

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ  
ELISA ANTICO MONTEIRO DE BRITO**

**MELHORIA CONTÍNUA APLICADA NA REDUÇÃO DE  
PARADA DE LINHA POR FALTA DE PEÇAS:  
Um estudo de caso único**

**Taubaté - SP  
2018**

**ELISA ANTICO MONTEIRO DE BRITO**

**MELHORIA CONTÍNUA APLICADA NA REDUÇÃO DE  
PARADA DE LINHA POR FALTA DE PEÇAS:  
Um estudo de caso único**

Trabalho de Graduação apresentado para  
obtenção do Certificado de Graduação do  
curso de Engenharia de Produção  
Mecânica do Departamento de  
Engenharia Mecânica da Universidade de  
Taubaté.

Orientador: Prof. Msc. Paulo Cesar  
Corrêa Lindgren

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Me. Maria Regina  
Hidalgo de Oliveira  
Lindgren

**Taubaté – SP  
2018**

**SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU**

B862m Brito, Elisa Antico Monteiro de  
Melhoria contínua aplicada a redução de parada de linha por falta de peças: um estudo de caso único / Elisa Antico Monteiro de Brito. -- 2018.  
66 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2018.

Orientação: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Profa. Ma. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Indústria de Autopeças. 2. Lean Manufacturing. 3. Melhoria Contínua.  
I. Título. II. Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

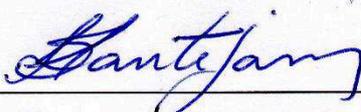
CDD – 658.5

ELISA ANTICO MONTEIRO DE BRITO

**MELHORIA CONTÍNUA APLICADA NA REDUÇÃO  
DE PARADA DE LINHA POR FALTA DE PEÇAS:  
Um estudo de caso único**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE  
DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE "GRADUADO EM  
**ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA**"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA



Prof. Msc. FÁBIO HENRIQUE FONSECA SANTEJANI  
Coordenador de Trabalho de Graduação

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Msc. Paulo Cesar Corrêa Lindgren  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof<sup>a</sup>. Me. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Msc. Antonio Ricardo Mendrot  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

18 de outubro de 2018

Dedico este trabalho aos meus pais Edson Monteiro de Brito e Débora da Silva Antico Monteiro Brito, aos amigos pela paciência e aos meus professores que foram essenciais na minha trajetória até o momento.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais Edson e Débora, que sempre incentivaram meus estudos e acreditaram em meu potencial.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu seu ambiente, seus recursos e profissionais capacitados que contribuíram para minha formação acadêmica.

Ao meu orientador, Paulo Cesar Corrêa Lindgren por toda a motivação, incentivo, atenção e troca de conhecimentos que foram essenciais na orientação deste trabalho.

Ao professor Antonio Ricardo Mendrot e, à professora coorientadora, Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, por aceitarem de prontidão a compor a banca examinadora e por agregarem conhecimentos importantes para meu desenvolvimento profissional.

## RESUMO

Uma linha de produção, operando de maneira correta em uma empresa, garante a eficiência produtiva. Um fluxo contínuo é essencial para que os processos alcancem a produtividade. No caso de indústrias de autopeças, devido à alta demanda, a busca pela eficiência em seus processos é fator imprescindível para que a competitividade seja mantida. Por outro lado, o patamar desejado de produtividade muitas vezes não se é alcançado, como o ocorrido na empresa Alfa, localizada no Vale do Paraíba, que teve seus processos afetados devido a questões relacionadas à falta de peças na linha de produção. Então, por meio de um Estudo de Caso, este trabalho tem por objetivo demonstrar a solução do problema enfrentado pela empresa Alfa a partir de conceitos relacionados à Melhoria Contínua. Partindo do problema chave da parada de linha por falta de peças, ferramentas e conceitos *Lean* foram utilizados como metodologia de estudo para que causas relacionadas a esse problema fossem identificadas e eliminadas. Após a utilização dos conceitos de Melhoria Contínua, baseados no *Lean Manufacturing*, foi possível encontrar resultados que mostraram a criação de um fluxo contínuo e eficiente nos processos da empresa, além de ganhos de produtividade e redução de desperdícios por meio da eliminação de processos desnecessários.

**Palavras-chave:** *Lean Manufacturing*. Melhoria Contínua. Produtividade. Fluxo. Indústria de Autopeças.

## **ABSTRACT**

A production line, operating correctly in a company, ensures process efficiency. A continuous flow is essential to achieve productivity. In case of auto parts industry, due to the high demand, the pursuit of efficiency in the process is an essential factor for competitiveness to be maintained. On the other hand, the desired level of productivity is often not reached, as occurred in the company Alfa, located in Vale do Paraiba, which had the process affected by the lack of parts in the production line. Then, through a case study, this work aims to show the solution of the problem faced by the company from concepts related to continuous improvement. Starting from the key problem of line stoppage due to the lack of parts, tools and Lean concepts were used as study methodology so that causes related to this problem were identified and eliminated. After using the concepts of continuous improvement based on Lean Manufacturing, it was possible to find results that showed the creation of continuous and efficient flow in the processes of the company, besides gains of productivity and reduction of waste by eliminating unnecessary processes.

**KEYWORDS:** Lean Manufacturing. Continuous Improvement. Productivity. Flow. Auto parts industry.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Estado atual .....  | 25 |
| Figura 2 – Estado futuro .....   | 26 |
| Figura 3 – Símbolos VSM.....   | 28 |
| Figura 4 – Ícones VSM.....   | 28 |
| Figura 5 – Planejamento e controle.....  | 34 |
| Figura 6 – Níveis de atividades produtivas.....  | 35 |
| Figura 7 – Representação de chassi.....  | 42 |
| Figura 8 – Gráfico de Pareto .....   | 44 |
| Figura 9 – Diagrama de Ishikawa.....   | 48 |
| Figura 10 – <i>Kanban</i> de produção .....  | 48 |
| Figura 11 – Quadrantes matriz impacto x esforço.....   | 50 |
| Figura 12 – Mapeamento do estado atual.....  | 51 |
| Figura 13 – Gráfico das taxas de paradas antes das melhorias realizadas .....                            | 52 |
| Figura 14 – Mapeamento e <i>Lead Time</i> antes das melhorias realizadas .....                           | 53 |
| Figura 15 – Mapeamento e <i>Lead Time</i> após as melhorias realizadas .....                             | 54 |
| Figura 16 - Gráfico das taxas de paradas por abastecimento antes e depois das melhorias realizadas ..... | 55 |
| Figura 17 – Quantidade de itens por área <i>versus</i> quantidade de itens em <i>Kanban</i> ..           | 56 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Taxa de perdas no período de janeiro à setembro de 2017 ..... | 44 |
|--|----|

## LISTA DE QUADROS

|  |    |
|--|----|
| Quadro 1 – Atividades atuais .....                               | 45 |
| Quadro 2 – Modelo 5 porquês .....                                | 47 |
| Quadro 3 – 5W2H .....  | 49 |
| Quadro 4 – Eliminação das atividades que não agregam valor ..... | 55 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|              |  |
|--------------|--|
| <b>DMAIC</b> | <i>Define, Measure, Analise, Improve, Control</i> (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar)      |
| <b>ERP</b>   | <i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento dos Recursos da Empresa)                             |
| <b>ITO</b>   | <i>Input, Transformação, Output</i>  |
| <b>JIT</b>   | <i>Just in Time</i> ("O Justo, A Tempo")   |
| <b>MRP</b>   | <i>Material Resources Planning</i> (Planejamento das Necessidades de Materiais)                        |
| <b>PDCA</b>  | <i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planejar, Fazer, Checar, Agir)  |
| <b>SMED</b>  | <i>Single Minute Exchange of Die</i> (Troca Rápida de Ferramentas)                                     |
| <b>SIPOC</b> | <i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i> (Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas, Clientes) |
| <b>TPM</b>   | <i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)                                       |
| <b>VSM</b>   | <i>Value Stream Mapping</i> (Mapeamento do Fluxo de Valor)   |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....  | 13 |
| <b>1.1 Objetivos</b> .....   | 14 |
| 1.1.1 Objetivo Geral .....   | 14 |
| 1.1.2 Objetivo Específico.....   | 14 |
| <b>1.2 Delimitação do estudo</b> .....   | 14 |
| <b>1.3 Relevância do estudo</b> .....  | 14 |
| <b>1.4 Organização do trabalho</b> .....   | 15 |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....   | 16 |
| <b>2.1 A indústria automobilística – uma evolução histórica em linhas gerais</b> .....   | 16 |
| <b>2.2 A fabricação de autopeças</b> .....   | 17 |
| <b>2.3 O Sistema Toyota de Produção – origem e evolução</b> .....                        | 18 |
| <b>2.4 Os principais desperdícios e as ferramentas para combatê-los</b> .....            | 19 |
| <b>2.5 O planejamento e controle da produção e os problemas de parada de linha</b> ..... | 32 |
| <b>3 METODOLOGIA</b> .....   | 37 |
| <b>3.1 Tipos de pesquisa</b> .....   | 37 |
| <b>3.2 Estudo de caso</b> .....  | 38 |
| <b>4 DESENVOLVIMENTO</b> .....   | 41 |
| <b>4.1 Caracterização da empresa Alfa e seus produtos e processos</b> .....              | 41 |
| <b>4.2 Os problemas de parada de linha por falta de peças</b> .....                      | 42 |
| <b>4.3 Aplicação das ferramentas de melhoria contínua</b> .....                          | 46 |
| <b>4.4 Situações “antes” e “depois” (VSM dos Estados Atual e Futuro)</b> .....           | 51 |
| <b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....  | 53 |
| <b>6 CONCLUSÃO</b> .....   | 58 |
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 59 |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 63 |
| <b>Anexo 1 – 5W2H</b> .....  | 63 |
| <b>Anexo 2 – Diagrama de Ishikawa</b> .....  | 64 |
| <b>Anexo 3 – Mapeamento do Estado Atual</b> .....  | 65 |
| <b>Anexo 4 – Mapeamento e <i>Lead Time</i> após as melhorias realizadas</b> .....        | 66 |

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias estão em constante busca da alta produtividade em suas linhas de produção, seja mediante uma correta distribuição (fluxo) de peças ou excelência em seus processos. Por outro lado, muitas vezes o patamar desejado de produtividade não se é alcançado, devido a problemas como paradas de linha por falta de peças e ineficiência de operações. Filosofias como *Lean Manufacturing* permitem identificar todas as precariedades existentes nos processos, eliminando-os ou corrigindo-os, tornando a produção enxuta e eficiente.

O *Lean Manufacturing* surgiu na Toyota, após a Segunda Guerra Mundial, pelo seu criador Taiichi Ohno. O *Lean* trata-se de uma filosofia operacional, que, por meio da otimização dos processos, torna o trabalho mais satisfatório e elimina desperdícios. É uma forma de especificar valor, realizar atividades sem interrupção, e realizá-las de forma cada vez mais eficiente. Se combinado com suas ferramentas de apoio, como *Kaizen*, 5S, VSM, *Kanban*, entre outras, garante a busca pela eficiência dos processos e operações.

Segundo o *Lean Institute* Brasil (sem data), a implementação do Lean nas indústrias ocorre por meio das próprias ações e participação de todos da organização e, após alinhamento das necessidades da empresa, pode-se iniciar o processo de implementação.

Diante disso, cabe à área de Melhoria Contínua das indústrias a responsabilidade por analisar estes processos ineficazes e melhorá-los, aprimorando o fluxo de produção, eliminando possíveis desperdícios e transmitindo o *Lean Thinking* (pensamento *Lean*) para todos os envolvidos na organização.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

O objetivo geral deste trabalho será apresentar um estudo de caso realizado em uma fábrica de autopeças, relacionado ao problema de parada de linha por falta de peças, onde serão contextualizadas as práticas e ferramentas utilizadas para solucionar o problema em questão.

### **1.1.2 Objetivo Específico**

O objetivo específico é enfatizar a aplicação da Melhoria Contínua e seus ganhos em indicadores de produtividade, *Lead Time* e *OEE*, verificando os ganhos obtidos a partir da melhoria de processos ineficientes tendo como base os princípios da Filosofia *Lean*.

## **1.2 Delimitação do estudo**

Este trabalho será delimitado apenas a questões voltadas à Melhoria Contínua e princípios *Lean Manufacturing*, dando maior ênfase contextual às ferramentas *VSM*, *Kanban* e *Kaizen*.

## **1.3 Relevância do estudo**

O estudo em questão é bastante relevante, pois trata de assuntos importantes ao desenvolvimento não só de indústrias de manufatura, mas também de qualquer outro ramo de atividades. Estudo este que demonstra a importância do desenvolvimento de uma cultura voltada para a prática constante da Melhoria Contínua dentro das organizações.

## 1.4 Organização do trabalho

Esse trabalho está estruturado em cinco capítulos:

No primeiro capítulo apresenta-se a Introdução, contendo o objetivo geral, objetivo específico, delimitação do tema, relevância do estudo e organização do trabalho.

No segundo capítulo, denominado de Revisão de Literatura, são contextualizados a origem e princípios do *Lean Manufacturing* e a história das indústrias automobilísticas e fabricantes de autopeças.

No terceiro capítulo, tem-se a Metodologia aplicada para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

No quarto e quinto capítulos são abordados os Resultados e as Conclusões, respectivamente, e por fim, as Referências Bibliográficas e Anexos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A Indústria Automobilística – uma evolução histórica em linhas gerais

A indústria automobilística, no âmbito nacional, é constituída pelas montadoras de veículos e pelos fabricantes de autopeças. Trata-se de um setor industrial que, desde o seu nascimento até o momento atual, enfrenta diversas reestruturações a fim de adequar-se à competição de mercado (LIMA, 2016).

Segundo Catto (2015), em meados da década de 1950, a indústria automobilística começou a ganhar espaço no território brasileiro, momento em que o país passava por uma intensificação industrial resultante da política desenvolvimentista instituída pelo então presidente Juscelino Kubitschek.

