

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE**  
**PRODUÇÃO**

**WELLINGTON RAFAEL KONOPKA**

**APRIMORAMENTO DO PROCESSO LOGÍSTICO DE PRODUTOS EM**  
**CKD EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO DA SERRA**  
**GAÚCHA**

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**WELLINGTON RAFAEL KONOPKA**

**APRIMORAMENTO DO PROCESSO LOGÍSTICO DE PRODUTOS EM  
CKD EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO DA SERRA  
GAÚCHA**

Dissertação de Mestrado apresentada como  
requisito parcial para a obtenção do título de  
Mestre em Engenharia de Produção no  
Programa de Pós-graduação em Engenharia de  
Produção da Universidade de Caxias do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Bergmann  
Borges Vieira

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Universidade de Caxias do Sul  
Sistema de Bibliotecas UCS - Processamento Técnico

K82a Konopka, Wellington Rafael

Aprimoramento do processo logístico de produtos em CKD em uma empresa do setor metal mecânico da Serra Gaúcha [recurso eletrônico] / Wellington Rafael Konopka. – 2024.

Dados eletrônicos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2024.

Orientação: Guilherme Bergmann Borges Vieira.

Modo de acesso: World Wide Web

Disponível em: <https://repositorio.ucs.br>

1. Engenharia de produção. 2. Logística empresarial. I. Vieira, Guilherme Bergmann Borges, orient. II. Título.

CDU 2. ed.: 658.5

Catalogação na fonte elaborada pela(o) bibliotecária(o)  
Carolina Machado Quadros - CRB 10/2236

**WELLINGTON RAFAEL KONOPKA**

**APRIMORAMENTO DO PROCESSO LOGÍSTICO DE PRODUTOS EM  
CKD EM UMA EMPRESA DO SETOR METAL MECÂNICO DA SERRA  
GAÚCHA**

Dissertação de Mestrado apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul.

**Aprovado em**

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Carlos Honorato Schuch Santos

Universidade Federal do Rio Grande

---

Prof. Dr. Roberto Birch Gonçalves

Universidade de Caxias do Sul

---

Prof. Dr. Odacir Deonísio Gracioli

Universidade de Caxias do Sul

## RESUMO

A produção e exportação de produtos completamente desmontados (*Completely Knocked-Down* - CKD) é um método de internacionalização da indústria automobilística que permite a transferência de tecnologia entre países e geração de emprego no país de destino, onde os produtos são montados e comercializados. Esse processo vem sendo utilizado no Brasil desde os anos 50, tendo sido iniciado pela indústria automotiva. Este processo teve como motivação, o ganho logístico, uma vez que os produtos são importados em lotes de peças e pela a redução de custos na cadeia produtiva. Inserida nesse contexto, a presente dissertação foi realizada em uma empresa fabricante de semirreboques localizada em Caxias do Sul e teve como objetivo analisar alternativas para o aprimoramento do processo logístico de produtos CKD. Para atingir este objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica da literatura a respeito do conceito de logística e como o processo logístico em CKD está inserido neste meio. A partir da análise realizada, foi desenvolvida uma pesquisa-ação nas áreas de Engenharia, Logística de Expedição e Qualidade da empresa estudada. Na primeira fase, foram realizadas análises críticas do processo atual da empresa e foi definida a sistemática de produção a ser adotada. Na segunda fase, foram sugeridas ações de melhoria nas etapas de definição do produto e processo em CKD e na separação e expedição de matérias na forma de kits de materiais. Além disso, foram estabelecidas ações para o controle de qualidade em cada etapa. Na terceira fase, foram avaliados os potenciais resultados das ações implementadas no processo da empresa estudada. Essa avaliação indicou que, com as ações de melhoria sugeridas, haverá um aumento da assertividade nas indicações de materiais no BOM do produto CKD e uma redução do custo da não qualidade no processo de expedição de materiais.

**Palavras-chave:** Logística de distribuição; Melhorias de processos; Produtos CKD; Implementos rodoviários; Sul do Brasil.

## ABSTRACT

A production and export of Completely Knocked Down (CKD) products comprehend a method of internationalization in the automotive industry that allows the transfer of technology between countries and generates employment in the destination country, where the products are assembled and marketed. This process has been used in Brazil since the 1950s, initiated by the automotive industry. The motivation behind this process was logistical gain, as products are imported in batches of parts, and the reduction of costs in the production chain. Embedded in this context, this dissertation was conducted in a semi-trailer manufacturing company located in Caxias do Sul and aimed to analyze alternatives for improving the logistical process of CKD products. To achieve this objective, a literature review was conducted on the concept of logistics and how the CKD logistical process fits into this context. Based on the analysis, action research was carried out in the Engineering, Expedition Logistics, and Quality areas of the studied company. In the first phase, critical analyses of the current company process were conducted, and the production system to be adopted was defined. In the second phase, improvement actions were suggested in the definition of the CKD product and process, as well as in the separation and dispatch of materials in the form of material kits. Additionally, actions for quality control at each stage were established. In the third phase, the potential results of the implemented actions in the company's process were evaluated. This assessment indicated that, with the suggested improvement actions, there will be an increase in accuracy in material indications in the CKD product's Bill of Materials (BOM) and a reduction in the cost of non-quality in the material dispatch process.

**Keywords:** Distribution logistics; Processes improvements; SKD and CKD products; Road implements; South Brazil.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fabricantes de implementos rodoviários no Brasil.....	15
Figura 2 - Receita líquida do período de 2017 a 2022.....	16
Figura 3 - Unidades vendidas no período de 2017 a 2022 .....	17
Figura 4 - Representação percentual do mercado externo na receita líquida .....	17
Figura 5 - Representação percentual de unidades vendidas para mercado externo.....	18
Figura 6 - Representação percentual de unidades em CKD .....	19
Figura 7 - Fluxo de recebimento e expedição de materiais na área de CKD .....	19
Figura 8 - Não conformidades nas expedições em CKD.....	20
Figura 9 - Relação custo de não conformidades x produtos vendidos em CKD.....	21
Figura 10 - Características das não conformidades .....	21
Figura 11 - Alguns dos principais processos logísticos e a ordem do fluxo de materiais .....	26
Figura 12 - Conceito de logística integrada.....	27
Figura 13 - Áreas de integração da logística .....	28
Figura 14 - Conceitos logísticos - CBU, SKD, CKD e PBP.....	30
Figura 15 - Definição de SKD, CKD e CBU .....	31
Figura 16 - Fluxo de produção e montagem de veículos conforme a modalidade do processo .....	32
Figura 17 - Fases da pesquisa-ação .....	39
Figura 18 - Metodologia para análise das alternativas de aprimoramento do processo logístico em CKD.....	44
Figura 19 - Planejamento da pesquisa-ação na análise das alternativas de aprimoramento do processo logístico em CKD .....	45
Figura 20 - Fluxo do processo em CKD.....	47
Figura 21 - Fluxo do processo em CKD.....	48
Figura 22 - Proposta para método de desenvolvimento do produto e processo em CKD.....	49
Figura 23 - Kit de materiais em CKD.....	51
Figura 24 - Kits de materiais em CKD na empresa AGCO.....	51
Figura 25 - Kit de materiais em CKD na empresa Jost/Randon.....	52
Figura 26 - Proposta de melhoria nos kits de materiais em CKD .....	53
Figura 27 - Proposta de melhoria nos kits de materiais em CKD .....	53
Figura 28 - Fluxo de informação para alteração de projeto CKD .....	54

Figura 29 - Analise de peças faltantes em kits de materiais em CKD .....	55
Figura 30 - Layout de produção em CKD .....	57
Figura 31 - Proposta de layout para a área de CKD .....	58
Figura 32 - Área de expedição de materiais para mercado externo.....	58
Figura 33 - Área de expedição de materiais para mercado externo após mudança.....	59
Figura 34 - Quantidades de não conformidades em produtos expedidos após o processo de aprimoramento.....	65
Figura 35 - Quantidade de não conformidades - Expedição CKD.....	65
Figura 36 - Quantidade de não conformidades - Engenharia .....	66
Figura 37 - Quantidade de não conformidades - Engenharia .....	66
Figura 38 - Características da não conformidades após o processo de aprimoramento .....	67
Figura 39 - Custos extras de fabricação após o aprimoramento.....	67

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas de um relatório de pesquisa-ação.....	40
Quadro 2 - Relação entre o modelo de Tripp (2005) e a estrutura da presente dissertação .....	40
Quadro 3 - Cronograma das ações.....	46
Quadro 4 - Definição de itens críticos .....	63
Quadro 5 - Itens de inspeção durante a operação .....	64

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	22
1.3 QUESTÃO DE PESQUISA .....	23
1.4 OBJETIVOS.....	<b>23</b>
<b>1.4.1 Objetivo geral</b> .....	<b>23</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>23</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	24
2.1 LOGÍSTICA .....	24
<b>2.1.1. Objetivos da logística</b> .....	25
<b>2.1.2. Logística Integrada</b> .....	26
2.2 LOGÍSTICA CKD.....	29
<b>2.2.1 Particularidades da logística em CKD</b> .....	29
<b>2.2.2 Principais aspectos da literatura sobre CKD em nível internacional</b> .....	35
<b>3 MÉTODO</b> .....	39
3.1 MÉTODO DE PESQUISA.....	39
3.2 METODO DO TRABALHO .....	41
<b>3.2.1 Planejamento</b> .....	41
<b>3.2.2 Implementação</b> .....	41
<b>3.2.3 Monitoramento</b> .....	42
<b>3.2.4 Avaliação</b> .....	43
<b>4 RESULTADOS</b> .....	44
4.1 ENGENHARIA .....	46
<b>4.1.1 Mapeamento do fluxo produtivo do CKD</b> .....	46
<b>4.1.2 Elaboração de proposta para método desenvolvimento do produto em CKD</b> .....	48
<b>4.1.3 Elaboração de proposta de lista técnica <i>Manufacturing Bill of Materials</i> (MBOM) e <i>Engineering Bill of Materials</i> (EBOM)</b> .....	49
<b>4.1.4 <i>Benchmarking</i> e revisão dos modelos de embalagens para produtos CKD</b> .....	50
<b>4.1.5 Definir fluxo de informação para alteração de projeto CKD</b> .....	54
<b>4.1.6 Medidas de contenção para eventuais paradas de linha no parceiro CKD</b> .....	54
<b>4.1.7 Revisão das instruções de trabalho de engenharia</b> .....	56
4.2 LOGÍSTICA .....	56

<b>4.2.1 Definição de fluxo e <i>layout</i> de armazenagem de materiais e kits na área de Expedição CKD .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2.2 Proposição de melhorias para codificação de peças individuais .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2.3 Proposição de solução por imagens para registro de embarque .....</b>	<b>60</b>
<b>4.2.4 Revisão de instruções de trabalho de recebimento, separação e expedição de materiais .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 QUALIDADE.....</b>	<b>61</b>
<b>4.3.1 Avaliação do tamanho e frequência da amostra de inspeção de produtos CKD .....</b>	<b>62</b>
<b>4.3.2 Definição e inspeção de materiais críticos .....</b>	<b>62</b>
<b>4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS .....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BOM	<i>Bill of Materials</i>
CBU	<i>Completely Build-Up</i>
CKD	<i>Completely Knocked-Down</i>
Dolly	<i>Equipamento com função de fazer a ligação entre dois semirreboques</i>
EBOM	<i>Engineering Bill of Materials</i>
PCWXS	<i>Production Central World-wide xKD Support</i>
SCOR	<i>Supply Chain Operations Reference</i>
SKD	<i>Semi Knocked-Down</i>
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>

## 1. INTRODUÇÃO

No mercado atual, conforme Borho (2012), as empresas enfrentam uma crescente dificuldade para se diferenciar de seus concorrentes e a grande competitividade exige que as mesmas busquem estratégias que maximizem seus lucros e reduzam seus custos, permitindo a obtenção de retornos financeiros superiores à média do seu setor. Uma das formas de obter tais resultados é a busca por melhorias nos processos logísticos. Conforme Gusmão (2016), o processo logístico passou a impactar de forma substancial a formação do preço e a agilidade de colocação da mercadoria no mercado consumidor, influenciando também aspectos de natureza temporal e de qualidade dos produtos. O autor ainda complementa que a logística é o instrumento que torna viável a operação das grandes corporações.

Segundo Laugeni e Martins (2015), o processo logístico, que antes era visto apenas como atividades de transporte e estocagem, atualmente envolve métodos e modelos que permitem localizar estruturas físicas (fábricas, depósitos, armazéns, centros de distribuição), realizar a gestão de suprimentos, planejar, programar e controlar a produção, e gerir as atividades de distribuição. Nesse contexto, têm surgido diferentes estratégias logísticas para a expedição de produtos. Uma dessas estratégias, segundo Oliveira (2007), é a expedição de produtos semidesmontados (*Semi Knocked Down – SKD*) ou completamente desmontados (*Completely Knocked Down – CKD*).

Os processos de produção e expedição CKD e SKD tiveram sua origem na indústria automotiva, surgindo como resposta às barreiras na entrada em países que mantinham taxas de importação elevadas sobre produtos finais acabados (OLIVEIRA, 2007). Segundo Giesa e Kopfer (2000), a utilização desses conceitos e a sua sequência evolutiva de internalização nas empresas caracterizam-se pelo início da exportação do veículo através de CBU. Em seguida, ocorre transição para o SKD, quando é instalada a primeira estrutura de produção local, tendo início a exportação e montagem através de módulos compostos por grandes partes do veículo

O conceito SKD consiste em um produto parcialmente montado, dividido em módulos (SOARES, 2011). Nesse conceito, os módulos são geralmente atrelados a um número de produção ou a um número de chassi predeterminado (OLIVEIRA, 2007).

Já no conceito CKD, a produção consiste na utilização do lote de um determinado produto completamente desmontado para envio (FERREIRA, 2009). Normalmente são enviadas quantidades que otimizam o transporte e reduzem os custos de envio (FERREIRA, 2009). Esse processo necessita de um grande controle de embalagens, manuseio, transporte e armazenagem de materiais, visando à manutenção da qualidade dos itens e à continuidade da

produção (GIESA; KOPFER, 2000). Normalmente, a empresa fabricante em CKD tem o controle do know-how tecnológico e domina a estrutura e fluxo de informações na fábrica. O importador recebe os kits que são desembalados e montados de acordo com as instruções (SCHWEDE et al., s.d.).

Nos conceitos SKD e CKD, a manufatura dos materiais que compõem o produto é realizada pela matriz, através de um fluxo empurrado de produção em direção à unidade de montagem, localizada em pontos estratégicos (GIESA; KOPFER, 2000). Conforme Oliveira (2007), na sequência evolutiva da produção de produtos SKD e CKD, verifica-se inicialmente a expedição de produtos montados como etapa de homologação. Em seguida, é desenvolvido o processo SKD, com a expedição e montagem dos produtos em grandes partes, sendo instalada, nessa fase, a primeira estrutura de produção local. A produção por meio de CKD inicia com o aumento no volume de expedição, tendo como característica uma produção mais complexa, devido à embalagem por conjunto de peças do carro desmontado (OLIVEIRA, 2007).

O propósito das operações SKD e CKD é atingir distintos grupos de consumidores, oferecendo condições e benefícios particulares a cada uma dessas abordagens. Segundo Guimarães (2013), alguns dos benefícios primordiais associados a essas modalidades incluem:

- a) a redução das barreiras comerciais protecionistas (impostos de importação elevados) existentes para os produtos completamente montados;
- b) a geração de negócios e empregos nos locais de montagem;
- c) a redução do custo das operações de montagem em localidades com mão de obra mais barata;
- d) o acesso a novos mercados onde dificilmente se conseguiria entrar; e
- e) o desenvolvimento de know-how de gestão de produção e logística, associado à complexidade desse tipo de operação.

Do ponto de vista gerencial, a separação das atividades de entrada (suprimento) e saída (distribuição física) de materiais, as quais apoiam a manufatura, proporciona oportunidades de especialização e de aperfeiçoamento da eficiência (BOWESOX; CLOSS, 2004).

De acordo com a Teoria dos Custos de Transação, uma transação pode ser entendida como uma transferência de produtos para estágios posteriores a jusante, os quais causam esses custos (WILLIAMSON, 1975; MOHAMMADY, 2012). Os custos de transação requerem esforços como informação, comunicação e coordenação relacionados aos processos de busca, iniciação, execução, adaptação e controle do processo (CLEMONS; REDDI; ROW, 1993).

De acordo com Williamson (1975), existem três dimensões que impulsionam o custo da transação:

- a) Especificidade do ativo: A especificidade do ativo pode ser entendida como a transferibilidade de ativos associada a uma transação específica. Quanto maior a especificidade, menor o valor do ativo fora do relacionamento transacional (GROVER; MALHOTRA, 2003);
- b) Incerteza: Representa mudanças imprevistas nas condições de uma transação (GROVER; MALHOTRA, 2003). As empresas que operam em mercados emergentes enfrentam fortes incertezas em termos de flutuações de mercado e as distribuições em SKD e CKD precisam fornecer a flexibilidade necessária para saúde do negócio (TRIPPNER, 2006);
- c) Infrequência: Refere-se à taxa de recorrência de transações. Por exemplo, os fabricantes em SKD e CKD podem adaptar a frequência de embarques para variar a frequência de produção local (PIRES; SACOMANO NETO, 2008).

De acordo com Freitas Júnior (2017), é necessária uma complexa combinação de ativos físicos, rotinas, habilidades, conhecimentos, desenvolvimento e integrações nas operações SKD e CKD. O autor ainda ressalta que esses aspectos consomem uma parcela elevada do custo para a empresa que irá operar em SKD e CKD, o que pode encarecer o produto final.

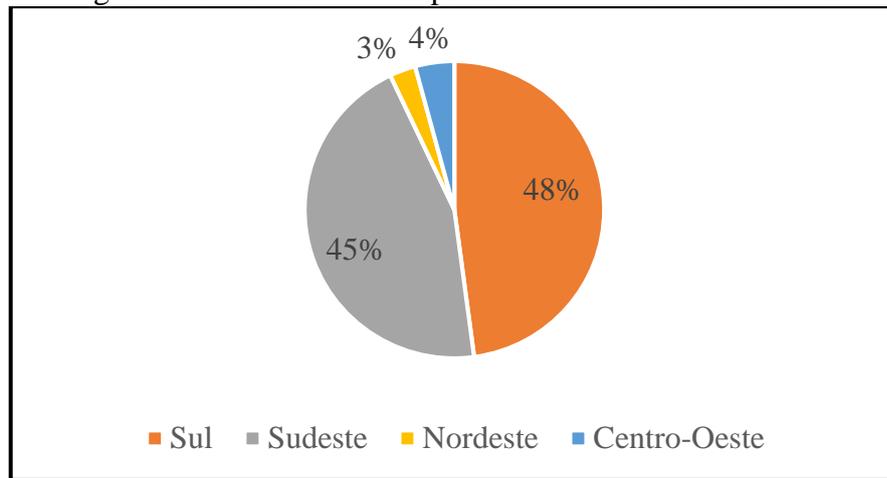
Dado esse contexto, este estudo tem como tema o aprimoramento do processo de expedição de produtos CKD em uma empresa do setor metal-mecânico localizada na Serra Gaúcha. São consideradas na análise as atividades associadas à logística de suprimentos, recebimento e expedição de materiais de produtos da série leve, voltados para o mercado interno.

O trabalho está estruturado em cinco capítulos, incluindo a presente introdução, em que é apresentado tema do trabalho, bem como os objetivos, geral e específicos, e a justificativa teórica e prática do estudo. No segundo capítulo é apresentado o referencial teórico que deu sustentação ao trabalho, sendo discutida a logística de distribuição de produtos em SKD e CKD e analisada de forma sistemática a literatura sobre o tema. No terceiro capítulo são apresentadas as etapas do estudo e os procedimentos metodológicos adotados em cada etapa. No quarto capítulo são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação dos procedimentos apresentados no método, tendo como foco as principais áreas envolvidas no processo (engenharia de produto, qualidade e logística). Esses resultados apontam uma otimização dos processos com redução de custos com fretes extras, embalagens, além da maior assertividade dos processos, gerando resultados satisfatórios para a empresa. Finalmente, no quinto e último capítulo são apresentadas as conclusões do estudo, seguidas de suas implicações gerenciais, suas limitações e as sugestões para pesquisas futuras.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Implementos Rodoviários (ANFIR, 2021), o Brasil reúne 142 fabricantes, que são responsáveis pela produção de todos os implementos rodoviários utilizados no país. Esses fabricantes estão localizados principalmente nas regiões sudeste e sul do país. Juntas, essas regiões concentram 93% das empresas do setor (Figura 1).

