

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

JONAS SCHAEFER JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DIGITAL DE LOGÍSTICA REVERSA EM  
UMA EMPRESA DE COMPONENTES FUNDIDOS, USINADOS E DE  
SUBSISTEMAS AUTOMOTIVOS

Joinville

2024

JONAS SCHAEFER JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DIGITAL DE LOGÍSTICA REVERSA EM  
UMA EMPRESA DE COMPONENTES FUNDIDOS, USINADOS E DE  
SUBSISTEMAS AUTOMOTIVOS

Trabalho apresentado como requisito para  
obtenção do título de bacharel em  
Engenharia de Transportes e Logística,  
no Centro Tecnológico de Joinville, da  
Universidade Federal de Santa Catarina.  
Orientador: Dra. Christiane Wenck  
Nogueira Fernandes.

Joinville

2024

JONAS SCHAEFER JÚNIOR

DESENVOLVIMENTO DE PLATAFORMA DIGITAL DE LOGÍSTICA REVERSA EM  
UMA EMPRESA DE COMPONENTES FUNDIDOS, USINADOS E DE  
SUBSISTEMAS AUTOMOTIVOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Transporte e Logística, no Centro Tecnológico de Joinville, da Universidade Federal de Santa Catarina.

Joinville (SC), 13 de dezembro de 2024.

**Banca Examinadora:**

---

Dra. Christiane Wenck Nogueira Fernandes  
Orientadora/Presidente  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dr. Cristiano Vasconcellos Ferreira  
Membro  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Dra. Janaina Renata Garcia  
Membra  
Universidade Federal de Santa Catarina

## RESUMO

A logística reversa apresenta vários desafios para empresas que atuam no cenário global. Atualmente, muitas peças de alto valor agregado, como componentes automotivos de ferro fundido, chegam ao final de sua vida útil e são descartadas em ferros-velhos. Quando essas peças se tornam obsoletas ou são danificadas, geralmente são substituídas e vendidas como sucata a um preço baixo. No entanto, devido ao alto grau de pureza desse material, essas peças poderiam ser fundidas e reutilizadas na fabricação de novas. A empresa, foco do estudo de caso deste trabalho, que é uma fabricante de peças automotivas, identificou essa oportunidade de aproveitar o material descartado como matéria-prima e está avaliando oferecer em troca uma compensação aos usuários pelas peças antigas. Atualmente, não existe um sistema de logística reversa implementado pela empresa para viabilizar esse reaproveitamento, e o minério de ferro continua sendo a principal matéria-prima utilizada no processo de produção. A ausência de um canal adequado de comunicação e logística entre a empresa e os clientes finais de seus intermediários, impede ambos de obterem maiores benefícios. Esse sistema tem o potencial de reduzir seus custos com matéria-prima, os clientes seriam incentivados a obter peças de maior qualidade com descontos ao devolverem peças obsoletas, e os intermediários (concessionárias e montadoras) que compram as peças, aumentariam suas vendas por apresentar um preço mais atrativo. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma plataforma digital de logística reversa em uma empresa de componentes fundidos, usinados e de subsistemas automotivos. Além disso, busca-se incentivar transportadoras e caminhoneiros a utilizarem peças de reposição originais, garantindo mais segurança e aumentando as vendas das concessionárias e montadoras.

**Palavras-chave:** Logística reversa; economia circular; peças automotivas de ferro fundido.

## ABSTRACT

Reverse logistics presents several challenges for companies operating in the global market. Currently, many high-value-added parts, such as cast iron automotive components, reach the end of their service life and are discarded in junkyards. When these parts become obsolete or damaged, they are typically replaced and sold as scrap at a low price. However, due to the high purity of this material, these parts could be melted down and reused in the manufacturing of new ones. The company that is the focus of this case study, a manufacturer of automotive parts, has identified an opportunity to utilize discarded material as raw material and is considering offering compensation to users for returning old parts. Currently, the company does not have an implemented reverse logistics system to enable this reuse, and iron ore remains the primary raw material used in the production process. The lack of an adequate communication and logistics channel between the company and the end customers of its intermediaries prevents both parties from obtaining greater benefits. This system has the potential to reduce raw material costs for the company. Customers would be encouraged to obtain higher-quality parts at discounted prices by returning obsolete parts, while intermediaries (dealerships and automakers) that purchase these parts would boost their sales by offering more competitive pricing. In this context, the objective of this study is to develop the scope for a reverse logistics system in a company specializing in cast, machined components, and automotive subsystems. Additionally, the goal is to encourage transport companies and truck drivers to use original replacement parts, ensuring greater safety and increasing sales for dealerships and automakers.

**Keywords:** Reverse logistics; circular economy; cast iron automotive parts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de aquisição e descarte de componentes automotivos .....	10
Figura 2 – Exemplo da sequência típica da economia circular.....	14
Figura 3 – Etapas do ciclo da Logística Reversa .....	16
Figura 4 – Logística Reversa de Pós-Consumo e Pós-Venda .....	18
Figura 5 – Sequência metodológica do estudo .....	29
Figura 6 – Quinta roda .....	32
Figura 7 – Composição de caminhão e semirreboque com engate em quinta roda..	33
Figura 8 – Diagrama do Fluxo Logístico do Sistema de Logística Reversa .....	37
Figura 9 – Etapas do ciclo da Logística Reversa .....	45

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ERP – Enterprise Resource Planning

FAQ – Frequently Asked Questions

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

SAP – Systems, Applications, and Products in Data Processing

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
1.1. OBJETIVO GERAL .....	10
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
1.3. JUSTIFICATIVA .....	11
1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	12
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>13</b>
2.1. ECONOMIA CIRCULAR.....	13
2.2. LOGÍSTICA REVERSA .....	15
2.3. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	19
2.4. FUNCIONALIDADES DE UM SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA .....	21
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO - DIAGNÓSTICO E DESENVOLVIMENTO</b> .....	<b>30</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	30
4.2. DESENVOLVIMENTO.....	33
<b>5. ANÁLISES E PROPOSTA</b> .....	<b>36</b>
5.1. PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA LOGÍSTICA REVERSA ...	36
5.1.1. Compra de peça nova e devolução da peça antiga.....	37
5.1.2. Incentivo Financeiro.....	39
5.1.3. Armazenagem nas Concessionárias .....	39
5.1.4. Frete Retorno .....	40
5.1.5. Recepção e Inspeção das peças.....	41
5.1.6. Reintegração das peças no Ciclo Produtivo.....	42
5.1.7. Monitoramento e Relatórios .....	42
5.2. DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURA SISTEMA LOGÍSTICA REVERSA ...	43
5.2.1. Cadastro e perfil do cliente .....	46
5.2.2. Localização das concessionárias parcerias .....	46
5.2.3. Procedimento da logística reversa .....	47
5.2.4. Suporte e Ajuda .....	48
5.2.5. Notificações e Comunicação.....	49
5.2.6. Conteúdo educativo e sustentabilidade.....	50
<b>6. CONCLUSÃO</b> .....	<b>51</b>



REFERÊNCIAS.....	53
------------------	----

## 1. INTRODUÇÃO

A logística de forma tradicional é uma área fundamental nas organizações. Conforme Ballou (2006) a logística é considerada um processo que inclui todas as atividades que são importantes para a disponibilização de bens e serviços ao consumidor, a qual é parte do processo da cadeia de suprimentos. Segundo o autor, suas atividades primárias são o transporte, manutenção de estoque e processamento de pedidos, quem incluem outras atividades de apoio como armazenagem, manuseio de materiais, embalagem e programação de produtos.

No entanto, com o advento da globalização e o aumento da competitividade entre as organizações, os desafios relacionados à logística tornaram-se ainda mais complexos. Segundo Guarnieri *et al.* (2006), as empresas passaram a enfrentar uma responsabilidade crescente diante do mercado e dos consumidores, sendo pressionadas não apenas a aumentar a produtividade e a inovação, mas também a atender a uma demanda crescente por práticas sustentáveis.

Porém, conforme Barboza, Costa e Gonçalves (2015), a falta de soluções específicas pode levar as empresas a adotarem alternativas genéricas e que não atendem plenamente às necessidades da atividade, gerando insatisfação com os resultados. O desenvolvimento de funcionalidades personalizadas, por sua vez, pode suprir essas demandas, atendendo de forma mais eficaz às particularidades da atividade.

Nesse cenário, a logística reversa emerge como uma estratégia crucial para a gestão dos fluxos pós-consumo. Como destaca Leite (2003), a logística reversa surge como a área da logística empresarial responsável por gerenciar o retorno de bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo produtivo, utilizando canais de distribuição reversos.

No setor automotivo, peças de ferro fundido chegam ao fim de sua vida útil e são descartados ou vendidos como sucata em ferros-velhos a preços baixos. De acordo com Andrade, Ferreira e Santos (2009), a revalorização desses produtos geralmente está associada à recuperação parcial dos materiais, motivada principalmente por razões legais ou ambientais, com menor prioridade para os aspectos econômicos.

O seu descarte ignora o elevado grau de pureza do material de ferro fundido, que tem grande potencial de reaproveitamento e poderia ser reutilizado para dar origem a novas peças. Essa prática não apenas desperdiça matérias-primas de alta qualidade, mas também agrava a exploração de recursos naturais, como o minério de ferro, amplamente utilizado na produção de peças. Isso contraria o que defende Stahel (2016), ao destacar que os recursos naturais são finitos e que o foco deve ser maximizar seu reaproveitamento, reduzindo a necessidade de novas extrações da natureza.

Além do descarte, as peças de ferro fundido também são geralmente vendidas a um preço baixo e substituídas por componentes de qualidade inferior no mercado paralelo. Muitas dessas peças são reutilizadas, apresentando menor integridade física e oferecendo menos segurança em comparação a peças novas. A Figura 1 ilustra esse ciclo de descarte e aquisição de componentes automotivos por meio de um fluxograma.

Figura 1 – Fluxograma de aquisição e descarte de componentes automotivos



Fonte: autoria própria (2024).

Nesse contexto, a logística reversa se apresenta como uma solução eficaz, permitindo que produtos automotivos de ferro fundido usados ou descartados sejam coletados, processados e reintegrados ao ciclo produtivo. Essa prática não só tem o potencial de reduzir a dependência de matérias-primas virgens, como contribuir para um modelo de produção mais sustentável.

### 1.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma plataforma digital de logística reversa em uma empresa de componentes fundidos, usinados e de subsistemas automotivos.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar práticas adequadas para a gestão dos fluxos pós consumo;
- Avaliar a otimização dos processos envolvidos;
- Analisar a viabilidade de implementação de um sistema de logística reversa;
- Aplicar em um estudo de caso o diagnóstico da operação atual e propor uma plataforma digital de logística reversa para a empresa.

## 1.3. JUSTIFICATIVA

O setor automobilístico, embora seja um dos maiores responsáveis pela poluição, possui um grande potencial para reduzir seu impacto ambiental, visto que muitos de seus componentes podem ser reciclados, remanufaturados ou reutilizados (Cury *et al.*, 2008).

Assim, a logística reversa desempenha um papel relevante na indústria automotiva, especialmente no reaproveitamento de componentes de alto valor agregado. Quando reintegrados à cadeia produtiva, esses componentes ajudam a reduzir os custos de produção e a minimizar os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado e do reaproveitamento de materiais.

Rogers e Tibben-Lembke (1998) destacam que a evolução da logística reversa acompanhou os avanços da logística direta, tornando-se especialmente relevante durante a Segunda Guerra Mundial, quando a escassez de materiais impulsionou iniciativas como a reconstrução de peças automotivas. Nesse período, cerca de 90% a 95% dos alternadores comercializados no mercado eram remanufaturados.

Neste sentido, este trabalho visa o desenvolvimento de uma plataforma digital de logística reversa em uma empresa de componentes fundidos, usinados e de subsistemas automotivos. Pretende-se avaliar um modelo de compensação financeira para clientes de seus intermediários (concessionárias e montadoras) que entregarem suas peças antigas ao adquirirem novas.

O objetivo dessa prática é tentar reduzir a dependência de recursos virgens, promovendo uma cadeia de produção mais sustentável e oferecendo ao cliente um desconto na nova peça. As trocas ocorreriam em concessionárias parceiras, onde os

clientes poderiam entregar as peças defeituosas e receber o benefício financeiro na compra de novos componentes.