Nos anos de 1960 e 1970, políticas industrializantes marcaram o aumento da produtividade, assim como no setor automobilístico, criando futuramente, um problema de excesso de capacidade produtiva, ou seja, não haveria o equilíbrio entre oferta e procura (CATTO, 2015).

[...] o período militar foi caracterizado por uma ampla gama de políticas no setor automobilístico. Durante esta época, salienta-se que o Milagre Econômico desenvolveu esta indústria com taxas de crescimento nunca vistas antes. Inclusive, aumentou a capacidade produtiva em demasia, criando no período seguinte, a década de 1980, um problema de excesso de oferta e de capacidade ociosa (CATTO, 2015, p. 11).

Na década de 2000, o constante aumento do número de automóveis atraiu o interesse de montadoras e fabricantes de autopeças que investiram em um mercado favorável no Brasil. Para Lima (2016), desde 2002 até 2016 a fabricação de veículos teve resultado mais acentuado quando comparado com outras indústrias em geral.

O desenvolvimento do setor automobilístico teve grande importância para o crescimento industrial brasileiro, sendo responsável pela geração de empregos e crescimento da economia interna do país.

## 2.2 A fabricação de autopeças

Devido ao crescimento constante da indústria automobilística no Brasil, surgiu a necessidade de se reestruturar as indústrias de autopeças para que fosse possível desenvolver produtos de reposição que sustentassem o setor automobilístico. Dessa forma, a cadeia de fornecedores foi reestruturada de maneira que as montadoras se responsabilizaram por questões características do produto, voltadas para a engenharia, enquanto os fornecedores se responsabilizaram pelo aprimoramento de processos e sistemas que irão formar o automóvel. Segundo Barros, Castro e Vaz (2015), essa cadeia de fornecedores é composta por três níveis de classificação:

a) Nível 1: São fornecedores que possuem um contato direto com as montadoras. São responsáveis por comandar os processos do produto. Muitas vezes são grandes empresas que atuam nos segmentos que irão formar o produto final;

b) Nível 2: São os responsáveis fabricar e enviar peças para as empresas do primeiro nível. As empresas do nível 2, abastecem o mercado das indústrias de peças de reposição;

c) Nível 3: São empresas que fornecem matéria-prima para ambas as empresas dos níveis 1 e 2.

As indústrias de autopeças apresentam uma vasta variedade de produtos capazes de suprir a necessidade das montadoras, atender o mercado e atingir o mercado externo. Assim como a importação compõe grande parte do mercado de autopeças, somando 11,8 bilhões de dólares acumulados em 2017, a exportação tem se destacado, compondo aproximadamente 6,6 bilhões de dólares no faturamento em 2017, segundo informações retiradas da balança comercial do Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores (SINDIPEÇAS, 2017). Os três principais países que recebem exportações de autopeças brasileiras são Argentina, em primeiro lugar, correspondendo a um acréscimo de 34% das vendas, cerca de 136 milhões de dólares exportados, seguida dos Estados Unidos, que apresentou acréscimo de 21%, aproximadamente 84 milhões de dólares e México, com acréscimo de 48%, totalizando cerca de 34 milhões de dólares exportados.

Sendo assim, o setor de autopeças tem apresentado constante crescimento, enfatizando cada vez mais sua importância no mercado automobilístico.

### **2.3 O Sistema Toyota de Produção- origem e evolução**

Segundo Womack, Jones e Roos (1990), o sistema Toyota de Produção, é um sistema que garante o aumento da produtividade e eficiência evitando desperdícios sem criar estoque. Foi desenvolvido pela Toyota entre os anos de 1948 e 1975 no Japão, após um estudo realizado por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno no qual chegaram à conclusão de que a produção em massa não seria muito eficiente no Japão, nascendo o que, inicialmente, foi chamado de *Just in Time*. Ocidentalizado o *Just in Time* como produção enxuta (*Lean Manufacturing*), com a idéia de tornar o sistema de produção puxado a partir da demanda, produzindo apenas o necessário, no momento necessário, sem atrasos nem adiantamentos. Após a Segunda Guerra Mundial, que encerrou as poucas indústrias automobilísticas que surgiram no país, Toyoda decidiu vincular-se à fabricação de carros e caminhões, porém, deparou-se com dificuldades, como a economia devastada do país pós-guerra e os inúmeros produtores externos que desejavam ingressar no mercado japonês. Por outro lado, esse último problema se tornou fundamental para a Toyota conquistar seu lugar no ramo automobilístico. Dessa forma, novas técnicas de produção tiveram início, como a seção de estampagem, por exemplo (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

A partir de então, a produção enxuta começou a ganhar espaço nos processos industriais. Com o constante aumento da produção, foi necessário diminuir o tempo ocioso durante a troca dos moldes das prensas que executavam a operação de estampagem, foi assim que o Taiichi Ohno, após estudos e experiências realizadas, acabou realizando a técnica de “troca rápida de ferramentas”, reduzindo o tempo necessário de troca de um dia para apenas três minutos (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Com esse novo processo, também foi possível diminuir o volume de produção, eliminando os enormes estoques que eram exigidos pela produção em massa (WOMACK; JONES; ROOS, 1990).

As consequências dessa última descoberta foram imensas, fazendo com que o pessoal da sessão de estamparia se preocupasse bem mais com a

qualidade, e eliminando o desperdício com o grande número de peças defeituosas – reparadas a um altíssimo custo, ou até jogadas fora – descobertas bem depois de terem sido fabricadas (WOMACK; JONES; ROOS, 1990, p. 44).

No início de 1960, os princípios da produção enxuta já estavam elaborados e as demais indústrias japonesas de produção em massa adotaram boa parte deles, obtendo vantagem sobre os produtores em massa de outros países. Isso fez com que as empresas norte-americanas, europeias e coreanas tentassem se igualar ao desenvolvimento das indústrias japonesas. Para Womack, Jones e Roos (1990) o sistema de produção enxuta se mostrou superior ao sistema de produção em massa nos quesitos de qualidade e produtividade, que se tornaram metas complementares. O novo sistema de produção é mais eficiente, pois utiliza menos recursos, atende melhor as necessidades dos consumidores e aproveita melhor as capacidades intelectuais dos funcionários, além de que organizou toda a cadeia de valor e iniciou o sistema puxado, evitando produções baseadas em previsões de demanda.

Portanto, é notável o sucesso mundial alcançado pelo Sistema Toyota de Produção e os benefícios que esse novo sistema trouxe para o desenvolvimento de muitas indústrias, sendo atualmente conhecido como Filosofia *Lean*, pois se trata de uma nova forma de pensar qualquer tipo de negócio, sendo utilizado em outros ramos de atividades e não somente na manufatura.

## **2.4 Os principais desperdícios e as ferramentas para combatê-los**

A base do Sistema Toyota de Produção são os princípios do pensamento enxuto, ou pensamento *Lean*. Esse princípio se baseia na identificação e eliminação dos desperdícios, especificando valor e identificando ações que agregam valor. Produzir grande quantidade de um mesmo produto, além de gerar desperdícios, elevam-se os custos (OHNO, 1978).

Ohno (1978) apresenta sete tipos de desperdícios, que são:

a) Superprodução: Produzir mais do que o necessário a partir de previsões de demanda;

b) Estoques: Excesso de produtos em estoque, causando custos de armazenagem, perda de produtos devido ao longo período de armazenagem, lead time longos, entre outros;

c) Retrabalho: Produzir peças fora do que foi especificado pelo cliente, gerando defeitos e necessidade de retrabalho;

d) Processos não necessários: Processos realizados que não fazem diferença no produto final;

e) Transporte desnecessário: Desorganização do local de trabalho causando a necessidade de um deslocamento maior;

f) Movimentação: Qualquer movimento que seja considerado inútil ser realizado pelo operador;

g) Espera: Funcionários que passam certo período de tempo ocioso, aguardando o início da próxima atividade, ou aguardando a chegada de peças, ferramentas, etc.

Para Ohno (1978), a eficiência das operações pode aumentar com a eliminação destes desperdícios. Para isso, deve-se ser produzida apenas a quantidade necessária, identificando o excesso de trabalhadores e assim, utilizá-los em outras atividades.

Segundo as palavras de Womack, Jones e Roos (1990), o Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) é poderoso ao combater os sete desperdícios, pois seus princípios se baseiam em especificar valor, identificar fluxo de valor, criar fluxo contínuo, inverter o fluxo de produção empurrada para puxada e buscar a perfeição.

O *Lean Thinking* utiliza ferramentas que colocam em prática seus princípios, sendo as principais delas:

5S: Em se tratando de ferramentas do *Lean Thinking*, o 5S apresenta objetivos que estão dentro desse conceito, pois visam a melhora da qualidade, melhora no ambiente de trabalho e a qualidade de vida dos funcionários; conscientiza para ações que colaborem com a organização e limpeza do ambiente; redução nos acidentes de trabalho, e melhor relacionamento entre funcionários (MOREIRA, 2011).

Conforme contextualizado por Moreira (2011), o 5S é originado de cinco palavras japonesas que começam com a letra S, que são:

*Seiri* (Senso de Utilização): Saber separar o que é inútil e eliminar o que é desnecessário. A ideia é ter e utilizar somente o necessário na quantidade necessária.

*Seiton* (Senso de Arrumação): Arrumar e organizar tudo para que qualquer pessoa possa encontrar facilmente. Reduz o tempo que pode ser gasto ao procurar algum objeto, facilitando a visualização daquilo que se precisa.

*Seiso* (Senso de Limpeza): Manter o ambiente limpo e aprender a não sujar. Conscientiza sobre a importância de se viver em um ambiente limpo e harmonioso, pois, um local limpo gera qualidade e bem-estar.

*Seiketsu* (Senso de Saúde e Higiene): Manter o ambiente de trabalho limpo, organizado, favorável à higiene e saúde. A segurança e qualidade são maiores em um ambiente limpo.

*Shitsuke* (Senso de Autodisciplina): Transformar o 5S em um hábito, um modo de vida.

Para que o 5S seja colocado em prática, é necessário que todos tenham consciência da importância de cada uma das fases e torna-las uma rotina dentro da empresa. Medidas como colocar avisos de instrução em áreas que todos tenham visibilidade, colaboram para que sejam evitados possíveis erros (MOREIRA, 2011).

*Heijunka*: Ainda conforme contextualizado por Moreira (2011), o *heijunka* é uma ferramenta importante do *Lean Thinking*, também conhecido como “Programação Nivelada”. É um conceito relacionado à programação de produção, pois permite padronizar e nivelar os processos. Quando utilizado com outras técnicas, o *heijunka* permite estabilizar o fluxo de valor.

Gargalos nas operações são evitados em uma produção nivelada, pois, além de estabelecer a padronização dos processos, o *heijunka* os torna mais flexíveis, sendo possível prever as alterações no volume da produção. O nivelamento da produção, juntamente com a qualidade, tem como objetivo alcançar a produção JIT, reduzir estoques, custos e ociosidade (NIIMI, 2006).

Gestão Visual: São sinais visuais que auxiliam na detecção de possíveis ocorrências nos locais de trabalho. A gestão visual torna possível o entendimento da situação atual para todos os envolvidos, dessa forma, o processo recebe uma maior atenção, e caso ocorra alguma anormalidade, as correções podem ser feitas muito rapidamente. O sistema de gestão visual contribui para o desenvolvimento da liderança por parte dos gestores de uma organização, pois, estimula a necessidade de presenciar a situação onde realmente acontece, além de contribuir para o desenvolvimento da capacidade de planejamento e soluções de problemas. O uso da gestão visual não se limita apenas a áreas de produção, sendo bastante utilizada em quaisquer áreas que se desejam expor os processos e operações em tempo real (FERRO, 2009).

Ciclo PDCA: A técnica foi popularizada nos anos 1930 por Deming, devido a isso também ficou conhecida como Ciclo de Deming (NEVES, 2007).

Para Campos (2004), a ferramenta é utilizada para controlar os processos, padronizar informações as tornando mais fáceis de entender, e facilitar a realização de melhorias. Para isso, as ações são divididas em quatro fases:

*Plan* (Planejar): o plano é definido nesta fase. São estabelecidos métodos e metas que serão utilizados para que as metas sejam atingidas. Nesta fase podem ser utilizadas ferramentas como Diagrama de Ishikawa, Brainstorming, Gráfico de Pareto, e 5W2H. Para Campos (2004), essa fase é importante, pois, muitos processos não possuem diretrizes de planejamento e controle, sendo necessário estabelecer os procedimentos imprescindíveis para que se obtenham bons resultados durante a execução do método.

*Do* (Fazer): fase em que se executa o plano definido anteriormente e se inicia a coleta de dados. Treinamentos devem ser realizados nessa fase para todas as pessoas envolvidas.

*Check* (Checar): nesta fase é realizada a checagem dos dados coletados na fase anterior. A partir da análise dos dados, é possível verificar se o processo está conforme o planejado.

*Act* (Agir): nessa fase ocorre a implantação do que foi planejado, ou a correção de fatores que impossibilitaram que a meta fosse atingida. O encerramento

dessa fase indica o início de uma próxima (ciclo), dessa forma é possível que se realize o processo de melhoria contínua.

TPM: TPM é a ferramenta considerada a evolução da manutenção preventiva, foi desenvolvida e implementada por Nakajima nos anos 1970 apresentando grande expansão devido aos resultados positivos que as empresas que utilizaram a prática obtiveram (FERREIRA, 2012).

Segundo o contextualizado por Dutra (2012), o TPM possui oito pilares que são: Melhorias individualizadas; Manutenção planejada; Manutenção autônoma; Educação e Treinamento; Controle Inicial; Manutenção da qualidade; TPM *Office* e TPM Segurança, Saúde e Meio Ambiente. Todos os pilares formam a prática do TPM. O TPM define fatores responsáveis por reduzir o rendimento em uma organização, como por exemplo, perdas por defeitos e retrabalho, perdas por paradas, perdas por quebra de equipamentos, entre outros. O TPM utiliza o OEE como indicador para a medição das implementações. Seu cálculo é baseado no produto da disponibilidade por desempenho e qualidade. O indicador é o que define o foco das ações.