Figura 1 - Fabricantes de implementos rodoviários no Brasil



Fonte: ANFIR (2021).

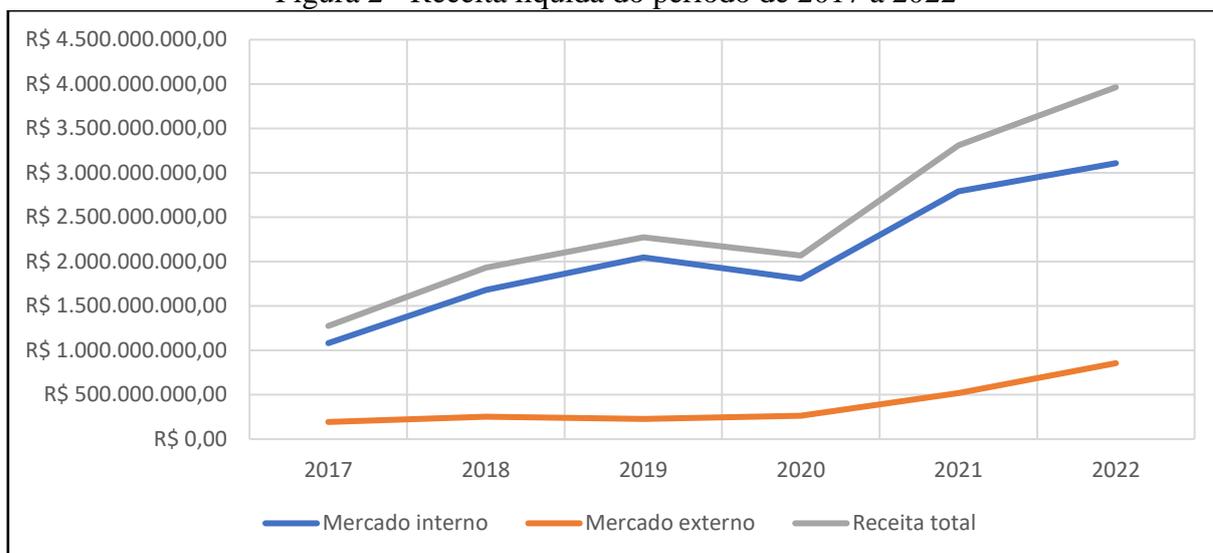
A empresa estudada possui sede em Caxias do Sul e atua na fabricação de autopeças e implementos rodoviários. Além de fornecer produtos montados (CBU), a empresa fornece também ao mercado produtos CKD e SKD. No Brasil, possui unidades industriais em Caxias do Sul e Erechim (RS), em Chapecó (SC), em Araraquara (SP), em Porto Real (RJ) e em Messias (AL), além de um centro de distribuição em Linhares (ES). No exterior, tem fábrica no Peru e na Argentina, além de parcerias estrategicamente localizadas em diversos países, tais como Estados Unidos, Colômbia, Chile, África do Sul e Quênia.

No ranking geral organizado por fabricante, a empresa estudada aparece como líder no mercado brasileiro de implementos rodoviários. A empresa encerrou o ano de 2021 com 30,8% de participação de mercado, graças aos 27.872 implementos rebocados emplacados no período. No ranking por segmento, a empresa também alcançou o 1º lugar nas categorias basculante, canavieiro, dolly (Função de fazer a ligação entre os dois semirreboques do rodotrem) graneleiro/carga geral e tanque.

A empresa estudada é líder no mercado de semirreboques no Brasil, sendo também a maior fabricante da América Latina e uma das maiores do mundo. A análise da Receita Líquida da Randon Implementos entre 2017 e 2022 representado na Figura 2 revela um crescimento

consistente, impulsionado principalmente pelo aumento tanto do mercado interno quanto do mercado externo. Durante esse período, observa-se um aumento significativo na Receita Total, passando de R\$ 1.274.900.000,00 em 2017 para R\$ 3.963.736.000,00 em 2022. O Mercado Interno, embora tenha experimentado flutuações em alguns anos, manteve uma trajetória geral de crescimento, alcançando um valor de mais 3 milhões de reais em 2022. Por outro lado, o mercado externo também demonstrou um aumento, no qual sua receita entre 2017 e 2022 atingiu 855,5 milhões de reais (Figura 2).

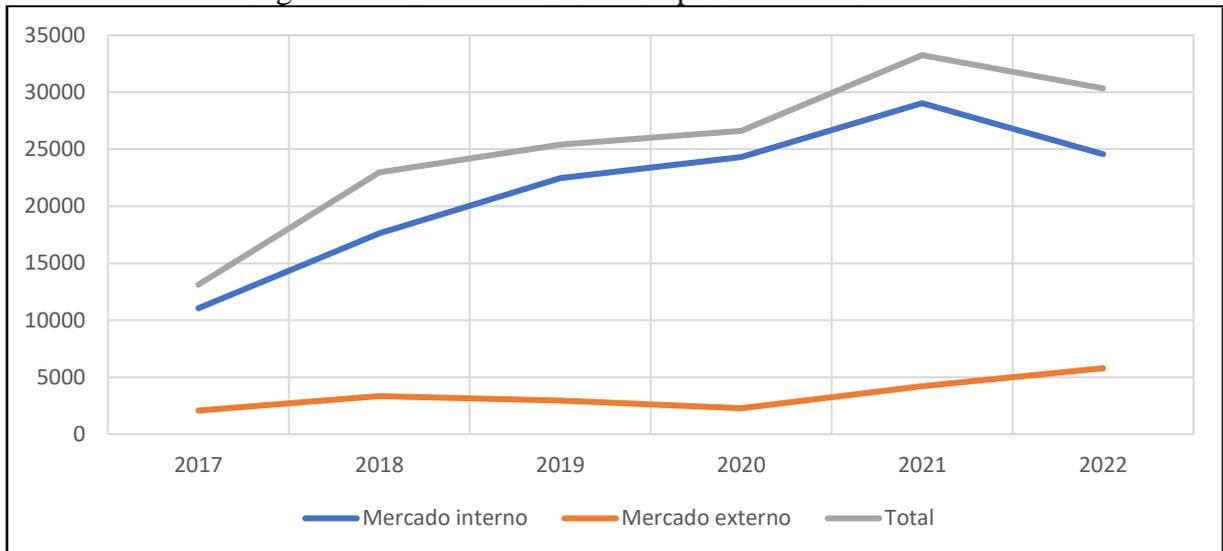
Figura 2 - Receita líquida do período de 2017 a 2022



Fonte: dados da empresa estudada.

Ao examinar as unidades vendidas da Randon Implementos entre 2017 e 2022 (Figura 3), observa-se o crescimento tanto no mercado interno quanto externo, refletindo no total de unidades vendidas. No mercado interno, o número de unidades vendidas aumentou gradualmente ao longo dos anos, atingindo um pico em 2021 com 29.039 unidades, antes de registrar uma queda em 2022 para 24.556 unidades. Já no mercado externo, houve um aumento geral nas unidades vendidas, com uma notável expansão em 2021 e 2022, atingindo 5.786 unidades. Esses dados sugerem uma forte demanda pelos produtos da Randon Implementos, tanto no mercado nacional quanto internacional, embora seja importante investigar os motivos por trás da diminuição das vendas no mercado interno em 2022, a fim de tomar medidas corretivas, se necessário, e sustentar o crescimento futuro.

Figura 3 - Unidades vendidas no período de 2017 a 2022



Fonte: dados da empresa estudada.

A análise da receita líquida da Randon Implementos revela uma mudança significativa na contribuição do mercado externo para a receita total ao longo dos anos. Em 2017, o mercado externo representava 15% da receita total, uma proporção que diminuiu para 10% em 2019. No entanto, a partir de 2020, houve uma reversão nessa tendência, com a participação do mercado externo aumentando para 13% em 2020 e 16% em 2021. Em 2022, essa participação aumentou substancialmente para 22%, representando mais de um quinto da receita total da empresa (Figura 4). Essa mudança sugere uma expansão bem-sucedida nos mercados internacionais e destaca a importância crescente do mercado externo para o crescimento e a sustentabilidade financeira da Randon Implementos.

Figura 4 - Representação percentual do mercado externo na receita líquida

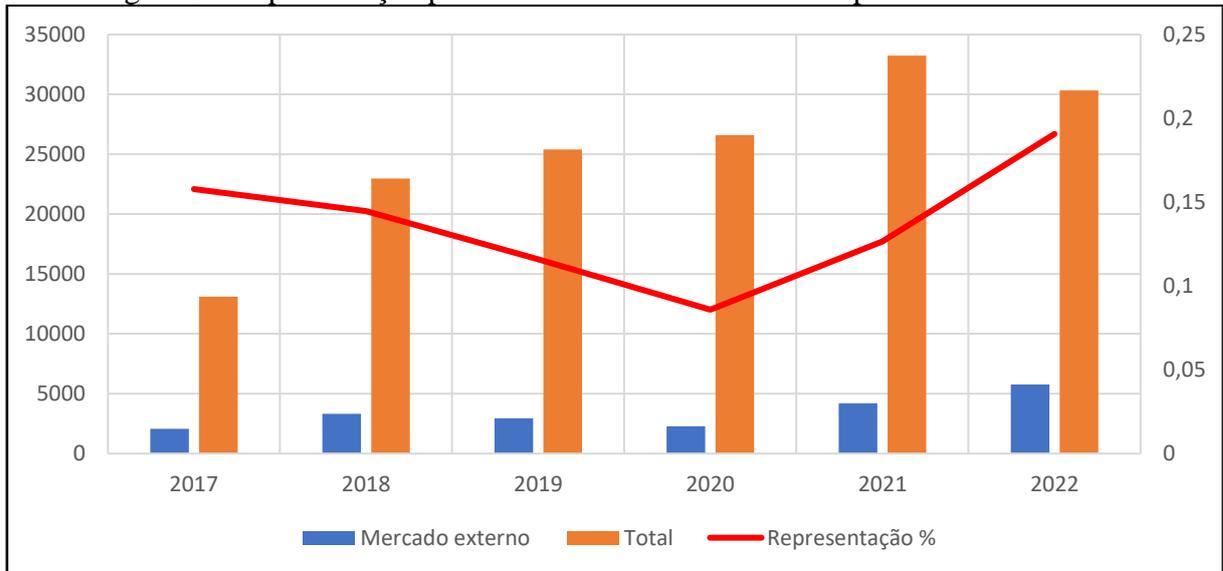


Fonte: dados da empresa estudada.

A análise das unidades vendidas da Randon Implementos mostra uma mudança na representação percentual das vendas no mercado externo em relação ao total de unidades

vendidas ao longo dos anos. Em 2017, as vendas no mercado externo representavam 16% do total de unidades vendidas, caindo para 9% em 2020. No entanto, a partir de 2021, houve um aumento significativo nessa participação, atingindo 13%, e em 2022, esse número subiu para 19%. Esse aumento indica um crescimento expressivo das vendas no mercado externo em relação ao total de unidades (Figura 5).

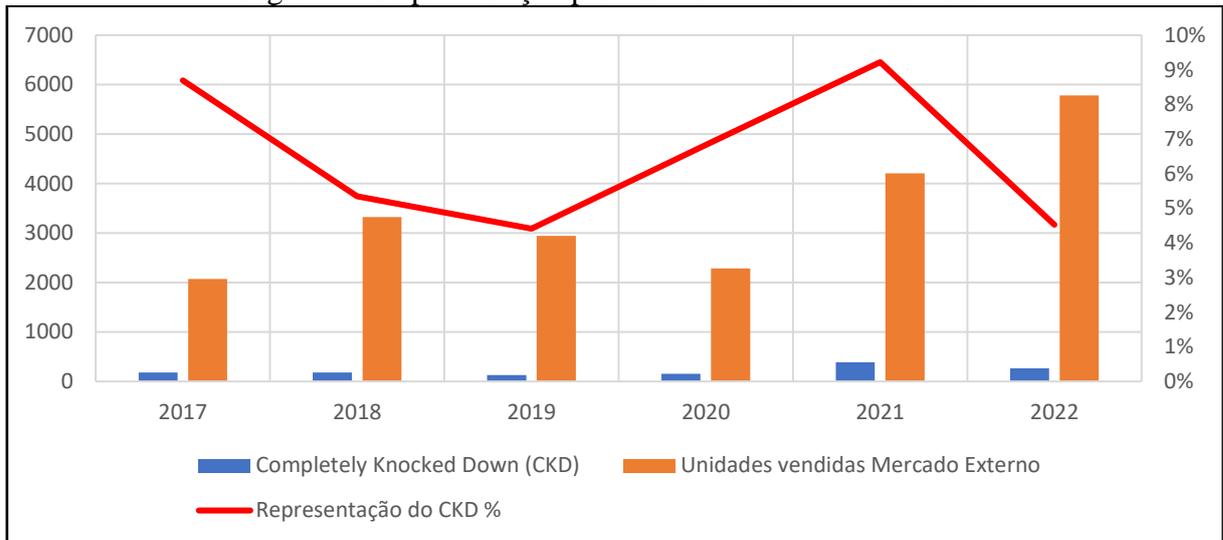
Figura 5 - Representação percentual de unidades vendidas para mercado externo



Fonte: dados da empresa estudada.

A análise das unidades vendidas pela Randon Implementos revela a representação percentual das vendas de *Completely Knocked Down* (CKD) em relação ao total de unidades vendidas, juntamente com as vendas no mercado externo. Em 2017, as vendas de CKD representavam 9% do total de unidades vendidas, caindo para 4% em 2019 e subindo novamente para 9% em 2021. No entanto, em 2022, essa representação diminuiu para 5%. Esses números destacam a importância das vendas CKD para a empresa, especialmente em 2021, quando atingiram uma parcela significativa das vendas totais. Isso pode refletir uma estratégia de expansão ou uma resposta à demanda específica do (Figura 6).

Figura 6 - Representação percentual de unidades em CKD

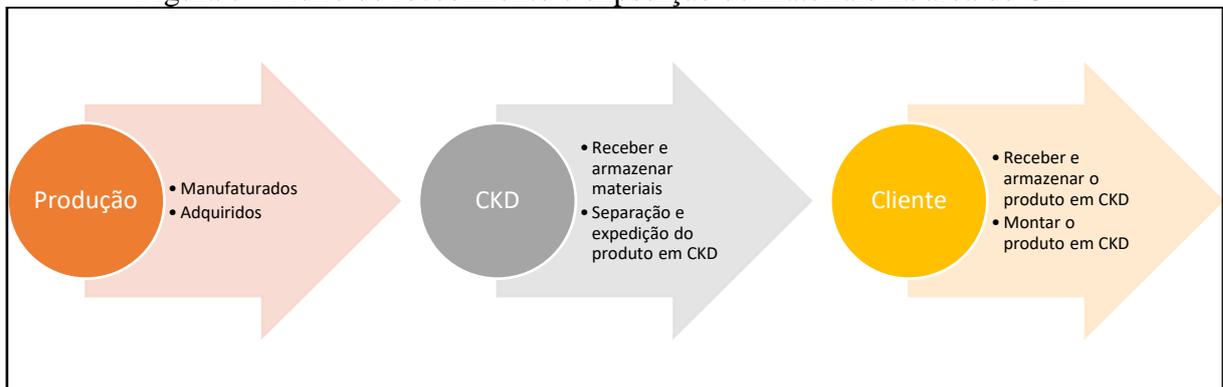


Fonte: dados da empresa estudada.

A disponibilidade de peças para separação na área de produção em CKD é crucial para a operação. A falta de peças gera efeitos negativos tanto para quem fornece quanto para quem recebe os produtos. No caso da empresa provedora de CKD, há perdas de nível de serviço, dificuldade no planejamento e necessidade de repor o material faltante. O cliente, por sua vez, enfrenta dificuldades de importação das peças faltantes, o que pode gerar a necessidade de adquiri-las localmente a fim de evitar possíveis paradas de produção, prejudicando a integridade do produto. Portanto, essa não conformidade gera altos custos com pedidos emergenciais e baixos níveis de serviço, prejudicando a eficácia e eficiência das cadeias de suprimento de clientes e fornecedores.

A logística de distribuição de materiais na área de CKD é uma operação complexa. Essa área recebe materiais provenientes de diferentes setores produtivos da empresa, além de fornecedores externos, consolidando-os para, posteriormente, realizar a expedição aos clientes (Figura 7).

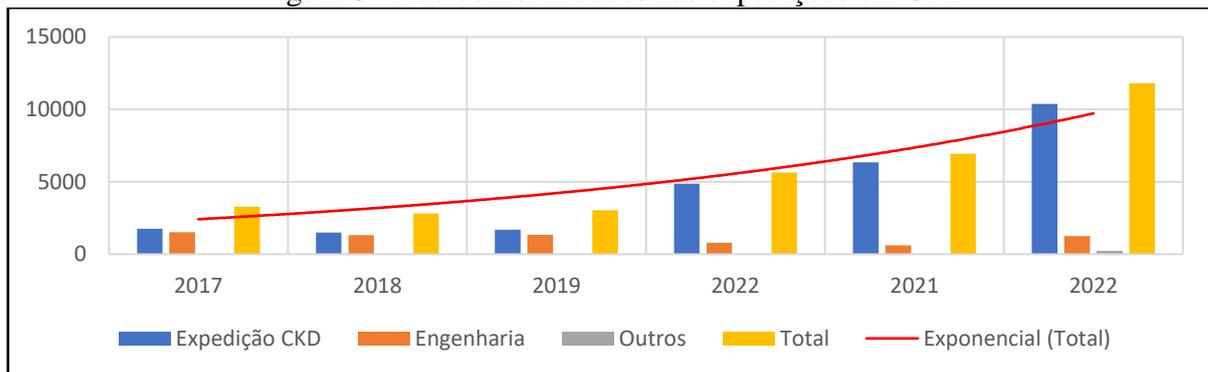
Figura 7 - Fluxo de recebimento e expedição de materiais na área de CKD



Fonte: o autor (2023).

A quantidade de não conformidades geradas pela Randon Implementos ao longo dos anos mostra uma variação significativa em diferentes áreas, com destaque para a expedição CKD e a engenharia. Em 2017, a expedição CKD gerou 1.754 não conformidades, enquanto a engenharia gerou 1.520. Esses números diminuíram ao longo dos anos, com exceção de 2022, quando houve um aumento considerável nas não conformidades tanto na expedição CKD (10.367) quanto na engenharia (1.245). Vale ressaltar que, em 2022, foi registrado um número significativo de não conformidades em comparação com os anos anteriores, totalizando 11.818, sugerindo a necessidade de uma análise mais aprofundada para identificar as causas subjacentes e implementar medidas corretivas eficazes. A Figura 8 mostra que as não conformidades em outras áreas permaneceram estáveis até 2022, quando registrou-se um total de 206. Esses dados destacam a importância de uma gestão eficiente da qualidade e um sistema robusto de controle de não conformidades para garantir a excelência operacional e a satisfação do cliente.

Figura 8 - Não conformidades nas expedições em CKD



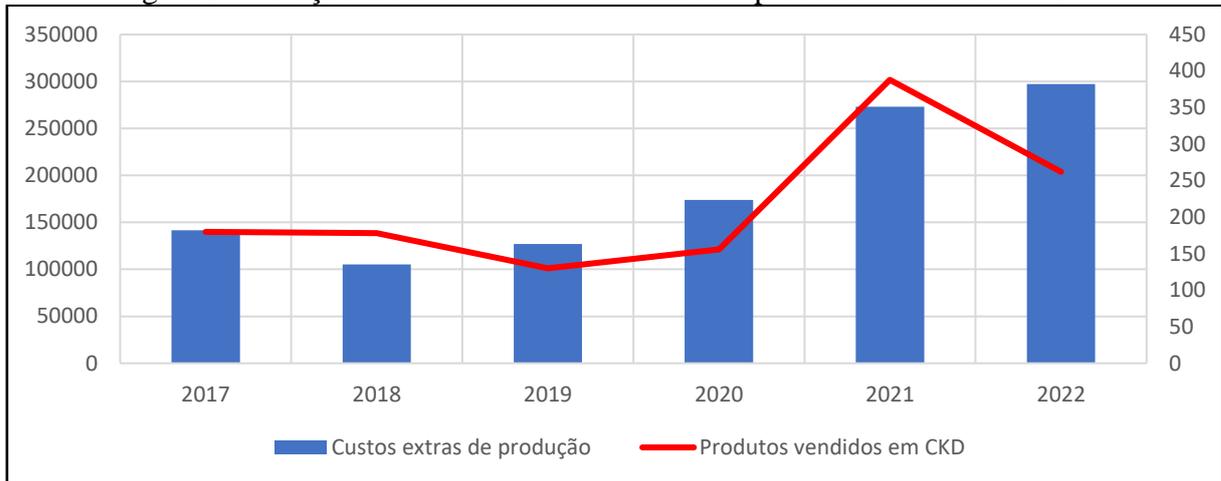
Fonte: dados da empresa estudada.