#### 1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: inicialmente, será abordada a revisão de literatura sobre economia circular, logística reversa, política nacional de resíduos sólidos e funcionalidades de um sistema de logística reversa. Em seguida, será apresentado o estudo de caso, com a análise das condições atuais da empresa em questão, seguida da proposição de um modelo de logística reversa aplicável à realidade do negócio. Por fim, serão discutidos os resultados obtidos, as limitações do estudo e as recomendações para futuras implementações.

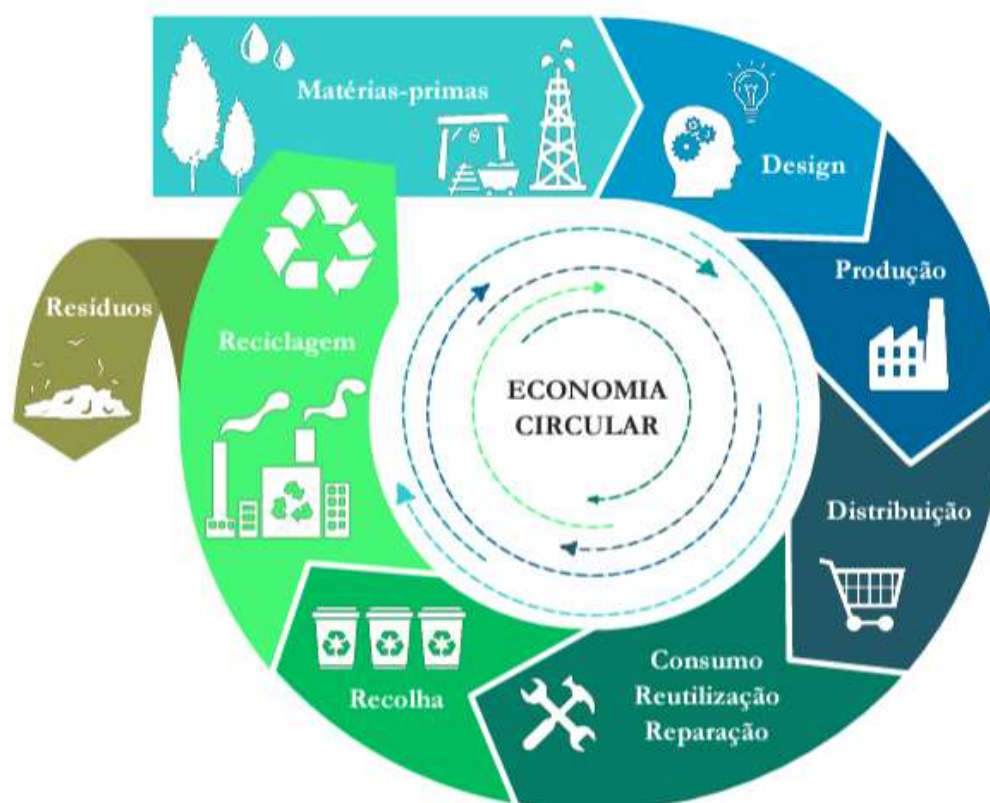
## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para proporcionar uma compreensão mais aprofundada dos conceitos abordados neste estudo, este capítulo foi organizado em quatro seções principais, cada uma focando em aspectos específicos do tema com base em uma revisão de literatura.

### 2.1. ECONOMIA CIRCULAR

A Economia Circular surge como uma resposta ao crescimento sustentável, diante da pressão da produção e consumo sobre o meio ambiente e recursos naturais. Baseada nos princípios de regeneração e restauração, seu objetivo é manter produtos, componentes e materiais com alto valor e utilidade ao longo do tempo (Ellen MacArthur Foundation, 2012). Essa transição propõe mecanismos de criação de valor sem depender do consumo de recursos finitos. A seguir, é demonstrado na Figura 2 um exemplo da sequência típica da economia circular:

Figura 2 – Exemplo da sequência típica da economia circular



Fonte: Simões (2017).

O conceito de economia circular, conforme Sauv e, Bernard e Sloan (2016), propõe que os recursos circulem de forma contínua dentro de um sistema de consumo e produ o. Em contraste com o modelo linear tradicional, que culmina no descarte de resíduos, a Economia Circular busca solu es para reduzir o desperdício, minimizando a gera o de resíduos e reintegrando-os ao processo produtivo, promovendo sua reutiliza o, como destacam Balanay e Halog (2018).

A economia circular propõe substituir o modelo tradicional de "fazer, usar, descartar" por um sistema baseado no reuso e reciclagem, no qual os produtos e materiais, ao invés de serem descartados, são reintegrados ao ciclo produtivo. Nesse modelo, os outputs tornam-se inputs novamente, promovendo um uso mais eficiente dos recursos e minimizando os resíduos (Bonciu, 2014).

Segundo Bonciu (2014), a economia circular impacta todas as atividades produtivas, promovendo a cria o de produtos, processos e serviços mais duráveis, reparáveis e atualizáveis, facilitando sua remanufatura e reciclagem ao longo de seu ciclo de vida.

Já Murray, Skene e Haynes (2017), destacam que a economia circular visa em integrar os princípios da sustentabilidade nas atividades econômicas, com o objetivo de reduzir desperdícios e minimizar os danos ambientais ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos. Nesse contexto, a logística reversa desempenha um papel crucial, ao reintegrar materiais que seriam descartados de volta ao ciclo produtivo, favorecendo sua reutilização e reciclagem.

## 2.2. LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é o processo em que os produtos retornam do ponto de consumo para o fabricante. De acordo com Dowlatshahi (2010), nesse processo, os materiais dos produtos podem ser reciclados, remanufaturados ou descartados. Wibowo e Grandhi (2017) afirmam que a logística reversa reduz o consumo de recursos naturais e minimiza o impacto ambiental ao possibilitar a reciclagem e reutilização de produtos.

Segundo Rogers e Tibben-Lembke (1999), a logística reversa envolve a gestão do fluxo de produtos e informações do consumidor de volta ao fornecedor, com o objetivo de recuperar o valor dos itens devolvidos ou garantir seu descarte adequado. Esse processo inclui o planejamento, implementação e controle do fluxo de materiais e produtos acabados, desde o ponto de consumo até o local de origem.

Dornier *et al.* (2000) e Stock (1998) definem a logística reversa como processos de reciclagem, reuso, remanufatura e destinação ambiental de produtos, ressaltando que ela vai além do simples retorno dos bens, contribuindo para o prolongamento de seu ciclo de vida. Além disso, esses processos oferecem benefícios econômicos às empresas, ao permitir a recuperação de materiais valiosos, enquanto reduzem os impactos ambientais.

Leite (2009) ressalta que a logística reversa inclui o planejamento e controle dos fluxos de retorno, envolvendo atividades de coleta, separação e destinação adequada. Esse sistema contribui para a gestão de estoques e para a redução de perdas e custos de manutenção (Lacerda, 2002).

Novaes (2007) reforça que a logística reversa gerencia o fluxo de materiais do ponto de consumo até a origem, com o objetivo de recuperar valor e garantir a destinação ambientalmente correta dos materiais descartados. A logística reversa, assim, apoia a criação de uma cadeia de suprimentos de ciclo fechado, essencial

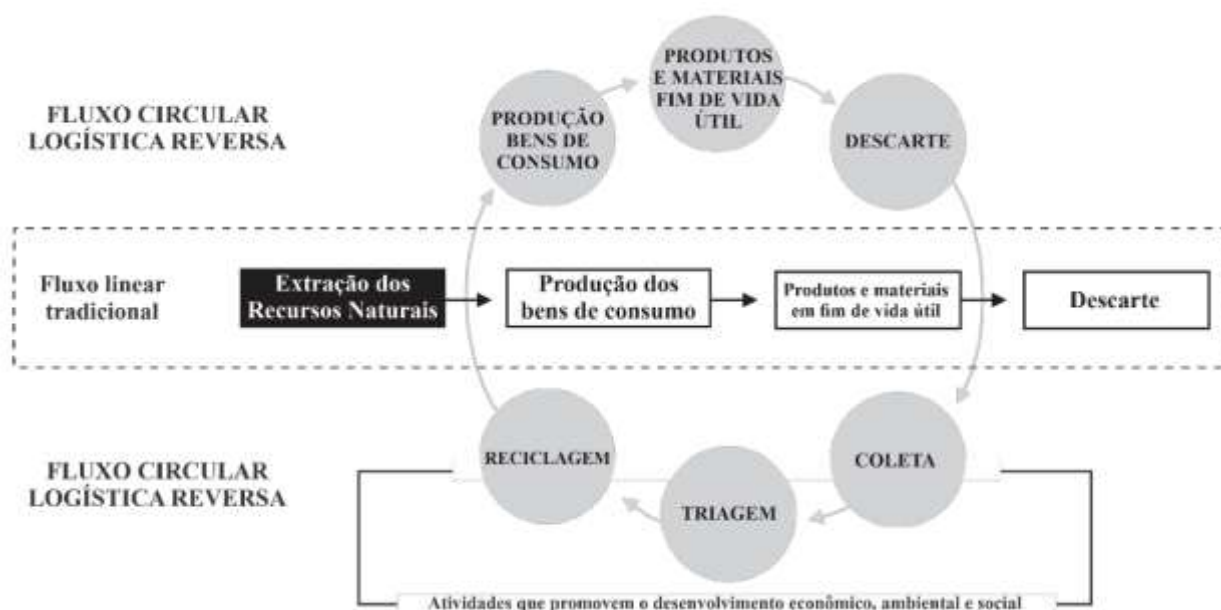


para prolongar a vida útil dos materiais e promover o desenvolvimento sustentável (Aryee; Adaku, 2023).

Conforme afirma Leite (2003), a conscientização ambiental e a demanda por práticas empresariais responsáveis impulsionaram o interesse pela logística reversa, tornando-a uma estratégia essencial para atender às exigências ambientais e fortalecer a competitividade das empresas.

O fluxo de logística reversa, conforme apresentado por Esteves (2021) na Figura 3, é baseado nos princípios da economia circular e envolve seis atividades principais: produção de bens de consumo, fim de vida útil dos produtos, descarte, coleta, triagem e reciclagem. Esse fluxo ocorre de forma paralela ao fluxo linear da logística tradicional, focando na reutilização e no reaproveitamento de materiais.

Figura 3 – Etapas do ciclo da Logística Reversa



Fonte: Esteves (2021).

A Figura 3 mostra como a logística reversa pode transformar a cadeia produtiva, convertendo o fluxo linear em um fluxo circular, no qual materiais reciclados são reutilizados como matéria-prima para a fabricação de novos bens de consumo.

Shibao (2010) reforça esta análise ao afirmar que a implementação da logística reversa nas organizações oferece uma série de benefícios e vantagens, que podem ser categorizados em questões ambientais, como a redução de impactos

negativos no meio ambiente; benefícios econômicos, como a diminuição de custos operacionais; vantagens no mercado, por meio da diferenciação competitiva; conformidade regulatória, atendendo às normas ambientais; benefícios para a sociedade, promovendo práticas sustentáveis; e melhoria da imagem corporativa, fortalecendo a reputação da empresa perante os stakeholders.