SMED: Em 1950, Ohno, após conhecer as prensas de *setup* rápido e descobrir as vantagens que a redução do tempo de *setup* oferecia, desenvolveu, juntamente com Shigeo Shingo, um sistema de redução de tempo de *setup* de máquinas. A redução do tempo de *setup*, a produção em pequenos lotes e a redução de estoques capacita o desenvolvimento da produção puxada (SUGAI; MCINTOSH; NOVASKI, 2007).

Segundo Shingo (1985), conforme contextualizado por Sugai, McIntosh e Novaski (2007), Ohno reconheceu três etapas da metodologia que são: a primeira etapa, em 1950, Shingo classificou o *setup* interno como as atividades que são realizadas com a máquina parada, e o *setup* externo como as atividades que são realizadas com a máquina em funcionamento; a segunda etapa, em 1957, ocorreu a duplicação de ferramentas com o *setup* sendo realizado separadamente, o que resultou em um aumento de 40% na produção; a terceira etapa, em 1969, Shingo conseguiu reduzir o tempo de *setup* de quatro horas de uma prensa de 1000 toneladas para 90 minutos. Após isso, foi gerado o conceito de conversão de *setup* interno para externo, ou seja, transferência de atividades que normalmente são realizadas com a máquina parada para quando a máquina estivesse em

funcionamento. A partir de então, houve uma grande redução do tempo da máquina parada, e nesse momento foi criado o que hoje é chamado de SMED.

*Poka Yoke*: Shigeo Shingo, pioneiro do *Poka Yoke*, introduziu o conceito em 1961, que significa “à prova de erros”. São mecanismos capazes de colocar um processo à prova de erros e assim impede que ocorra algum defeito. Caso isso não seja possível, o *Poka Yoke* detecta o defeito e o elimina do processo imediatamente. Essa ferramenta pode ser utilizada em diversas organizações, não apenas relacionadas à produção (MOREIRA, 2011).

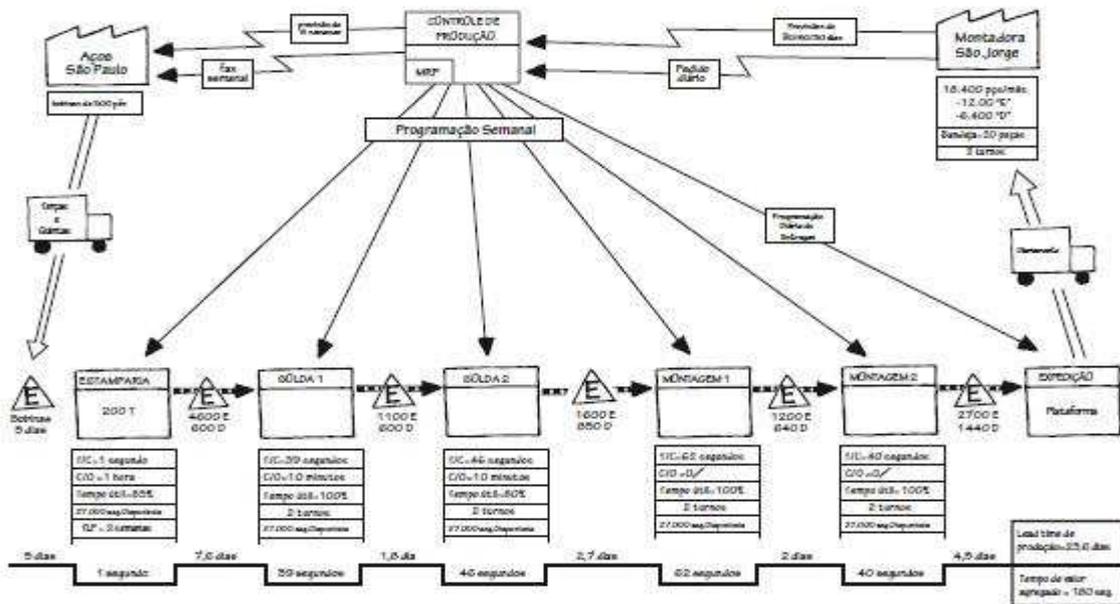
Mapeamento do Fluxo de Valor ou VSM: Fluxo de valor são todas as ações essenciais que transformam a matéria prima em produto acabado, agregando ou não valor. Essa ferramenta permite que a indústria enxergue os desperdícios, podendo direcionar a melhoria no fluxo de atividades que realmente precisem impulsionar seu desempenho. A partir da representação do estado atual de operações, considerando desde o início da produção de um produto até a sua entrega, e a representação do estado futuro de como os processos deveriam fluir, é possível visualizar o fluxo como um todo, formando a base de um plano de implementação, facilitando na tomada de decisões. Além do fluxo material, o fluxo de informações também deve ser considerado, pois é ele que regula os modos de produção, e na fabricação enxuta, ambos os fluxos (material e informações) possuem o mesmo nível de importância e devem ser mapeados (ROTHER; SHOOK, 1999).

Um ponto importante para se realizar o mapeamento de fluxo, segundo Rother e Shook (1999), é selecionar uma família de produtos que se deseja mapear, ou seja, produtos que passam por processos semelhantes e utilizam os mesmos equipamentos em sua produção. Após identificar a família que se deseja mapear, o próximo passo é esboçar o estado atual coletando informações diretamente no chão de fábrica, isso ajudará também nas ideias de como deverá ser o estado futuro. O estado futuro pode ser definido juntamente com a implementação das ações. Depois de esboçados ambos os estados (futuro e atual), o passo seguinte é identificar as ações que precisam de melhorias e implementá-las no processo e esperar para que o estado futuro se torne realidade.

De acordo com o artigo apresentado por Pizzol e Masestrelli (2004) sobre a aplicação do mapeamento do fluxo de valor, quando o VSM estiver pronto será

possível visualizar o fluxo de matéria prima, desde os estoques até os processos de montagem, a frequência do abastecimento, a frequência do envio de componentes para processos posteriores, o fluxo de informações da nova família de produtos, a área necessária de armazenagem de matéria prima assim como a necessidade de criação de supermercados entre os processos. A Figura 1 a seguir, representa o fluxo do estado atual.

Figura 1 - Estado atual

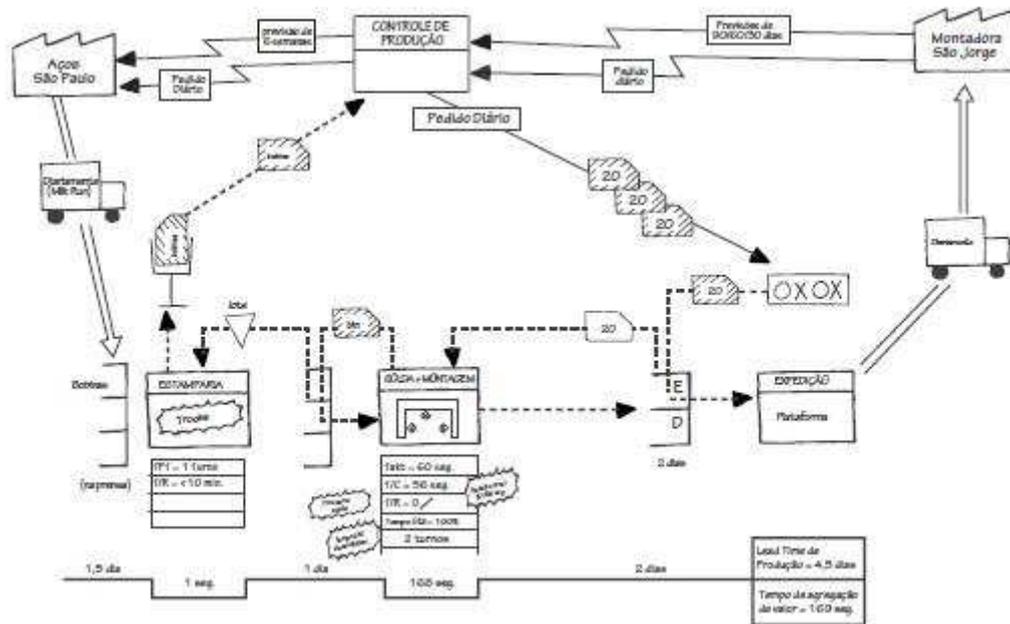


Fonte: Rother, Shook (1999)

De acordo com Rother e Shook (1999), após coletar os dados obtidos pela representação dos processos atuais, é possível desenhar uma linha do tempo para registrar o *Lead Time*, ou seja, o tempo que a peça percorre todas as operações, desde a sua chegada como matéria prima até sua saída para o cliente. “Quanto menor for o *Lead Time* de produção, menor o tempo entre pagar pela matéria-prima e receber pelo produto acabado feito com estes materiais.” (ROTHER; SHOOK, 1999, p. 30).

Os *Lead Times* são calculados, segundo Rother e Shook (1999), dividindo-se a quantidade de estoque pelos pedidos dos clientes. Ao adicioná-lo em cada processo, pode-se chegar ao tempo estimado de *Lead Time* total de toda a produção e, dessa forma, compará-lo ao tempo de agregação de valor. A Figura 2 abaixo representa o fluxo no estado futuro.

Figura 2 - Estado futuro



Fonte: Rother, Shook (1999)

O fluxo futuro deve ser criado baseado em valor enxuto, ou seja, deve-se construir um processo que produza somente o que é necessário e quando for necessário, gerando o menor *Lead Time*, custo baixo e alta qualidade (ROTHER; SHOOK, 1999).

Rother e Shook (1999) seguiram a Toyota e apresentaram um guia explicativo de como chegar a um processo enxuto:

Passo 1: Utilizar o *Takt Time* para saber quando se deve produzir. O *Takt Time* é a frequência com que se deve produzir a fim de atender a demanda dos clientes. Seu valor é calculado dividindo o tempo disponível de trabalho por turno pela demanda do cliente por turno. Dessa forma, o ritmo de produção é sincronizado com o ritmo das vendas.

Passo 2: Desenvolver um fluxo contínuo. Produzir uma peça de cada vez a passando para o processo seguinte sem nenhuma parada é o que denomina fluxo contínuo.

Passo 3: Usar supermercado auxilia os processos onde o fluxo contínuo não alcança. Em alguns pontos no fluxo, produzir em lotes é necessário por motivos como: alguns processos atendem diversas famílias de produtos, e necessitam

operar em ciclos muito longos ou curtos; alguns processos são distantes, e o transporte individual de peças não é viável; alguns processos tem *Lead Time* muito elevados.

Além disso, a utilização do supermercado, com a ajuda de *Kanban*, é capaz de criar um sistema puxado entre dois processos, gerando uma ordem exata de produção. Porém, sistemas puxados com os supermercados só devem ser introduzidos em caso de necessidade, pois, “[...] não é prático manter um estoque para todas as possíveis variações de peças em um supermercado.” (ROTHER; SHOOK, 1999, p. 48).

Passo 4: Enviar a programação do cliente para o sistema puxador, pois, esse sistema dita o ritmo para todos os outros.

Passo 5: Nivelar o mix de produção no sistema puxador, alternando a produção de diferentes produtos através de lotes menores em certos períodos de tempo. Isso resulta em menor *Lead Time* e menor estoque de produtos acabados.

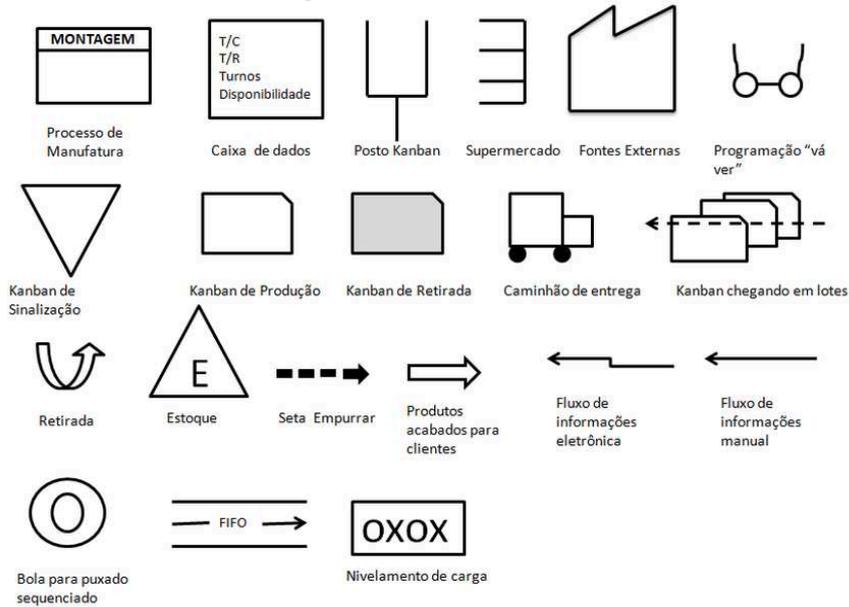
Passo 6: Nivelar o volume de produção (método *Heijunka*) cria um fluxo de produção capaz de observar possíveis problemas facilitando na tomada de decisões e ações corretivas.

Passo 7: Reduzir tempos de troca e produzir lotes menores nos processos anteriores resulta em respostas mais rápidas a resultados posteriores. O tamanho dos lotes deve ser determinado de acordo com o tempo disponível de troca. Isso mostra a frequência com que o processo de transforma para produzir as variações de um produto.

Após a elaboração de fluxo do estado atual e do estado futuro, deve-se elaborar o plano anual de fluxo, a fim de manter o fluxo enxuto e realizar mudanças e implementações caso seja necessário (ROTHER; SHOOK, 1999).