A falta de peças nos kits pode ocorrer quando: i) o material não é indicado no *Bill of Materials* (BOM); ii) o material é enviado para outra área de consumo; ou iii) ocorrem atrasos de produção dos fornecedores internos e externos. Através de investigações dos processos, foram identificadas algumas oportunidades de melhoria, entre as quais se destacam: i) a integração entre Engenharias e Logística CKD; ii) o aprimoramento do fluxo logístico dos materiais até o recebimento na área de CKD; e iii) o controle do fluxo de materiais na área de CKD através de indicadores de entrada e saída de materiais; e iv) a redução de custos com fretes extras.

Na Figura 9 apresenta os custos extras de produção relacionados aos produtos vendidos em *Completely Knocked Down* (CKD) pela Randon Implementos apresentaram variações ao longo dos anos. Em 2017, esses custos foram de R\$ 141.458,57, caindo para R\$ 105.154,09 em 2018 e subindo novamente para R\$ 126.996,46 em 2019. Em 2020, houve um aumento significativo para R\$ 173.835,36, e esse padrão continuou em 2021, com custos extras de R\$

273.071,47. Em 2022, os custos extras de produção alcançaram R\$ 297.248,27. Esses números refletem a influência dos custos de produção nos produtos vendidos em CKD e podem indicar flutuações nos custos de matéria-prima, mão de obra ou outros fatores operacionais ao longo do tempo. Essa análise é crucial para a gestão eficaz dos custos e a maximização da rentabilidade nos produtos vendidos em CKD pela empresa.

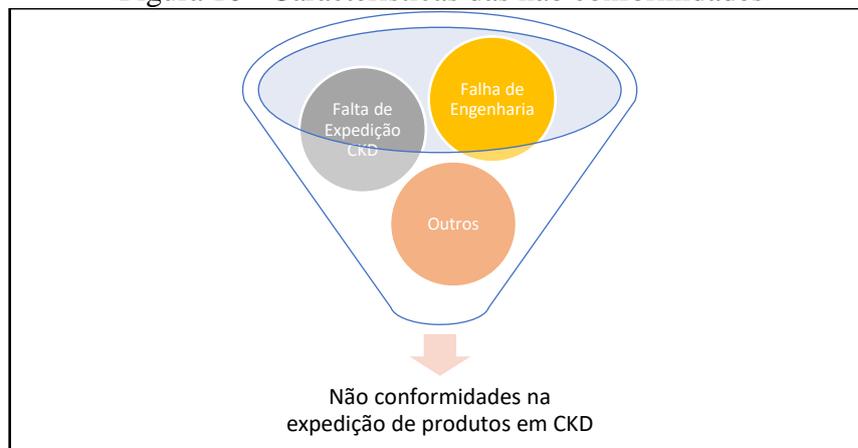
Figura 9 - Relação custo de não conformidades x produtos vendidos em CKD



Fonte: dados da empresa estudada.

Considerando essas oportunidades (Figura 10), o presente trabalho tem como tema o aprimoramento do processo logístico de produtos CKD em uma empresa do setor metal mecânico da Serra Gaúcha. O estudo visa aprimorar os processos logísticos em CKD, garantindo a expedição dos kits dentro dos prazos previamente estabelecidos, com qualidade e mínima variação ao longo de toda a cadeia de suprimentos. Não serão analisados o abastecimento de materiais para outras unidades da empresa estudada.

Figura 10 - Características das não conformidades



Fonte: o autor (2023).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Existem diversos motivos que fazem com que as empresas escolham as operações em CKD como forma de atuação em alguns mercados de atuação. Entre tais motivos, podem ser citados i) benefícios fiscais na aquisição do produto desmontado pelo cliente: ii) ganhos de escala de produção pelo fabricante: iii) a redução de custos na cadeia produtiva.

No entanto, o processo de produção e expedição de produtos em CKD pode apresentar desafios e oportunidades de melhoria, o que sugere o estudo das melhores práticas e estratégias para sua otimização. Dado esse contexto, a importância prática desta dissertação está intrinsecamente ligada aos benefícios econômicos, logísticos e produtivos que a melhoria dos processos em CKD pode proporcionar às empresas, assegurando correta montagem dos componentes no cliente, garantindo a qualidade dos produtos e reduzindo custos e prazos de entrega. Adicionalmente, a melhoria dos processos em CKD pode abrir portas para a expansão do mercado, ampliando a competitividade da empresa. Sendo assim, as análises e os resultados apresentados ao longo deste trabalho são relevantes tanto para a empresa estudada, que vem passando por transformações e qual busca uma maior participação no mercado internacional, quanto para seus clientes, uma vez que no ano de 2023 a faturou mais de R\$ 44 milhões no processo em CKD.

Além disso, pode-se ressaltar também a contribuição acadêmica do trabalho, uma vez que se observa uma relativa escassez de estudos sobre o processo logístico de produtos em CKD, tanto na literatura nacional quanto na internacional. A título de ilustração, uma busca dos termos *CKD production* e *CKD supply chain* nas bases de dados do Google acadêmico retornou um total de 172 artigos, sendo que apenas 33 tratam especificamente sobre o assunto pesquisado.

As plataformas como *ResearchGate*, *ScienceDirect* e *SciELO* apresentam uma quantidade insuficiente de artigos sobre CKD, o que dificultou o desenvolvimento desta dissertação. O CKD é um termo especializado da indústria automotiva, fortemente associado a estratégias comerciais e processos de manufatura global, o que o torna menos pesquisado ou documentado academicamente em comparação com tópicos mais amplos ou de maior interesse na comunidade científica. Além disso, muitos estudos sobre CKD são frequentemente publicados em revistas comerciais ou apresentados em conferências da indústria automotiva, que nem sempre são indexadas nas principais bases de dados acadêmicas. Outro ponto relevante é que uma parte significativa da pesquisa sobre CKD é desenvolvida internamente por empresas

ou associações do setor e, devido à sua natureza estratégica e comercial, sua ampla disseminação em publicações acadêmicas tradicionais é limitada.

Portanto, esta dissertação pode contribuir no preenchimento de uma lacuna identificada na literatura, apresentando uma metodologia de análise e aprimoramento do processo logístico de produtos em CKD em uma empresa do setor metal mecânico localizada no sul do Brasil.

### 1.3 QUESTÃO DE PESQUISA

Consideradas a contextualização e a justificativa apresentadas anteriormente, este trabalho busca responder à seguinte questão de pesquisa: Como aprimorar o processo logístico de produtos em CKD de uma empresa do setor metal mecânico localizada em Caxias do Sul?

### 1.4 OBJETIVOS

#### 1.4.1 Objetivo geral

Para responder à questão de pesquisa estabelecida foi definido o objetivo geral o aprimoramento do processo logístico de produtos CKD de uma empresa do setor metal mecânico localizada em Caxias do Sul.

#### 1.4.2 Objetivos específicos

Para o atendimento do objetivo geral apresentado anteriormente, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever o atual processo logístico de produtos CKD existente na empresa;
- b) identificar as principais oportunidades de melhoria existentes nesse processo;
- c) propor um novo processo, incorporando as oportunidades de melhoria mais relevantes;
- d) determinar os potenciais resultados a serem obtidos com a implementação das oportunidades de melhoria identificadas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados contexto teórico e conceitual no qual este estudo se baseia. São apresentados os conceitos de logísticos e seus objetivos. Além disso, serão apresentados a integração da logística e como a logística em CKD está inserida nesse contexto.

### 2.1 LOGÍSTICA

A logística em seus primórdios estava focada principalmente na área militar, com a preocupação restrita aos carregamentos de munições, armas e suprimentos para o campo de batalha, mas com o aumento populacional e da renda per capita, houve o crescimento das entregas de produtos em diferentes regiões, sendo preciso dessa maneira expandir a logística para outras necessidades além dos militares (GONÇALVES, 2013).

Na definição de Ferreira (1986), logística significa a parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de atividades de projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material, tanto para fins operativos como administrativos. Esse conceito de logística militar evoluiu posteriormente para as necessidades de escoamento de mercadorias destinadas às exportações e ao abastecimento do mercado interno (BARAT, 2012).

Para Bowersox e Closs (2010), a logística não é somente a chegada do produto no local e a sua disponibilização ao consumidor final em tempo hábil. A logística engloba também a fabricação, estocagem, separação e transporte até o local de acesso ao cliente, impactando, portanto, nos custos totais da empresa. Os autores complementando sobre a preocupação em saber como gerenciar os vários setores envolvidos na logística a fim de se obter custos menores e melhores níveis de serviço.

Para Barat (2012), a difusão do uso da internet e os sistemas de tecnologia de informação trouxeram mudanças radicais nas cadeias logísticas, principalmente em decorrência das tendências em direção à terceirização e ao *offshoring*. Como consequência, as atividades de logística e transporte, incluindo o gerenciamento de cadeias de suprimento (*supply chains*), procedimentos de compras (*procurements*) e distribuição tiveram grande expansão em escala mundial.

Para Bowersox et al. (2014), a logística envolve a gestão do processamento de pedidos, estoques, transportes e a combinação de armazenamento, manuseio de materiais e embalagem, todos integrados por uma rede de instalações. A logística se refere à responsabilidade de projetar e administrar sistemas para controlar o transporte e a localização geográfica dos estoques de matérias-primas, de produtos em processo e acabados pelo menor custo total (BOWERSOX et al., 2014).

### **2.1.1. Objetivos da logística**

Novaes (2001) enfatiza que todos os elementos do processo logístico devem focar na satisfação das necessidades e preferências dos consumidores finais. Por isso, todos os integrantes da cadeia logística devem conhecer as necessidades de seus clientes internos (departamentos e setores) e externos (integrantes da cadeia) ao longo do processo, gerando fluxos ágeis, confiáveis e rápidos, com custos reduzidos e trazendo competitividade para toda a cadeia (NOVAES, 2001).

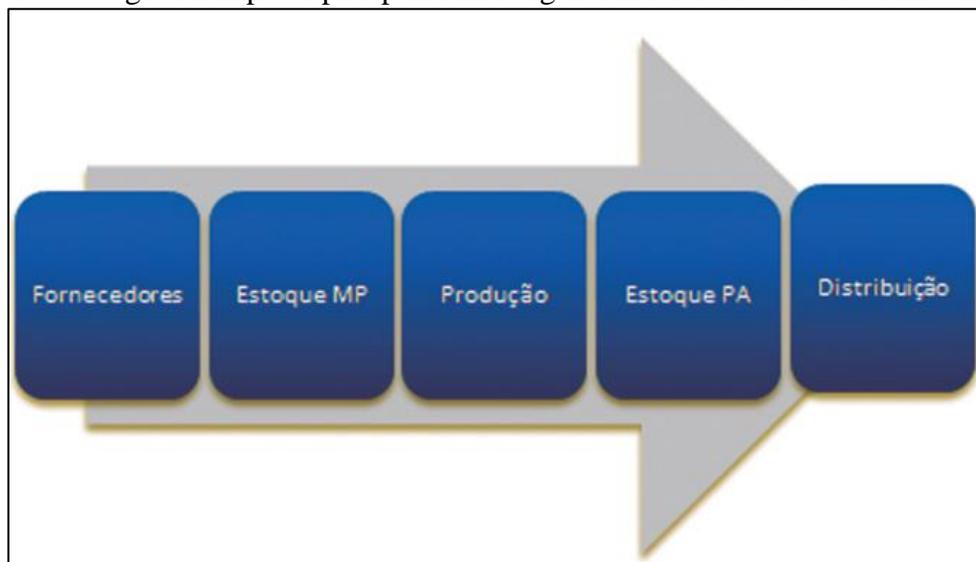
Segundo Platt (2015), a logística visa: i) prazos previamente acertados e cumpridos integralmente, ao longo de toda a cadeia de suprimentos; ii) a integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da organização; iii) a integração efetiva e estreita (parcerias) com fornecedores e clientes; iv) a busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimentos; e v) a satisfação plena do cliente, mantendo um nível de serviço preestabelecido e adequado. De forma complementar, para Bowersox e Closs (2010), em termos de projeto e gerenciamento de sistemas logísticos, cada empresa deve atingir, simultaneamente, pelo menos seis objetivos diferentes, que incluem: i) resposta rápida - atendimento breve e cumprimento de prazos pré-estabelecidos; ii) variância mínima - cultura do produto/serviço padronizado ou sem variações; iii) estoque mínimo - uso de estoques apenas em situações emergenciais; iv) consolidação da movimentação – aperfeiçoamento dos processos, tornando-os sólidos e competitivos; v) qualidade - preocupação com o cumprimento dos parâmetros exigidos e encomendados pelo cliente; e vi) apoio ao ciclo de vida.

De acordo com Tomaz (2011), a tarefa da logística será tão mais bem-sucedida quanto mais estiver integrada com as demais áreas da empresa, em especial com as áreas de marketing e produção. O autor ainda destaca alguns pontos de atuação: i) agilização

dos processos de compra de matérias-primas e componentes; ii) redução do número e da duração dos *setups*; iii) planejamento e otimização da rede de distribuição; e iv) agilização dos serviços pós-vendas.

Os processos logísticos, de acordo com Leal Paura (2012), são cada um dos diferentes processos que envolvem fluxo de materiais de uma empresa. Segundo o autor, esses processos precisam funcionar de forma integrada: se não houver integração, não haverá eficiência na cadeia logística (LEAL PAURA, 2012). No entanto, a busca da referida integração é complexa e difícil de ser alcançada, pois envolve não somente sistemas de informações, mas também a cultura dos funcionários da empresa (LEAL PAURA, 2012). Na Figura 11 é possível observar os principais processos logísticos e a ordem do fluxo de materiais

Figura 11 - Alguns dos principais processos logísticos e a ordem do fluxo de materiais



Fonte: Leal Paura (2012).

Os processos logísticos, para Leal Paura (2012), necessitam trabalhar de forma integrada: se não houver cooperação entre os processos não haverá eficiência na cadeia logística.

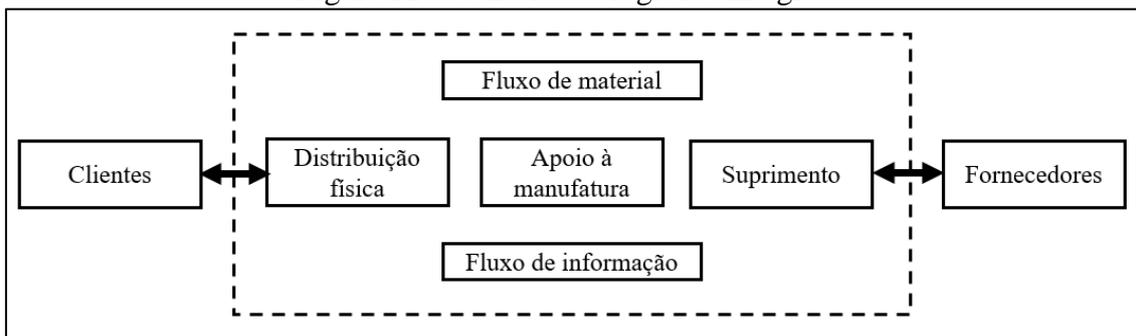
### 2.1.2. Logística Integrada

O conceito de logística integrada tem sua base em dois pilares centrais: nível de serviço e custo total. O nível de serviço tem relação com a criação de valor de um produto e serviço para o consumidor. O custo total, com base no alcance e manutenção do nível de serviço desejado, deve ser o menor possível ao longo do processo definido (GUERREIRO; BIO; MENDE, 2011).

A logística deve ser pensada em um nível estratégico para se ganhar vantagem competitiva. O ambiente competitivo abrange a demanda de mercado local ou global, incluindo o preço, as características do produto, a localização em que tal mercado se encontra, o tempo requerido pelos consumidores e a variabilidade da demanda (STOCK; GREIS; KASARDA, 1999). O principal papel da logística no cumprimento do conceito de marketing e a satisfação do cliente é alcançado quando ocorre a criação de valor ao cliente e seus desejos são atendidos em relação aos quesitos qualidade e disponibilidade (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006).

A logística integrada é vista como a competência que vincula a empresa a seus clientes e fornecedores (Figura 12). As informações recebidas de clientes e sobre eles fluem pela empresa na forma de atividades de vendas, previsões e pedidos. As informações são filtradas em planos específicos de compras e de produção (BOWERSOX; CLOSS, 2007).

Figura 12 - Conceito de logística integrada



Fonte: Adaptação de Bowersox e Closs (2007).

As atividades da função logística integrada podem ser decompostas em três grandes grupos (TOMAZ, 2011):

- a) atividades estratégicas: essas atividades relacionam-se às decisões e à gestão estratégica da própria empresa. A função logística deve participar de decisões sobre serviços, produtos, mercados, alianças, investimentos, alocação de recursos etc.;
- b) atividades táticas: essas atividades relacionam-se ao desdobramento das metas estratégicas e ao planejamento do sistema logístico. Envolve decisões sobre fornecedores, sistemas de controle de produção, rede de distribuição, subcontratação de serviços etc.;

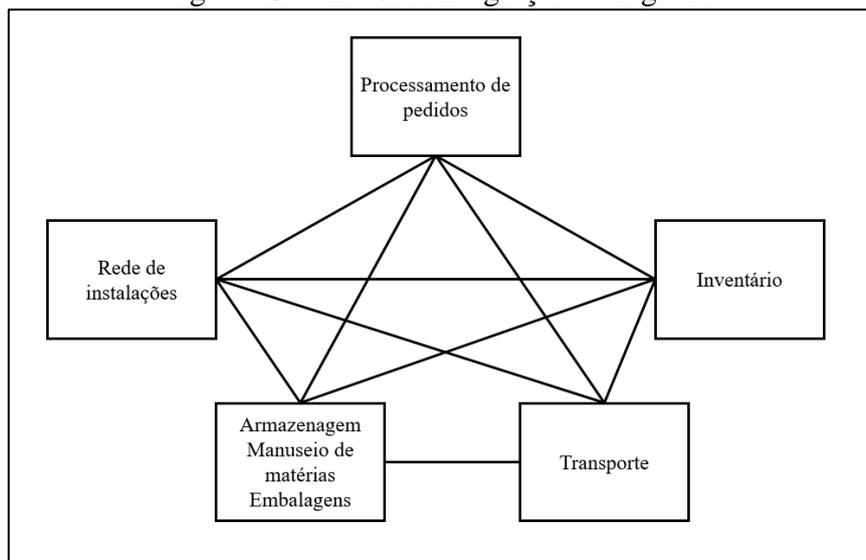
- c) atividades operacionais: essas atividades relacionam-se à gestão do dia a dia da rede logística. Envolve a manutenção e melhoria do sistema, solução de problemas etc.

A retenção de um cliente é menos custosa que a conquista de um novo ou a reconquista de um antigo. Sendo assim, a insatisfação é um fator de risco que pode gerar a parte dos clientes atuais e influenciar negativamente outros potenciais clientes (BURDUROGLU, 2000).

A principal unidade de análise da logística integrada é o ciclo de atividades. A entrada de um ciclo de atividades se dá através de um pedido que especifica as necessidades de produtos ou materiais (BOWERSOX; CLOSS, 2007). Quando as necessidades são altamente previsíveis ou relativamente poucas, conforme Bowersox e Closs (2007), os ciclos de atividades necessários para fornecer apoio logístico podem ser simplificados. O autor complementa que a estrutura dos ciclos de atividades é considerada eficaz quando as exigências operacionais são satisfeitas, na realização de sua missão. A eficiência está relacionada com dispêndios de recursos necessários para a obtenção de eficácia logística.

Bowersox, Closs e Cooper (2006) definem que as funções para realizar a atividade logística são implementadas através de cinco áreas de trabalho: i) processamento de pedidos; ii) inventário; iii) transporte; iv) armazenagem; e v) rede de instalações. Na Figura 13 é possível verificar as áreas e as suas interações (Figura 13)

Figura 13 - Áreas de integração da logística



Fonte: Bowersox, Closs e Cooper (2006).

Segundo Fleury et al. (2000), a transferência e o gerenciamento eletrônico de informações proporcionam uma oportunidade de reduzir os custos logísticos mediante

sua melhor coordenação; além disso, permitem o aperfeiçoamento do serviço, baseando-se principalmente na melhor da oferta de informações aos clientes. Para que possa ser gerenciada de forma integrada, a logística deve ser tratada como um sistema, ou seja, um conjunto de componentes interligados, trabalhando de forma coordenada, com o objetivo de atingir uma meta em comum (FERNANDES, 2012).