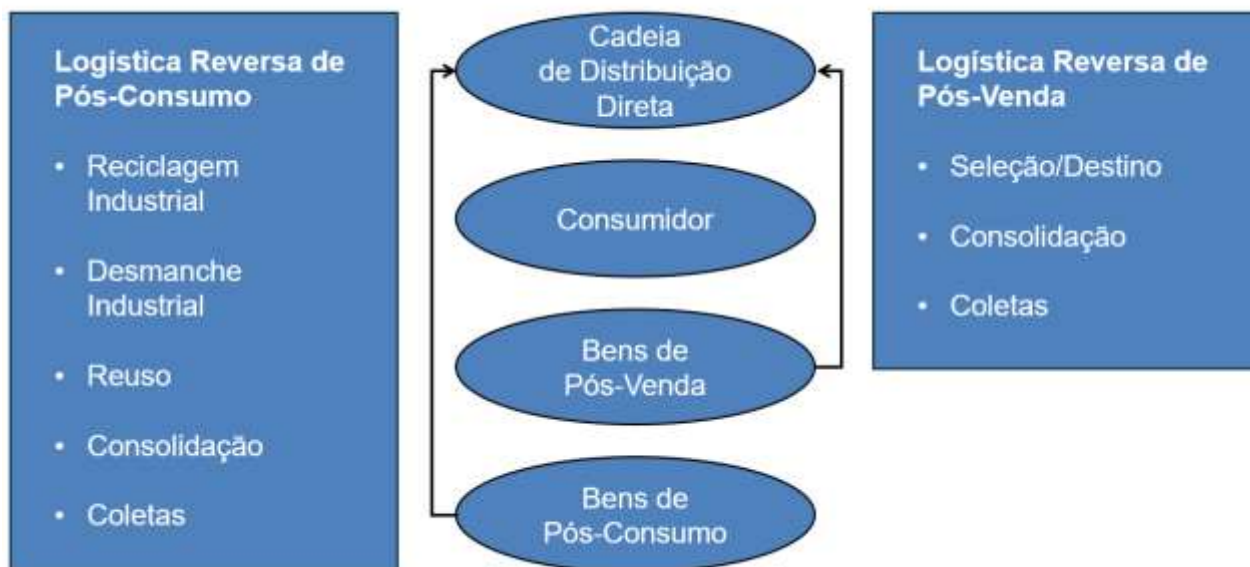
Liva, Pontelo e Oliveira (2003) definem a logística reversa como essencial para organizações que buscam otimizar recursos, atender a exigências ambientais e melhorar a experiência do cliente. Esse processo se divide em dois tipos principais. O primeiro seria a logística reversa de pós-venda vai além da simples devolução de produtos defeituosos, reintegrando-os ao ciclo produtivo ou vendendo-os reconicionados. Ela inclui a análise das razões das devoluções para aprimorar processos, otimizar produtos e aumentar a satisfação do consumidor, reduzindo custos e melhorando a reputação da marca. Já a segunda, denominada de logística de pós-consumo, é impulsionada pela crescente conscientização ambiental e foca no gerenciamento de produtos descartados após o fim de sua vida útil. O principal objetivo dessa logística é promover o reaproveitamento de componentes valiosos, a reciclagem e a destinação adequada dos produtos, minimizando os impactos ambientais.

Ainda, a Logística Reversa pode ser dividida em duas frentes principais, com base na fase do ciclo de vida do produto ou na sua condição. A primeira, chamada de logística do pós-consumo, envolve o fluxo reverso de produtos ou materiais descartados pelo consumidor após o uso, para processos como reciclagem ou reuso, reintegrando-os ao ciclo produtivo. Já a logística do pós-venda trata do retorno de produtos com defeito ou quando o consumidor desiste da compra, permitindo que os itens sejam corrigidos, remanufaturados, revendidos ou descartados de forma adequada (Castro *et al.*, 2018).

De acordo com Leite (2003), a logística reversa de pós-venda tem como objetivo agregar valor aos produtos devolvidos por motivos como falhas no processamento de pedidos, defeitos de funcionamento, problemas com garantias ou danos ocorridos durante o transporte. Por outro lado, a logística reversa de pós-consumo visa reaproveitar produtos que não são mais úteis para o consumidor, seja por estarem descartados ou por terem potencial para reciclagem ou remanufatura. Em ambos os casos, o foco é agregar valor e reduzir desperdícios. Conforme a

Figura 4, tem-se as atividades associadas a logística reversa de pós-consumo e pós-venda de acordo com Leite (2003).

Figura 4 – Logística Reversa de Pós-Consumo e Pós-Venda



Fonte: Adaptado de Leite (2003).

Leite (2003) complementa essa visão e define a logística reversa como a área da logística empresarial responsável por gerenciar o retorno de bens de pós-venda e pós-consumo ao ciclo produtivo, utilizando canais de distribuição reversos. O autor descreve que esse processo visa agregar valor em diversas dimensões como: a econômica, ao possibilitar o reaproveitamento de produtos e materiais; a ecológica, ao incentivar práticas sustentáveis como reutilização e reciclagem; a legal, ao garantir o cumprimento das regulamentações ambientais e normas relacionadas; a logística, ao otimizar os processos de transporte e armazenamento dos itens devolvidos; e a de imagem corporativa, ao evidenciar o compromisso da empresa com a sustentabilidade e responsabilidade social, o que fortalece sua reputação perante consumidores e a sociedade.

Adicionando mais detalhes à logística reversa de pós-consumo, Leite (2009) cita três processos principais.

- O primeiro é a separação dos resíduos por tipo, como plástico, metais, papel e químicos, seguida da preparação para transporte e comercialização. Esse processo é geralmente realizado por sucateiros, empresas de reciclagem e ferros-velhos, que atuam como

intermediárias negociando os resíduos como matéria-prima secundária.

- O segundo processo é a reciclagem industrial, que remove impurezas e prepara os materiais para reintegração ao ciclo produtivo, garantindo que os produtos reciclados atendam à qualidade necessária para serem reutilizados na produção.
- O terceiro processo é a reintegração dos materiais reciclados ao ciclo de produção, substituindo a matéria-prima virgem. Isso resulta em economia de recursos, redução de custos, preços mais competitivos no mercado e, em alguns casos, a melhoria das propriedades dos produtos. Normalmente, os materiais reciclados são usados em porcentagens limitadas para não afetar os processos produtivos e devido à quantidade disponível.

De acordo com Magalhães (2011), a armazenagem de produtos pós-consumo é necessária quando o fluxo reverso não pode ser concluído imediatamente. Nessas situações, os produtos devem ser armazenados temporariamente até que seja possível dar continuidade ao processo de retorno. Esse armazenamento deve ser realizado de forma planejada e organizada para preservar a integridade dos materiais, evitando danos ou deterioração. Dessa forma, quando o fluxo reverso for retomado, os produtos estarão em condições adequadas para reintegração ao ciclo produtivo ou para o descarte correto, conforme as diretrizes da logística reversa.

### 2.3. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Embora o setor automobilístico seja amplamente reconhecido como um dos maiores responsáveis pela poluição, ele também apresenta um significativo potencial para atenuar seu impacto ambiental. Isso se deve ao fato de que muitos dos componentes dos veículos podem ser reciclados, remanufaturados ou reutilizados, o que contribui para a redução de resíduos e a conservação de recursos naturais (Cury *et al.*, 2008). Esse potencial oferece uma oportunidade valiosa para mitigar os efeitos negativos da produção e operação de veículos, ao mesmo tempo em que favorece a adoção de práticas mais sustentáveis.

Para que esse potencial seja plenamente explorado, é imprescindível o estabelecimento de incentivos legais e regulatórios que incentivem a adoção de práticas sustentáveis no setor. A implementação bem-sucedida da logística reversa, nesse sentido, exige uma estrutura normativa robusta, que oriente e facilite esse processo. Andrade, Ferreira e Santos (2009) destacam que a adesão das empresas à logística reversa é significativamente influenciada pela conformidade legal, pela responsabilidade social, pelo aproveitamento de valor e pela melhoria da imagem corporativa. Esses fatores, segundo os autores, são fundamentais para que as empresas integrem práticas sustentáveis aos seus processos, tornando-as não apenas mais competitivas, mas também mais alinhadas às exigências ambientais e sociais vigentes.

No Brasil, a logística reversa começou a ser discutida nos anos 2000, inicialmente voltada para a gestão de embalagens de agrotóxicos e óleos lubrificantes. Contudo, foi em 2010, com a promulgação da Lei nº 12.305 e a criação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que a logística reversa se tornou obrigatória para diversos setores. A legislação estabelece diretrizes para a gestão e o gerenciamento de resíduos sólidos, e, no contexto da PNRS, "resíduos sólidos" são definidos no Art. 3º, Capítulo II, como:

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

A logística reversa é, por sua vez, conceituada pela PNRS no inciso XII do Art. 3º, da seguinte forma:

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

Antes da implementação da PNRS, as empresas mostravam grande relutância em assumir a responsabilidade pela destinação dos produtos após seu

consumo, o que dificultava a incorporação de práticas sustentáveis, como a reciclagem e o retorno dos materiais. Com a criação dessa legislação, no entanto, foi possível superar essas barreiras, permitindo que fossem adotadas estratégias mais eficazes e conscientes para a gestão de resíduos (Silva; Mattos, 2019).

No entanto, a redução do impacto ambiental não deve ser responsabilidade exclusiva do setor privado. A PNRS, por meio do Art. 3º, inciso XVII, adota a premissa da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, estabelecendo que:

Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei. (Brasil, 2010).

Nesse contexto, a adoção de práticas sustentáveis no setor automobilístico, como a reciclagem, remanufatura e reutilização de componentes, está alinhada aos princípios da PNRS, que busca a gestão adequada dos resíduos e a promoção da economia circular. A PNRS estabelece diretrizes importantes para a redução de impactos ambientais por meio da logística reversa e da responsabilidade compartilhada, elementos que se tornam essenciais para o setor automobilístico.

A implementação efetiva dessas práticas não só contribui para a diminuição da poluição e do desperdício de recursos, mas também fortalece o compromisso das empresas com a sustentabilidade, incentivando a criação de soluções inovadoras que atendam às exigências legais e ambientais. Dessa forma, o setor automobilístico pode desempenhar um papel crucial na transição para uma economia mais sustentável e responsável, promovendo a conservação de recursos naturais e a redução de resíduos, em consonância com os objetivos da PNRS.

## 2.4. FUNCIONALIDADES DE UM SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA

Desde os primeiros estudos sobre a experiência do cliente, ficou claro que os consumidores buscam mais do que apenas produtos; eles procuram experiências que ofereçam satisfação e valor agregado (ABBOT, 1955). Pine e Gilmore (1998)

expandiram essa visão ao distinguir as "experiências" de bens e serviços tradicionais, argumentando que, no cenário atual, os consumidores não estão apenas adquirindo produtos ou serviços, mas participando de vivências que envolvem sequências de eventos projetadas para criar memórias significativas. Para os autores, uma experiência de consumo vai além de uma simples transação; ela envolve um processo interativo e emocional, no qual o cliente se engaja ativamente, contribuindo para a criação de valor, tanto para si quanto para a empresa.

As empresas estão cada vez mais focadas na experiência do cliente como estratégia para obter vantagens competitivas sustentáveis (Shaw e Ivens, 2002), tornando-a uma área estratégica importante (Pine e Gilmore, 1998; Teixeira *et al.*, 2012). Para melhorar essa experiência, é crucial que o cliente tenha contato constante com o prestador de serviços, o que pode ser feito por meio de plataformas online personalizadas, oferecendo acesso a dados, informações e ferramentas integradas para facilitar o acompanhamento e o suporte contínuo.

Diller (2000) complementa essa ideia e propõe que uma estratégia de marketing relacional se baseie em seis princípios, conhecidos como "6 I's":

1. Informação: coletar e armazenar dados detalhados sobre os clientes, para entender suas preferências e necessidades, possibilitando uma gestão mais eficaz do relacionamento;
2. Investimento: direcionar recursos para os clientes mais valiosos, visando oferecer um atendimento superior e construir um relacionamento de longo prazo;
3. Individualidade: personalizar produtos e serviços conforme as necessidades e preferências de cada cliente, garantindo uma experiência única e diferenciada;
4. Interação: manter comunicação constante com os clientes para compreender suas necessidades e obter feedbacks que melhorem os produtos e serviços oferecidos;
5. Integração: envolver os clientes na criação de valor, permitindo sua participação no desenvolvimento de produtos e na melhoria dos serviços, o que fortalece o vínculo com a empresa;
6. Intenção: demonstrar o compromisso da empresa em manter um relacionamento duradouro, focando na satisfação contínua e na criação de valor a longo prazo.

O uso crescente de tecnologias digitais tem gerado mais valor e engajamento, mas também tornou os consumidores mais informados e exigentes, que buscam não só produtos de qualidade, mas também bom atendimento, garantias e políticas claras (Kotler, 2017). Eles esperam respostas rápidas e eficientes, que impactem positivamente sua qualidade de vida.

O sucesso das empresas está diretamente ligado a um bom atendimento ao cliente. Quando o serviço de atendimento atende às necessidades dos clientes, isso leva ao crescimento das vendas, aumento dos lucros e fortalecimento da marca (Alzawahari, Bin-salim e Hassan, 2013).

O uso de aplicativos se destaca ao proporcionar maior independência aos usuários, oferecendo soluções alternativas para diversas necessidades do dia a dia (Rocha *et al.*, 2017). Muitos desses aplicativos são de fácil acesso, especialmente aqueles que fornecem informações simples e gratuitas, tornando-os amplamente disponíveis. Dessa forma, eles facilitam a troca rápida e eficiente de informações, promovendo um ambiente digital mais dinâmico e interativo.