Rother e Shook (1999) utilizam alguns ícones para representar o mapeamento, e têm por finalidade resumir o conteúdo do fluxo e processos por meio de imagens que atribuem significados a esse conteúdo. A seguir, na Figura 3, serão apresentados alguns símbolos e suas legendas:

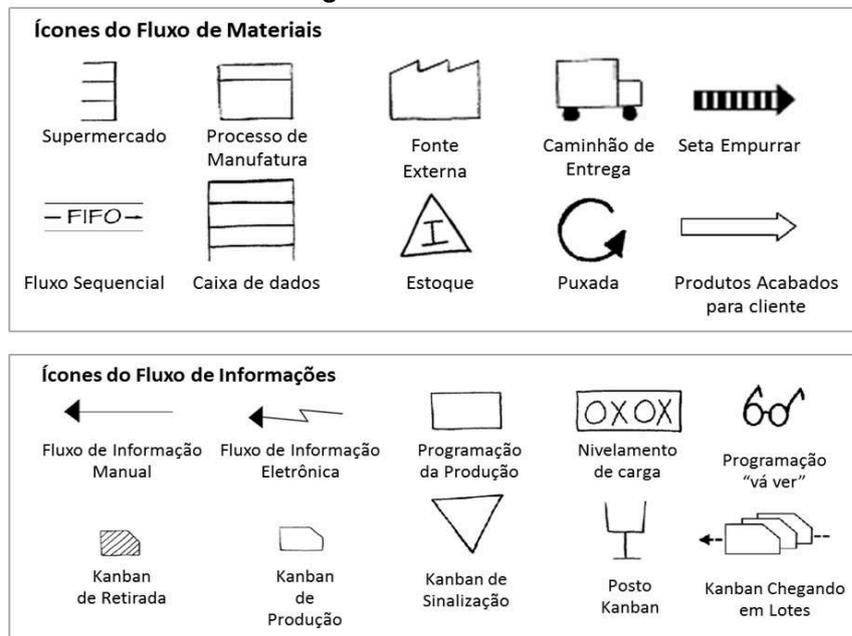
**Figura 3 - Símbolos VSM**



**Fonte: VALUE Stream Mapping (VSM) (2018)**

Os ícones do fluxo de materiais e fluxo de informações são representados abaixo pela Figura 4.

**Figura 4 - Ícones VSM**



**Fonte: VALUE Stream Mapping (VSM) (2018)**

Kanban: Utilizado pelo Sistema Toyota como método de operação, e, conforme contextualizado por Ohno (1978), se trata de um pedaço de papel dentro

de um envelope retangular que contém informações divididas em três categorias: 1- informações de coleta; 2- informações de transferência; 3- informações de produto.

Segundo Ohno (1978), o *Kanban* foi comumente chamado de sistema de supermercado, pois, a ideia surgiu do supermercado. Os cartões contendo informações sobre as mercadorias vendidas eram enviadas ao departamento de compras e as mercadorias compradas eram rapidamente substituídas por novas. O sistema de supermercado foi adotado em 1953, e mais tarde foi chamado de *sistema Kanban*. Para Ohno (1953), se o sistema fosse corretamente utilizado, seria possível sistematizar e unificar todas as operações existentes em uma fábrica. Um pedaço de papel continha informações como: quantidade de produção, método, tempo, hora da transferência, quantidade que será transferida, local de estocagem e etc. o objetivo do *sistema Kanban* é alcançar o *JIT*, pois, seu uso impede a superprodução não havendo necessidade de grandes estoques.

Por outro lado, conforme alertado por Ohno (1978), o *Kanban* é o tipo de ferramenta que sem não utilizada corretamente pode resultar em sérios problemas. Deve-se entender, antes de tudo, o seu princípio de utilização e sua função. Como dito anteriormente, o *Kanban* é utilizado para atingir o *JIT* e eliminar desperdícios.

O *Kanban* apresenta as seguintes funções (OHNO, 1978):

- a) Fornece informações sobre transporte;
- b) Fornece informações sobre a produção;
- c) Impede desperdícios como superprodução e transporte desnecessário;
- d) Serve como uma ordem de fabricação;
- e) Impede produtos defeituosos e identifica os processos;
- f) Identifica problemas existentes e mantém a organização do estoque.

E para ser utilizado corretamente, existem regras para a sua utilização (Ohno, 1978):

- a) O processo seguinte recebe o número de itens indicados pelo *Kanban* no processo anterior;
- b) Os itens são produzidos na quantidade e sequencia indicados pelo *Kanban*;

- c) Nenhum item pode ser produzido ou transportado sem um *Kanban*;
- d) Produtos defeituosos não são enviados para o processo subsequente.

Somente em 1962 o *Kanban* foi instalado em toda a empresa Toyota, abrangendo sua contextualização para empresas cooperantes. Inicialmente, as empresas cooperantes tiveram problemas para compreender o sistema, mas após Ohno aplicar métodos de estudos que explicassem seu funcionamento, as empresas passaram a entender e a aceitar o sistema, fazendo com que o mesmo gerasse frutos mais tarde (OHNO, 1978).

*Kaizen*: *Kaizen* é originado do japonês e significa “mudança para melhor”. Seu objetivo é englobar todos os colaboradores da empresa no processo de execução do Ciclo PDCA. Os funcionários são os conhecedores efetivos dos postos de trabalho, por esse motivo sua inclusão é muito importante, pois contribuí com informações que facilitam na tomada de decisão (CARRARO; SILVA, 2013).

A filosofia *Kaizen* deve ser o início da consolidação de uma nova cultura, objetivando a evolução de todos os processos, com foco na melhoria contínua (CARRARO; SILVA, 2013).

Segundo Kosaka (2009), o *Kaizen* é considerado a chave que prepara as organizações para as concorrências existentes. No sistema Toyota de produção, é comum reconhecer os problemas existentes em uma empresa e solucioná-lo prontamente, pois, quanto mais rápido o problema for detectado e resolvido consequências desastrosas poderão ser evitadas. A solução de problemas se dá por meio do reconhecimento da causa raiz do problema, elaborando, portanto, um plano de ação que evite sua propagação.

Após o reconhecimento do desperdício, o *Kaizen* pode ser colocado em prática. Antes de ser implementado, deve-se reconhecer algumas prioridades, como seus principais objetivos. *Kaizen* que não gere gastos para a empresa é o ideal, ou, que gere gastos pequenos, porém com resultados significativos (KOSAKA, 2009).

É possível realizar melhorias relacionadas à mão de obra, aos processos, aos materiais e às máquinas e equipamentos sem que sejam utilizados muitos recursos. Um dos principais objetivos do *Kaizen* é gerar lucros para a empresa e eliminar todo e qualquer desperdício (KOSAKA, 2009).

Processo de Transformação (INPUT/OUTPUT): De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), por meio de um processo de transformação qualquer operação produz bens e serviços, utilizando recursos *inputs* capazes de mudar o estado de algo para que sejam produzidos *outputs*. Os *inputs* podem ser classificados em recursos transformados, que representam os que serão tratados, como materiais, informações e consumidores, e recursos de transformação, que são os que agem sobre os recursos que serão tratados, e estão relacionados com a instalação (prédios, terrenos, equipamentos) e funcionários.

O processamento de materiais transformam as propriedades físicas do material, como forma, característica e composição. O processamento de informações transformam as propriedades informativas, e o processamento de consumidores podem transforma-los de várias maneiras, como, por exemplo mudando suas propriedades físicas; acomodando e mudando a localização dos consumidores por meio de hotéis e transportes; e também, transformando o estado psicológico do consumidor, como realizado pelos serviços de entretenimento.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2002), os *outputs* são classificados como bens e serviços. Os bens são tangíveis, enquanto que, apenas os resultados dos serviços serão sentidos ou vistos. Devido a tangibilidade, os bens podem ser estocados e transportados, o que não acontece com os serviços por representarem um tipo diferente de *outputs*. Outra diferença pode ser notada no momento da produção, pois, os bens são produzidos sem que os consumidores os vejam, enquanto que os serviços fornecidos ocorrem no momento da compra do produto, possibilitando a participação do consumidor no processo.

Além das ferramentas e métodos apresentados, existem as chamadas “ferramentas da qualidade”, que também contribuíram para o desenvolvimento deste Estudo de Caso, que são:

5 porquês: tem a finalidade de ajudar a descobrir as causas raízes de um problema, mediante repetição da pergunta “por que”, pois, dessa forma, a cada pergunta e resposta a causa do problema estará mais perto de ser solucionada. As respostas devem ser embasadas em fatos reais, fazendo com que o uso da ferramenta seja eficiente. As perguntas devem ser feitas até que se tenha certeza de que a causa raiz do problema foi encontrado (SILVEIRA, 2016).

Diagrama de Ishikawa: é uma das ferramentas da qualidade, e é composto levando em consideração que as causas dos problemas podem ser divididos em seis tipos: método, máquina, medida, meio ambiente, mão de obra e material. O problema a ser analisado deve ser definido, e suas causas apontadas por meio de um *brainstorming* (tempestade de ideias), considerando os 6 Ms apresentados. Possíveis soluções para os problemas devem ser analisadas, sendo, portanto iniciado um plano de ação para que as soluções se torne efetivas (SILVEIRA, 2016).

Matriz Impacto x Esforço: essa ferramenta pode ser utilizada em projetos com muitas tarefas a serem cumpridas, sendo possível priorizar ações que gerem resultados rápidos com menor esforço, e identificar ganhos. A ferramenta é composta por quatro áreas divididas (quadrantes) onde as tarefas serão distribuídas. Após o levantamento das tarefas a serem realizadas, a distribuição pela matriz ocorre mediante ao esforço gasto (horizontal) em cada ação e ao impacto que essa ação representa (vertical) (COLLELA, 2013).

Diagrama de Pareto: ferramenta que se baseia no conceito de que 80% das consequências são resultado de 20% das causas. É representado por um gráfico de barras que permite visualizar e tratar as não conformidades, identificar pontos prioritários de melhorias. Com essa ferramenta, é possível, a partir do cálculo das frequências relativas e acumuladas, determinar qual são os problemas mais graves que indicam maiores perdas para a organização, e que devem ser solucionadas primeiro (BASTIANI; MARTINS, 2012).

## **2.5 O planejamento e controle da produção e os problemas de paradas de linha**

A capacidade de uma organização é definida como “[...] o máximo nível de atividade de valor adicionado em determinado período de tempo, que o processo pode realizar sob condições normais de operações.” (SLACK *et al.*, 1999, p. 254). Certas organizações produzem abaixo da sua capacidade produtiva, devido à falta de demanda ou operações capazes de atenderem aos pedidos rapidamente. Entretanto, enquanto uma parte da operação trabalha abaixo da sua capacidade produtiva, outras partes funcionam em capacidade máxima, consideradas como “restrições de capacidade” por Slack *et al.* (1999, p. 255). O produto resultante da operação em máxima capacidade pelo tempo de operação total provê a capacidade

de projeto. Por outro lado, a operação não pode funcionar ininterruptamente em sua velocidade máxima, de modo a ser necessária a parada da linha de produção para atender as necessidades dos diferentes produtos que serão fabricados. Da mesma forma, as manutenções, erros de programação, quebras de máquinas, falta de peças, absenteísmo e problemas na qualidade podem diminuir o tempo produtivo de operação reduzindo o volume real de produção. A capacidade efetiva é obtida considerando-se todas as perdas.

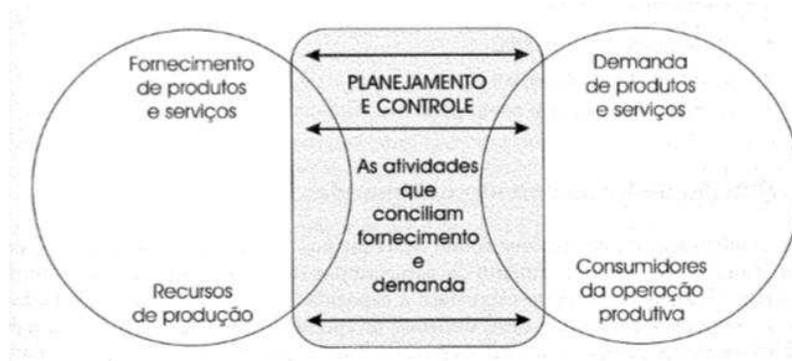
Para Oliveira *et al.* (2015), para que as perdas sejam identificadas, é necessário que todo o fluxo de processos seja conhecido, e utilizar a fração de unidade produzida por tempo de operação a fim de determinar a capacidade e a demanda de produção de determinado produto. De acordo com Betterton e Cox (2009), conforme contextualizado por Oliveira *et al.* (2015), o sistema conhecido como Tambor-Pulmão-Corda auxilia na administração das perdas, sendo o tambor responsável por ditar os ritmos das operações, tentando utilizar plenamente a capacidade disponível de produção. A corda libera as ordens de trabalho conforme necessidade do pulmão. E o pulmão, utilizado como estoque de segurança, tem a finalidade de proteger o gargalo contra interrupções, realizando o abastecimento com antecedência.

A capacidade pode ser determinada por meio do planejamento e controle de capacidade, de forma a ser capaz de atender a demanda (SLACK *et al.*, 1999). Medir a capacidade pela demanda é algo incerto, pois, a produção não é padronizada em algumas organizações. Devido a isso, a capacidade pode ser medida utilizando o volume da produção, e em outros casos, são utilizados todas as despesas e investimentos que darão resultado ao produto final, comumente conhecido como insumos. As capacidades de operações devem ser ajustadas a longo, médio e curto prazo, adequando as variações de demanda pelo período de tempo determinado.

Planejamento é o que se espera realizar em uma determinada ação futura, utilizando mecanismos que tornem possível essa realização. O conceito de planejamento carrega consigo duas importantes vertentes, a eficiência e a eficácia. A primeira é realizar uma atividade ou ação da maneira esperada, de forma correta. A segunda é o mérito de produzir certo o que se é desejado (GISLON, 2012).

Controle é o processo de lidar com as possíveis variações do plano que venham a ocorrer, como por exemplo, mudança da programação, quebra de máquina, prazos esgotados para entrega de materiais, entre outros. Portanto, pode-se também entender como controle, as ações que direcionam o plano (SLACK *et al.*, 2002). A Figura 5 abaixo, representa esquematicamente como ocorre a ação de planejamento e controle.