A tentativa de otimizar cada um dos componentes, isoladamente, não leva à otimização de todo o sistema, ao contrário, leva à subutilização. Tal princípio é normalmente conhecido como *trade-off*, o princípio das compensações, ou perdas e ganhos (FERNANDES, 2012). Além disso, o autor destaca que, para alcançar a excelência logística, torna-se necessário conseguir, ao mesmo tempo, redução de custos e melhoria do nível de serviço ao cliente. A busca simultânea desses dois objetivos quebra um antigo paradigma: o *trade-off* inexorável entre custos e qualidade de serviços, ou seja, a crença de que melhores níveis de serviço implicam necessariamente maiores custos. As empresas que conseguem alcançar a excelência logística tendem a quebrar esse paradigma.

## 2.2 LOGÍSTICA CKD

Neste capítulo, primeiramente são apresentadas as particularidades existentes na logística SKD e CKD. E, após isso, são descritos os principais aspectos da literatura sobre processos em SKD e CKD em nível internacional.

### 2.2.1 Particularidades da logística em CKD

Para Soares (2011), a concepção dos conceitos de exportação da indústria automotiva está diretamente ligada à internacionalização ou, mais precisamente, à expansão e à busca de novos mercados internacionais pela indústria automobilística, principalmente no que tange aos países emergentes. O autor ainda considera que fatores como barreiras tarifárias, transferência de tecnologia, internalização da produção e substituição de importações são citados na literatura como razões pelas quais são adotados tais conceitos (SOARES, 2011).

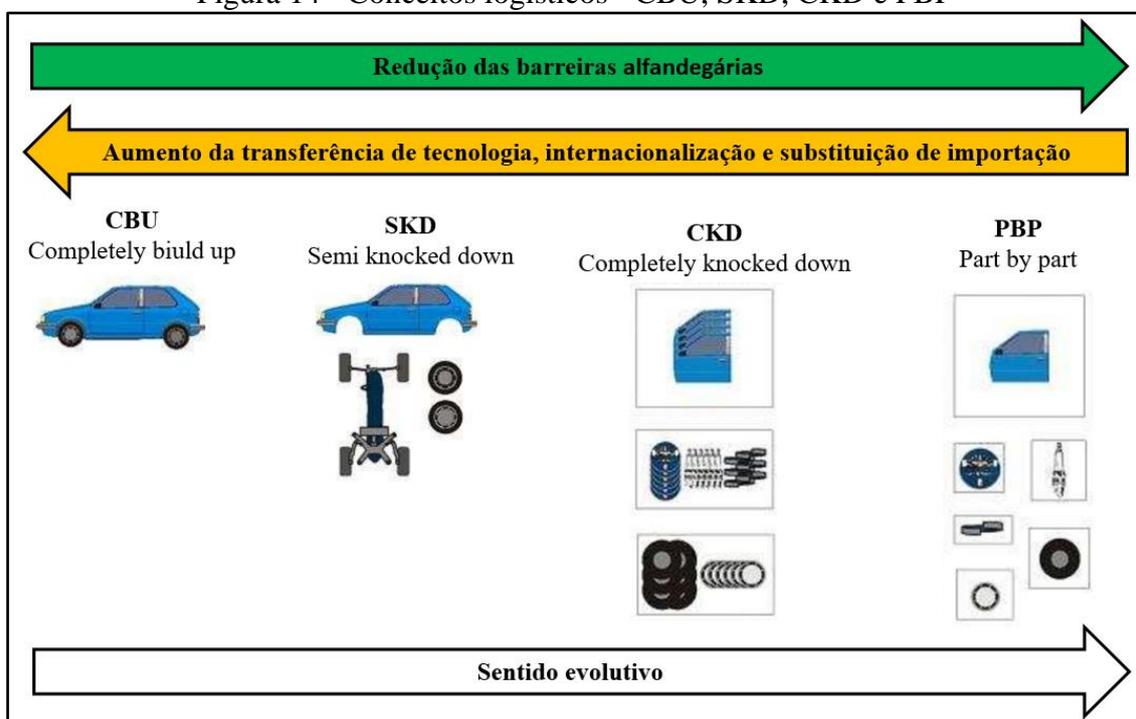
Segundo Maia (2001), para a indústria automobilística, a redução de custos operativos deixou de ser apenas uma preocupação para tornar-se o ponto crucial de sua

sobrevivência frente aos novos parâmetros impostos pela globalização financeira e produtiva. No quadro de uniformidade existente entre as empresas que fabricam veículos, isso significa que quaisquer melhorias que possibilitem reduções no preço final do produto praticado junto aos consumidores são consideradas relevantes, por menores que sejam (MAIA, 2001).

Nesse contexto, segundo Soares (2011), existem basicamente quatro conceitos logísticos para o transporte de peças e automóveis, quais sejam: a) CBU (*Completely Build Up*), em que os produtos são enviados completamente montados; b) SKD (*Semi Knocked Down*), em que os produtos são enviados semidesmontados; c) CKD (*Completely Knocked Down*), em que os produtos são enviados desmontados; e d) PBP (*Part By Part*), em que os produtos são enviados em peças, as quais são complementadas por itens fabricados no local de destino (Figura 14).

Para Oliveira (2007), a evolução desses quatro conceitos, cuja implementação tem como motivação a busca da redução das barreiras tarifárias e aduaneiras, tendo como consequência o aumento da internalização, da transferência tecnológica e da substituição das importações (Figura 14).

Figura 14 - Conceitos logísticos - CBU, SKD, CKD e PBP



Fonte: Oliveira (2007, p. 98).

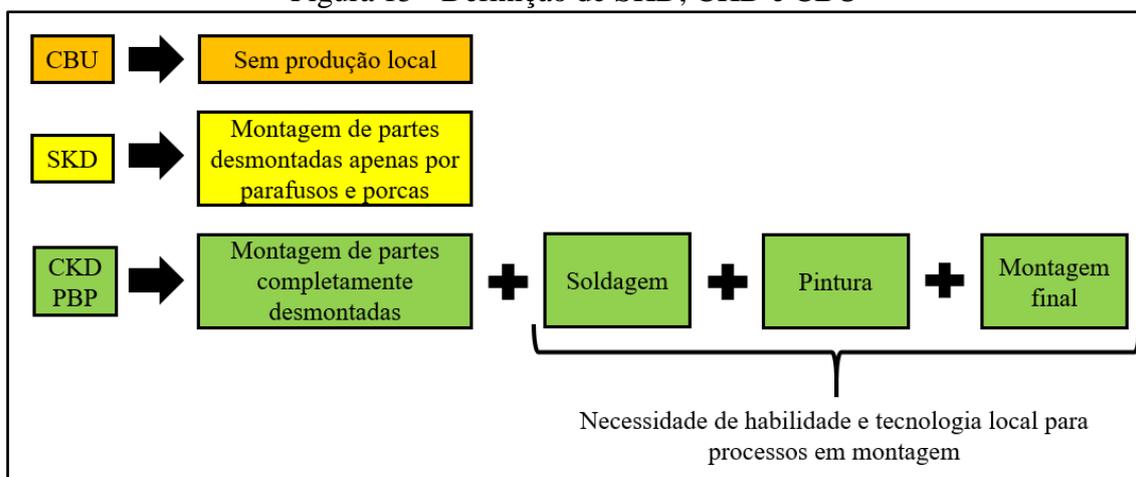
No conceito CBU, o produto é transportado completamente montado. O país exportador é o responsável pela produção do carro acabado e pelo envio aos países onde serão comercializados (SOARES, 2011).

Já no SKD, o processo de produção é mais simples e menos sofisticado do que no CKD, envolvendo menores investimentos e baixa produção. Nesse conceito, os módulos são geralmente atrelados a um número de produção ou a um número de chassi predeterminado e as embalagens utilizadas não necessitam de um projeto avançado de engenharia (SOARES, 2011).

Por outro lado, no CKD, faz-se necessária a utilização de embalagens especialmente projetadas para acondicionarem as peças de acordo com o conceito de conjunto de peças, que consiste em uma determinada quantidade de produtos tratados como lote (OLIVEIRA, 2007). O autor ainda complementa que o envio exato de peças relativas a uma quantidade determinada de produtos, o CKD necessita de um grande controle de embalagens, manuseio, transporte e armazenagem de materiais, visando à manutenção da qualidade dos itens e a continuidade da produção.

As modalidades de produção e montagem de abrangem diferentes níveis de desmontagem e montagem, com destaque para as definições de CBU, SKD e CKD/PBP, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 15 - Definição de SKD, CKD e CBU



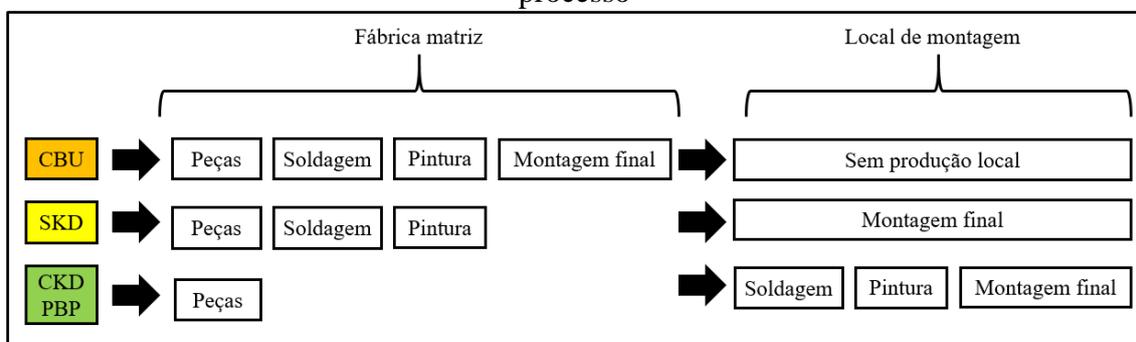
Fonte: Adaptação de (Kim, 2013).

No caso de CBU, os veículos são importados como unidades completamente montadas, não havendo produção local, o que simplifica a importação, mas não estimula a transferência de tecnologia ou a criação de empregos locais. Já o processo SKD envolve a montagem de partes desmontadas, que são unidas com parafusos e porcas, proporcionando um nível intermediário de trabalho local, mas com menos complexidade tecnológica em comparação ao CKD (Kim, 2013).

O modelo CKD/PBP exige um nível mais elevado de participação local, com as partes sendo completamente desmontadas e necessitando de soldagem, pintura e montagem final no local de destino. Esse processo não só gera maior valor agregado localmente, como também requer habilidades específicas e tecnologia adequada para execução. Dessa forma, os processos CKD são incentivados por oferecerem oportunidades de desenvolvimento de competências locais e maior impacto econômico nas regiões onde são implementados (Kim, 2013).

Para Börold et al. (2020), a rede global de produção automotiva define claramente a estratégia de produção. O que determina o tipo de seções de montagem estabelecidas na instalação de produção local, bem como no país de vendas (Figura 16).

Figura 16 - Fluxo de produção e montagem de veículos conforme a modalidade do processo



Fonte: Adaptação de Börold, Teucke, Rust, & Freitag et al. (2020)

Na configuração CBU, toda a produção ocorre na fábrica matriz, incluindo a fabricação de peças, soldagem, pintura e montagem final. Os veículos são exportados completamente montados, sem necessidade de produção local, o que proporciona agilidade no transporte e elimina processos locais. No entanto, essa modalidade apresenta taxas alfandegárias mais elevadas em comparação com outras opções (Börold et al., 2020).

Os veículos SKD, por sua vez, são enviados com as peças, soldagem e pintura já concluídas na fábrica matriz, deixando para o local de montagem apenas a etapa final de montagem. No caso do CKD/PBP, as peças são enviadas separadamente, o que exige que o local de montagem realize etapas como soldagem, pintura e a montagem final. Esse modelo promove maior geração de valor local, desenvolvimento de tecnologia e capacitação de mão de obra, além de oferecer incentivos tarifários mais favoráveis e estimular a produção nacional (Börold et al., 2020).

Na sequência evolutiva de internalização desses quatro conceitos, de acordo com Oliveira (2007), verifica-se inicialmente a exportação do carro por meio do conceito

CBU, tendo como base o fornecimento por uma planta mundial. Em seguida, vem a exportação em SKD, com a exportação e montagem do carro em grandes partes (carrocerias), sendo instalada, nessa fase, a primeira estrutura de produção local. A produção por meio de CKD inicia com o aumento no volume de vendas para a exportação, tendo como característica uma produção mais complexa, devido à embalagem por conjunto de peças do carro desmontado Oliveira (2007).

Com relação às vantagens dos processos SKD e CKD, Guimarães (2013) cita os seguintes aspectos: i) tais sistemas permitem evitar as barreiras comerciais protecionistas e taxas elevadas para produtos importados, normalmente existentes para os produtos CBU; ii) sua utilização permite gerar negócios e empregos nos países de destino, normalmente ajudados por benefícios fiscais, ajudas ao financiamento e incentivos para o investimento em máquinas ou modernização; e iii) a aplicação desses métodos possibilita a redução do custo das operações de montagem em países com mão de obra mais barata, sem a necessidade de grandes investimentos tecnológicos, uma vez que a montagem é normalmente uma tarefa mais manual do que a produção. Tudo isso leva à redução do custo final do produto, contribuindo para a competitividade da empresa. O autor ainda complementa, mencionando outros fatores importantes para a empresa fornecedora: i) a empresa continua a deter controle sobre a qualidade e a inspeção dos componentes; e ii) ela ganha acesso a novos mercados onde dificilmente conseguiria entrar. Por outro lado, os autores citam a aquisição de know-how em produtos mais complexos como uma vantagem para as empresas clientes.

De acordo com Neto (2002), quando se considera produtos CBU, a relação entre fabricante e cliente é meramente comercial e termina na expedição do produto acabado. Em função disso, em caso de crise, ele simplesmente suspende os pedidos. Por outro lado, com a utilização de sistemas SKD e CKD, existe uma fábrica. Dessa forma, a relação, além de comercial, inclui áreas como engenharia, manufatura, planejamento, mão-de-obra e investimentos recíprocos, tornando-se muito mais forte e permanente (SCHOLL, 2010).

Ainda segundo Neto (2002), outra vantagem são os incentivos fiscais oferecidos no local de montagem, já que a companhia passa a empregar mão-de-obra e desenvolve fornecedores e prestadores de serviço locais. Em função disso, os impostos incidentes sobre os produtos SKD / CKD são menores do que aqueles incidentes sobre os produtos CBU (SCHOLL, 2010).

As taxas envolvidas no processo CKD abrangem uma série de custos relacionados ao estoque, armazenagem, desembaraço aduaneiro, envio, embalagem e desembalagem dos kits. O cálculo do custo logístico total de um CKD reflete a complexidade e os múltiplos estágios envolvidos no processo de importação e montagem desse tipo de kit. O custo total é obtido pela soma de vários componentes, como o custo de estoque, armazenagem, desembarços aduaneiros e transporte (Abate; Negussie; Gebrehiwet, 2023). Adicionalmente, considera-se o custo do estoque mantido pelo fornecedor, custos de embalagem dos componentes fornecidos e os custos relacionados ao desembalamento no destino final. Todos esses elementos precisam ser considerados na precificação e no planejamento operacional do CKD (ABATE, E; NEGUSSIE; GEBREHIWET, L, 2023)

Além disso, são aplicadas taxas alfandegárias específicas com base em tarifas aduaneiras para diferentes partes e componentes de veículos. O sistema tarifário varia de acordo com as especificidades de cada produto, como chassis, motores e outros acessórios.

Além disso, são aplicadas taxas alfandegárias específicas com base em tarifas aduaneiras para diferentes partes e componentes de veículos. De acordo com Mendes (2020) essas taxas são definidas pela Tarifa Externa Comum (TEC), que estabelece uma alíquota uniforme de impostos de importação aplicada pelos países membros de um bloco econômico em relação a produtos de fora do bloco.

A Tarifa Externa Comum (CET) de 2022 da Comunidade da África Oriental (EAC), conforme especificada pela Autoridade de Receita do Quênia (KRA), estabelece que as taxas de importação para veículos variam de acordo com o estado de montagem e as políticas tarifárias dos países membros. De acordo com a CET da EAC, a alíquota para veículos completamente montados (CBU) é de 25%. Para veículos em estado semidesmontado (SKD), a taxa aplicável é de 10%, enquanto veículos completamente desmontados (CKD) estão isentos de tarifas (0%).

No caso do Mercosul, as alíquotas de importação para veículos também são definidas com base no nível de montagem, conforme disposto na Resolução Camex nº 314 de 2022. Veículos completamente montados (CBU) são tributados com uma alíquota de até 35%, veículos semidesmontados (SKD) têm uma alíquota de 18% e veículos completamente desmontados (CKD) estão sujeitos a uma alíquota de 16%.

No Brasil, além do Imposto de Importação, outros tributos como o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), PIS/COFINS e ICMS também incidem sobre os veículos importados, com taxas que variam de acordo com o tipo de veículo e as normas legais vigentes.

Como fator de risco, para ganhar competitividade no mercado externo, as empresas não podem exportar espaços vazios dentro dos contêineres ou expedir kits incompletos. Além disso, quando chegarem ao país importador, as caixas devem suprir sequencialmente a linha de montagem (NETO, 2002). Um erro na estufagem dos contêineres ou materiais faltantes pode parar a linha de montagem no país de destino (SCHOLL, 2010).

Para Scholl (2010), outro fator importante no quesito fator de risco é que o pedido deve ser atendido por completo para caracterizar uma exportação CKD. A autora considera que, se algum dos componentes essenciais do produto que está sendo exportado não for enviado, o sistema CKD será descaracterizado, o que significa que cada componente deverá entrar no país de destino com sua classificação fiscal individual e não mais com a classificação fiscal do conjunto CKD, o que na maioria dos casos, significará uma alíquota de imposto maior.

### **2.2.2 Principais aspectos da literatura sobre CKD em nível internacional**

Analisando-se a literatura nacional e internacional sobre CKD através de uma busca dos termos “*CKD production*” e “*CKD process*” no Google Acadêmico, retornou um total de 172 artigos, sendo que apenas 33 tratam especificamente sobre o assunto pesquisado. Assim como mencionado por Freitas (2012), pode-se afirmar que a maioria desses trabalhos tratam sobre: i) grandes inventários de kits CKD; ii) disparidade de tempo entre ciclos de processo em CKD; iii) abastecimento interno dos lotes de expedição; e iv) custos de aquisição do produto em CKD.

Desses estudos, foram escolhidos três trabalhos que apresentavam similaridade com a situação atual da empresa estudada. Esses trabalhos abordam os seguintes temas: i) fragilidade nas ações estratégicas do Departamento de CKD; ii) conflitos logísticos existentes no sistema de produção em CKD; iii) falha nos processos de planejamento de demanda e capacidade de produção em CKD. Esses estudos foram desenvolvidos por Tjeerdsma (2017), Chemendy (2018) e Diniz Freias (2017) e são analisados a seguir.

Em seu estudo, Tjeerdsma (2017) investigou as fragilidades na rede de atividades do departamento de Suporte Global CKD (PCWXS) da MAN, na Alemanha. Este departamento desempenha um papel crucial na introdução de novos modelos CKD, na assistência às configurações de novas fábricas CKD em escala global e na prestação de serviços de suporte ao cliente. O problema consiste em identificar as fragilidades existentes na rede CKD, com foco nas operações da PCWXS. As questões identificadas incluem problemas nas pré-séries de produtos CKD, como a presença de peças faltantes nas embalagens de expedição. O objetivo central é proporcionar uma visão abrangente das atividades da PCWXS, destacar as fraquezas nos processos de configuração CKD, priorizar os problemas identificados e sugerir soluções. A abordagem metodológica segue o Método de Resolução de Problemas Gerenciais, concentrando-se na análise de processos, identificação de problemas, seleção, análise detalhada e propostas de otimização. Nesse contexto, são apresentados três métodos de priorização: Análise de Modo de Falha, Efeito e Criticidade (FMECA), Método MOSCOW e Processo de Hierarquia Analítica (AHP). Dentre eles, destaca-se a FMECA como o método mais aplicável devido à sua precisão no processo decisório. A análise conduzida permitiu uma compreensão aprofundada das operações diárias do departamento e contribuiu para a formulação de recomendações práticas, bem como uma extensa lista de problemas, proporcionando à MAN valiosos insights para aprimorar continuamente as atividades do departamento PCWXS.