Complementando essa visão, um artigo publicado na Think with Google (2015) enfatiza que a maioria das empresas deve iniciar desenvolvendo um site mobile que atenda às necessidades da maioria de seus consumidores. O site mobile atua como o principal ponto de contato com novos clientes, sendo acessível por diversas plataformas, incluindo dispositivos móveis, desktops, aplicativos e Smart TVs. É essencial aproveitar o fato de que os smartphones já possuem um navegador integrado, eliminando a necessidade de downloads adicionais. Quando uma tarefa pode ser realizada tanto no site mobile quanto em um aplicativo, é preferível optar pelo site mobile, garantindo maior acessibilidade e conveniência para os usuários.

No âmbito das estratégias de marketing, Ballester *et al.* (2016) avaliam a eficácia de sites e plataformas de cashback, destacando-os como ferramentas eficientes. Essas plataformas oferecem benefícios financeiros diretos aos clientes pelas transações realizadas, incentivando a escolha de determinados produtos ou serviços. O cashback torna as compras mais atrativas ao devolver uma porcentagem do valor gasto e promove a fidelidade do cliente, estimulando compras frequentes e aumentando a satisfação do consumidor. Como resultado, as empresas se destacam no mercado competitivo ao oferecer vantagens financeiras tangíveis que influenciam positivamente as decisões de compra.



O Sebrae (2018) complementa essa análise, destacando vários benefícios das estratégias de cashback. Além de atrair novos consumidores e ampliar a base de clientes, essas iniciativas aumentam o alcance e a visibilidade da marca, tornando-a mais conhecida e preferida pelos consumidores. Adicionalmente, os dados coletados nas transações de cashback podem ser compartilhados com parceiros estratégicos, facilitando a criação de campanhas de marketing mais direcionadas e eficazes.

A integração dessas estratégias digitais é facilitada pelo uso de sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), conhecidos no Brasil como SIGE (Sistemas Integrados de Gestão Empresarial). Segundo Hara (2009), esses sistemas de informação integram todas as áreas, dados e processos funcionais de uma empresa em um único sistema. Eles unem informações das áreas financeira, produção, planejamento, transporte, entre outras, de forma funcional e sistêmica. O objetivo é maximizar o fluxo de informações, fornecer suporte para a tomada de decisões, processar transações e gerir a empresa de maneira eficiente.

Lacerda (2002) enfatiza que, para obter sucesso em uma operação de logística reversa, é essencial realizar um planejamento e controle adequados, levando em consideração uma série de fatores fundamentais para alcançar eficiência no processo. Um dos fatores mais relevantes é a implementação de controles eficazes de entrada, que envolvem a verificação rigorosa dos materiais devolvidos para garantir que atendam aos requisitos necessários, prevenindo assim problemas no fluxo reverso e assegurando a qualidade do retorno.

Além disso, é crucial estabelecer processos padronizados e mapeados, ou seja, processos bem definidos e formalizados que utilizem documentos apropriados e sistemas de mapeamento, proporcionando maior controle, transparência e minimização de erros. Outro aspecto importante destacado por Lacerda (2002) é a redução do tempo de ciclo, que se refere à diminuição do tempo necessário para identificar, processar e destinar os produtos ao retorno. A agilidade nesse processo é vital para evitar atrasos e melhorar a eficiência do fluxo reverso. Os sistemas de informação também desempenham um papel fundamental, pois permitem o rastreamento preciso dos produtos devolvidos, possibilitando o monitoramento detalhado do tempo de processamento e do desempenho dos fornecedores.

Esses sistemas oferecem visibilidade e controle sobre todo o andamento do processo de logística reversa. Adicionalmente, Lacerda (2002) ressalta a

importância de uma rede logística planejada, que envolve o planejamento estratégico da rede de distribuição reversa. Essa rede deve ser otimizada para garantir eficiência no transporte, armazenamento e processamento dos bens devolvidos. A escolha adequada dos pontos de coleta e centros de triagem é crucial para minimizar custos e melhorar o desempenho geral da logística reversa. Por fim, a gestão integrada de fornecedores e parceiros é destacada como essencial, pois envolve a colaboração eficiente com todos os elos da cadeia logística. A coordenação eficaz entre fornecedores e parceiros logísticos permite otimizar o retorno dos bens, aumentar a confiabilidade do processo e reduzir custos operacionais.

O Sebrae (2024) destaca programas de logística reversa como o "Apple GiveBack", da Apple, e o "Bring Me Back", da Puma, nos quais as marcas incentivam os clientes a devolverem produtos para serem reutilizados em processos de agregação de valor, oferecendo em troca descontos na compra de novos itens. Nesse contexto, a logística reversa desempenha um papel fundamental ao reduzir resíduos, promover o reaproveitamento de materiais e diminuir a pegada de carbono. Além disso, ao oferecer esses incentivos, ela fortalece a imagem da marca, aumenta a fidelização dos clientes e os motiva a consumir mais produtos da empresa.

Além disso, práticas de transporte específicas podem contribuir para a sustentabilidade. Ao adotar estratégias como o frete de retorno, as empresas operam de forma mais eficiente e reduzem seu impacto ambiental. Um exemplo prático dessa estratégia é o caso da CHEP, destacado pela Mundo Logística (2024). A CHEP, uma empresa global de logística sustentável, adotou caminhões compartilhados no Brasil, resultando na redução de mais de um milhão de toneladas de CO<sub>2</sub> em um único ano. Além disso, a empresa compartilha e reutiliza paletes em parceria com a PepsiCo, aproveitando o frete de retorno dos caminhões da empresa de alimentos e bebidas. Essas iniciativas não só otimizam o transporte e diminuem as emissões de gases de efeito estufa, mas também reduzem custos logísticos, fortalecendo o compromisso da CHEP com a sustentabilidade ambiental.

Para maximizar os benefícios da logística reversa, Genchev, Richey e Gabler (2011) enfatizam a importância de realizar uma análise detalhada dos retornos de produtos e de avaliar o desempenho dos processos envolvidos por meio de indicadores específicos. Eles argumentam que, ao monitorar cuidadosamente os

retornos, as empresas podem identificar padrões de falhas, compreender as razões por trás das devoluções e implementar melhorias contínuas nos seus processos operacionais. Além disso, a utilização de indicadores de desempenho permite mensurar a eficiência e a eficácia das estratégias de logística reversa, facilitando a tomada de decisões informadas e a otimização dos recursos.

Do ponto de vista ambiental, a logística reversa permite que as empresas construam uma imagem positiva ao integrar preocupações ambientais em suas estratégias corporativas. Ao adotar essas práticas, elas demonstram responsabilidade ecológica e abrem novas oportunidades de lucro por meio do reaproveitamento de materiais e da redução de desperdícios. Esse enfoque promove um ciclo produtivo mais sustentável e alinha as empresas aos princípios do desenvolvimento sustentável, atendendo à demanda dos consumidores por práticas responsáveis (Leite, 2000).

No relacionamento com o cliente, a logística reversa agrega valor ao proporcionar um sistema eficiente para o retorno de produtos com defeitos, validade expirada ou danos no transporte, aumentando a confiança dos consumidores e demonstrando o compromisso da empresa com a qualidade e a satisfação do cliente. Andrade, Ferreira e Santos (2009) ressaltam que fatores como conformidade legal, responsabilidade social, recuperação de valor e fortalecimento da imagem corporativa incentivam as empresas a adotarem a logística reversa, agregando valor econômico e social às suas operações.

O cadastro de clientes é fundamental para as empresas que desejam garantir controle e segurança nas transações comerciais. Ao registrar e analisar dados como informações pessoais e histórico de crédito, a empresa consegue identificar riscos e tomar decisões mais assertivas, especialmente na concessão de crédito. Além disso, esse cadastro melhora a gestão de áreas como marketing, atendimento e logística, otimizando processos e aprimorando a experiência do cliente, enquanto ajuda a reduzir inadimplência e fraudes (Serasa Experian, 2024).

### 3. METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem de estudo de caso em uma empresa de componentes fundidos, usinados e de subsistemas automotivos localizada em Joinville – SC, tendo como objetivo principal desenvolver uma plataforma digital de logística reversa para peças automotivas de ferro fundido. A pesquisa buscou compreender e avaliar práticas de reaproveitamento de materiais que pudessem ser incorporadas pela organização, de modo a atender não apenas às suas necessidades internas, mas também às exigências do mercado e às crescentes responsabilidades socioambientais.

A investigação caracterizou-se como uma pesquisa de natureza aplicada, voltada à geração de conhecimento com aplicação prática na solução de problemas específicos. A abordagem utilizada foi qualitativa, fundamentada na interpretação e análise de dados, e o caráter exploratório da pesquisa possibilitou maior familiaridade com o tema, contribuindo para sua melhor compreensão e para a formulação de hipóteses (Gil, 2002).

A metodologia envolveu uma análise da estrutura organizacional da empresa, contemplando tanto o gerenciamento de materiais pós-consumo quanto as interações com diferentes stakeholders, incluindo fornecedores, clientes e concessionárias parceiras. Nesse contexto, foram realizadas entrevistas qualitativas com representantes de áreas estratégicas da empresa, visando identificar desafios e necessidades na implementação de um sistema de logística reversa eficiente. Conforme Andrade, Ferreira e Santos (2009), a entrevista é um instrumento eficaz para coletar dados autênticos, desde que conduzida e interpretada de forma adequada. Por isso, optou-se por entrevistas abertas, em que as perguntas são previamente definidas, mas os entrevistados têm liberdade para responder espontaneamente (Gil, 2008).

Com base nos dados coletados por meio de entrevistas, visitas e análises de processos, foi elaborado uma plataforma digital para o sistema de logística reversa. A plataforma tem como objetivo principal facilitar a comunicação e a integração entre os diversos atores envolvidos – clientes, concessionárias parceiras e a própria empresa – de modo a otimizar a devolução, o reaproveitamento e a reciclagem de peças automotivas. A proposta visa assegurar a sustentabilidade da operação e

responder à demanda crescente por práticas empresariais mais responsáveis e alinhadas aos princípios da economia circular.

A sequência metodológica do presente estudo está estruturada pelo fluxograma apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Sequência metodológica do estudo



Fonte: autoria própria (2024).

Assim, a metodologia adotada permitiu identificar necessidades organizacionais e desenvolver um modelo de logística reversa adaptado à realidade da empresa, com foco na eficiência operacional e na geração de impactos ambientais positivos.

## 4. ESTUDO DE CASO - DIAGNÓSTICO E DESENVOLVIMENTO

Nesta seção, será apresentado o diagnóstico da situação atual da empresa em relação ao gerenciamento de materiais pós-consumo, com o intuito de identificar as principais lacunas e desafios enfrentados na implementação de um sistema de logística reversa. A análise será baseada nas informações obtidas nas entrevistas realizadas com alguns integrantes da equipe responsabilizada pela produção da empresa, bem como nas observações dos processos internos e das práticas adotadas. A partir desse diagnóstico, foi desenvolvido uma plataforma digital de logística reversa eficiente, com base nas necessidades e desafios identificados.

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com sede em Joinville, Santa Catarina, desde sua fundação em 1963, a empresa foco do estudo de caso deste trabalho é uma referência global em fundição e usinagem de ferro nodular e cinzento. Com capacidade produtiva superior a 150 mil toneladas anuais, a empresa fornece componentes automotivos para o mercado de reposição, atendendo veículos comerciais pesados, máquinas agrícolas e equipamentos de construção.

Diante do problema do descarte inadequado de peças automotivas de ferro fundido, foi identificada uma oportunidade de implementar um sistema de logística reversa para incentivar a devolução dessas peças. A proposta visa promover o reaproveitamento de materiais e reduzir a dependência de matérias-primas virgens, oferecendo descontos aos clientes que devolvem peças antigas ao adquirirem novas. Com isso, a empresa espera alinhar-se a práticas mais sustentáveis e contribuir para a economia circular, além de fortalecer sua relação com clientes e parceiros.