**Figura 5 - Planejamento e controle**



**Fonte: Slack et al. (2002)**

Cabe ao planejamento e controle da produção desenvolver um equilíbrio entre o fornecimento de produtos e a demanda, definindo a quantidade de produtos que devem ser produzidos, programar a produção e controlar estoques e processos. Sua principal função do planejamento e controle é a organização e o planejamento (LOPES; LIMA, 2008).

De acordo com Tubino (2007), o âmbito de planejamento de processo pode ser dividido em três prazos: longo, médio e curto. Esses prazos se relacionam com os seguintes níveis de atividades produtivas:

a) No nível estratégico, no qual se define as políticas estratégicas de longo prazo, tem-se o Planejamento Estratégico da Produção que estabelece um plano de produção a partir de informações sobre vendas e recursos disponíveis;

b) No nível tático, no qual se estabelece os planos de médio prazo, é formulado o Planejamento Mestre de Produção a partir do plano de produção, gerando um plano mestre de produtos finais, tomando como base as vendas e pedidos realizados;

c) No nível operacional, em que os planos de curto prazo e seus acompanhamentos são realizados, é preparada a Programação da Produção, que é responsável por controlar a quantidade e o momento certo em que se deve comprar ou fabricar um produto. E também é preparado o Acompanhamento e Controle da Produção, que é encarregado por coletar dados que garantem o cumprimento efetivo da programação de produção, identificando problemas e permitindo a sua correção mais rapidamente. Os níveis podem, ainda, serem observados pela Figura 6 abaixo.

**Figura 6 - Níveis de atividades produtivas**



Fonte: Tubino (2007)

Todas essas informações, segundo Tubino (2007) fazem parte do sistema de MRP. Desenvolvidos na década de 1960, o sistema permite o cálculo das necessidades de materiais pelas empresas. O MRP converte, por meio de cálculo, a previsão de demanda em programação de necessidade e tem como objetivo atender ao planejamento de produção definindo o momento e a quantidade certa em que os produtos devem ser produzidos ou comprados.

Com o aumento do uso dos computadores na empresa e evolução dos recursos, houve a ampliação do sistema de MRP para o MRP II. O MRP II torna possível a empresa prever a demanda com antecedência, colaborando com a tomada de decisões, sempre mantendo sua função original que é planejar a necessidade de matérias (SLACK *et al.*, 1999).

A adoção do sistema MRP garante um melhor atendimento ao cliente, redução de estoques, maior lucratividade e eficiência da fábrica (CARMELITO, 2008).

Atualmente, com a revolução tecnológica, as funções são executadas no software ERP, que auxiliam a empresa no gerenciamento e tomadas de decisões, além de permitir a automatização dos processos, e o acesso às informações em tempo real. Para Tubino (2007, p. 93) “esta evolução dos sistemas de informações gerenciais foi decorrente da própria evolução no tratamento de dados informatizados [...]”.

O ERP possui a mesma lógica do MRP, e, além de calcular o momento e a quantidade certa de materiais, calculam e planejam também os recursos que deverão ser utilizados (CARMELITO, 2008).

### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa é um procedimento utilizado quando não se tem respostas para alguma questão específica, e a partir do conhecimento, técnicas e procedimentos disponíveis se desenvolve um processo que consiste na definição do problema até a coleta dos resultados (GIL, 2002).

#### **3.1 Tipos de Pesquisa**

Gil (2002) classifica os tipos de pesquisa baseado em seus objetivos:

1) Pesquisas Exploratórias: aprimora ideias com a finalidade tornar o problema explícito e construir hipóteses a partir dele. Esse tipo de pesquisa envolve pontos importantes que contribuem com a utilização, que são: realizar levantamento bibliográfico, conversas com pessoas que vivenciaram o problema que será tratado e análises de exemplos que servem como estímulos para o entendimento da pesquisa.

2) Pesquisas Descritivas: descreve particularidades do fenômeno estudado, e realiza levantamentos a partir de pesquisas qualitativas relacionadas a características populacionais, como sexo, idade, nível escolar, índice de criminalidade, estado de saúde, entre outros.

3) Pesquisas Explicativas: identifica a causa do problema que será estudado, dessa forma, é o tipo de pesquisa que mais se aproxima da realidade, podendo ser mais suscetível a erro.

Gil (2002) também classifica as pesquisas com relação aos procedimentos técnicos:

1) Pesquisa Bibliográfica: se desenvolve a partir de obras já existentes, como artigos e livros, o que garante ao pesquisador um campo maior de acesso à informação, sendo essa uma vantagem desse tipo de pesquisa. Em contrapartida, deve-se atentar a veracidade das informações contidas nas fontes de onde as

informações estão sendo retiradas para que não ocorra reprodução de conteúdo equivocado.

2) Pesquisa Documental: é muito semelhante à pesquisa bibliográfica, porém, na pesquisa documental as fontes são mais diversificadas, podendo ser atualizados com o tempo. Devido a isso, as informações são mais detalhadas por existir a possibilidade de renovação dos dados. Por outro lado, esse tipo de pesquisa recebe críticas devido “a não representatividade e à subjetividade dos documentos.” (GIL, 2002). Porém, pesquisadores experientes são capazes de ocultar partes dessas dificuldades.

3) Pesquisa Experimental: se baseia em realizar experimentos a partir da determinação de um objeto de estudo e dos fatores que possam influenciá-lo, determinando formas de controle e observação das influências sofridas pelo objeto. Essa pesquisa apresenta três propriedades que são: manipulação, controle e distribuição aleatória.

### **3.2 Estudo de Caso**

Segundo Gil (2002), o conhecimento amplo e detalhado de algum objeto é o que denomina a pesquisa de estudo de caso. Sua utilização possui propósitos como: investigar situações reais, resguardar a individualidade do que está sendo estudado, detalhar o contexto na qual a investigação está inserida, formular hipóteses e teorias, elucidar as causas de algum fenômeno, os quais não permitem levantamentos e experimentos.

Para Yin (2001), o estudo de caso investiga fenômenos em um contexto real cujos limites existentes não são nitidamente reconhecidos, e desempenha o mesmo papel de outras estratégias de pesquisa como experimentos, levantamentos, pesquisas (históricas) e análise (arquivos). Cada uma dessas formas de se fazer pesquisa dependem do tipo de pesquisa que se deseja realizar, o controle do pesquisador sobre os fenômenos que estarão sendo pesquisados e o foco em fenômenos e conhecimentos históricos. De forma geral, o estudo de caso é a melhor opção quando o pesquisador não tem total controle sobre os fenômenos e quando

algum desses fenômenos está inserido na vida real, o que faz surgir questionamento do tipo “como” e “por que”.

Yin (2001) descreve dois tipos de estudo de caso, que são:

Estudo de caso descritivo: o autor Yin (2001) utiliza o livro *Street Corner Society* (1943/1955), de William F. Whyte como exemplo de um estudo de caso descritivo, pois, na obra foram tratados eventos interpessoais, descobrindo os fenômenos de uma cultura não muito explorada.

Estudo de caso explanatório: Yin (2001), agora utiliza a obra *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis* (1971), de Graham Allison, na qual o autor, Graham, elabora três teorias para o confronto entre Estados Unidos e União Soviética devido à instalação de mísseis em Cuba. Comparando as teorias com os acontecimentos reais, se desenvolve a explicação dos fatos, sendo essa explicação, aplicável a outras situações. Dessa forma, Graham estabelece a utilidade de seu estudo de caso.

É comum que, assim como qualquer outro método de pesquisa, o estudo de caso possa não agradar a todos os pesquisadores que o consideram um método que apresenta limitações, se tornando menos desejável de utilização. Yin (2001) enxerga essas limitações como preconceito, e destaca três que são:

1) Falta de rigor: ocorre devido negligências por parte dos pesquisadores, que forneciam resultados tendenciosos e equivocados, devendo o pesquisador ter total comprometimento e responsabilidade ao planejamento, a fim de gerar análise e coleta de dados forma concisa e confiável.

2) Pouca base de generalização científica: ocorre a preocupação de que um único experimento ou um único caso não possui base para generalizações. No entanto, o objetivo do estudo de caso é generalizar teorias de forma analítica e não de forma estatística, pois, o estudo não representa uma amostragem. A análise deve ser feita de forma a generalizar os experimentos.

3) Tempo de pesquisa: devido a maneiras de se realizar o estudo no passado, foi gerada a preocupação com relação ao tempo estimado de pesquisa, porém, a preocupação se anula ao comprovar a existência, atualmente, de meios alternativos de estudo de caso com curtos períodos de realização.

Este trabalho, portanto, pode ser classificado como Pesquisa Exploratória e Explicativa, pois, as hipóteses, com relação ao problema existente, foram construídas em paralelo à identificação da causa desse mesmo problema, sendo possível realizar ações capazes de solucioná-lo. Este trabalho se constitui, ainda, em um Estudo de Caso único, pois, envolve uma única unidade de estudo, não tendo a intenção de ser generalizado para outras unidades ou modalidades de negócio.

## 4 DESENVOLVIMENTO

A melhoria contínua deve ser realizada pelos próprios funcionários da empresa, visando à necessidade de redução de possíveis gastos, porém, investimentos que resultem um retorno maior devem ser analisados (FILHO, sem data).

Este Estudo de Caso mostra como uma empresa do setor de autopeças aplicou a melhoria contínua para reduzir a parada de linha por falta de peças em processos que ocorrem desde a chegada de itens na empresa até o transporte final do produto acabado. A empresa está localizada no Vale do Paraíba, estado de São Paulo, e atende as principais montadoras do país, sempre tendo em vista à qualidade e durabilidade de seus produtos.

### 4.1 Caracterização da empresa Alfa e seus produtos e processos

O Estudo de Caso foi desenvolvido em uma empresa líder no mercado de autopeças, que será aqui chamada de empresa Alfa, devido a cláusulas de confidencialidade.

A empresa Alfa é caracterizada pela produção e comercialização de componentes para o setor de autopeças, sendo voltada para dois diferentes segmentos, que são:

a) Rodas: Segmento constituído pela fabricação de rodas *offroad*, rodas para veículos comerciais e rodas agrícolas;

b) Componentes Estruturais: Segmento constituído pela fabricação de chassis e prensados;

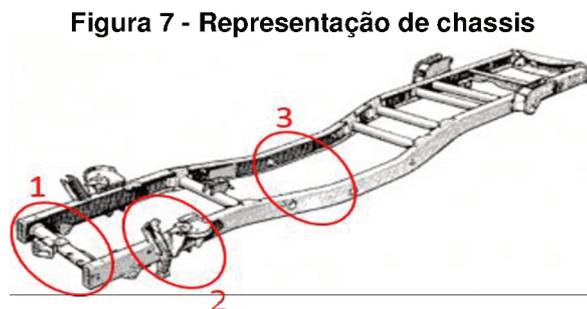
Alguns de seus principais produtos são:

a) Longarinas: Viga de aço colocada longitudinalmente para sustentar, ligar ou reforçar chassis em ônibus, caminhões e *pick-ups*;

b) Travessas: Componente que faz a junção de duas longarinas, formando o chassis;

c) Estampados e rodas: Estampados são produtos que passam por processo de prensa e, que depois de formados, são constituídos em componentes estruturais para chassi.

Seus processos contam com alta tecnologia e sistemas computadorizados capazes de realizar modelamentos e análises por meio de *softwares*. A Figura 7, abaixo, representa a esquematização ilustrada de um chassi produzido na empresa Alfa.



Fonte: Petrol Smell (2010)

Os componentes acima citados (1-travessa, 2-estampados e 3-longarinas), foram identificados na imagem para facilitar o reconhecimento dos componentes que formam o produto final.

#### 4.2 Os problemas da parada de linha por falta de peças

Existem diversas perdas que ocorrem em uma indústria, porém, ao serem reconhecidas, as chances de aprimorar a eficácia dos processos aumentam. O reabastecimento incorreto de itens, um fluxo inadequado, são alguns dos fatores que contribuem para a ocorrência da falta de peças no momento da produção, resultando nas indesejáveis paradas de linha. De acordo com Silveira (2016), existem dezesseis tipos de perdas que interferem na eficiência do processo de uma indústria, que são:

- a) Falhas Administrativas;
- b) Falhas Operacionais;

- c) Desorganização;
- d) Logística;
- e) Medições e Ajustes excessivos;
- f) Rendimento de Materiais;
- g) Desperdício de Energia;
- h) Consumíveis;
- i) Desligamento ou Parada;
- j) Falha ou Quebra;
- k) *Setups*;
- l) Substituição de Ferramentas;
- m) *Start up*;
- n) Pequenas paradas;
- o) Perda de velocidade;
- p) Defeito e retrabalho.