Já Chemendy (2018) procurou avaliar e identificar melhorias potenciais para os processos de planejamento de demanda e capacidade selecionados para veículos CKD na Mercedes-Benz Cars, na Alemanha. O problema analisado pela autora envolveu três processos de planejamento: i) volumes de produção; ii) produtos especiais (SA); e iii) pedidos e carregamento. A autora utilizou o modelo SCOR (*Supply Chain Operations Reference*) e o framework SIPOC como guias para a definição e implementação das ações de melhoria na empresa estudada.

De acordo com a autora, a empresa opera com as duas estratégias para produção em CKD e CBU de maneira diferente em termos de planejamento de demanda e capacidade. As duas estratégias requerem processos diferentes, o que justifica as diferenças existentes. As melhorias recomendadas incluem compartilhamento interfuncional de informações, a integração de sistemas e ferramentas, e um sistema de previsão usando pedidos reais como verificação. Além disso, através do modelo SCOR e

nas métricas identificadas, este estudo identificou sete possíveis métricas de análise de desempenho: i) Precisão da previsão; ii) Porcentagem de embalagem planejada; iii) lead times do pedido à entrega; iv) número de suposições/decisões; v) atendimento perfeito do pedido; vi) custos de planejamento; vii) dias de suprimento de inventário.

Diniz Freias (2017) analisou os processos logísticos existentes no sistema produtivo em uma montadora de veículos que opera em CKD no Brasil. A montadora buscava soluções para a falta de espaço nos armazéns dos materiais CKD e para a elevada quantidade de manuseio das peças ao longo dos processos de recebimento, armazenagem e abastecimento de materiais nas linhas de produção.

Dessa forma, a autora desenvolveu uma análise exploratória dos processos operacionais da fábrica que resultou em arquivos de dados, resultados e relatórios. A pesquisa analisou os processos e as transações de informação de contêineres de peças CKD entre a montadora e o fornecedor até a distribuição dos produtos finais já montados nas unidades de distribuição. Através da análise, a autora encontrou nos processos três lógicas: i) lógica do emitente; ii) lógica do destinatário; iii) lógica da distribuição. A consequência disso era que o sistema logístico entre o emitente (montadora) e a distribuição operava como uma regulação entre a rigidez na entrada, para armazenagem e a uma flexibilidade na produção. A presença de peças rejeitadas e danificadas causavam desbalanceamentos nas operações de abastecimento, levando a práticas de "roubo" para evitar interrupções na produção. Essa turbulência contaminava o processo de abastecimento, questionando a linearidade do fluxo. Sendo assim, a autora propôs três regimes de produção: turbulento, de transição e laminar. O primeiro envolve operações imprevisíveis de recuperação e reposição de peças danificadas. O segundo absorve as variabilidades do regime turbulento, facilitando o abastecimento estável das linhas de montagem. O terceiro busca operações sem interrupções, seguindo um plano de abastecimento alinhado à taxa de consumo das peças na produção.

Dessa forma, a análise identificou diversas áreas de desafios no processo em CKD. No primeiro estudo, destacou-se a fragilidade nas atividades de ações estratégicas de um departamento responsável pela produção em CKD, apontando a necessidade de uma revisão e fortalecimento dessas estratégias para enfrentar as complexidades inerentes ao processo. No segundo estudo, foram evidenciados conflitos logísticos que permeiam o sistema de produção em CKD, indicando a importância de abordagens mais integradas e eficientes para superar tais obstáculos. E por fim, foram observadas falhas nos processos

de planejamento de demanda em CKD, sinalizando a necessidade de aprimoramentos para garantir uma gestão mais eficaz dos volumes de produção, produtos especiais e pedidos, proporcionando maior estabilidade e eficiência operacional nesse ambiente desafiador. Essas conclusões ressaltam a complexidade e a importância estratégica de superar esses obstáculos no contexto específico de produção em CKD.

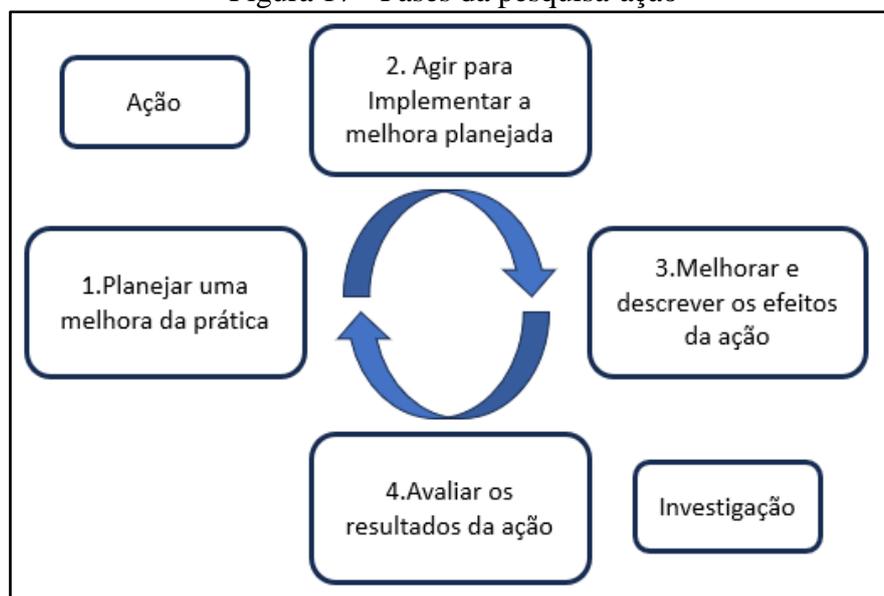
### 3 MÉTODO

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos que deram sustentação a esta dissertação. Primeiramente, na apresentação do método de pesquisa, são descritas as principais características da pesquisa-ação, que foi o método adotado neste trabalho. Após isso, na apresentação do método do trabalho, são detalhados os procedimentos adotados em cada etapa da dissertação, definidos a partir dos objetivos específicos previamente estabelecidos.

#### 3.1 MÉTODO DE PESQUISA

Esta dissertação pode ser classificada como uma pesquisa-ação, que é uma forma de investigação que utiliza técnicas de pesquisa para orientar ações que se decidem tomar para melhorar a prática (TRIPP, 2005). A pesquisa-ação, segundo Tripp (2005), é realizada em quatro fases (Figura 17).

Figura 17 - Fases da pesquisa-ação



Fonte: adaptada de Tripp (2005).

Para Tripp (2005), o ciclo da pesquisa-ação inicia com o planejamento de uma melhora da prática, o que depende de um diagnóstico prévio para a adequada identificação do problema. Após o planejamento, são implementadas as ações previstas, são monitorados os seus efeitos e, por fim, são avaliados os resultados das ações implementadas, o que serve também como diagnóstico para o planejamento de novas ações, retroalimentando o processo (TRIPP, 2005).

Na pesquisa-ação, de acordo com Tripp (2005), destaca-se a atenção necessária ao planejamento de como serão avaliados os efeitos da mudança na prática. O autor destaca que a pesquisa-ação seja apresentada como relatório, devendo ser seguidas quatro etapas: i) introdução; ii) análise situacional, que apresenta uma ampla visão do contexto da pesquisa; iii) ciclos das atividades de investigação-ação; e iv) conclusão (Quadro 1).

Quadro 1 - Etapas de um relatório de pesquisa-ação

Etapa	Tópico	Subtópico	O que abordar
1	Introdução	Não há	Intenção do pesquisador, objetivos e benefícios previstos.
2	Reconhecimento	Não há	Investigação do trabalho de campo e revisão da literatura.
3	Ciclos	Planejamento	Preocupação temática com o primeiro passo da ação.
		Implementação	Relato discursivo sobre quem fez o quê, quando, onde, como e por quê.
		Relatório de pesquisa	Resumo e base racional dos métodos de produção dos dados, apresentação e análise dos mesmos e discussão dos resultados.
		Avaliação	Da mudança na prática: o que funcionou ou não e por quê – em que medida a pesquisa foi útil e adequada.
4	Conclusão	Não há	Descrição das melhorias práticas alcançadas; apresentação das implicações e recomendações para a prática profissional do pesquisador e de outros atores envolvidos na ação; elaboração de uma síntese do aprendizado a respeito do processo de pesquisa-ação, suas implicações e recomendações para trabalhos futuros.

Fonte: adaptado de Tripp (2005).

O Quadro 2 define a sequência da apresentação do relatório da pesquisa-ação. São consideradas as etapas de um relatório de pesquisa-ação descritas por Tripp (2005) e a estrutura utilizada nesta dissertação.

Quadro 2 - Relação entre o modelo de Tripp (2005) e a estrutura da presente dissertação

Etapa do modelo	Tópico	Subtópico	Capítulo da dissertação
1	Introdução	Não há	Capítulo 1 - Introdução
2	Reconhecimento	Não há	Capítulo 2 - Referencial teórico
3	Ciclos	Planejamento	Capítulo 3 - Método
		Implementação	Capítulo 4 – Resultados
		Relatório de pesquisa	
		Avaliação	
4	Conclusão	Não há	Capítulo 5 - Conclusão

Fonte: o autor (2024).

## 3.2 METODO DO TRABALHO

O método para a análise das alternativas de aprimoramento do processo de logístico em CKD na empresa estudada, proposto no presente trabalho, é dividido em quatro etapas: i) planejamento; ii) implementação; iii) monitoramento; e iv) avaliação de resultados. A seguir são descritas as atividades executadas em cada etapa.

### 3.2.1 Planejamento

O planejamento é a primeira fase de uma pesquisa-ação. Nesta fase do presente estudo, foram executadas as seguintes atividades:

- i) análise dos processos logísticos atuais de produtos CKD na empresa;
- ii) definição da sistemática de desenvolvimento da pesquisa-ação, considerando as variáveis elencadas no Quadro 2;
- iii) definição dos resultados esperados referentes aos seguintes aspectos:
  - maior assertividade na indicação de materiais no BOM do produto CKD;
  - diminuição dos atrasos de produção dos fornecedores internos e externos; e
  - diminuição do custo da não qualidade no processo de expedição de materiais.

### 3.2.2 Implementação

Para a implementação das ações de aprimoramento do processo logístico de produtos em CKD, foi utilizada a matriz 5W2H, considerando o que deveria ser feito; o responsável por cada ação; e onde, por que e como as ações deveriam ser implementadas. O plano de implementação foi executado pelas áreas de engenharia, logística e qualidade, sendo composto pelas seguintes ações:

- I. Engenharia
  - a. Mapeamento do fluxo produtivo do CKD;
  - b. Método desenvolvimento do produto e processo em CKD;

- c. Elaboração de proposta de lista técnica *Manufacturing Bill of Materials* (MBOM) e *Engineering Bill of Materials* (EBOM);
- d. *Benchmarking* e revisão dos modelos de embalagens para produtos CKD;
- e. Definição do fluxo de informações para alteração de projetos CKD;
- f. Definição de medidas de contenção para eventuais paradas de linha na montagem de produtos em CKD no cliente localizado no exterior; e
- g. Revisão das instruções de trabalho de engenharia de processo e produto.

## II. Logística

- a. Definição de fluxo e *layout* de armazenagem de materiais e kits na área de Expedição CKD;
- b. Proposição de melhorias para a codificação de peças individuais;
- c. Proposição de solução por imagens para registro de embarque; e
- d. Revisão de instruções de trabalho de recebimento, separação e expedição de materiais.

## III. Qualidade

- a. Avaliação do tamanho e frequência da amostra de inspeção de produtos CKD da linha pesada, composta por basculantes, plataformas e furgões lonados;
- b. Definição e inspeção dos materiais considerados críticos pelas Engenharia de Produto e Processos CKD;

Os resultados dessas ações são apresentados no Capítulo 4 da presente dissertação.

### 3.2.3 Monitoramento

O monitoramento e acompanhamento das ações mencionadas anteriormente foi realizado por meio de uma matriz 5W2H. Com isso, foi possível acompanhar cada atividade e, em caso de necessidade, conduzir ações corretivas, visando ao cumprimento dos prazos estipulados para as ações.

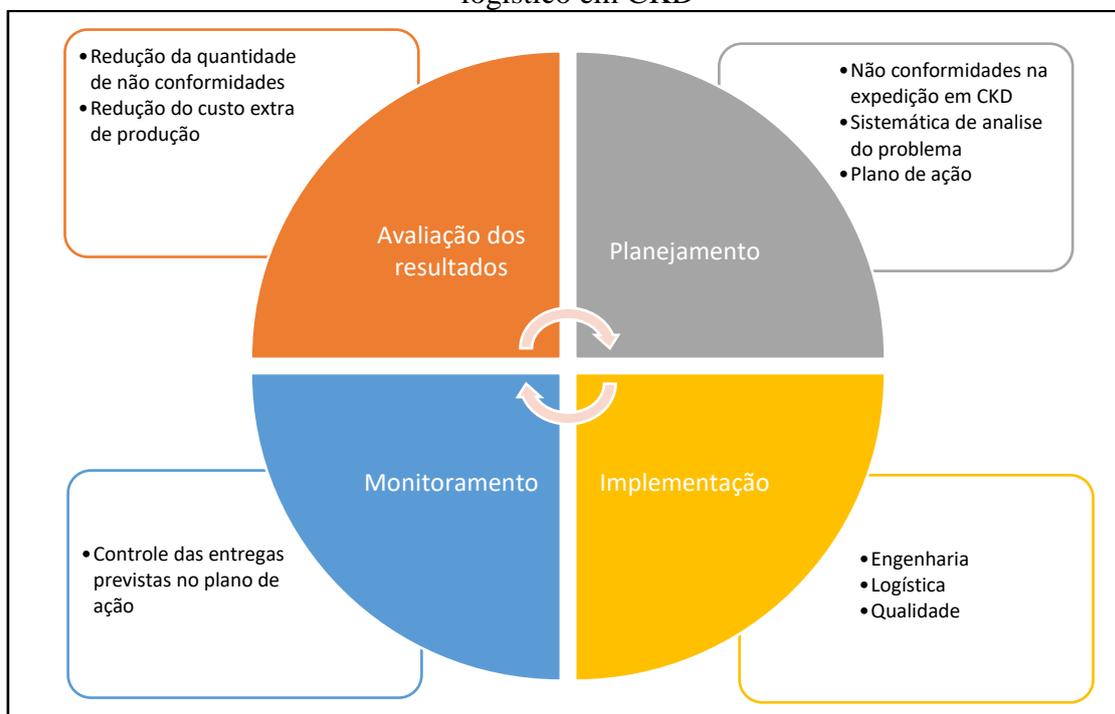
### **3.2.4 Avaliação**

Após a implementação dos aprimoramentos, serão feitos o monitoramento e a avaliação dos resultados obtidos durante a execução das ações. Os resultados serão comparados com os objetivos esperados para identificar sucessos, falhas ou áreas que ainda necessitam de melhorias.

## 4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados do estudo com base nas ações implementadas e executadas, de acordo com as seguintes etapas previstas no método: planejamento, implementação, monitoramento e avaliação dos resultados (Figura 18). Na fase de planejamento, serão analisadas as não conformidades na expedição em CKD (*Completely Knocked Down*), utilizando uma sistemática de análise de problemas e elaborando um plano de ação detalhado. A implementação foi conduzida pelas áreas de engenharia, logística e qualidade, cada uma com ações específicas para garantir a eficácia do plano. O monitoramento concentrar-se-á no controle rigoroso das entregas previstas no plano de ação, assegurando que todas as etapas sejam cumpridas conforme o cronograma estabelecido. A avaliação dos resultados medirá a redução das não conformidades e a diminuição dos custos extras de produção, permitindo uma análise precisa da eficácia das iniciativas adotadas e possibilitando ajustes futuros para melhoria contínua do processo.

Figura 18 - Metodologia para análise das alternativas de aprimoramento do processo logístico em CKD



Fonte: o autor (2024).

O planejamento começou com a identificação do problema central: as não conformidades na expedição de produtos em CKD. Para abordar esse problema, foi adotada uma sistemática de análise, com um método detalhado e estruturado para

examinar as causas das falhas nas áreas de Engenharia, Logística e Qualidade. Esse processo envolveu a coleta e análise de dados para identificar padrões e causas raízes das não conformidades.

O plano de ação delineou as etapas necessárias para eliminar ou reduzir significativamente a quantidade de falhas (Figura 19). As ações planejadas foram divididas entre as áreas de Engenharia, Logística e Qualidade, com responsabilidades claramente definidas para cada equipe. As etapas incluíram a implementação de medidas corretivas e preventivas, melhorias nos processos operacionais e ajustes nas práticas de controle de qualidade.

Além disso, foram estabelecidos indicadores de desempenho para monitorar o progresso das ações e avaliar a sua eficácia. Esses indicadores permitirão um acompanhamento contínuo, garantindo que as metas de redução de não conformidades e diminuição dos custos extras de produção sejam alcançadas de maneira eficiente. O planejamento cuidadoso e baseado em dados foi essencial para assegurar uma execução bem-sucedida e resultados sustentáveis.

Figura 19 - Planejamento da pesquisa-ação na análise das alternativas de aprimoramento do processo logístico em CKD



Fonte: o autor (2024).

O plano de ação foi estruturado utilizando a ferramenta 5W2H. Essa ferramenta foi adaptada para abordar as não conformidades na expedição de produtos em CKD com foco nas áreas de Engenharia, Logística e Qualidade.

O principal problema identificado foi a presença de falhas na expedição, que afetam a eficiência operacional e a satisfação do cliente. Para solucionar esse problema, foi realizada uma análise das causas raízes nas diferentes áreas. A partir dessa análise,

definiu-se que a área de Engenharia seria responsável por identificar e corrigir falhas técnicas, enquanto a Logística revisaria e otimizaria o fluxo de materiais e transporte, implementando sistemas de rastreamento. A área de Qualidade, por sua vez, aumentaria a frequência e rigor das inspeções, utilizando análises de dados para monitorar conformidades e implementar um sistema de *feedback* contínuo. Essas ações foram realizadas conforme cronograma representado no Quadro 3 e contaram com recursos financeiros e tecnológicos alocados para assegurar a execução eficaz das medidas planejadas.

Quadro 3 - Cronograma das ações

Empenho	Semana														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Engenharia															
Logística															
Qualidade															

Fonte: o autor (2024).

#### 4.1 ENGENHARIA

A engenharia está constantemente em busca de oportunidades para melhorar e inovar seus processos, garantindo uma produção mais eficiente e de alta qualidade. Nesse contexto, foi implementado um plano de ação composto por várias iniciativas estratégicas. Foi mapeado o fluxo produtivo do CKD e foram desenvolvidos novos métodos de desenvolvimento de produto e processo. Além disso, foram criadas propostas de listas técnicas tanto no *Manufacturing Bill of Materials* (MBOM) quanto no *Engineering Bill of Materials* (EBOM). A revisão dos modelos de embalagens para produtos CKD e a definição do fluxo de informações para mudanças de projetos também foram realizadas, assegurando a integridade e a eficácia do sistema. Adicionalmente, medidas de contenção foram estabelecidas para evitar paradas na linha de montagem do cliente no exterior. Por fim, as instruções de trabalho de engenharia de processo e produto foram revisadas para alinhá-las às melhores práticas do setor.

##### 4.1.1 Mapeamento do fluxo produtivo do CKD

A ineficiência operacional ocorre quando há duplicação de esforços, desperdiçando recursos e tempo. Além disso, usar diferentes abordagens para a mesma

tarefa pode causar erros e falhas, devido à falta de uniformidade nos processos. Essa situação se agrava com uma comunicação deficiente, em que mal-entendidos e falhas na transferência de conhecimento dificultam a colaboração entre as equipes. Como resultado, a qualidade do produto ou serviço é afetada, levando à insatisfação do cliente, que nota a falta de organização e a dificuldade em atender suas expectativas.

O processo de melhoria começou com a definição clara das atividades de cada área e a atribuição de responsabilidades específicas, garantindo que todos soubessem exatamente o que fazer. Em seguida, foi organizado o fluxo produtivo do processo em CKD (Figura 20), otimizando cada etapa para que fosse mais ágil. Além disso, foram criadas instruções de trabalho detalhadas para ajudar nas atividades, oferecendo um guia preciso e uniforme para todos os envolvidos. Isso reduziu erros e aumentou a qualidade do trabalho realizado, tornando o ambiente mais organizado e produtivo.

Figura 20 - Fluxo do processo em CKD



Fonte: o autor (2024).

Em seguida, foi organizado o fluxo produtivo do processo em CKD, especialmente na logística de expedição (Figura 21). Isso incluiu a produção dos materiais na empresa, o armazenamento externo em um operador logístico e o recebimento dos materiais pelo cliente. Além disso, foram criadas instruções de trabalho detalhadas e material orientativo, oferecendo um guia preciso e uniforme para todos os envolvidos. Isso reduziu erros e aumentou a qualidade do trabalho realizado, tornando o ambiente mais organizado e produtivo.