Para viabilizar a implementação do sistema de logística reversa, a empresa identificou a necessidade de desenvolver uma plataforma digital, seja por meio de um site ou aplicativo, que promova uma maior integração entre os interesses dos clientes e os da organização. Através dessa plataforma, espera-se que os clientes possam localizar facilmente as concessionárias parceiras, registrar as devoluções de peças e acessar informações sobre os incentivos oferecidos, como descontos na

aquisição de novos produtos e benefícios ambientais relacionados à redução do impacto ambiental das peças devolvidas. Dessa forma, o sistema facilita a participação ativa dos clientes, ao mesmo tempo em que proporciona maior transparência, rastreabilidade e controle sobre as devoluções.

A empresa, objeto deste estudo de caso, atua em quatro segmentos principais: Veículos Pesados, Equipamentos Agrícolas, Construção e Sistemistas, atendendo a uma vasta gama de clientes. No segmento de Veículos Pesados, a empresa é responsável pela produção de peças para renomadas marcas internacionais dos setores automotivo e agrícola. Este estudo, no entanto, concentra-se especificamente no segmento de Sistemistas, com ênfase em um produto particular, o qual será o foco da análise e desenvolvimento propostos.

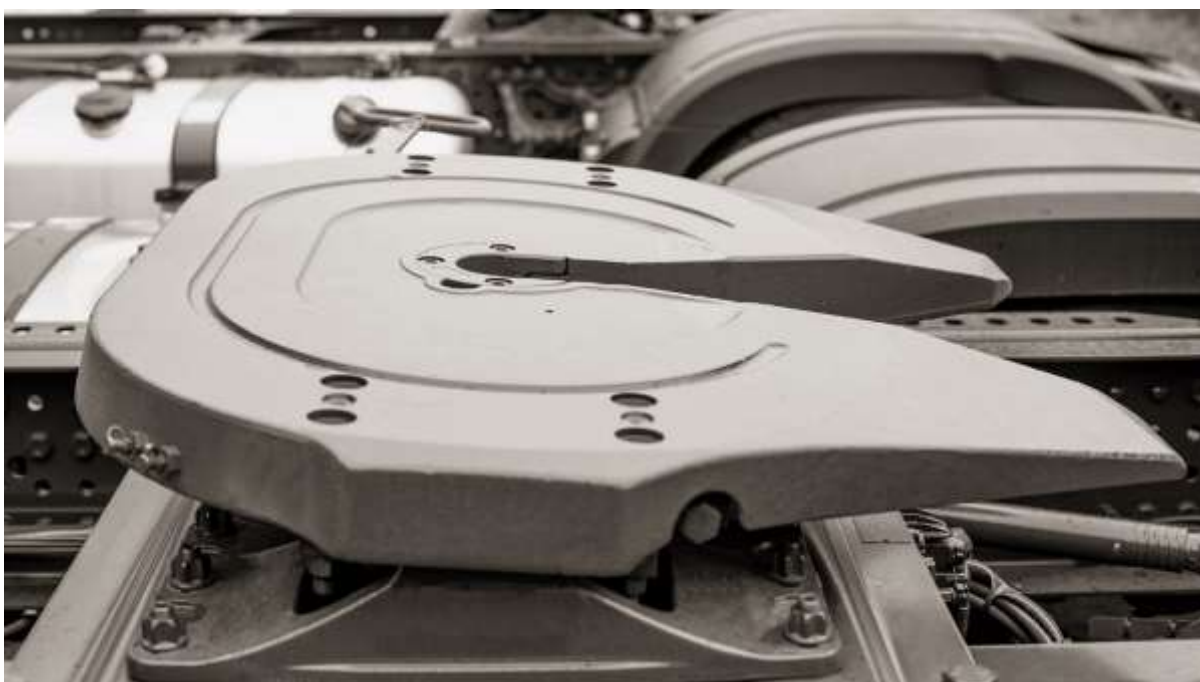
Atualmente, as peças produzidas pela empresa são enviadas para concessionárias parceiras, que as revendem aos clientes finais, incluindo motoristas de caminhão. Com o objetivo de otimizar a logística e atender de forma mais eficiente aos pedidos de reposição, a empresa planeja implementar um sistema de frete retorno, no qual o mesmo veículo que realiza a entrega das novas peças também recolhe as peças devolvidas, trazendo-as de volta à fábrica. Esse processo não apenas facilita a logística de retorno, mas também contribui para a redução dos custos de transporte, uma vez que o transporte de retorno das peças pode ser feito utilizando os mesmos veículos e rotas, aproveitando o trajeto já realizado. Além disso, as peças devolvidas serão processadas e reintegradas ao ciclo produtivo, o que viabiliza o reaproveitamento de materiais danificados. Esse reaproveitamento ocorre por meio da fusão das peças devolvidas com a matéria-prima gusa, essencial para a produção de ferro fundido.

O incentivo financeiro inicial pode ser oferecido aos clientes por meio de um desconto, que pode ser calculado com base no custo de reposição da matéria-prima original (gusa) necessária para a produção do ferro fundido, bem como no preço da peça que será descartada. Esse desconto visa incentivar a devolução das peças, contribuindo para a implementação do sistema de logística reversa. Para garantir a viabilidade econômica do programa, a empresa pode optar por restringir esse benefício a determinados produtos que atendam a critérios específicos, como alta demanda de substituição, composição em ferro fundido e peso significativo. Como primeiro componente a integrar o programa de logística reversa, a empresa optou pela avaliação da quinta roda de caminhões, por ser um item essencial na conexão



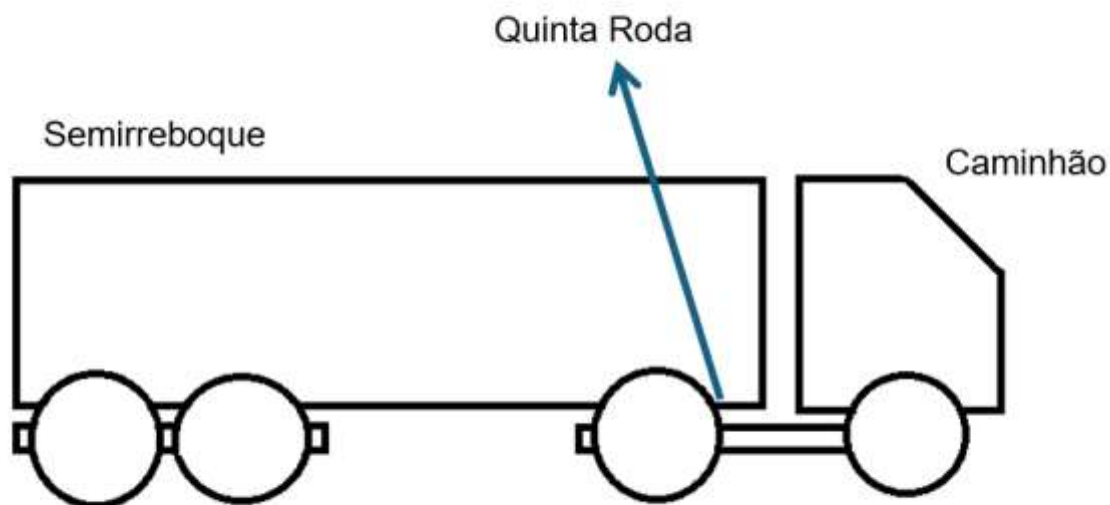
entre o caminhão-trator e o semirreboque, e por apresentar um alto índice de reposição no mercado. Em 2023, a empresa produziu cerca de 12.000 toneladas mensais de produtos diversos a partir da gusa, sendo 12,5% desse total destinados à quinta roda. Além disso, esse item possui alta demanda de reposição, com cerca de 1.200 peças enviadas mensalmente para seus clientes, representando 8% de sua produção. A Figura 6 apresenta uma imagem real da quinta roda, enquanto na Figura 7 é demonstrado um esboço de onde a quinta roda fica posicionada.

Figura 6 – Quinta roda



Fonte: Jocan (2022).

Figura 7 – Composição de caminhão e semirreboque com engate em quinta roda



Fonte: autoria própria (2024).

Assim, a implementação do sistema de logística reversa focado na quinta roda de caminhões pode ser uma decisão estratégica devido à alta demanda de reposição e ao volume significativo de produção. O incentivo financeiro fortalece a adesão dos clientes e promove a reutilização da matéria-prima, otimizando os processos e reduzindo os impactos ambientais.

#### 4.2. DESENVOLVIMENTO

Para os stakeholders, como as concessionárias, o sistema de logística reversa representa uma importante vantagem competitiva, pois possibilita a oferta de preços mais atrativos aos clientes finais, ao mesmo tempo em que fortalece o relacionamento com a empresa.

Para os clientes, o incentivo será oferecido na forma de um desconto proporcional ao peso da peça devolvida, sendo calculado com base em um valor de R\$ 2,50 por kg. Em etapas futuras, a organização também planeja explorar incentivos fiscais, especialmente no contexto de substituição parcial da matéria-prima virgem por sucata reciclada. Essa substituição não só contribui para a redução dos custos de produção, mas também reforça o compromisso da empresa com práticas sustentáveis, diminuindo o consumo de recursos naturais e promovendo a economia circular.

Atualmente, o processo de compras da empresa é gerido por meio do sistema SAP (sigla em inglês para Systems, Applications, and Products in Data Processing), utilizado para a homologação e controle dos pedidos. Este sistema integra as diversas etapas do processo de compra, desde a solicitação até a validação dos pedidos, garantindo maior eficiência e precisão nas transações. O processo é facilitado por meio de um portal de compras, fornecido por uma empresa terceirizada, que otimiza a comunicação com os fornecedores e a efetivação dos pedidos, proporcionando um fluxo contínuo e ágil entre as partes envolvidas.

Adicionalmente, o sistema SAP gera relatórios no formato .xlsx, os quais oferecem dados detalhados que auxiliam na análise e tomada de decisões gerenciais. Esses relatórios são fundamentais para monitorar o desempenho das compras e identificar oportunidades de melhoria nos processos.

Com o objetivo de otimizar a gestão de processos e integrar as operações logísticas de forma mais eficiente, o sistema de logística reversa pode ser integrado ao sistema SAP ou a um sistema ERP equivalente. A integração do sistema de logística reversa a plataformas como o SAP ou outro ERP pode viabilizar uma gestão mais centralizada e eficiente, proporcionando um controle aprimorado das operações logísticas. Além disso, essa integração pode proporcionar o monitoramento de todo o processo de devolução de peças, abrangendo desde a coleta inicial até a reintegração das peças no ciclo produtivo, assegurando maior visibilidade e rastreabilidade das operações.

A implementação da logística reversa no sistema representa um avanço significativo para a empresa. Ao promover o reaproveitamento de peças, reduzir a dependência de matérias-primas virgens e incentivar a adesão de clientes e concessionárias, a empresa cria um modelo sustentável e econômico. Esse sistema oferece benefícios ambientais e fortalece a imagem da empresa como uma marca inovadora e responsável, consolidando seu papel no mercado e inspirando outras empresas a adotarem práticas similares.

Com o intuito de aprofundar a compreensão sobre as etapas do processo logístico da empresa, foram realizadas visitas a concessionárias locais, permitindo a observação prática de alguns desses processos. Um exemplo relevante observado foi a substituição de baterias automotivas, procedimento comum em diversas concessionárias, que também são responsáveis pelo armazenamento adequado das baterias usadas para descarte. Durante uma das visitas, foi explicado que, após a

substituição, as baterias antigas são acondicionadas em um pallet, em uma área específica designada no almoxarifado para esse tipo de material. Quando novas baterias são entregues, o processo de frete retorno é utilizado para recolher as baterias descartadas, otimizando o transporte e garantindo uma gestão mais eficiente dos materiais a serem descartados.

## 5. ANÁLISES E PROPOSTA

Esta seção está estruturada em duas partes. A primeira parte descreve o modelo do sistema de logística reversa proposto com base nas entrevistas com os envolvidos na empresa e também na realização de visitas técnicas, abordando detalhadamente as etapas envolvidas, como a coleta, o transporte e a reintegração das peças devolvidas ao ciclo produtivo. A segunda parte, com base em toda a análise realizada ao longo do trabalho, apresenta as funcionalidades do sistema de logística reversa desenvolvido.

### 5.1. PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA

A solução proposta para a implementação do sistema de logística reversa na empresa, objeto deste estudo de caso, consiste em um modelo estruturado que visa facilitar a devolução, o processamento e o reaproveitamento das peças. A integração desse modelo com as operações existentes pode permitir otimizar recursos, reduzir custos operacionais, garantindo uma gestão mais eficiente e sustentável. A Figura 8 apresenta um diagrama que sintetiza as etapas do fluxo logístico, ilustrando o processo de logística reversa proposto.