Conforme estudo realizado na empresa Alfa, as perdas identificadas se caracterizam em perdas logísticas, pois, como apresentado por Silveira (2016), o fluxo material durante seu processo demora mais do que o necessário para que sua movimentação seja executada. Na empresa Alfa, os fatores que contribuem para os problemas de fluxo, como as paradas de linha, que acabam gerando perdas significativas no processo são: quebra de equipamento de transporte, falha no abastecimento, falta de peça, falta de embalagem ou embalagem danificada. Em 2017, problemas relacionados à falta de peças representaram os maiores problemas envolvendo perdas logísticas, seguido por falha no abastecimento. O percentual de perdas pode ser analisado pela Tabela 1, a seguir:

**Tabela 1 - Taxa de perdas no período de janeiro à setembro de 2017**

| PERDAS<br>MÊS | Falta de Peça Interna | Falha no Abastecimento | Falta de Peça Consignada | Quebra de Empilhadeira | Falta de Embalagem | Falta de Componente Comprado | Embalagem Danificada | Total  |
|---------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|------------------------------|----------------------|--------|
| jan.          | 20,20%                | 1,90%                  | 0,60%                    | 0,70%                  | 0,00%              | 0,00%                        | 0,00%                | 23,40% |
| fev.          | 15,50%                | 1,60%                  | 0,00%                    | 0,30%                  | 0,50%              | 0,00%                        | 0,00%                | 17,90% |
| mar.          | 3,40%                 | 4,20%                  | 0,30%                    | 0,20%                  | 0,00%              | 0,00%                        | 0,00%                | 8,10%  |
| abr.          | 3,10%                 | 5,00%                  | 0,80%                    | 0,10%                  | 0,00%              | 0,60%                        | 0,00%                | 9,60%  |
| maio          | 4,00%                 | 2,60%                  | 0,20%                    | 0,30%                  | 0,30%              | 0,30%                        | 0,00%                | 7,70%  |
| jun.          | 1,60%                 | 0,80%                  | 0,20%                    | 0,20%                  | 0,10%              | 0,10%                        | 0,00%                | 3,00%  |
| jul.          | 0,30%                 | 1,90%                  | 0,20%                    | 0,90%                  | 0,10%              | 0,00%                        | 0,00%                | 3,40%  |
| ago.          | 0,30%                 | 0,47%                  | 0,00%                    | 0,06%                  | 0,00%              | 0,00%                        | 0,00%                | 0,83%  |
| set.          | 0,04%                 | 0,85%                  | 0,27%                    | 0,72%                  | 0,00%              | 0,00%                        | 0,00%                | 1,88%  |
| Média         | 5,38%                 | 2,15%                  | 0,29%                    | 0,39%                  | 0,11%              | 0,11%                        | 0,00%                | 8,43%  |
| %             | 63,82%                | 25,50%                 | 3,44%                    | 4,63%                  | 1,30%              | 1,30%                        | 0,00%                | 0,00%  |
| %Ac           | 63,82%                | 89,32%                 | 92,76%                   | 97,39%                 | 98,70%             | 100,00%                      | 100,00%              | 0,00%  |

Fonte: Adaptada pela autora

A Tabela 1 representa o cálculo médio das perdas identificadas entre os meses de janeiro à setembro registradas no ano de 2017 na área de produção da empresa Alfa. Tendo o cálculo dos valores médios como base, foi possível obter a porcentagem acumulada (%Ac) das taxas de perdas nos meses de janeiro à setembro e, dessa forma, o gráfico de Pareto, representado pela Figura 8 a seguir, foi elaborado ordenando-se a frequência das ocorrências e priorizando as informações apresentadas na Tabela 1.

**Figura 8 - Gráfico de Pareto**



Fonte: Elaborada pela autora

De acordo com Womack e Jones (1998), o fluxo necessita fluir sem interrupções, sendo esse um dos conceitos apresentados pela Filosofia *Lean*. Uma das formas de controlar o fluxo é identificar as atividades que agregam ou não valor. A partir desse conceito, o Quadro 1 a seguir, ilustra que, de dez atividades que compõem um *Lead Time* total de trinta e dois dias e meio, relacionado às etapas de produção dos componentes de chassi fabricados na empresa Alfa, cinco são atividades AV (que Agregam Valor), três são NAV (que Não Agregam Valor e desnecessárias) e duas são NAV (que Não Agregam Valor, porém são necessárias). As atividades correspondem à rota percorrida pelos componentes em processo de produção, desde sua montagem até seu transporte final. Atividades NAVs desnecessárias podem impedir o funcionamento do fluxo de maneira correta, acarretando em um aumento do *Lead Time* e uma redução da eficácia de um processo.

**Quadro 1 - Atividades atuais**

| <b>Atividades (Atuais)</b>       |                |
|----------------------------------|----------------|
| Carregamento                     | AV             |
| Envio para o estoque             | NAV Necessário |
| Descarregamento de itens         | AV             |
| Transporte para pintura          | NAV            |
| Disposição dos itens na caçamba  | NAV            |
| Carregamento manual              | NAV            |
| Entrada para a pintura           | AV             |
| Saída da pintura                 | AV             |
| Descarregamento manual dos itens | NAV Necessário |
| Transporte                       | AV             |

**Fonte: Elaborado pela autora**

Com a eliminação das atividades NAVs, o fluxo seria controlado, mantendo-se apenas as atividades que agregam valor ou as que, apesar de NAVs, apresentam necessidade de serem realizadas.

### 4.3 Aplicação das ferramentas de melhoria contínua

Por se tratar de melhoria contínua, vários métodos e ferramentas existem para que o processo de mudança seja efetivo (NÚÑEZ, 2016). Com relação ao Estudo de Caso relacionado à empresa Alfa, ferramentas e métodos conduziram o processo de melhoria na empresa, tais como:

- a) Modelo ITO;
- b) 5 Porquês;
- c) Diagrama de Ishikawa;
- d) *Kanban*;
- e) Plano de Ação;
- f) Matriz Impacto x Esforço.

Primeiramente, uma vez identificados cada um dos processos responsáveis pela fabricação dos componentes de chassi a partir da utilização do modelo ITO, e dessa forma, sendo possível reconhecer o problema principal, parada de linha por falta de peças, outras ferramentas, como as citadas anteriormente, puderam ser utilizadas nas fases seguintes para que fosse possível apontar as causas do problema em questão, e também, para que as ações de melhoria implementadas começassem a gerar resultados.

Foi realizado um *Brainstorming* (Tempestade de Ideias), que teve por finalidade identificar, por meio de ideias, alguns dos efeitos responsáveis pela ocorrência da falta de peças ocasionando a parada de linha, tais como: divergência entre quantidade física e sistema de materiais por falta de acompanhamento à ordem de produção; possibilidade de peças se perderem durante o trajeto devido a embalagem ser inadequada para o tipo/tamanho da peça. Após o *Brainstorming*, foi utilizada a ferramenta dos 5 porquês e, dessa forma, foi possível detectar as causas raízes desses efeitos.

**Quadro 2 - Modelo 5 porquês**

| <b>Efeito 1</b> | <b>Por que os itens apresentam muita divergência entre quantidade física e sistema?</b> |
|-----------------|---|
| 1º Por que      | Porque a produção não segue a ordem de produção.  |
| 2º Por que      | Porque não existe acompanhamento.   |
| 3º Por que      | Porque o funcionário não apresenta aptidão necessária para realizar a atividade.        |
| 4º Por que      | Porque falta realizar treinamentos e revisar o procedimento.                            |
| 5º Por que      |   |
| <b>Efeito 2</b> | <b>Por que existe a possibilidade de peças se perderem durante o trajeto?</b>           |
| 1º Por que      | Porque a embalagem não é adequada.  |
| 2º Por que      | Porque não existe padrão de embalagem correspondente ao item.                           |
| 3º Por que      |   |
| 4º Por que      |   |
| 5º Por que      |   |

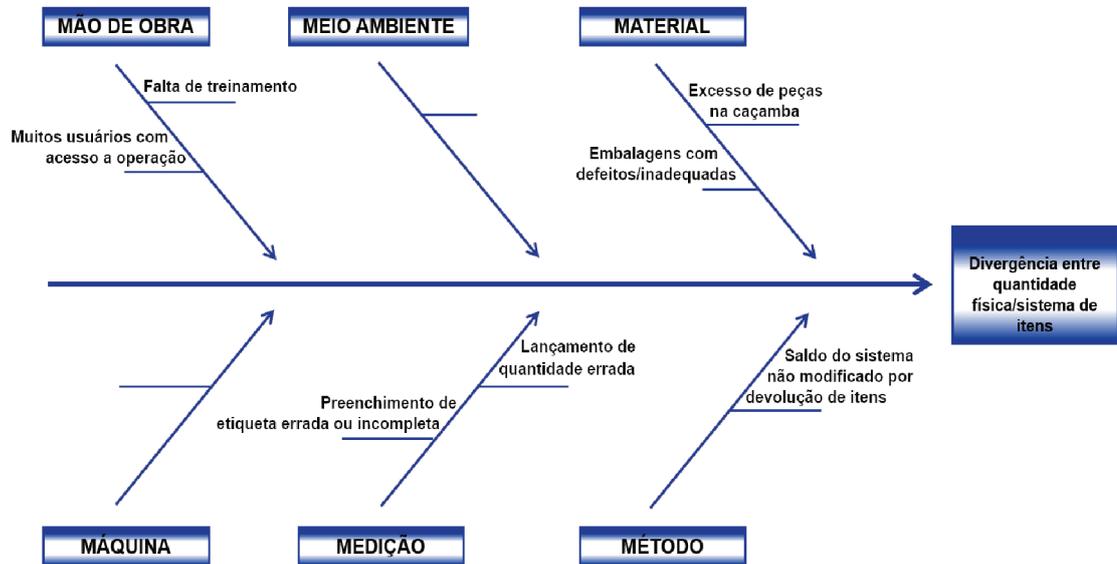
**Fonte: Elaborado pela autora**

O Quadro 2, acima, representa o modelo de um 5 porquês elaborado, o qual levou em consideração os problemas citados anteriormente, após realização do *Brainstorming*. Como observado, as causas raízes dos problemas foram identificadas, sendo elas as frases escritas em vermelho.

Ambos os efeitos apresentados no Quadro 2 também contribuem para a parada de linha, impedindo que o fluxo flua de maneira correta, pois, segundo Sucupira e Pedreira (2018), a acuracidade de estoques garante confiabilidade das informações, e sua ausência pode gerar informações equivocadas com relação a quantidade real e teórica de itens, acarretando atraso na produção e falta do produto. E a falta de padrão nas embalagens pode ocasionar perda ou defeitos ao produto, impedindo que o mesmo seja utilizado nas operações seguintes.

Pelo Diagrama de *Ishikawa* foi possível classificar nos 6Ms as causas dos efeitos apresentados pela ferramenta 5 porquês (Quadro 2), tornando mais fácil a tomada de decisões que solucionarão o problema. A Figura 9, a seguir, exemplifica a utilização do Diagrama relacionado ao efeito “Divergência entre quantidade física/sistema de itens”.

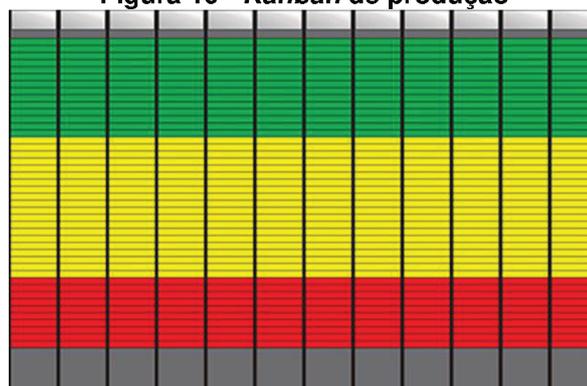
Figura 9 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptada pela autora

Outro fator determinante para as ocorrências de parada de linha, conforme contextualizado por Silveira (2016), são as perdas logísticas referentes à falha no abastecimento, que além de gerarem problema de fluxo, contribuem para a falta de peças. Para controlar a reposição de peças nas linhas de produção, ou estoque, o *Kanban* é uma ferramenta eficiente ao eliminar as falhas por abastecimento, tornando mais claro a visualização do momento correto de abastecimento.

Figura 10 - Kanban de produção



Fonte: Leão (2018)

O *Kanban*, segundo Leão (2018), funciona da seguinte forma: o ponto de pedido é quando o nível do estoque atinge a sinalização amarela e então a necessidade de reposição começa a ser gerada. A sinalização vermelha

corresponde ao estoque de segurança, caso ocorra algum problema que impossibilite ou atrase a reposição no tempo necessário, o estoque de segurança supre a necessidade evitando a parada do fluxo. A Figura 10 ilustra essa informação.

Como o problema no qual se baseia o Estudo de Caso é conhecido, o Plano de Ação pôde ser iniciado, pois, após a utilização das ferramentas de apoio, as principais causas dos problemas responsáveis pela falta de peças e parada de linha foram identificadas. E, além do conhecimento das causas, ainda foi possível reconhecer a razão da ocorrência de outros problemas como: divergência entre quantidade física e sistema de materiais por falta de acompanhamento à ordem de produção, possibilidade de peças se perderem durante o trajeto devido a embalagem ser inadequada para o tipo/tamanho da peça e fluxo ineficiente, sendo suas soluções devidamente encontradas. Como forma de detalhar as ações que serão implantadas, e representar o Plano de Ação, a ferramenta 5W2H foi empregada no planejamento estratégico do estudo. De acordo com Rocha (2018), se trata de uma ferramenta de gestão que visa a organização das ações, determinando o que será feito para sua realização, por qual motivo deve ser feito, por quem, como, quando, onde e quanto custará. Sua utilização garante que as atividades sejam expostas e realizadas de forma clara.