Figura 21 - Fluxo do processo em CKD



Fonte: o autor (2024).

#### 4.1.2 Elaboração de proposta para método desenvolvimento do produto em CKD

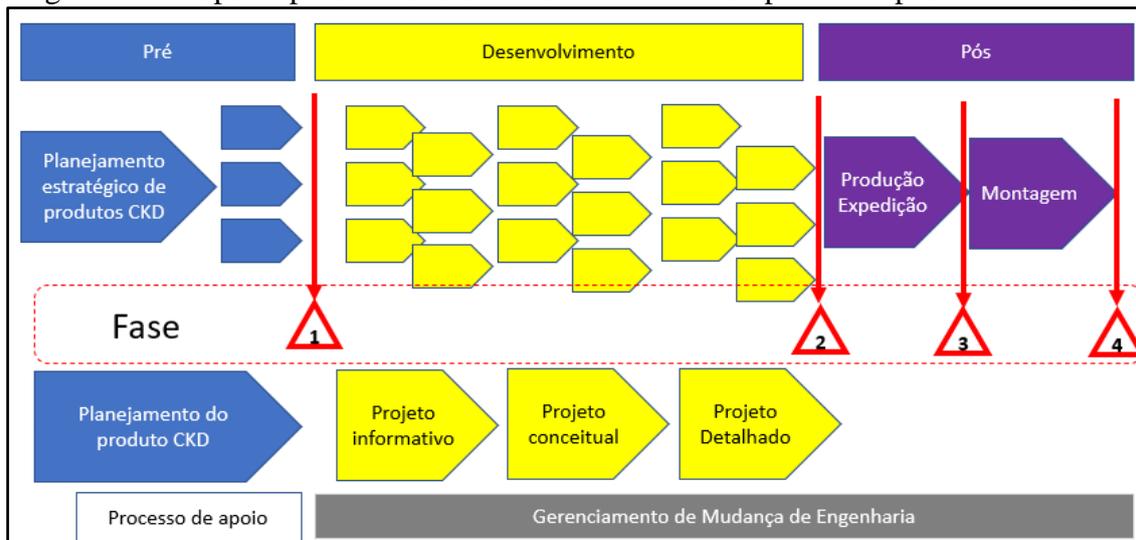
A ausência de um método de desenvolvimento de produto e processo em CKD pode acarretar em diversas consequências negativas para a indústria automobilística. O CKD é uma prática comum pela qual veículos são montados no destino a partir de kits importados com todas as peças desmontadas. Sem um método adequado, surgem problemas como qualidade inconsistente, atrasos na produção e ineficiência, levando a custos elevados.

A falta de um processo bem definido pode resultar em desperdício de materiais e recursos, bem como retrabalho e perda de tempo, devido à falta de padronização. Além disso, a logística torna-se um desafio crítico no CKD, com possíveis problemas como falta de peças, excesso de estoque e dificuldades na cadeia de suprimentos. A escalabilidade da produção também pode ser comprometida sem um processo claro, dificultando o aumento da capacidade.

A comunicação e coordenação entre equipes podem ser prejudicadas pela falta de um método padronizado, resultando em mal-entendidos e erros. Além disso, os riscos nas áreas de conformidade e segurança são ampliados, já que produtos montados sem um processo rigoroso podem não cumprir normas e regulamentos, expondo a empresa a riscos legais e de imagem.

A metodologia *Stage Gate Xpress* de Cooper (1990) é uma abordagem estruturada para o desenvolvimento de novos produtos, dividida em quatro fases distintas (Figura 22).

Figura 22 - Proposta para método de desenvolvimento do produto e processo em CKD



Fonte: o autor (2024).

Na etapa de planejamento e especificação, o objetivo é definir claramente o produto, esclarecer suas funcionalidades e determinar a viabilidade do desenvolvimento, envolvendo atividades como estudo de mercado e elaboração de um plano detalhado. A Desenvolvimento foca no desenvolvimento do produto propriamente dito, seguindo as decisões da fase anterior, incluindo a criação de protótipos, testes preliminares e desenvolvimento detalhado do *design*. A etapa de liberação do produto CKD visa liberar o produto para produção e preparar a operação para a expedição, através da finalização de testes, documentação completa e preparação da linha de produção. Finalmente, a Fase de Montagem verifica a adequação da produção e suporte à operação, monitorando a linha de produção, garantindo controle de qualidade e fornecendo suporte técnico contínuo. Essa metodologia busca minimizar riscos, controlar custos e aumentar as chances de sucesso no mercado (Figura 21) é apresentada o método proposto para o desenvolvimento do produto e processo em CKD.

#### 4.1.3 Elaboração de proposta de lista técnica *Manufacturing Bill of Materials* (MBOM) e *Engineering Bill of Materials* (EBOM)

A precisão das estruturas CKD foi ampliada com a integração das listas EBOM e MBOM, garantindo que todos os componentes sejam inseridos nas quantidades corretas. A conexão com o projeto base da Engenharia de Produtos permitirá que qualquer alteração na estrutura base notifique automaticamente a equipe de CKD, facilitando

ajustes no projeto derivado, como carimbo de pintura ou modificação das listas com inserção, remoção ou substituição de componentes. Integrações de Materiais, Documentos, Listas Técnicas e Roteiros serão automatizadas entre o Teamcenter, ferramenta existente no software NX, e o SAP. A lista MBOM será derivada da EBOM no Teamcenter Manufacturing e atualizada na Lista Técnica registrada no SAP, garantindo consistência entre os sistemas. O roteiro será importado do SAP através da customização "Importador de Roteiros" da manufatura da Randon.

Os recursos do Teamcenter Manufacturing atendem à necessidade de manutenção dos projetos CKD (MBOM) vinculados às EBOM correspondentes, permitindo o acompanhamento preciso dos impactos das alterações na EBOM nas MBOM associadas. As integrações simplificam o processo de registro, reduzindo erros e facilitando a criação da documentação necessária para a fabricação dos componentes.

#### **4.1.4 *Benchmarking* e revisão dos modelos de embalagens para produtos CKD**

A proteção ineficiente é um dos principais problemas nas embalagens para transporte, causando danos físicos significativos aos produtos devido a impactos durante o manuseio e transporte. Além disso, a exposição a fatores ambientais como umidade, calor, frio e luz pode comprometer a qualidade e integridade dos produtos, levando a perdas e insatisfação do cliente. Outros problemas críticos ocorrem devido ao sobredimensionamento das embalagens, conforme representado na Figura 23, resultando em aumento desnecessário dos custos de transporte e armazenamento, ou ao seu subdimensionamento, gerando falta de proteção adequada e deixando os produtos vulneráveis a danos. Ambas as situações evidenciam a necessidade de um equilíbrio preciso no dimensionamento das embalagens para garantir a proteção efetiva e a eficiência logística.

Figura 23 - Kit de materiais em CKD



Fonte: o autor (2024).

Nesse ponto, foi realizado um *benchmarking* com a empresa AGCO, que se destaca no setor automotivo não apenas pela qualidade de seus produtos, mas também pela eficiência de seus processos. Ao realizar um *benchmarking* detalhado na empresa, identificaram-se diversos pontos de excelência, como o profundo conhecimento dos processos de separação de peças, a linha de montagem altamente eficiente para caixas de madeira no CKD, a habilidade de manter baixos custos nas embalagens e a adoção de caixas com níveis de montagem para facilitar o direcionamento das peças. Esses aspectos refletem a dedicação da AGCO em garantir a precisão, eficiência e qualidade em todas as etapas de sua operação, consolidando sua posição como líder no mercado automotivo. A Figura 24 apresenta exemplos de kits de materiais em CKD na AGCO.

Figura 24 - Kits de materiais em CKD na empresa AGCO



Fonte: o autor (2024).

Também foi realizado um *benchmarking* com a empresa Jost, pertencente ao grupo Randon, o qual focou principalmente na avaliação da eficácia da embalagem com proteção contra corrosão e na implementação de divisores para facilitar a inspeção durante os processos de separação e recebimento. A análise comparativa incluiu a investigação de diferentes tipos de materiais de embalagem com propriedades

anticorrosivas, considerando critérios como durabilidade, resistência a condições adversas de transporte e armazenamento, além do impacto ambiental associado. Quanto aos divisores, o *benchmarking* examinou a eficiência operacional proporcionada por diferentes *designs*, avaliando a facilidade de uso, a integração com sistemas de gestão de qualidade e a capacidade de melhorar a precisão e rapidez das operações de inspeção e recebimento. Essas análises foram fundamentais para identificar e implementar melhores práticas para promover tanto a proteção dos produtos quanto a otimização dos processos logísticos na JOST. A Figura 25 apresenta exemplos de kits de materiais em CKD na empresa Jost.

Figura 25 - Kit de materiais em CKD na empresa Jost/Randon



Fonte: o autor (2024).

O teste realizado na Randon Implementos focou na avaliação da utilização de caixas de papelão para a organização e transporte de volumes de kits criados por famílias de produtos específicas, como instalação pneumática, elétrica e boxes de montagem. O objetivo principal foi verificar a facilidade na separação desses kits durante o processo logístico, garantindo ao mesmo tempo a qualidade dos produtos e a integridade durante o transporte. A análise incluiu a eficiência das caixas de papelão em proteger os itens contra danos, a capacidade de suportar o peso e as condições ambientais adversas, além da facilidade de identificação e separação rápida dos diferentes tipos de kits. Esses testes foram essenciais para a elaboração da proposta de melhoria nos kits de materiais em CKD (Figura 26). A partir dessa proposta, foi possível otimizar os processos de embalagem, garantindo a eficiência operacional e assegurando a satisfação do cliente através da entrega segura e organizada dos produtos da empresa.

Figura 26 - Proposta de melhoria nos kits de materiais em CKD



Fonte: o autor (2024).

Foi desenvolvida também uma sequência de separação de peças por box de montagem, o que facilitou significativamente o processo de montagem ao organizar os componentes de forma eficiente e acessível. Além disso, implementou-se uma embalagem especial com proteção contra corrosão conforme, assegurando que os materiais se mantenham em condições ideais durante o transporte e armazenamento, mesmo em ambientes desafiadores. Este sistema foi especialmente relevante para o lote de furgões CKD destinados a Cuba, garantindo que todas as peças cheguem prontas para montagem com a máxima integridade e qualidade preservadas. O ambiente da expedição de produtos em CKD após a implementação das melhorias propostas pode ser observado na Figura 27.

Figura 27 - Proposta de melhoria nos kits de materiais em CKD



Fonte: o autor (2024).

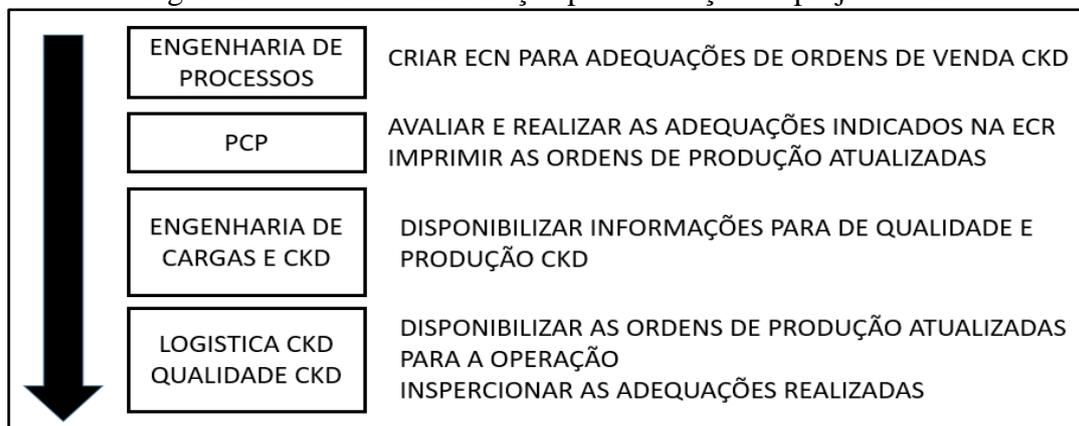
#### 4.1.5 Definir fluxo de informação para alteração de projeto CKD

O fluxo de informações para a alteração de projeto CKD inicia-se com a análise do BOM, juntamente com o descritivo do produto, assegurando a inclusão e precisão de todos os componentes necessários.

Em seguida, realiza-se a verificação dos materiais quanto às dimensões, pinturas e pré-montagens. Posteriormente, procede-se com a criação de materiais que exigem selo de pintura ou que são pré-montados, registrando-os adequadamente no sistema. Finalmente, direciona-se para a instrução de trabalho a fim de criar materiais subcontratados, garantindo que todas as especificações técnicas e requisitos de fornecedores estejam corretamente documentados e integrados ao projeto.

O fluxo de informação necessário para a alteração de projeto CKD, destacando o procedimento de adequação das listas técnicas é apresentado na Figura 28. Esse processo envolve a integração entre as áreas de Engenharia de Processos, Planejamento e Controle da Produção (PCP), Engenharia de CKD e Logística CKD, garantindo que as modificações sejam corretamente refletidas em cada etapa.

Figura 28 - Fluxo de informação para alteração de projeto CKD



Fonte: o autor (2024).

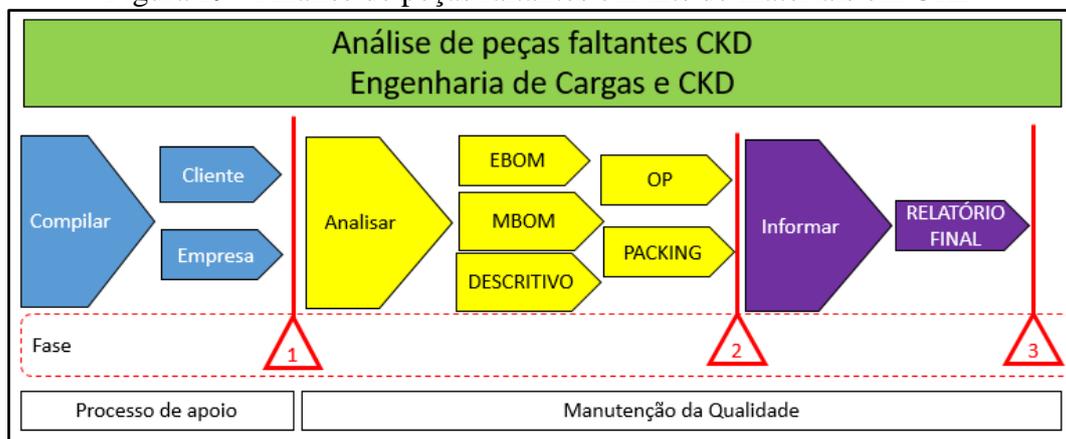
#### 4.1.6 Medidas de contenção para eventuais paradas de linha no parceiro CKD

A análise de peças faltantes em CKD passa por três fases, apresentado na Figura 29: compilar, analisar e informar. Na fase de compilação, são reunidas todas as informações sobre possíveis faltas de peças, considerando a ordem de venda do produto CKD e a conferência dos materiais no destino de montagem. Nesta etapa, avalia-se junto

com o cliente se as peças podem ser adquiridas localmente ou fabricadas, com a participação das áreas de engenharia de processos, engenharia da qualidade e do parceiro montador. Na fase de análise, é examinada detalhadamente a lista técnica CBU, a lista técnica CKD, as ordens de produção, os romaneios CKD e os relatórios de expedição.

É essencial entender a estrutura funcional do produto CKD, seus componentes e os processos envolvidos na separação e expedição. As áreas de engenharia de processos e engenharia da qualidade são fundamentais nessa etapa. Por fim, na fase de informar, é comunicada a área de garantia sobre as peças faltantes identificadas pelo cliente. A responsabilidade pelo reenvio ou reposição fica com a garantia e pós-vendas, com o suporte das áreas de engenharia de processos e engenharia da qualidade.

Figura 29 - Análise de peças faltantes em kits de materiais em CKD



Fonte: o autor (2024).

A primeira fase da análise de peças faltantes, são compiladas informações do produto, número do lote e o documento de conferência de recebimento de materiais CKD. Na fase seguinte, são realizadas comparações: i) da lista técnica CBU com a lista técnica CKD, usando dados do comercial e do cliente, responsabilidade das equipes de Engenharia de Cargas e CKD e Engenharia de Produto; ii) da lista técnica CKD com a ordem de produção, novamente com essas mesmas equipes; e iii) da ordem de produção com o romaneio CKD, atribuição da Engenharia de Cargas e CKD e da Logística CKD. Essas análises são confrontadas com o relatório de conferência de materiais CKD pela Engenharia de Cargas e CKD. Quando identificadas peças faltantes, o cliente é consultado sobre a aquisição local do material, envolvendo as equipes de Engenharia de Cargas e CKD, Comercial e o cliente.

Na fase de informar, as análises realizadas são compartilhadas com o cliente que, se confirmadas as faltas, deve solicitar a garantia através de um portal específico. Além

disso, a área de garantia é informada sobre os códigos dos materiais faltantes, a quantidade e o motivo da falta para que sejam realizados as etapas subsequentes de responsabilidade da área de garantia e o envio dos produtos ao cliente.

#### **4.1.7 Revisão das instruções de trabalho de engenharia**

As instruções de trabalho na Engenharia são essenciais para garantir a eficiência e a precisão em cada etapa do processo. A adequação das ordens de venda deve ser realizada para garantir que todas as especificações e requisitos dos clientes sejam atendidos. E a alteração de produtos CKD deve ser cuidadosamente gerenciada para assegurar que todas as modificações estejam em conformidade com os padrões de qualidade e compatibilidade. Nesse sentido, a análise da engenharia do produto e dos componentes CKD é fundamental para identificar oportunidades de melhorias e garantir a integridade do design.

A criação de materiais subcontratados também deve ser meticulosamente planejada para manter a qualidade e a consistência dos componentes adquiridos. O desenvolvimento de projetos de embalagem e o *layout* de embarque são elaborados para garantir a proteção e a eficiência no transporte dos produtos. Além disso, a análise da lista técnica do produto é realizada para verificar e corrigir possíveis inconsistências antes da produção. Por fim, o desenvolvimento do projeto CKD envolve a coordenação de todas essas atividades, garantindo que cada componente seja entregue e montado conforme as especificações estabelecidas.

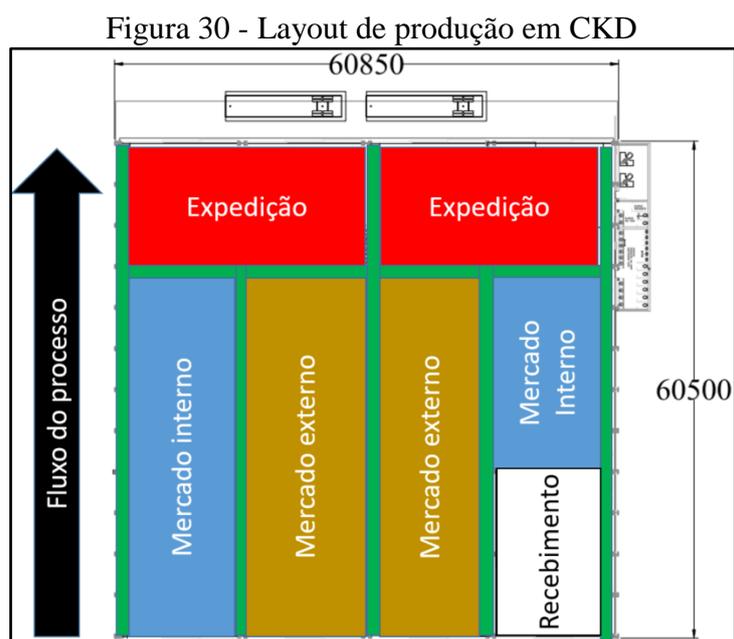
## **4.2 LOGÍSTICA**

A área de logística é essencial para manter a produção organizada e eficiente, especialmente no caso do processo em CKD. Dessa forma, foi colocado em prática um plano de ações de melhoria. Esse plano incluiu a criação de um novo fluxo e *layout* para armazenar materiais e kits na área de Expedição CKD, deixando tudo mais organizado e acessível. Também foram sugeridas melhorias na codificação das peças, facilitando a identificação e o controle. Outra ação importante foi a proposta de implementação de uma solução com imagens para registrar os embarques, tornando essa etapa mais precisa e eficaz. Além disso, as instruções de trabalho para recebimento, separação e expedição de

materiais foram revisadas e atualizadas, garantindo que todos os procedimentos sigam as melhores práticas do setor. Essas ações mostram o compromisso contínuo da logística em otimizar seus processos e apoiar a produção de maneira eficiente.

