO. (2024). *Auto Parts Market Industry Analysis, Growth Trends and Forecast to 2028*. Disponível em: <https://www.technavio.com/report/auto-parts-market-industry-analysis>

TONARQUE, R.; VITAL, J.C.M. Logística reversa: fim de vida útil de veículos e seus destinos. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, Americana, v. 8, n. 2, p. 59-74, jul./dez. 2020. DOI: 10.47283/244670492020080259. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/6731/1/274-Texto%20do%20artigo-915-1-10-20210129.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2024.

UNESCO. **Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas**. Brasília: Ed. IBAMA, 1999. Disponível em: [Http://www.unesco.org.br/publicações/livros/educasustentavel/mostra\\_documento](http://www.unesco.org.br/publicações/livros/educasustentavel/mostra_documento) > Acesso 16 dez. 2024.

UNIÃO EUROPEIA. *Ano Europeu das Competências 2023*. Direção-Geral da Comunicação. Disponível em: [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-year-skills-2023\\_pt#:~:text=O%20Ano%20Europeu%20das%20Compet%C3%Aancias%202023%20ajudar%C3%A1%20as%20empresas%2C%20em,adequadas%20para%20empregos%20de%20qualidade](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-year-skills-2023_pt#:~:text=O%20Ano%20Europeu%20das%20Compet%C3%Aancias%202023%20ajudar%C3%A1%20as%20empresas%2C%20em,adequadas%20para%20empregos%20de%20qualidade). Acesso em: 28 nov. 2024.

VILLELA, C. da S.S. *et al.* Mapeamento de processos como ferramenta de reestruturação e aprendizado organizacional. 2000.

VOLVO. Relatório de Sustentabilidade 2013 / 2014. Disponível em: [https://www.volvo.com.br/relatoriosocial/relatorio2014/static/files/relatorio\\_sustentabilidade20132014.pdf](https://www.volvo.com.br/relatoriosocial/relatorio2014/static/files/relatorio_sustentabilidade20132014.pdf). Acesso em: 8 dez. 2024.

Volkswagen do Brasil. Especial 70 anos. Disponível em: <https://www.vw.com.br/pt.html>. Acesso em: 08 dez. 2024.

QGIS Brasil. QGIS: Quantum Geographic Information System. Disponível em: <https://qgisbrasil.org/>. Acesso em: 12 dez. 2024.

**APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA**

- A) Existe algum mapeamento das concessionárias autorizadas?
- B) Existe alguma comunicação entre a empresa e público alvo?
- C) Existe algum estudo mercadológico ligado a logística reversa por parte da empresa?
- D) Existe alguma restrição para a implementação da logística reversa?