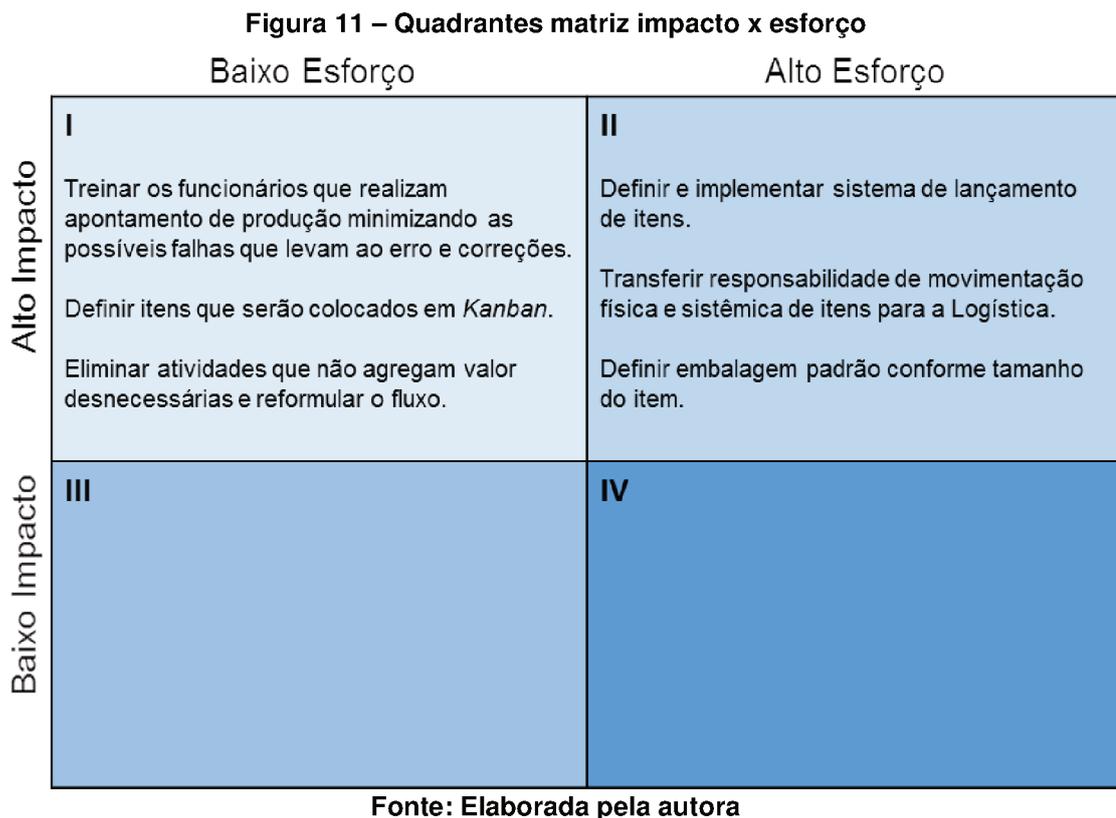
Abaixo, representado no Quadro 3, segue o exemplo do 5W2H realizado no estudo:

**Quadro 3 – 5W2H**

| WHAT? (O QUE?)  | WHO? (QUEM?)  | WHEN? (QUANDO?) | WHERE? (ONDE?) | WHY? (POR QUE?)  | HOW? (COMO?)  | HOW MUCH? (QUANTO?) | STATUS |
|---|---------------|-----------------|----------------|--|---|---------------------|--------|
| Transferir responsabilidade de movimentação física e sistêmica de itens para a Logística.                                   | Funcionário A | Semana 1        | Empresa Alfa   | Para as atividades de movimentação e controle contábil de estoques seja direcionado a uma área específica. | Mapear os pontos dentro da empresa que envolvem movimentação; Criar procedimento para as atividades relacionadas a movimentação físico e contábil entre as áreas da empresa definindo Logística como responsável; Editar , revisar a aprovar procedimento; Aplicar treinamento. | Sem custo           | 100%   |
| Treinar os funcionários que realizam apontamento de produção minimizando as possíveis falhas que levam ao erro e correções. | Funcionário B | Semana 2        | Empresa Alfa   | Elevar acuracidade   | Aplicar treinamento aos funcionários envolvidos   | Sem custo           | 100%   |
| Definir e implementar sistema de lançamento de itens.   | Funcionário C | Semana 3        | Empresa Alfa   | A adequação do lançamento garante a acuracidade do estoque.  | Definir método de lançamento; Orientar funcionário responsável pelo lançamento; Direcionar o funcionário com relação ao procedimento.   | Sem custo           | 100%   |
| Definir embalagem padrão conforme tamanho do item.  | Funcionário D | Semana 4        | Empresa Alfa   | Evitar que peças se percam durante o transporte.   | Criar padrão de embalagem levando em conta tamanhos variados de itens; Levantamento de todos os itens   | Sem custo           | 100%   |
| Definir itens que serão colocados em <i>Kanban</i> .  | Funcionário E | Semana 5        | Empresa Alfa   | Eliminar a falha no abastecimento das linhas, evitando a falta de peças na produção.                       | Identificar itens mais críticos que deverão entrar em <i>Kanban</i> ; Levantar a quantidade de itens.   | Sem custo           | 100%   |
| Eliminar atividades que não agregam valor desnecessárias e reformular o fluxo.  | Funcionário D | Semana 6        | Empresa Alfa   | A eliminação de atividades NAVs desnecessárias regulariza o fluxo e melhora os processos.                  | Identificar quais atividades não agregam valor ao produto final e aos processos, e quais permitem eliminação; Desenvolver novo fluxo de materiais.  | Sem custo           | 100%   |

Fonte: Elaborado pela autora

Assim sendo, com o detalhamento das ações já reconhecido, foi necessário priorizá-las, para que fosse encontrada a ordem de importância de cada uma delas. Por essa razão, foi utilizada a ferramenta Matriz de Impacto x Esforço, a qual priorizou as ações que trariam resultados e ganhos rápidos. A Matriz, representada pela Figura 11, ficou da seguinte forma:

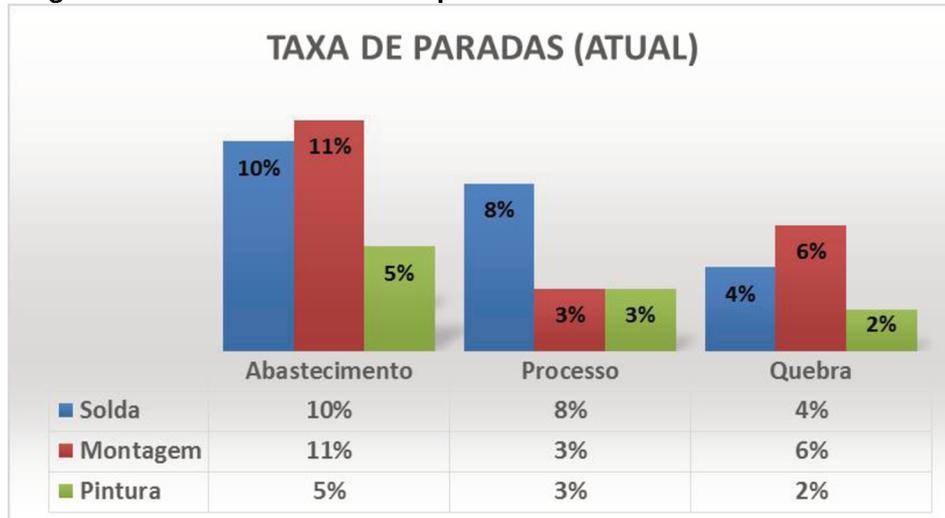


Neste estudo, todas as ações de melhorias encontradas, a partir da utilização das ferramentas de melhoria, representam alto impacto para o resultado do projeto, mas com diferentes graus de dificuldades, ou seja, as ações que apresentam Alto Impacto e Baixo Esforço serão priorizadas e realizadas de imediato, e as ações que apresentam Alto Impacto e Alto Esforço, serão igualmente realizadas, porém, em um espaço de tempo maior, por apresentarem maior dificuldade de realização.



Analisando a taxa de parada das três células, antes da implementação das melhorias, foi possível gerar o seguinte gráfico com as informações obtidas:

**Figura 13 - Gráfico das taxas de paradas antes das melhorias realizadas**



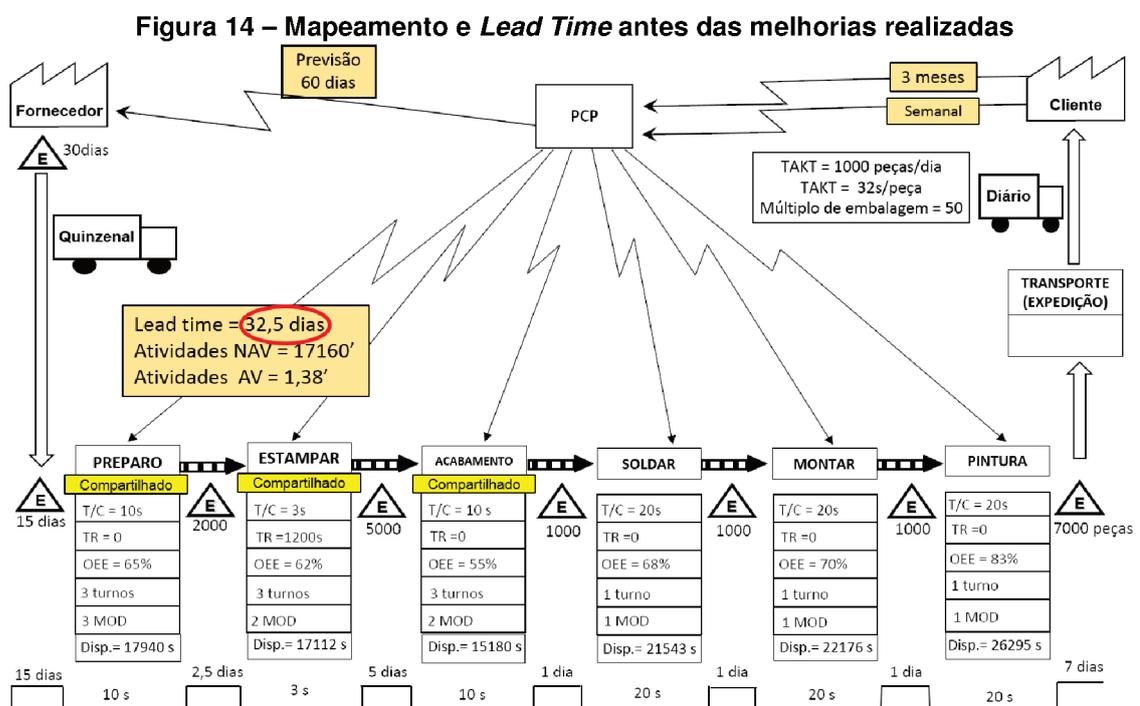
**Fonte: Elaborada pela autora**

As taxas de paradas, conforme representadas graficamente pela Figura 13, são resultados das perdas já analisadas anteriormente neste Estudo de Caso. O objetivo é reduzir as taxas de paradas por abastecimento, das células de Solda e Montagem, pois se tratam das maiores taxas observadas, e consequentemente aumentar o OEE de ambas as células que totalizavam 68% e 70%, como mostrado no fluxo atual da Figura 12.

Logo, dessa forma foi realizado este Estudo de Caso, tendo como base os processos industriais efetuados, desde a chegada dos itens na empresa Alfa até o transporte final do produto acabado, o chassi.

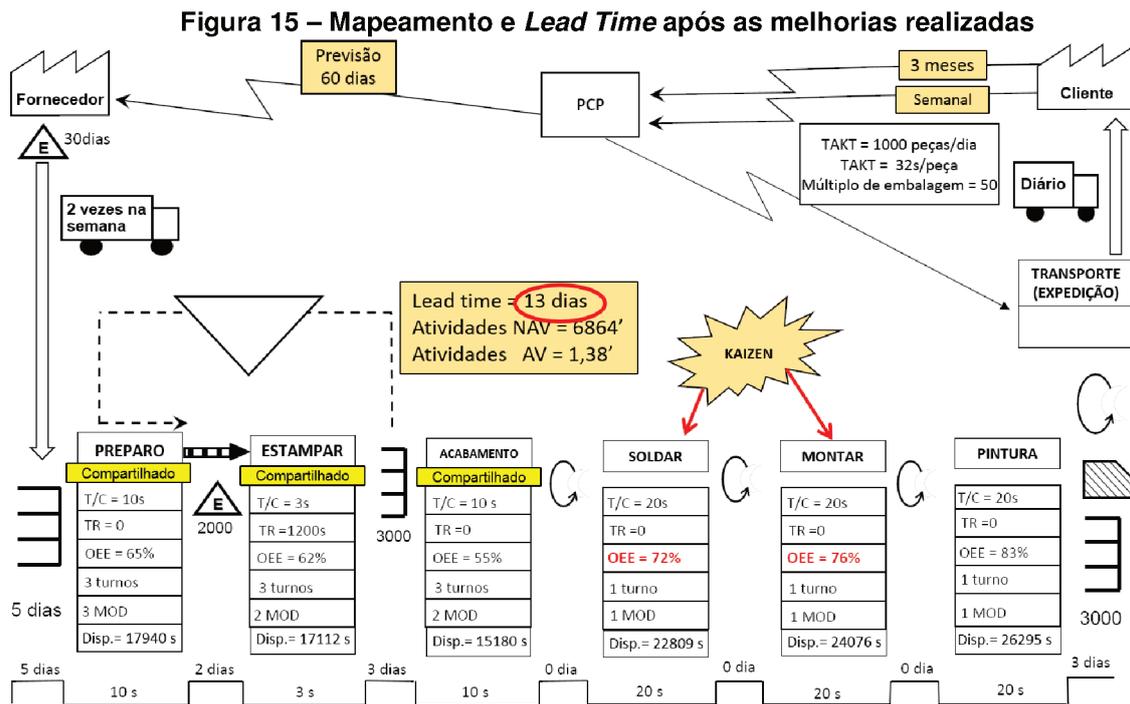
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das medições realizadas e implantação das melhorias utilizando-se ferramentas baseadas na Filosofia *Lean* e na Qualidade, teve-se como um dos resultados a redução do tempo de produção dos componentes de Chassis automotivos de 32,5 dias para 13 dias, correspondendo a uma redução de 60% do *Lead Time* do processo, sendo resultado da eliminação das atividades NAV desnecessárias que não agregam valor.



Fonte: Adaptada pela autora

A redução de *Lead Time* pode ser observada pelas Figuras 14 e 15, sendo o tempo em dias destacado por um círculo vermelho ao redor.



Fonte: Adaptada pela autora

A eliminação das atividades NAV desnecessárias que não agregam valor resultou na redução de 60% do *Lead Time*, de 32,5 dias para 13 dias, pois, como as atividades são parte do processo produtivo dos componentes de Chassi automotivos, representam o *Lead Time* de produção. A eliminação de processos desnecessários resultou também na redução do tempo de atividades que não agregam valor de 17.160 minutos, para 6.864 minutos.