Figura 8 – Diagrama do Fluxo Logístico do Sistema de Logística Reversa



Fonte: autoria própria (2024).

Essa abordagem está alinhada com Torres (2011), ao destacar que as organizações têm investido em práticas que buscam melhorar os níveis de serviço ao cliente, reduzir custos, incentivar a inovação em produtos e processos, ampliar o uso de tecnologias da informação, eliminar desperdícios e maximizar a utilização de ativos.

#### **5.1.1. Compra de peça nova e devolução da peça antiga**

O fluxo começa com a compra de uma peça nova em uma concessionária parceira, onde o cliente tem a opção de devolver uma peça obsoleta e danificada, pertencente a mesma categoria do produto adquirido. Esse processo de troca de peças pode configurar uma ação estratégica tanto para a empresa quanto para os clientes, proporcionando aos consumidores a oportunidade de obter benefícios financeiros, como descontos proporcionais ao peso da peça devolvida.

Conforme destacado pelo Sebrae (2024), programas como o "Apple GiveBack" exemplificam como as organizações podem incentivar a devolução de produtos, oferecendo em troca benefícios financeiros que não só podem atrair novos consumidores, como também podem fortalecer a fidelização dos clientes existentes.

Além disso, essa prática está alinhada com uma tendência crescente entre os consumidores, que cada vez mais priorizam empresas que adotam práticas sustentáveis. Essa prioridade reflete uma maior conscientização sobre a importância da responsabilidade ambiental e da economia circular, onde os recursos são reutilizados e os desperdícios são minimizados. Ao implementar tais programas, as empresas não apenas demonstram compromisso com a sustentabilidade, mas também aproveitam oportunidades para coletar dados valiosos sobre o comportamento dos consumidores (Sebrae, 2024).

Nesse contexto, a empresa não apenas pode fortalecer sua imagem de responsabilidade social e ambiental, mas também agrega valor ao seu portfólio de produtos, atraindo consumidores que buscam soluções que minimizem o impacto ambiental. Portanto, a introdução de um sistema de logística reversa, promovendo a devolução e o reaproveitamento de peças, torna-se uma resposta estratégica a essas tendências de consumo, alinhando-se aos novos valores que moldam o comportamento dos consumidores.

Adicionalmente, como primeira etapa do estudo de caso, o foco foi incluir exclusivamente a quinta roda, um componente fabricado pela empresa objeto deste estudo. Conforme destaca Lacerda (2002), essa abordagem estruturada e planejada é essencial para o sucesso na implementação de operações de logística reversa, garantindo eficiência e otimização dos processos.

Como trabalho futuro, propõe-se expandir a gama de peças incluídas no programa, o que pode atrair um número maior de clientes e agregar valor tanto para a empresa quanto para todos os stakeholders envolvidos. Segundo Lacerda (2002), essa expansão gradual possibilita a identificação e correção de eventuais falhas, promovendo melhorias contínuas e assegurando a satisfação dos clientes, além de facilitar a colaboração com fornecedores e parceiros logísticos.

### **5.1.2. Incentivo Financeiro**

Para promover a adesão dos clientes ao programa de logística reversa, a empresa foco deste estudo pode oferecer uma compensação financeira na forma de desconto imediato, proporcional ao peso da peça devolvida. O valor do desconto é calculado com base em um valor fixo por quilograma, assim, a proposta levantada na empresa é de R\$ 2,50/kg.

Esse tipo de incentivo financeiro está em consonância com o que aponta Ballester *et al.* (2016), que defendem que plataformas de cashback e programas de descontos são estratégias eficazes de marketing, incentivando a participação ativa dos consumidores.

Em uma segunda etapa, propõe-se, além dos descontos, a introdução de vouchers como uma alternativa de benefício. Ao devolver uma peça obsoleta, o cliente poderá acumular um crédito financeiro, que poderá ser utilizado futuramente exclusivamente em concessionárias parceiras. Ao contrário do modelo inicial, onde o desconto é aplicado apenas sobre a compra de uma peça correspondente, o voucher não terá essa restrição, permitindo que o benefício seja utilizado para qualquer tipo de produto nas concessionárias, ampliando assim a flexibilidade do programa.

Esse movimento também está alinhado às tendências apontadas pelo Sebrae (2018), que enfatiza que benefícios financeiros e prêmios, como o cashback ou vouchers, são estratégias eficazes para atrair e fidelizar clientes. Além disso, essas alternativas também fortalecem a relação com os consumidores ao oferecer uma experiência de compra mais personalizada e vantajosa, ao mesmo tempo em que agregam valor à sustentabilidade, incentivando a devolução de peças e a redução de desperdícios.

### **5.1.3. Armazenagem nas Concessionárias**

Na terceira etapa do processo, as peças devolvidas são armazenadas temporariamente nas concessionárias parceiras, em áreas designadas como almoxarifados, e organizadas em pallets ou recipientes apropriados. Uma visita técnica confirmou que esse método de armazenagem já é utilizado para baterias



automotivas. Assim, a proposta do trabalho é ampliar esse modelo já existente de armazenagem das baterias para os produtos foco do estudo de caso deste TCC.

De acordo com Magalhães (2011), a armazenagem do produto pós consumo se faz necessário quando, por algum motivo, não se pode concluir diretamente o fluxo reverso, devendo ser armazenado por um período.

Lacerda (2002) destaca que o sucesso da logística reversa depende de um planejamento e controle adequados. Isso inclui o armazenamento organizado das peças até a coleta, minimizando danos e facilitando os processos subsequentes.

Ele também enfatiza a importância de processos padronizados e bem mapeados, como o uso de pallets e recipientes adequados, que garantem fácil acesso e organização das peças devolvidas. Antes do armazenamento, as peças devem ser devidamente limpas para evitar impurezas que possam comprometer a produção ao serem reintegradas ao ciclo produtivo.

Outro fator essencial apontado por Lacerda (2002) é a implementação de controles rigorosos na entrada dos materiais devolvidos, assegurando que atendam aos requisitos necessários. Isso previne problemas no fluxo reverso e mantém a qualidade do processo de retorno.

Além disso, a criação de áreas específicas de armazenamento nas concessionárias otimiza a logística interna, permitindo uma coleta mais rápida e organizada. A colaboração com fornecedores e parceiros logísticos é igualmente crucial para o correto tratamento das peças devolvidas. Essa parceria não só melhora o processo de armazenagem, como também fortalece a cadeia de suprimentos reversa, promovendo um ciclo contínuo de melhorias e práticas sustentáveis.

#### **5.1.4. Frete Retorno**

A empresa pode adotar a prática do frete de retorno, onde o mesmo veículo utilizado para entregar um lote de novas peças às concessionárias parceiras também recolhe as peças devolvidas, quando disponíveis para coleta. Essa estratégia otimiza o transporte ao aproveitar a logística já existente, evitando viagens de retorno sem carga para a fábrica. Além de aumentar a eficiência operacional, o frete de retorno contribui para a redução dos custos logísticos, eliminando a necessidade de veículos adicionais para o recolhimento de materiais.

Esses benefícios foram vistos na matéria publicada pela MundoLogística (2024), onde são destacados os resultados da parceria entre a PepsiCo e a CHEP como um exemplo bem-sucedido de transporte colaborativo. A parceria permitiu otimizar o uso de veículos, reduzindo viagens de retorno sem carga e diminuindo a emissão de resíduos a longo prazo. Ao adotar o frete de retorno, a PepsiCo não apenas aumentou a eficiência operacional, mas também reforçou seu compromisso com a sustentabilidade, demonstrando como a logística reversa pode ser integrada de forma eficaz com iniciativas ambientais responsáveis.

Portanto, a adoção do frete de retorno não apenas pode melhorar a eficiência operacional e reduzir custos, mas também pode fortalecer a imagem da empresa como uma organização comprometida com práticas sustentáveis.

#### **5.1.5. Recepção e Inspeção das peças**

Segundo Sangwan (2017), a logística reversa envolve atividades fundamentais como coleta, inspeção e recuperação de produtos. Assim, após a coleta e transporte para a empresa, as peças devolvidas podem passar por um processo de triagem e inspeção para avaliar suas condições, sendo posteriormente integradas ao processo produtivo.

Durante a triagem física, as peças podem ser inspecionadas visual e manualmente para identificar contaminações por materiais indesejados. Caso necessário, pode se realizar uma análise detalhada para detectar substâncias perigosas, como óleos, solventes ou outros poluentes. Lacerda (2002) destaca que a implementação de controles rigorosos na entrada dos materiais devolvidos assegura que estes atendam aos requisitos necessários, prevenindo problemas no fluxo reverso e mantendo a qualidade do processo. Se forem detectadas contaminações, as peças devem ser tratadas como resíduos perigosos e encaminhadas para o tratamento especializado.

A análise de danos e defeitos estruturais pode não ser necessária, pois as peças serão reaproveitadas como matéria-prima e reintegradas ao processo de produção de novas peças de ferro fundido. As peças que atendem aos critérios de qualidade podem ser armazenadas para seguir para o processo de fundição, onde serão derretidas e transformadas em novos produtos.

As que não atendem aos critérios de reaproveitamento podem ser separadas para descarte adequado, conforme as normas ambientais instituídos na PRNS (Brasil, 2010). O transporte desses resíduos para as instalações de tratamento é realizado por empresas licenciadas, de acordo com as regulamentações ambientais, garantindo que o tratamento minimize os impactos ambientais.

As instalações receptoras devem ter a infraestrutura necessária para tratar e dispor os resíduos de ferro fundido de maneira ambientalmente responsável, seguindo as diretrizes de Shibao (2010) sobre a conformidade regulatória e a redução de impactos ambientais.

#### **5.1.6. Reintegração das peças no Ciclo Produtivo**

Após a aprovação na inspeção, as peças devolvidas podem ser submetidas ao processo de fundição, sendo combinadas com matéria-prima gusa para gerar novas peças de ferro fundido reciclado. Este processo é uma etapa crucial na logística reversa, conforme destacado por Rogers e Tibben-Lembke (1999), que enfatizam a importância de reintegrar produtos ao ciclo produtivo para recuperar seu valor e reduzir o desperdício.

Liva, Pontelo e Oliveira (2003) destacam que a reintegração de materiais reciclados ao ciclo produtivo é essencial para otimizar recursos e atender às exigências ambientais, promovendo a sustentabilidade das cadeias produtivas. Este processo de fundição pode reduzir os impactos ambientais associados à extração de matérias-primas virgens, como a degradação de ecossistemas e a emissão de gases de efeito estufa.

Como complementa Leite (2003), a redução da dependência de recursos naturais não apenas diminui a pegada ambiental da empresa, mas também pode fortalecer sua competitividade no mercado.

#### **5.1.7. Monitoramento e Relatórios**

Para garantir a eficácia e a transparência do sistema de logística reversa, pode ser necessário que a empresa foco do estudo implemente um processo de monitoramento contínuo. Recomenda-se que esse acompanhamento seja realizado

por meio de um sistema ERP, que possibilite o registro e a rastreabilidade de todas as devoluções de peças, além de armazenar dados sobre os incentivos financeiros oferecidos aos clientes. O uso de um ERP permite que a empresa possa não só ter o controle eficaz das peças devolvidas, mas também consiga gerar relatórios detalhados sobre os impactos econômicos e ambientais do programa. Esses relatórios serão fundamentais para que a empresa possa avaliar o sucesso do programa e identificar oportunidades de aprimoramento contínuo.

A utilização de sistemas ERP tem se mostrado uma ferramenta poderosa para a integração de processos dentro das organizações, como aponta Davenport (1998), que destaca como esses sistemas podem transformar as operações empresariais ao integrar diferentes fluxos de informação em um único sistema, melhorando a gestão e a rastreabilidade dos dados. Dessa forma, a implementação de um ERP para monitoramento da logística reversa não só melhora a eficiência operacional, mas também assegura maior transparência no processo, beneficiando todos os stakeholders envolvidos.

No caso específico da quinta roda, o sistema ERP pode realizar o registro detalhado de cada transação de venda realizada pelas concessionárias parceiras. Esse registro pode incluir informações cruciais sobre a peça devolvida pelo cliente, como o número de identificação da peça, o peso, a quantidade de peças devolvidas e o valor total do desconto concedido.