#### 4.2.1 Definição de fluxo e *layout* de armazenagem de materiais e kits na área de Expedição CKD

A área de expedição de materiais apresenta diversos desafios, especialmente devido ao espaço limitado disponível para as operações de recebimento e separação de materiais. Havia turbulências significativa na inspeção e no direcionamento de materiais, o que agrava ainda mais a situação. A Figura 30 representa a área restrita de manobra para o abastecimento, o qual dificulta as operações logísticas e a movimentação eficiente dos itens.

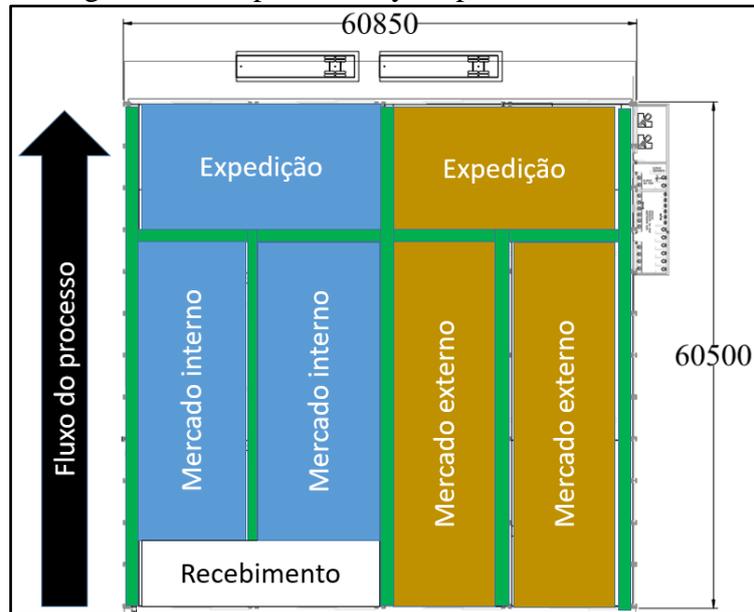


Fonte: o autor (2024).

Para otimizar a área de expedição de materiais, foi proposta uma alteração no *layout* (Figura 31), dividindo-se as áreas de operação entre o mercado interno, que possui um maior volume de materiais, e o mercado externo, com menor volume. Essa separação permitirá uma gestão mais eficiente e direcionada de recursos. Além disso, será implementado um sistema de recebimento integrado de materiais com inspeções de qualidade, assegurando que todos os itens atendam aos padrões antes de entrarem no estoque. O abastecimento para as linhas de separação será realizado de forma controlada e organizada, melhorando o fluxo de trabalho e minimizando contratemplos. Essas

mudanças trarão ganhos significativos de produtividade, reduzindo a turbulência na inspeção e direcionamento de materiais e criando um ambiente mais ordenado e eficiente.

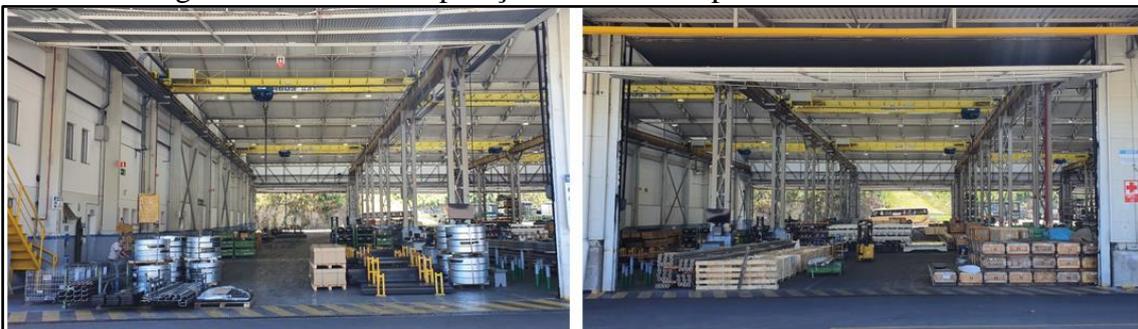
Figura 31 - Proposta de layout para a área de CKD



Fonte: o autor (2024).

Na Figura 32 identificam-se dois desafios significativos no ambiente de produção: o excesso de materiais nas linhas de produção, que pode levar a congestionamentos e dificultar a movimentação eficiente do kit de materiais; e a dificuldade na operação de separação e inspeção de materiais, o que pode resultar em atrasos na produção e comprometer a qualidade final dos kits. Esses pontos ressaltam a importância de revisar e otimizar os processos para garantir uma operação mais fluida e eficaz, melhorando assim o desempenho geral da produção.

Figura 32 - Área de expedição de materiais para mercado externo



Fonte: o autor (2024).

A definição da área de armazenamento e separação de materiais em CKD é fundamental para o sucesso operacional do processo. Essa área deve ser cuidadosamente planejada para garantir que todos os componentes necessários estejam prontamente

disponíveis e organizados de maneira eficiente. O fluxo de operação começa com o recebimento dos materiais, seguido pela sua correta identificação e etiquetagem. Em seguida, os materiais são armazenados de acordo com um *layout* lógico que facilita a sua localização rápida e fácil. Durante a separação dos materiais para montagem, é essencial realizar inspeções rigorosas para verificar a qualidade e a quantidade dos componentes. Um ambiente bem definido e organizado não apenas melhora a eficiência da produção, mas também contribui para a qualidade final dos kits CKD entregues aos clientes (Figura 33).

Figura 33 - Área de expedição de materiais para mercado externo após mudança



Fonte: o autor (2024).

#### 4.2.2 Proposição de melhorias para codificação de peças individuais

Na área de expedição de materiais em CKD, foram identificadas diversas questões críticas que afetam a eficiência e precisão do processo. Por exemplo, a variação na codificação dos itens, com etiquetas e códigos que não seguem um padrão uniforme, tem causado confusão e erros frequentes na identificação dos materiais pelo sistema. Além disso, observaram-se problemas recorrentes no sistema de identificação, que muitas vezes não conseguem ler ou reconhecer corretamente os códigos de barras ou RFID, resultando em registros inadequados dos itens. Esses desafios são agravados por imprecisões na armazenagem, com materiais frequentemente sendo colocados em locais incorretos, dificultando sua localização e expedição. A falta de um padrão claro e consistente de identificação amplifica esses problemas, levando a mais retrabalho, atrasos na expedição e possíveis insatisfações dos clientes.

Para melhorar a área de expedição de materiais em CKD, especialmente na identificação de peças provenientes da estamparia e na eficiência do processo, foram sugeridas algumas medidas práticas. Em primeiro lugar, é essencial orientar a equipe de

estamparia a realizar uma identificação completa dos materiais, estabelecendo instruções de trabalho detalhadas.

Os critérios para identificação das peças devem ser simples e consistentes: a) as peças que saem diretamente da estamparia para a linha de montagem devem manter a etiqueta de identificação original; b) para peças maiores, sempre que possível, deve-se utilizar um marcador industrial para registrar os três últimos dígitos do código na última peça; c) peças pequenas armazenadas em prateleiras devem ser identificadas com etiquetas adequadas. Como alternativa, quando nenhuma das identificações acima for viável, as peças devem ser identificadas utilizando a ordem de produção correspondente. Essas medidas ajudarão a melhorar a rastreabilidade dos materiais, reduzirão erros de identificação e aumentarão a eficiência na expedição, promovendo uma operação mais organizada e eficaz.

#### **4.2.3 Proposição de solução por imagens para registro de embarque**

O processo de expedição de materiais em CKD enfrenta um problema significativo devido aos frequentes alertas de garantia causados pela falta de indicação adequada de material na lista técnica CKD. Essa falha pode resultar em peças incorretas ou faltantes nos kits de montagem, levando a atrasos e insatisfação do cliente. Para mitigar esse problema, torna-se imprescindível a implementação de uma ferramenta de comparação entre a lista técnica CBU e a lista técnica CKD, utilizando inteligência artificial. Essa ferramenta permitirá uma verificação automática e precisa das discrepâncias entre as listas, assegurando que todas as peças necessárias estejam corretamente indicadas e incluídas, melhorando a precisão do processo de expedição e reduzindo significativamente os alertas de garantia.

Para melhorar o processo de expedição de materiais em CKD, foram propostas medidas focadas no registro de imagem e automação. Primeiramente, foi implementado um sistema de bloqueio de itens críticos, garantindo que nenhum material seja expedido sem a devida verificação e registro fotográfico. Também foi desenvolvido um aplicativo para a digitalização das operações no CKD, o que permitirá capturar e armazenar imagens de cada etapa, facilitando o rastreamento e a auditoria. Além disso, a implementação de um sistema de conferência de lista técnica via programação numérica na Engenharia de CKD, para comparação com os dados contidos no SAP, assegurará a precisão das listas

técnicas. Finalmente, a automatização do processo de comparação aumentará a confiabilidade dos dados analisados, reduzindo a margem de erro humano e melhorando a eficiência geral do processo de expedição.

#### **4.2.4 Revisão de instruções de trabalho de recebimento, separação e expedição de materiais**

No processo de revisão das instruções de trabalho para recebimento, separação e expedição de materiais no fluxo de exportação CKD, é crucial garantir que cada etapa seja claramente definida e documentada para facilitar o entendimento. O processo inicia-se com o registro fotográfico detalhado de todos os componentes do CKD, o que auxilia na verificação das condições das peças manufaturadas e adquiridas. O isolamento dos materiais CKD é realizado conforme diretrizes específicas, assegurando a embalagem correta e a identificação adequada para a montagem posterior. A preparação da remessa inclui a documentação essencial, como faturas e listas de embalagem, proporcionando transparência ao processo. O posicionamento das cargas e o método de envio em contêiner são minuciosamente planejados para garantir um transporte marítimo eficiente e seguro dos kits CKD até seus destinos finais

### **4.3 QUALIDADE**

O plano de implementação também foi executado na área de Qualidade, visando aprimorar os processos de controle e inspeção. Esse plano incluiu várias ações estratégicas. Primeiramente, foi realizada a avaliação do tamanho e da frequência das amostras de inspeção dos produtos CKD da linha pesada, que inclui basculantes, plataformas e furgões lonados. Além disso, houve a definição e inspeção de materiais críticos CKD, identificados como essenciais pela Engenharia de Produto e Processos. Essas iniciativas têm como objetivo garantir que os produtos atendam aos mais altos padrões de qualidade e que os materiais críticos sejam monitorados de forma eficaz, assegurando a confiabilidade e a excelência dos produtos finais.

### **4.3.1 Avaliação do tamanho e frequência da amostra de inspeção de produtos**

#### **CKD**

O processo de avaliação do tamanho e da frequência da amostra de inspeção de produtos CKD visou garantir a qualidade e a precisão na entrega dos materiais. Nesse sentido, a cada 15 dias, é realizada uma inspeção completa do lote de exportação, onde todos os itens são minuciosamente analisados para assegurar que estejam em conformidade com os padrões estabelecidos. Essa inspeção detalhada é crucial para identificar quaisquer discrepâncias que possam comprometer a qualidade do lote.

Um passo essencial nesse processo é a verificação do Romaneio, que está disponível no MRP da empresa e deve ser cuidadosamente conferido. Esse documento contém a lista de todos os itens do lote e deve ser confrontado com a lista técnica, as ordens de produção e os volumes de materiais.

Após a verificação e correção de possíveis inconsistências, as peças e componentes são organizados conforme a documentação. Essa organização garante que os materiais corretos sejam enviados para as áreas designadas, otimizando o processo de montagem e assegurando a eficiência na produção. Dessa forma, o processo de inspeção de produtos CKD não apenas mantém a qualidade, mas também fortalece a eficácia na cadeia de suprimentos.

### **4.3.2 Definição e inspeção de materiais críticos**

A definição de itens críticos em um processo de expedição de materiais é essencial para garantir que tudo funcione de maneira eficiente e segura. Esses itens são componentes ou produtos cuja falha ou ausência pode afetar a qualidade final, a segurança do produto ou atrasar os prazos. Para identificar esses itens críticos, é importante seguir alguns passos. Primeiro, deve ser realizada uma análise de impacto, verificando como a falta de cada item pode afetar o produto ou o processo. Itens cuja ausência pode parar a produção ou comprometer a segurança são rapidamente classificados como críticos.

Outro passo importante é revisar o histórico de problemas. Se alguns componentes frequentemente causam dificuldades na expedição ou já resultaram em atrasos, eles devem ser destacados como críticos. Analisar o histórico ajuda a prever e resolver problemas antes que eles aconteçam. Além disso, é necessário considerar o que é

importante para o cliente. Alguns itens são críticos não apenas por sua função técnica, mas também porque são prioritários para o cliente ou atendem a especificações rigorosas.

No caso da Randon, por exemplo, itens essenciais após o processo de solda, como instalações elétricas e pneumáticas, suspensão e sistemas de freio, são considerados críticos. Esses componentes são vitais para assegurar tanto a segurança quanto o desempenho do produto final.

Como ilustrado na Quadro 4, é fundamental verificar a disponibilidade e a facilidade de substituição desses materiais.

Quadro 4 - Definição de itens críticos

MATERIAL	DESCRIÇÃO	QTD	MONTAGEM	INSPEÇÃO NO RECEBIMENTO	INSPEÇÃO NA AUDITORIA
100000482628	TRAVESSA PASSANTE SR CS	48	Chassis	Não	Sim
100000363401	MTG Saia MTR	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000362702	Kit Traseiro MTR com suporte e Aux. de R	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000346387	Lant Pos MTR Pris 200 Cristal	2	Sistema elétrica	Não	Sim
100000365027	SUPORTE PLACA DIREITA CHICOTE 500	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000376937	SUPORTE PLACA TRÂNSITO ESQUERDA CHICOTE	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000313981	Lant Pos MTR Sup 200 Ambar	8	Sistema elétrica	Não	Sim
100000362342	Kit 3 Marias MTR Sup 2000 Rubi	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000339536	Chicote Lateral Dir. Lilás PVC 12000mm	1	Sistema elétrica	Sim	Não
100000339830	Chicote Lateral Esq. Cinza PVC 12000mm	1	Sistema elétrica	Sim	Não
100000399411	CHICOTE CENTRAL COM DERIVAÇÃO PVC 12500	1	Sistema elétrica	Sim	Não
100000156675	CONNECTOR DOUBLE CLICK (SNAP-IN)	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000156690	CABO PP RETANG 2X0,75MM PT	5	Sistema elétrica	Não	Sim
100000445514	Lant Pos MTR Pris 1500 Cristal	2	Sistema elétrica	Não	Sim
100000388834	SUSP MEC 3E 33T PL 1250EE CL - S/ M e G	1	Suspensão	Não	Sim
100000389769	KIT FEIXES/GRAMPOS SUSP 3E 33 TON	1	Suspensão	Não	Sim
100000220742	KIT C/ 12 PORCAS DE RODA M22X1,5	3	Suspensão	Não	Sim
100000214819	EIXO 335 OUT 16,5x8"11T 1930 S/ABS RAC	3	Suspensão	Não	Sim
100000192322	MONTAGEM SUSPENSOR - EX02 1025 H220	1	Sistema pneumático	Não	Sim
100000130954	INSTALAÇÃO PNEUM FREIO 3E SUSP 1º EIX 3G	1	Sistema pneumático	Não	Sim
100000211999	CÂMARA NEW 30" X 30" C/AJUS. AUT. 6"	2	Sistema pneumático	Não	Sim
301506754	CAMARA 30"" COMPENSADOR AUTOMÁTICO 6.0""	1	Sistema pneumático	Não	Sim

Fonte: o autor (2024).

Itens que são difíceis de substituir ou cuja falta pode interromper a produção precisam receber atenção especial. Assim, ao definir e gerenciar esses itens críticos de forma eficaz, garante-se que a produção na Randon seja não apenas eficiente, mas também segura.

No Quadro 5, é possível ver como são inspecionados os itens no recebimento e durante o processo de auditoria. Quando os materiais são recebidos, é feita uma verificação cuidadosa para garantir que eles estejam em boas condições e de acordo com o que foi pedido. Já durante a auditoria, a atenção se volta para uma análise detalhada, checando se tudo está conforme as especificações e se os componentes estão íntegros. Essas etapas são importantes para que se possa identificar e resolver qualquer problema antes que os materiais sejam usados, assegurando que os processos sejam eficientes e que a qualidade seja mantida.

Quadro 5 - Itens de inspeção durante a operação

MATERIAL	DESCRIÇÃO	QTD	MONTAGEM	INSPEÇÃO NO RECEBIMENTO	INSPEÇÃO NA AUDITORIA
100000362342	Kit 3 Marias MTR Sup 2000 Rubi	1	Sistema elétrica	Não	Sim
100000339536	Chicote Lateral Dir. Lilás PVC 12000mm	1	Sistema elétrica	Sim	Não
100000339830	Chicote Lateral Esq. Cinza PVC 12000mm	1	Sistema elétrica	Sim	Não
				Inspeção 100% dos materiais	Amostra quantitativa conforme metodologia de auditoria de auditoria CKD

Fonte: o autor (2024).

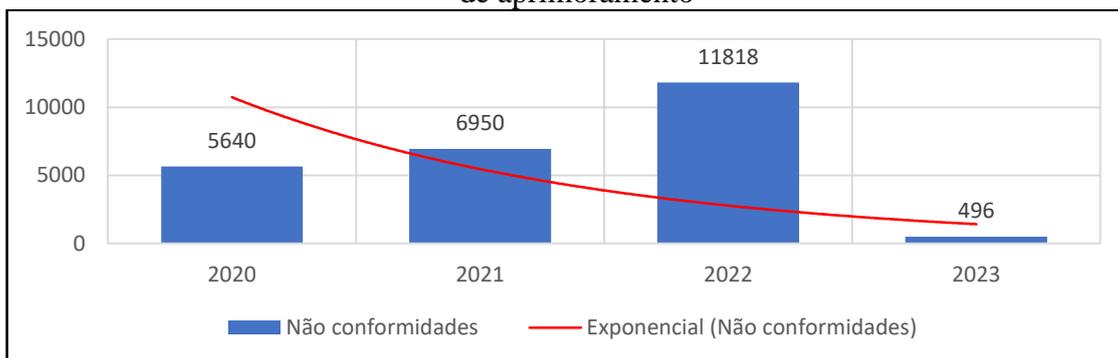
#### 4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a implementação das ações de aprimoramento, focadas na redução das não conformidades, na diminuição dos gastos extras e na padronização dos processos, foram observados resultados positivos significativos. As não conformidades foram reduzidas, refletindo em menos retrabalho e maior consistência na qualidade dos produtos CKD. Isso não apenas melhorou a eficiência operacional, mas também contribuiu para a redução dos custos adicionais associados a falhas e retrabalhos.

A padronização dos processos trouxe maior clareza em todas as etapas, desde o recebimento dos materiais até a expedição final. Isso resultou em uma operação mais fluida e previsível, permitindo um melhor planejamento e controle de recursos e prazos de entrega. Além disso, a documentação mais precisa e os procedimentos bem definidos facilitaram a identificação e correção rápida de eventuais problemas, promovendo uma cultura organizacional focada na excelência e na satisfação do cliente.

Após a implementação de um processo de aprimoramento, observou-se uma redução significativa no número de não conformidades registradas de 2022 para 2023 (Figura 34). Em 2022, o número de não conformidades atingiu 11.818, refletindo os desafios e lacunas identificados no controle de qualidade. Após a implementação das melhorias planejadas, em 2023 esse número foi reduzido para 496.

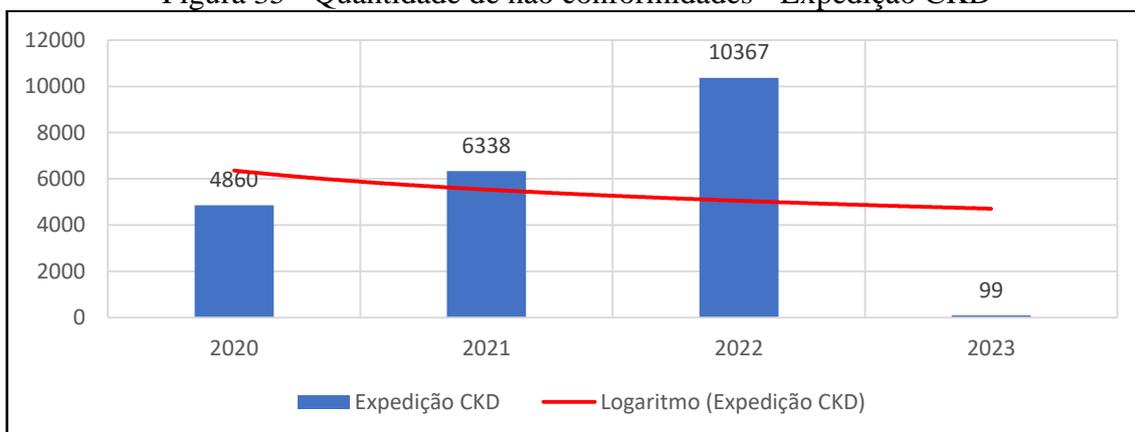
Figura 34 - Quantidades de não conformidades em produtos expedidos após o processo de aprimoramento



Fonte: o autor (2024).