O sistema também pode monitorar a armazenagem e indicar, caso seja necessário, realizar alguma recolha de peças obsoletas antes do envio de algum lote de peças novas, sobretudo caso o sistema adicional de vouchers seja implementado.

Essa abordagem da inclusão do ERP pode facilitar a tomada de decisões estratégicas para a expansão do programa e a adequação de processos, alinhando os resultados financeiros e ambientais da iniciativa aos objetivos corporativos de sustentabilidade e eficiência operacional.

## 5.2. DESENVOLVIMENTO DE ESTRUTURA DO SISTEMA DE LOGÍSTICA REVERSA

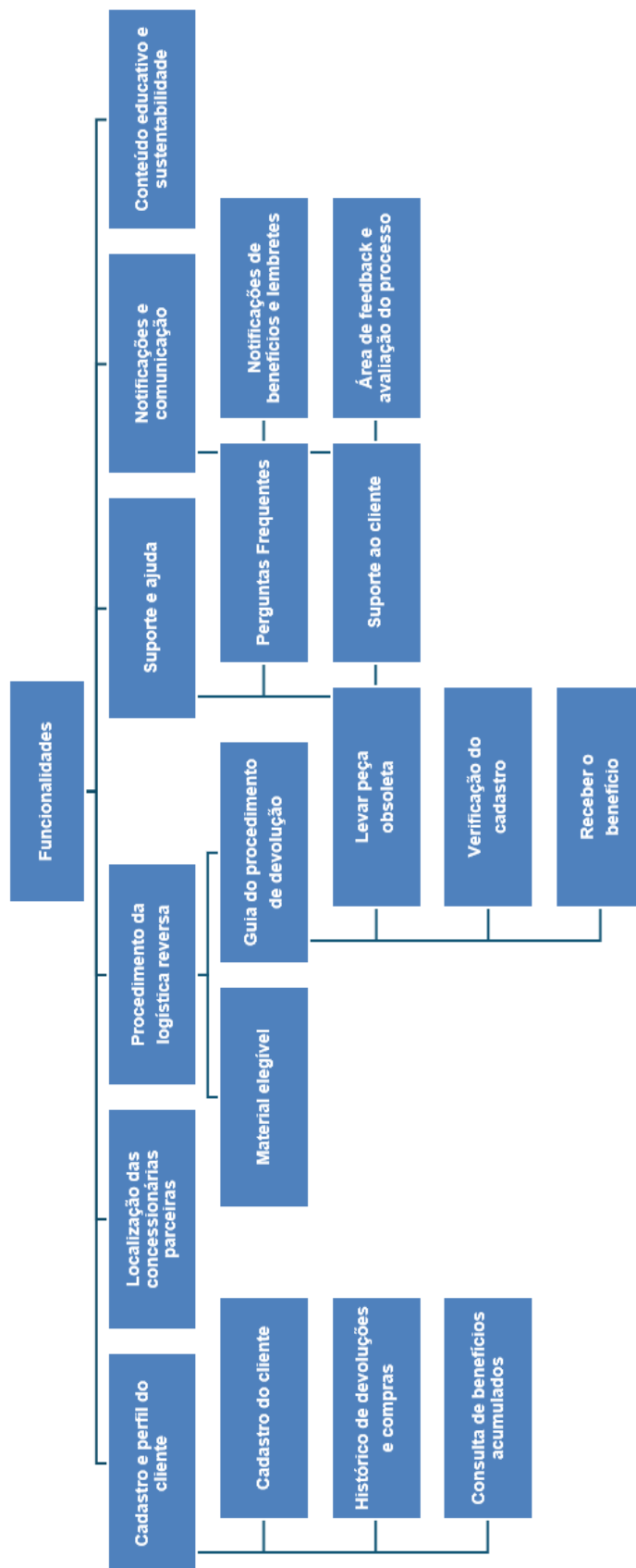
Neste TCC, optou-se por desenvolver uma estrutura de site para a interação com o cliente, em vez de um aplicativo. Segundo o Think with Google (2015), a

maioria das empresas deve começar com um site de qualidade, que atenda às necessidades de seus consumidores. Por ser universal, o site será o primeiro ponto de contato com novos clientes, sendo suportado por todas as plataformas, como mobile, desktop, apps e até Smart TVs.

Porém, como destacado por Rocha *et al.* (2017), o uso de aplicativos tem proporcionado maior independência aos usuários, oferecendo soluções alternativas para atender a diversas necessidades do dia a dia. Assim, a criação de um aplicativo pode ser proposta em um trabalho futuro.

Assim, neste TCC, são mapeadas as principais funcionalidades do site, com foco na sua operação e usabilidade, sem se aprofundar em aspectos relacionados ao design ou à estética. A seguir, na Figura 9, as funcionalidades foram detalhadas e organizadas de maneira a garantir a fluidez e a eficiência da interação entre os clientes, as concessionárias parceiras e a empresa.

Figura 9 – Etapas do ciclo da Logística Reversa



Fonte: autoria própria (2024).

### **5.2.1. Cadastro e perfil do cliente**

Nesta etapa, são apresentadas as funcionalidades do site que facilitem a experiência do cliente e tornem suas operações futuras, como verificação dos benefícios obtidos, de forma mais simples. Além disso, ao registrar e analisar dados como informações pessoais e histórico de crédito, a empresa pode identificar riscos e tomar decisões mais precisas, especialmente na concessão de crédito (Serasa Experian, 2024). Para isso, pode ser necessário incluir recursos como cadastro de usuário, histórico de devoluções e compras, além da consulta de benefícios acumulados. A seguir, cada funcionalidade mapeada é apresentada com mais detalhes:

- Cadastro do cliente: Permitir a criação de uma conta com dados básicos e informações de contato. Dados como o nome completo, CPF, telefone, endereço e e-mail são essenciais para o registro do cliente e buscam trazer segurança e confiabilidade ao sistema;
- Histórico de devoluções e compras: Tem como objetivo exibir todas as devoluções e compras anteriores, com detalhes dos benefícios recebidos, sejam eles descontos e/ou vouchers;
- Consulta de benefícios acumulados: Mostra o saldo de benefícios disponíveis, como descontos e vouchers com base em devoluções realizadas.

### **5.2.2. Localização das concessionárias parceiras**

Nesta etapa, são apresentadas as funcionalidades do site voltadas para a localização e interação com as concessionárias parceiras. O objetivo é facilitar ao máximo o processo de logística reversa para o cliente, proporcionando ferramentas que auxiliem na identificação de concessionárias próximas e na organização da devolução de peças. A seguir, a funcionalidade mapeada é apresentada com mais detalhes:

- Localização de concessionárias parceiras: Esta funcionalidade pode permitir ao cliente localizar facilmente as concessionárias parceiras participantes do programa de logística reversa. Utilizando um mapa interativo, o cliente poderá buscar concessionárias próximas,

visualizando informações essenciais como o endereço completo, número de telefone, horários de funcionamento e, possivelmente, detalhes adicionais sobre os serviços oferecidos. A funcionalidade de localização de concessionárias segue os princípios de Diller (2000) ao fornecer informações essenciais, como endereço e telefone, por meio de um mapa interativo, e ao integrar o cliente ao processo de logística reversa, facilitando o acesso às concessionárias participantes.

### **5.2.3. Procedimento da logística reversa**

Esta etapa tem como objetivo identificar e detalhar as peças elegíveis para devolução no programa de logística reversa, especificando as condições de aceitação. Além disso, busca oferecer um guia claro e detalhado para que o cliente compreenda o funcionamento do sistema. O guia pode incluir informações sobre as peças aceitas, o processo de devolução, as etapas envolvidas, os benefícios de participar do programa e as instruções para adesão. Essa abordagem transparente facilita o entendimento do cliente, esclarecendo quais peças podem ser devolvidas e como participar do programa. Ela está alinhada com o que Lacerda (2002) propõe, ao destacar que o sucesso da logística reversa depende de um planejamento e controle adequados. A seguir, cada funcionalidade mapeada é apresentada com mais detalhes:

- **Material elegível:** Esta funcionalidade tem como objetivo mostrar os critérios do material elegível no processo da logística reversa, fornecendo informações como a descrição da peça (inicialmente apenas a quinta roda), o material de fabricação (como ferro fundido), e os critérios para a devolução, incluindo o estado de conservação e limpeza necessários para que a peça seja reintegrada ao processo produtivo, são necessários.
- **Guia do procedimento de devolução:** Esta funcionalidade pode orientar o cliente sobre como funciona o fluxo logístico do processo de logística reversa, garantindo que ele compreenda e siga corretamente o procedimento. As etapas incluem:
  1. **Levar a peça obsoleta:** O cliente deve levar a peça antiga, seguindo os padrões previamente exigidos, até uma



concessionária parceira da empresa foco deste estudo, facilmente identificável no mapa interativo do site. A peça deve atender aos critérios especificados para facilitar o processo de inspeção e reaproveitamento;

2. Verificação do cadastro: Após chegar à concessionária e deixar clara a intenção de participar do programa de logística reversa, o cliente deve fazer o cadastro ou, caso já cadastrado, se identificar para que os atendentes possam dar continuidade ao serviço;
3. Receber o benefício: Após a entrega e aceitação da peça obsoleta, o cliente recebe o benefício oferecido pelo programa de logística reversa. O benefício pode ser um desconto aplicado diretamente na compra da nova peça ou um voucher que poderá ser utilizado em futuras compras em qualquer concessionária parceira integrada ao programa.

#### **5.2.4. Suporte e Ajuda**

Para garantir uma experiência fácil e satisfatória no programa de logística reversa, o site pode incluir uma seção de suporte e ajuda, com funcionalidades que ofereçam respostas rápidas e atendimento personalizado. Como destaca Kotler (2017), o uso crescente de tecnologias digitais tem aumentado o valor e o engajamento, tornando os consumidores mais informados e exigentes. Eles não buscam apenas produtos de qualidade, mas também bom atendimento, garantias e políticas claras. Por isso, esperam respostas rápidas e eficientes, que melhorem sua qualidade de vida. A seguir, cada funcionalidade mapeada é apresentada com mais detalhes:

- Perguntas frequentes (FAQ): Esta seção tem como objetivo responder às dúvidas mais comuns dos clientes sobre o processo de logística reversa, apresentando tópicos como as condições que as peças devolvidas devem atender, a elegibilidade para o programa, o funcionamento dos benefícios (descontos e vouchers) e o procedimento para realizar uma devolução. A FAQ pode ser

organizada por categorias, facilitando a navegação e ajudando o cliente a encontrar rapidamente a informação que precisa.

- Suporte ao cliente: Para clientes que precisam de assistência adicional ou têm dúvidas específicas sobre o programa de logística reversa, o site pode oferecer múltiplos canais de contato, incluindo e-mail, telefone e WhatsApp. Esses canais visam proporcionar respostas rápidas e eficientes sobre questões relacionadas ao programa de logística reversa. A variedade de opções garante que o cliente possa escolher o meio de comunicação que prefere, proporcionando um atendimento personalizado que pode aumentar a confiança e a satisfação com o serviço.

### **5.2.5. Notificações e Comunicação**

Para proporcionar uma experiência completa no programa de logística reversa, o site pode incluir uma seção de notificações e comunicação, mantendo o cliente informado sobre seus benefícios e permitindo a troca de feedback. Essa abordagem segue os princípios de Interação e Integração de Diller (2000), que destacam a importância de manter comunicação constante com os clientes e envolvê-los no aprimoramento do programa, alinhando-o às suas expectativas. A seguir, cada funcionalidade mapeada é apresentada com mais detalhes:

- Notificações de benefícios e lembretes: O sistema pode enviar alertas automáticos ao cliente sobre oportunidades no programa de logística reversa, como benefícios acumulados, expiração de vouchers e novos incentivos. Esses alertas serão exibidos no site e, opcionalmente, enviados por e-mail ou mensagem de texto, garantindo que o cliente aproveite plenamente os benefícios. Segundo Kotler (2017), as crescentes expectativas dos consumidores por uma comunicação eficiente e personalizada. Assim, esses alertas podem ser essenciais para proporcionar uma experiência contínua e satisfatória.
- Área de feedback e avaliação do processo: O site pode oferecer uma área onde o cliente avalie sua experiência e envie sugestões de melhorias, compartilhando suas impressões sobre o processo de devolução, o atendimento nas concessionárias e a comunicação. As

informações coletadas ajudarão a empresa a identificar melhorias e ajustar o programa conforme as expectativas dos clientes. Como ressaltam Pine e Gilmore (1998), é essencial criar experiências interativas e envolventes para os consumidores.

#### **5.2.6. Conteúdo educativo e sustentabilidade**

Para reforçar o compromisso com a sustentabilidade e incentivar a participação ativa dos clientes no programa de logística reversa, o site pode conter também uma seção de conteúdo educativo e sustentabilidade. Esta área pode ser utilizada para conscientizar o cliente sobre a importância do reaproveitamento de materiais e o impacto positivo das ações sustentáveis no setor automotivo. Conforme afirma Leite (2003), a conscientização ambiental e a demanda por práticas empresariais responsáveis impulsionaram o interesse pela logística reversa, tornando-a uma estratégia essencial para atender às exigências ambientais e fortalecer a competitividade das empresas. A seguir, cada funcionalidade mapeada é apresentada com mais detalhes:

- Conteúdo sobre sustentabilidade e logística reversa: Nesta seção, podem ser disponibilizados artigos, vídeos e outros materiais que explicam os benefícios ambientais e econômicos da logística reversa. Assim, pode ser demonstrado de maneira didática como a devolução de peças obsoletas contribui para a economia circular. Alinhado à PNRS (Brasil, 2010), esse material reforça o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, incentivando consumidores e produtores a participarem ativamente da gestão de resíduos.

## 6. CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma plataforma digital de logística reversa em uma empresa de componentes fundidos, usinados e de subsistemas automotivos. O estudo demonstrou, por meio de conceitos fundamentados na literatura e entrevistas, que a reutilização de materiais de alto valor agregado pode reduzir os custos com matéria-prima, minimizar o impacto ambiental e fortalecer a imagem da empresa foco do estudo de caso como uma empresa comprometida com a economia circular. A partir da análise da estrutura organizacional e das necessidades dos stakeholders, foi possível propor o desenvolvimento de um sistema para gerenciar o processo de devolução de peças, facilitando a comunicação entre a empresa, as concessionárias parceiras e os clientes finais.

Os principais resultados incluem a criação de um fluxo logístico reverso que abrange desde a compra da nova peça até a devolução e reaproveitamento da peça obsoleta, com etapas como armazenamento temporário nas concessionárias, frete de retorno e reintegração ao ciclo produtivo. Este processo não só pode reduzir os custos operacionais como também reforça o compromisso da empresa com a sustentabilidade ao contribuir para a redução da extração de matérias-primas virgens.

O sistema proposto reúne funcionalidades que podem aprimorar a experiência do cliente e podem assegurar transparência em todas as etapas do programa de logística reversa. Entre essas funcionalidades estão uma proposta de guia para iniciar o processo de logística reversa, consulta de benefícios acumulados, localização das concessionárias parceiras e suporte ao cliente por meio de FAQs e canais de contato. O sistema também pode incluir conteúdo educativo sobre sustentabilidade, incentivando a participação dos clientes no programa e reforçando os compromissos ambientais da empresa.

Para trabalhos futuros, recomenda-se expandir o programa de logística reversa para abranger outras peças de alto valor agregado. É sugerido o mapeamento de incentivos fiscais relacionados à substituição parcial de matéria-prima virgem por sucata reciclada, a fim de identificar possíveis benefícios financeiros. Pode-se verificar a viabilidade de incluir novas peças no sistema

proposto e desenvolver um aplicativo mobile integrado, que possa oferecer maior acessibilidade e uma experiência mais interativa para os clientes. Para otimizar a eficiência operacional, é recomendada a integração entre os sistemas da empresa e os das concessionárias. Por fim, recomenda-se um estudo aprofundado dos aspectos econômicos, incluindo a análise de viabilidade financeira para peças específicas, como a quinta roda e outros componentes.

## REFERÊNCIAS

- Alzawahari, E.; Bin-salim, T.; Hassan, Y. (2013). **Customer service and organizational growth of service enterprise in Somalia**. *Educ. Res. Int*, 2(2), 79-88.
- Andrade, E. M.; Ferreira, A.C.; Santos, F. C. A. Tipologia de sistemas de logística reversa baseada nos processos de recuperação de valor. *In: Simpósio de Administração da Produção. Logística e Operações Internacionais*, 12., 2009. **Anais...** São Paulo: FGV: EAESP, 2009.
- Aryee, Raphael; Adaku, Ebenezer. The reverse logistics resource matrix: a novel classification scheme. **Journal Of Manufacturing Technology Management**, v. 34, n. 3, p. 435-454, 18 abr. 2023.
- Balanay, Raquel; Halog, Anthony. Tools for circular economy: review and some potential applications for the Philippine textile industry. *In: CIRCULAR ECONOMY IN TEXTILES AND APPAREL*. Woodhead Publishing, 2018. p. 49–75.
- Ballou, R.H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5ª. ed. São Paulo: Bookman, 2006.
- Barboza, M. R.; Costa, I; Gonçalves, R. F. Uma proposta de funcionalidades para sistemas de informação dedicados a logística reversa. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 251-261, 2015.
- Bonciu, F. (2014). The European Economy: From a Linear to a Circular Economy. **Romanian Journal of European Affairs** 14(4), 78-91.
- Brasil. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.
- Castro, F. dos S.; Barroco, I. S.; Tamiasso-Martinhon, P.; Rocha, A. S.; Sousa, C. R. Logística reversa: uma breve análise histórico-sociológica. **Revista Scientiarum História**, v. 1, p. 8, 5 nov. 2018. Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.51919/revista\\_sh.v1i1.210](http://dx.doi.org/10.51919/revista_sh.v1i1.210). Acesso em: 03 out. 2024.
- CHEP e PepsiCo alcançam impactos ambientais positivos com parceria de transporte colaborativo. **Mundo Logística**, 5 ago. 2024. Disponível em: <https://mundologistica.com.br/noticias/chep-pepsico-alcancam-impactos-ambientais-positivos-com-transporte-colaborativo>. Acesso em: 9 nov. 2024.
- Cury, R. M. *et al.* Recuperação de valor em peças de veículos em fim de vida: resultados de um estudo exploratório. *In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2008.
- Davenport, T. H. (1998). Putting the enterprise into the enterprise system. **Harvard Business Review**, 76(4), 121-131.

Diller, Hermann. Customer loyalty: Fata Morgana or realistic goal? Managing relationships with customers. **ResearchGate**, 2000.

Dornier, Philippe Pierre; Ernst, Ricardo; Fender, Michel; Kouvelis, Panos. **Logística e Operações Globais: Texto e Casos**. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

Dowlatshahi, S. A cost-benefit analysis for the design and implementation of reverse logistics systems: case studies approach. **International Journal of Production Research**, v. 48, n.5, p. 1.361-1.380, 2010.

Ellen Macarthur Foundation. **The Circular Economy Applied to the Automotive Industry**. 2012. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/interactive-diagram/the-circular-economy-applied-to-the-automotive-industry>. Acesso em: 20 nov. 2024.

Esteves, D. B. L. **Impacto dos processos de logística reversa para a sustentabilidade organizacional com foco na dimensão social**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

Genchev, S. E.; Richey, R. G.; Gabler, C. B. Evaluating reverse logistics programs: a suggested process formalization. **The International Journal of Logistics Management**, v. 22, n. 2, p. 242-263, 2011.

Gil, A.C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

Gil, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

Guarnieri, P. *et al.* WMS - Warehouse Management System: adaptação proposta para o gerenciamento da logística reversa. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, abr. 2006.

Hara, Celso Minoru. **Logística**: Armazenagem, distribuição, trade marketing. Campinas – SP: Editora Alínea, 2009. 3ª ed.

Kotler, P. (2017). Customer Value Management. **Journal of Creating Value**, 3(2), 170–172.

Lacerda, Leonardo. **Logística reversa**: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. Rio de Janeiro: COPPEAD/UFRJ, 2002.

Leite, P. R. Canais de Distribuição Reversos. **Revista Tecnológica**. São Paulo, 2000.

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: Pearson Prentice Hall, 2009.

Liva, P. B. G.; Pontelo, V. S. L.; Oliveira, W. S. Logística reversa. **Gestão e Tecnologia industrial**, IETEC, 2003.

Magalhães, Ana Paula de Souza. **Logística reversa de eletrodomésticos da linha branca: processo de escolha pelo Método de Análise Hierárquica (AHP)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Área de Concentração em Planejamento e Operações de Sistemas de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2011.

Murray, A.; Skene, K.; Haynes, K. The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. **Journal of Business Ethics**, n. 140, v. 3, p. 369-380, 2017.

Novaes, Antônio Galvão. **Logística: e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

Oiveira, Ana Beatriz de. Quinta roda de caminhão: descubra tudo sobre ela. **Jocan**, 2022. Disponível em: <https://jocan.com.br/blog/2022/quinta-roda-de-caminhao-descubra-tudo-sobre-ela/>. Acesso em: 29 nov. 2024.

Pine, B.J; Gilmore, J. H. Welcome to the experience economy. **Harvard Business Review**, 76, (4), 97-105, 1998.

Rocha F. S. *et al.* Uso de apps para a promoção dos cuidados à saúde. In: Seminário de Tecnologias Aplicadas em Educação e Saúde, 3, 2017, Salvador. **Anais...** Salvador: Portal de Periódicos da UNEB, 2017. p. 1-10.

Rogers, D. S.; Tibben-Lembke, R. S. **Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices**. Reno, Reverse Logistics Executive Council, 1998.

Rogers, D. S.; Tibben-Lembke, R. S. **Going backwards: Reverse Logistics trends and practices**. The University of Nevada, Reno, Center for Logistics Management, Reverse Logistics Council, 1999.

Sauvé, S.; Bernard, S.; Sloan, P. Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans disciplinary research. **Environmental Development**, Elsevier BV, v. 17, p. 48–56, jan. 2016.

Sebrae. **Entenda o que é cashback e como você pode se beneficiar disso**. 2018. Disponível em: <http://inovacaosebraeminas.com.br/o-quee-cashback/>. Acesso em: 2 nov. 2024.

Sebrae. **Logística reversa: saiba o que é e como utilizar em sua empresa**. 2024. Disponível em: <https://inovacaosebraeminas.com.br/artigo/logistica-reversa>. Acesso em: 30 nov. 2024.

Serasa Experian. **Cadastro de clientes: entenda o que é e como fazer**. 2024. Disponível em: <https://www.serasaexperian.com.br/conteudos/gestao-de-carteira-de-credito/como-fazer-cadastro-de-clientes-eficiente/#:~:text=O%20cadastro%20de%20clientes%20n%C3%A3o,estrat%C3%A9gias%20de%20maneira%20mais%20eficaz>. Acesso em: 29 nov. 2024.

Shaw, C.; Ivens, J. **Building great customer experiences**. New York: Palgrave Macmillan, 2002. p. 48-66.



Silva, Alexandra Fernanda; Mattos, Ubirajara Aluizio de Oliveira. Logística Reversa – Portugal, Espanha e Brasil: uma Revisão Bibliográfica. **Revista Internacional de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 35-52, abr. 2019.

Simões, A. F. B. S. **Economia Circular na Indústria Cerâmica Proposta de classificação do resíduo “caco cozido como subproduto”**. Mestrado em Gestão Ambiental. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra / Escola Superior Agrária de Coimbra, 2017.

Teixeira, J.; Patrício, L.; Nunes, N. J.; Nóbrega, L.; Fisk, R. P.; Constantine, L. (2012). Customer experience modeling: From customer experience to service design. **Journal of Service Management**, 23(3), 362–376.

Think with Google. **Por onde começar: Site ou App?** 2015. Disponível em: <https://www.thinkwithgoogle.com/intl/pt-br/estrategias-de-marketing/apps-e-mobile/site-ou-app/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

Torres, L. F. **Avaliação da aplicação da Manufatura Enxuta em uma empresa do setor automobilístico**: um estudo de caso. 2011. 123 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Mecânica – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

Wibowo, S.; Grandhi, S. Evaluating the Performance of Recoverable End-of-life Products in the Reverse Supply Chain. **International Journal of Networked and Distributed Computing**, v. 5, n. 2, p. 71–79, 2017.