Após a implementação das melhorias, também houve uma redução significativa no número de não conformidades no processo de expedição de CKD (Figura 35). Em 2022, foram registradas 10.367 não conformidades nessa área e, em 2023, o número de não conformidades foi reduzido a 99, evidenciando os impactos das melhorias implementadas.

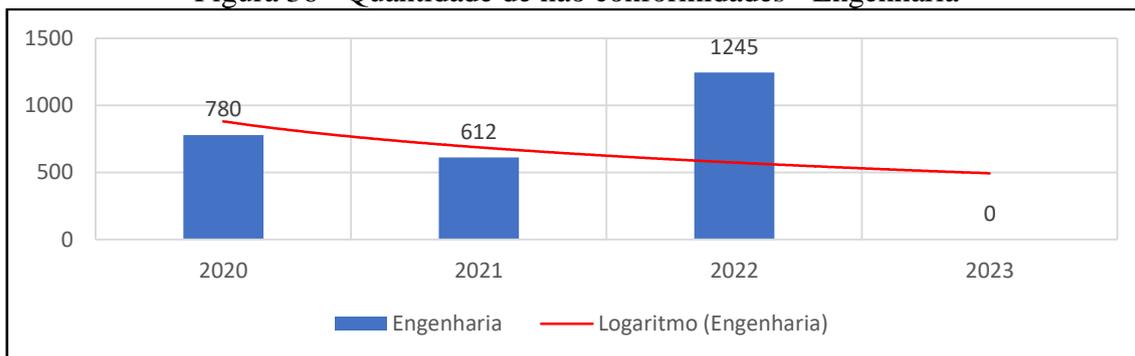
Figura 35 - Quantidade de não conformidades - Expedição CKD



Fonte: o autor (2024).

A área de engenharia também refletiu a eficácia das melhorias implementadas. O número de não conformidades, que havia sido de 1.245 em 2022, foi zerado em 2023 (Figura 36).

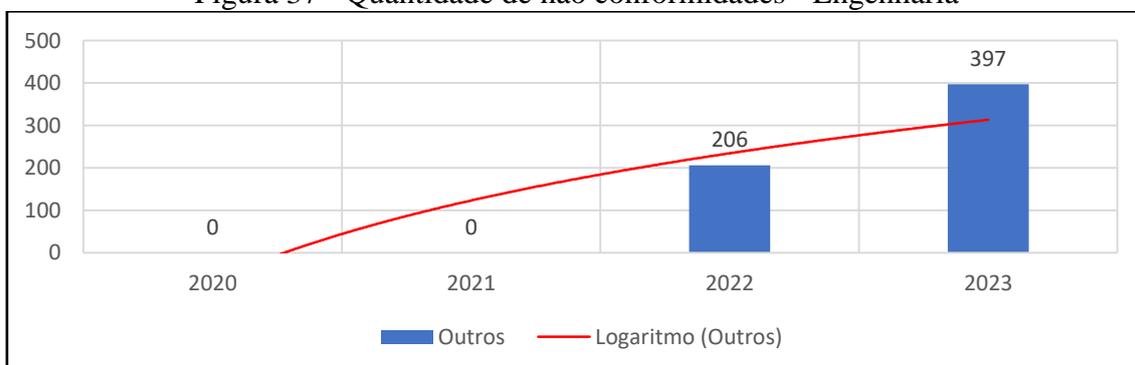
Figura 36 - Quantidade de não conformidades - Engenharia



Fonte: o autor (2024).

Por outro lado, houve um aumento no número de não conformidades em outras áreas do processo de 206 em 2022 para 397 em 2023 (Figura 37). Esse aumento pode indicar desafios persistentes ou novos que surgiram no controle de qualidade ou na gestão de processos durante esse período. Portanto, é importante monitorar de perto essas não conformidades para identificar as causas subjacentes e implementar medidas corretivas eficazes, garantindo assim a melhoria contínua e a conformidade com os padrões estabelecidos.

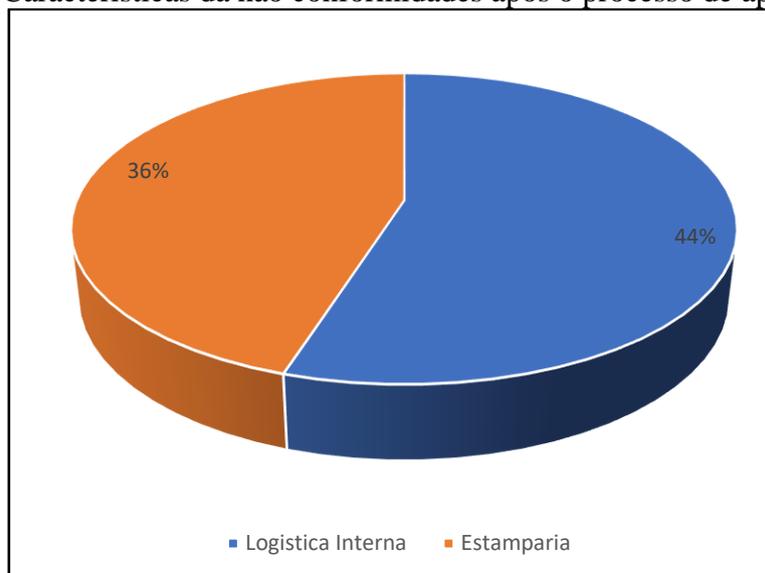
Figura 37 - Quantidade de não conformidades - Engenharia



Fonte: o autor (2024).

As não conformidades encontradas nos processos de logística interna e estamperia são desafios importantes que precisam de atenção e ações corretivas eficazes. Em 2022, foram registradas 218 ocorrências na logística interna, representando 44% do total, e 179 ocorrências na estamperia, equivalendo a 36% (Figura 38). Esses números destacam áreas específicas onde problemas operacionais podem afetar a eficiência e a qualidade no processo de expedição de produtos em CKD.

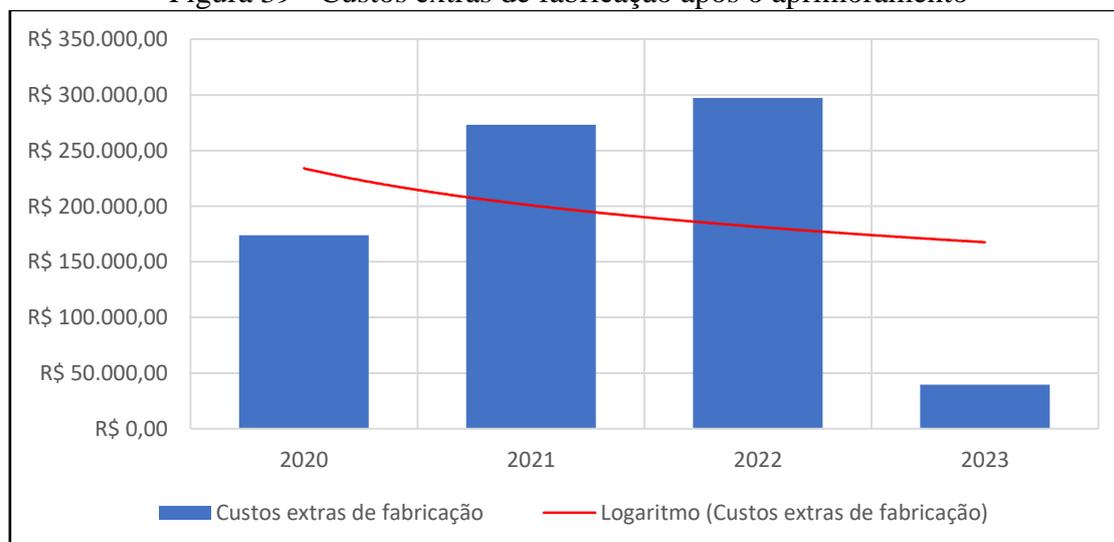
Figura 38 - Características da não conformidades após o processo de aprimoramento



Fonte: o autor (2024).

Após a implementação das ações de melhoria, houve uma redução significativa no custo extra de fabricação de 2022 para 2023 (Figura 39). Em 2022, os custos extras de fabricação totalizaram R\$ 297.248,27 enquanto em 2023, esse valor diminuiu consideravelmente para R\$ 39.656,05. Essa redução representa uma melhoria substancial na eficiência operacional e na gestão de custos, refletindo esforços para identificar e mitigar desperdícios e não conformidades ao longo do processo de fabricação. A diminuição dos custos extras também sugere um impacto positivo nas margens de lucro e na competitividade da empresa, reforçando a importância de práticas contínuas de controle de qualidade e gestão financeira rigorosa.

Figura 39 - Custos extras de fabricação após o aprimoramento



Fonte: o autor (2024).

## 5 CONCLUSÕES

A implementação das alternativas para melhorar o processo logístico de produtos em CKD trouxe resultados significativos, destacando o sucesso das ações implementadas. Primeiramente, a interação entre as áreas de Engenharia e Logística se mostrou eficaz. A colaboração entre essas duas áreas garantiu que o desenvolvimento do produto e as necessidades logísticas estivessem alinhados, facilitando uma coordenação eficiente na gestão dos materiais. Essa integração aprimorou a comunicação e a harmonia entre as equipes, resultando em um processo mais fluido e bem coordenado.

Outra melhoria notável foi a otimização do fluxo logístico de materiais até o recebimento na área de CKD. A revisão e o aperfeiçoamento dos processos de armazenamento e transporte asseguraram que os materiais chegassem de forma mais organizada e eficiente. Melhorias no layout de armazenagem e no fluxo de expedição reduziram significativamente os gargalos e atrasos. Essas mudanças tornaram o processo mais ágil, aumentando a capacidade de resposta e a flexibilidade da área de CKD.

Além disso, a redução dos custos com fretes extras foi uma conquista importante. No período de 2020 a 2022, foram gastos R\$ 234.000,00 com fretes extras para a América do Sul, Central e África. Após o processo de aprimoramento, esses gastos foram reduzidos para R\$ 19.500, representando uma redução de 92%. A otimização dos processos logísticos e a melhor coordenação entre as equipes resultaram em uma gestão mais eficiente dos recursos e em uma diminuição nos custos de transporte. Essa economia contribuiu para uma melhor alocação de recursos dentro da empresa, aumentando a rentabilidade geral.

Em resumo, a avaliação dos resultados confirmou que as ações de aprimoramento atingiram os objetivos esperados. O planejamento detalhado, a implementação eficaz e o monitoramento constante garantiram o alcance dos resultados desejados. A integração entre áreas, a melhoria do fluxo logístico, o controle eficiente de materiais e a redução de custos foram evidências claras do sucesso das estratégias adotadas.

### 5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Na dissertação, alguns aspectos logísticos dos processos de produtos CKD não foram explorados a fundo, apesar do potencial para melhorar o desempenho operacional.

Entre eles, destacam-se os distúrbios nos roteiros de manufatura e os desafios de coordenação na cadeia de suprimentos, que afetam a eficiência e sincronização do fluxo produtivo. Também é relevante a logística de movimentação interna e o armazenamento de materiais, cruciais para assegurar um fluxo contínuo de mercadorias.

Quanto ao método, enfrentou-se a falta de padronização e de referências consolidadas, o que dificultou a gestão integrada e gerou inconsistências entre as áreas. A ausência de dados robustos para análise aprofundada dos processos de separação e expedição limitou a capacidade de tomada de decisão e expôs a necessidade de uma gestão de informações mais estruturada.

Para estudos futuros, sugere-se a criação de indicadores específicos para monitorar a logística CKD, identificando gargalos e áreas de melhoria. Recomenda-se, também, uma análise detalhada da cadeia de suprimentos CKD, incluindo fornecedores internos e externos, e uma avaliação do *Total Cost of Ownership* (TCO) para embasar decisões estratégicas com uma visão ampla dos custos diretos e indiretos envolvidos.

## REFERÊNCIAS

ABATE, E; NEGUSSIE; GEBREHIWET, L. Identifying Standard SKD/CKD and Automotive Manufacturing Development Stage in Ethiopia. *International Journal of Research (IJR)*, 10(6), 265-294, 2023

ANFIR. *Anuário da Indústria de Implementos Rodoviários 2021*. Associação Nacional Fabricantes de Implementos Rodoviários, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.implementos.net.br/anfir2021/99/>. Acesso em: 16 set. 2024

BARAT, J. *Planejamento das infraestruturas de logística e transporte*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), [s. l.], 2012. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/5228>. Acesso em: 8 abr. 2023

BORHO, H. Gestão do conhecimento na manufatura. *Revista Gestão e Produção*, v. 19, n. 2, p. 247-264, 2012.

BOROLD A; TEUCKE M.; RUST J. & FREITAG M. Recognition of car parts in automotive supply chains by combining synthetically generated training data with classical and deep learning based image processing. 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems, *Procedia CIRP* 93, p. 377–382, 2020

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. *Gestão logística da cadeia de suprimentos*. 4. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014. 32 p. 2001.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J., COOPER, M. *Gestão logística de cadeias de suprimento*. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOWERSOX, D J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2010.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. *Logística empresarial: O processo de integração da cadeia de suprimentos*. São Paulo: Atlas, 2007.

BRASIL. Ministério da Economia. Câmara de Comércio Exterior. Resolução GECEX nº 314, de 24 de fevereiro de 2022. Publicada no Diário Oficial da União [DOU], Edição 41, Seção 1, p. 69, 02 mar. 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-gecex-n-314-de-24-de-fevereiro-de-2022-383084244>. Acesso em: 10 nov. 2024.

CLEMONS, E. K.; REDDI, S. P.; ROW. M. C. The impact of information technology on the organization of economic activity: the ‘move to the middle’ hypothesis. *Journal of Management Information Systems*, v. 10, n. 2, p. 9-35, 1993.

COOPER, R.G. Stage-gates a new tool for managing new products. *Business Horizons*, v.33, n.3,1990.

East African Community (EAC). (2022). Common External Tariff (CET) - 2022 Version (as of 30th June). Kenya Revenue Authority. Available at: <https://kra.go.ke/images/publications/EAC-CET-2022-VERSION-30TH-JUNE-Fn.pdf>

FERNANDES, D. A logística como forma de obter vantagem competitiva. *Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão*, Presidente Prudente, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://www.unoeste.br/site/enepe/2012/suplementos/area/Humanarum/Ci%C3%AAs%20Sociais%20Aplicadas/Economia/A%20LOG%3%8DSTICA%20COMO%20DIFERENCIAL%20COMPETITIVO.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2023

FERREIRA, A. B. H. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. 2.ed. Rio de Janeiro: ed. Nova Fronteira. 1986

FERREIRA, T. M. G. *Planeamento e Definição de uma Linha CKD Double Decker*. 2009. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, [S. l.], 2009. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up>.

FREITAS JÚNIOR, F. J. A logística como forma de obter vantagem competitiva. *Revista Souza Marques*, v. 1, n. 35, p. 37-79, 2017.

KIM W. (2013). The evolution of a corporate system: the case of production and employment structures in the Toyota Group, *The Kyoto Economic Review*, 82(1-2), 31-58. <https://doi.org/10.11179/ker.82.31>.

GARCIA, E; GARCIA.; O. P.; STRASSBURG, U. A importância da logística na gestão do estoque. *Brasil Universidade Estadual do Oeste do Paraná*, [s. l.], 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/267769250\\_A\\_IMPORTANCIA\\_DA\\_LOGISTICA\\_NA\\_GESTAO\\_DO\\_ESTOQUE](https://www.researchgate.net/publication/267769250_A_IMPORTANCIA_DA_LOGISTICA_NA_GESTAO_DO_ESTOQUE)

GIESA, F.; KOPFER, H. Management logistischer Dienstleistungen der Kontraktlogistik (Management of Logistic services of Contract Logistics). *Logistik Management*, S. 43-53. 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/37922046\\_Management\\_logistischer\\_Dienstleistungen\\_der\\_Kontraktlogistik](https://www.researchgate.net/publication/37922046_Management_logistischer_Dienstleistungen_der_Kontraktlogistik)

TRIPPNER, V.; MALHOTRA. M. K. Transaction cost framework in operations and supply chain management: theory and measurement. *Journal of Operations Management*, v. 21, n. 4, p. 457-473, 2003.

GONÇALVES, P. S. *Logística e cadeia de suprimentos: o essencial*. Barueri: Manole, 2013

GUERREIRO, R.; BIO, S. R.; MENDE, S. F. Logística integrada, gestão da cadeia de suprimentos e mensuração de custos e resultados logísticos: Um estudo com empresas brasileiras. *Advances in Scientific and Applied Accounting*, v. 4, n. 1, p. 73-100, 2011.

GUIMARÃES, José Pedro Coelho. *Concepção de Linha de Expedição de Materiais CKD na CaetanoBus*. 2013. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, [S. l.], 2013. Disponível em: *Concepção de Linha de Expedição de Materiais CKD, na CaetanoBus*. Acesso em: 11 jan. 2024

GUSMÃO, P. *Prestação de serviços logísticos no Brasil: avanços, desafios e perspectivas*. São Paulo: FATEC, 2016.

LAUGENI, F. P.; MARTINS, P. G. *Administração da Produção*. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2015.

LEAL PAURA, G. Fundamentos da Logística. [S. l.: s. n.], 2012. Disponível em: <https://proedu.rnp.br/handle/123456789/464>. Acesso em: 25 out. 2023.

MENDES R. (2020). "Impactos da Tarifa Externa Comum no Comércio Regional do Mercosul". *Revista Brasileira de Economia Regional e Urbana*, 15(2), 100-115

MOHAMMADY, G. 2012. Supply Management: A Transaction Cost Economics Framework. *South East European Journal of Economics and Business*, v. 7, n. 2, p. 139-147

OHNO K., Ohno I., & Nagashima A. *Report on the Automotive Industry Policy of Kenya*, JICA. Kenya Office, Nairobi. 2018

OHNO K. International Comparison of Automotive Assembly Policies for Inviting Global Players to Ethiopia and Supporting their Expansion. *GRIPS Development Forum*, Ethiopia. 2019

OLIVEIRA, M. L. *Análise da cadeia de suprimentos de importação de partes e peças automotivas envolvendo os conceitos de produção Completely-Knocked-Down (CKD) e Part-By-Part (PBP)*. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2007.

PIRES, S. R. I.; SACOMANO NETO, M. New configurations in supply chains: the case of a condominium in Brazil's automotive industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 13, n. 4, p. 328-334, 2008.

PLATT, A. *Logística e Cadeia de Suprimentos*. [S. l.: s. n.], 2013. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/412198315/Logistica-e-Cadeia-de-Suprimentos-3ed-Online>. Acesso em: 9 abr. 2023.

ROB P. Reforming automobile excise taxes in the ASEAN region for pro-growth and proenvironment outcomes. *World Customs Journal*, v. 10, n. 1, p. 45-72, 2016.

SCHWEDE C; SONG Y; SIEBEN B; HELLINGRATH A. A Simulation-based method for the design of supply strategies to enter developing markets. *International journal of Simulation and Process Modeling*, v.5, n. 4, 2009

SOARES, J. R. *Estudo de caso de exportação em CKD (Completely Knocked Down) em uma montadora de carros*. Monografia (Especialização em Logística Estratégica e Sistemas de Transporte) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUBD-9EJEDF>. Acesso em: 19 fev. 2023.

SONG, Y. *Analysis and Development of Tools for Improving the CKD Supply Network in the Automotive Industry*. Dortmund: Verlag Praxiswissen, 2009.

STOCK, G.; GREIS, N. P.; KASARDA, J. D. Logistics, strategy and structure: a conceptual framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, v. 29, n. 4, p.224-239, 1999.

TRIPP, D. Action research: a methodological introduction. *Educação e Pesquisa*, v. 31, p. 443–466, 2005.

TRIPPNER, K. *Systematische Risikobewertung in versorgungslogistischen Systemen in der Automobilindustrie – Analyse Internationaler Hersteller in China*. PhD. Thesis. Brandenburg University, 2006.