As atividades eliminadas podem ser observadas pela comparação das atividades presentes no fluxo anterior e futuro, como mostrado pelo Quadro 4 a seguir:

**Quadro 4 – Eliminação das atividades que não agregam valor**

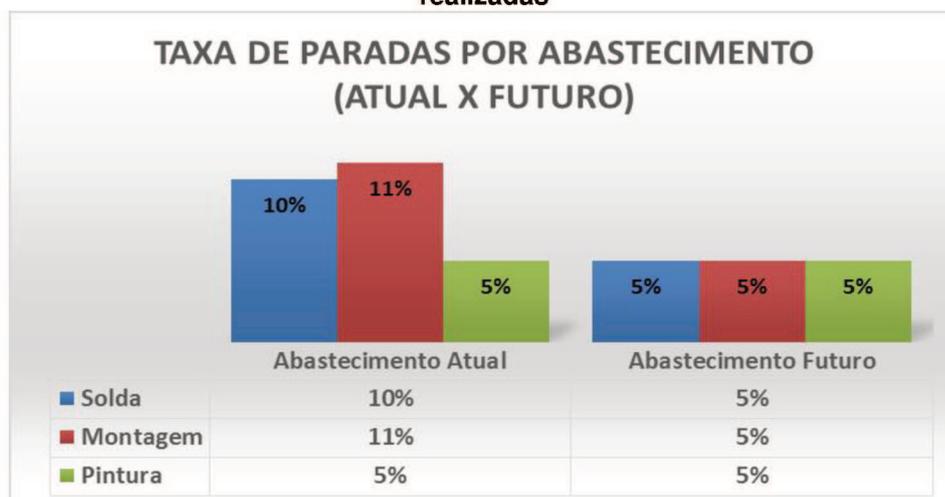
| Atividades (Atuais)              |                | Atividades (Futuras)             |                |
|----------------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|
| Carregamento                     | AV             | Carregamento                     | AV             |
| Envio para o Estoque             | NAV Necessário | Envio para o Estoque             | NAV Necessário |
| Descarregamento de Itens         | AV             | Descarregamento de Itens         | AV             |
| Transporte para pintura          | NAV            | Entrada para a pintura           | AV             |
| Disposição dos Itens na Caçamba  | NAV            | Saída da pintura                 | AV             |
| Carregamento Manual              | NAV            | Descarregamento manual dos Itens | NAV Necessário |
| Entrada para a Pintura           | AV             | Transporte                       | AV             |
| Saída da Pintura                 | AV             |                                  |                |
| Descarregamento Manual dos Itens | NAV Necessário |                                  |                |
| Transporte                       | AV             |                                  |                |

**Fonte: Adaptado pela autora**

A eliminação das atividades NAV desnecessárias, contribuiu ainda para a mudança de fluxo que tornou a célula de Transporte (Expedição) o processo puxador. Com a célula de Transporte (Expedição) se tornando o processo puxador, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) passa a enviar a programação para esta célula em questão (ver Figura 15).

Pode-se ainda observar na Figura 16, que o indicador OEE das células de Solda e Montagem aumentaram para 72% e 76%, sendo resultado da redução da taxa de parada por abastecimento em 50% e 55% em ambas as células, respectivamente. A partir desta informação, conforme observado pela representação gráfica da Figura 16.

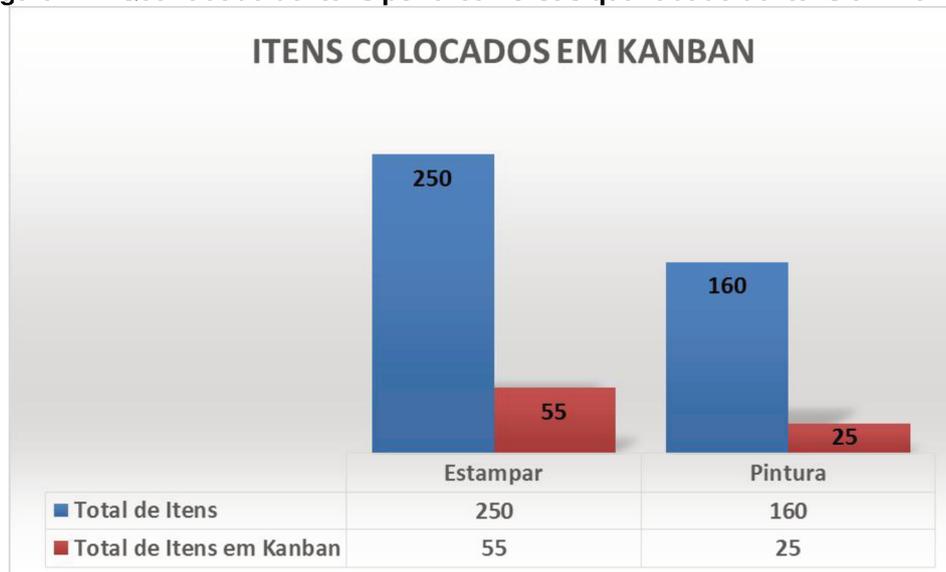
**Figura 16 - Gráfico das taxas de paradas por abastecimento antes e depois das melhorias realizadas**



**Fonte: Elaborada pela autora**

Esta redução da taxa de parada por falta de peças, devido a uma falha no abastecimento, foi resultado da combinação da implantação do *Kanban* de planejamento e controle da produção, para o qual foram alocados 19,5% dos itens em armazenamento das células Estampar e Pintura (ver Figura 17), juntamente com as demais ações de *Kaizen* realizadas nas células produtivas Solda e Montagem, como foi representado pela Figura 15, referente aos resultados obtidos após a implantação das melhorias.

**Figura 17 - Quantidade de itens por área versus quantidade de itens em Kanban**



**Fonte: Elaborada pela autora**

Com a implantação dos supermercados e do *Kanban* após a célula de Pintura, conforme representado pelo estado futuro da Figura 15, foi possível criar um sistema puxado gerando uma ordem de produção entre os processos, contribuindo também para a erradicação da falha no abastecimento.

Outras oportunidades de melhoria foram identificadas e, também, foram importantes para a otimização dos processos e redução da falta de peças, tais como aumento da acurácia dos estoques em 80%, pela realização de treinamento de funcionários responsáveis pelo apontamento de produtos, e pela transferência da responsabilidade do controle físico e sistêmico de itens para a área da Logística. Assim como a redução da perda de peças durante o trajeto em, aproximadamente,

67% (de 120 itens perdidos por mês para 40 por mês), por meio da padronização das embalagens de acordo com o tamanho dos itens.

Após a implantação das ações de melhoria, encontradas por meio da utilização das ferramentas de Melhoria Contínua e conceitos *Lean*, foram obtidos resultados que impactaram positivamente no aumento da produtividade e eficiência do fluxo dos processos responsáveis pela fabricação do chassi na empresa Alfa.

## 6 CONCLUSÃO

Após análise dos resultados obtidos, tem-se que a utilização da Melhoria Contínua baseada na Filosofia *Lean*, assim como as ferramentas que a compõe, podem, efetivamente, gerar resultados significativos, como a redução de 60% de *Lead Time* no processo de produção de componentes de Chassis automotivos, bem como o aumento do indicador de OEE de duas células produtivas, em 6% e 8% respectivamente.

A busca por um fluxo contínuo sem interrupções tem acarretado uma crescente utilização de conceitos baseados na produção enxuta, os quais, além de gerar ganhos de produtividade, também contribuem para a redução de custos por meio da eliminação de processos desnecessários.

Este Estudo de Caso enfatizou as ferramentas *VSM*, *Kaizen* e *Kanban*, comprovando a importância de sua utilização em projetos voltados para a aplicação de melhorias em produtos ou processos, e por meio deste, conseguiu-se chegar às causas raízes dos problemas que envolviam a falta de peças na linha de produção.

Dessa forma, tornam-se evidentes os resultados alcançados pela empresa Alfa a partir das melhorias realizadas sempre voltadas para a Filosofia *Lean*, e tornando, portanto, eficazes e enxutos os processos internos da empresa.

## REFERÊNCIAS

- BASTIANI, J. A.; MARTINS, R. **Diagrama de Pareto**. Blog da Qualidade. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-pareto/>>. Acesso em: 19/19/2018.
- BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R.; VAZ L. F. H. **Panorama da indústria de autopeças no Brasil: características, conjuntura, tendências tecnológicas e possibilidades de atuação do BNDES**. BNDES Setorial. p. 167 – 216. 2015.
- CATTO, M. A. Z. **A evolução da indústria automobilística brasileira (1956-2014)**. 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/140565>>. Acesso em: 09/03/2018.
- CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total: no estilo japonês**. Nova Lima: INDG TecS, 2004.
- CARRARO, I. R.; SILVA, M. A. **A melhoria contínua nos processos logísticos: o Kaizen como fator de sucesso para a competitividade**. 3º simpósio científico FTGS de graduação e pós graduação, Bento Gonçalves. 2013. Disponível em: <<http://ojs.ftsg.edu.br/index.php/simposio/article/view/106/95>>. Acesso em: 30/03/2018.
- CARMELITO, R. **Conceitos Básicos do MRP (Material Requirement Planning)**. 2008. Disponível em:<<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/conceitos-basicos-do-mrp-material-requirement-planiiing/26507/>>. Acesso em: 01/04/2018.
- COLLELA, F. A Matriz Impacto x Esforço. 2013. Disponível em: <<https://www.sbcoaching.com.br/blog/colaboradores/matriz-impacto-x-esforço/>>. Acesso em: 30/03/2018.
- DUTRA, T.; **Os 8 Pilares do TPM**. 2012. Disponível em: <<http://brasilengenhariademanutencao.blogspot.com.br/2012/11/os-8-pilares-do-tpm.html>>. Acesso em: 30/03/2018.
- FERRO, J. R. **Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças**. Lean Institute Brasil. 2009. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/colunas/366/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padrao-das-liderancas.aspx>> Acesso em: 12/04/2018.
- FERREIRA, N. **Desenvolvimento de um Jogo de Simulação do Sistema de Produção Lean. Ferramentas: 5S, Organização de Layout e TPM**. 2012. Tese (Mestrado em Gestão de Processos e Operações) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP, Porto.
- FILHO, J. L. S. P.; **Kaizen uma filosofia para a melhoria contínua**. (s.d.). Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/344](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/344)>. Acesso em: 29/06/2018.

GISLON, L. **Planejamento e Controle da Produção: Gestão de Demanda e Estoques**. 2012. Tese (Monografia de Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Diretoria de Pesquisa e Pós – Graduação VII Curso de Especialização em Gestão Industrial, Produção e Manutenção, Ponta Grossa.

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

KOSAKA, G.; **Kaizen**. 2009. Disponível em:  
<<https://www.lean.org.br/artigos/363/Kaizen.aspx>>. Acesso em: 16/03/2018.

LIMA, P. G. C.; **Evolução Recente da Indústria Automotiva**. 2016. Disponível em:  
<[http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema10/2016\\_14309\\_evolucao-recente-da-industria-automotiva\\_pedro-garrido](http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema10/2016_14309_evolucao-recente-da-industria-automotiva_pedro-garrido)>. Acesso em: 09/03/2018.

**LEAN Institute Brasil**. (s.d.). Disponível em:  
<[http://www.lean.org.br/perguntas\\_frequentes.aspx](http://www.lean.org.br/perguntas_frequentes.aspx)>. Acesso em: 09/03/2018.

LEÃO, T.; **Kanban: O que é e como funciona o Sistema**. 2018. Disponível em:  
<<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/Kanban/>>. Acesso em: 29/06/2018.

LOPES, R. A.; LIMA, J., F., G.; **Planejamento e Controle da Produção: um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira**. In: XXVIII Encontro Nacional de Produção (ENEGEP), 2008, Rio de Janeiro.

MOREIRA, S. **Aplicação das Ferramentas Lean. Caso de Estudo**. 2011. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, ISEL, Lisboa.

NIIMI, A. **Sobre o Nivelamento (Heijunka)**. 2006. Disponível em:  
<[https://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-\(heijunka\).aspx](https://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-(heijunka).aspx)>. Acesso em: 12/04/2018.

NEVES, T. **Importância da utilização do ciclo para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística**. 2007. Tese (Monografia em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Juiz de Fora.

NÚÑES, R. **Ferramentas de Melhoria Contínua dos Processos**. 2016. Disponível em: <<http://betaeq.com.br/index.php/2016/04/13/ferramentas-para-melhoria-continua-dos-processos/>>. Acesso em: 02/04/2018.

OLIVEIRA, L. V.; BONATO, S. V.; CASSEL, R. A.; CATEN, C. S. **Utilização do Conceito de Gargalos em uma Linha de Produção – Uma Análise da Interpretação do Conceito**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1978.

**PRODUÇÃO Lean.** Disponível em: <<http://producaolean.blogspot.com.br/2010/11/o-que-e-mapeamento-do-fluxo-de-valor.html>>. Acesso em: 22/03/2018.

PIZZOL, W. A.; MAESTRELLI, N. C. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos.** XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004\\_enegep0107\\_0622.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0107_0622.pdf)>. Acesso em: 16/03/2018.

PETROL Smell. **Mercedes Unimog.** 2010. Disponível em: <<http://petrolsmell.com/2010/02/10/mercedes-unimog/>>. Acesso em: 30/07/2018.

ROCHA, H.; **5W2H: o que significa, para que serve, como fazer e exemplos.** 2018. Disponível em: <<https://clickpages.com.br/blog/5w2h-o-que-significa/>>. Acesso em: 23/07/2018.

ROOTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R.; NOVASKI, O. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso.** G&P, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago. 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; HARLAND, C; HARRISON, A. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; HARLAND, C; HARRISON, A. **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVEIRA, C. B. **Os 16 Grandes Tipos de Perdas na Indústria.** 2016. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/tipos-perdas-industria/>>. Acesso em: 02/07/18.

SUCUPIRA, C; Pedreira, C. **Inventários Físicos: A importância da Acuracidade dos Estoques.** 2018. Disponível em: < <http://ideagri.com.br/posts/inventarios-fisicos-a-importancia-da-acuracidade-dos-estoques-cezar-sucupira-e-cristina-pedreira>>. Acesso em: 18/07/2018.

SINDIPEÇAS Abipeças. **Relatório da Balança Comercial de Autopeças.** 65. ed. 2017. Disponível em: <https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/BCAFEV17.pdf>. Acesso em: 10/03/2018.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 2007.

**VALUE Stream Mapping.** Disponível em: <<http://nortegubisian.com.br/blog/value-stream-mapping-vsm/>>. Acesso em: 22/03/2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1990.

YIN, R. K.; **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

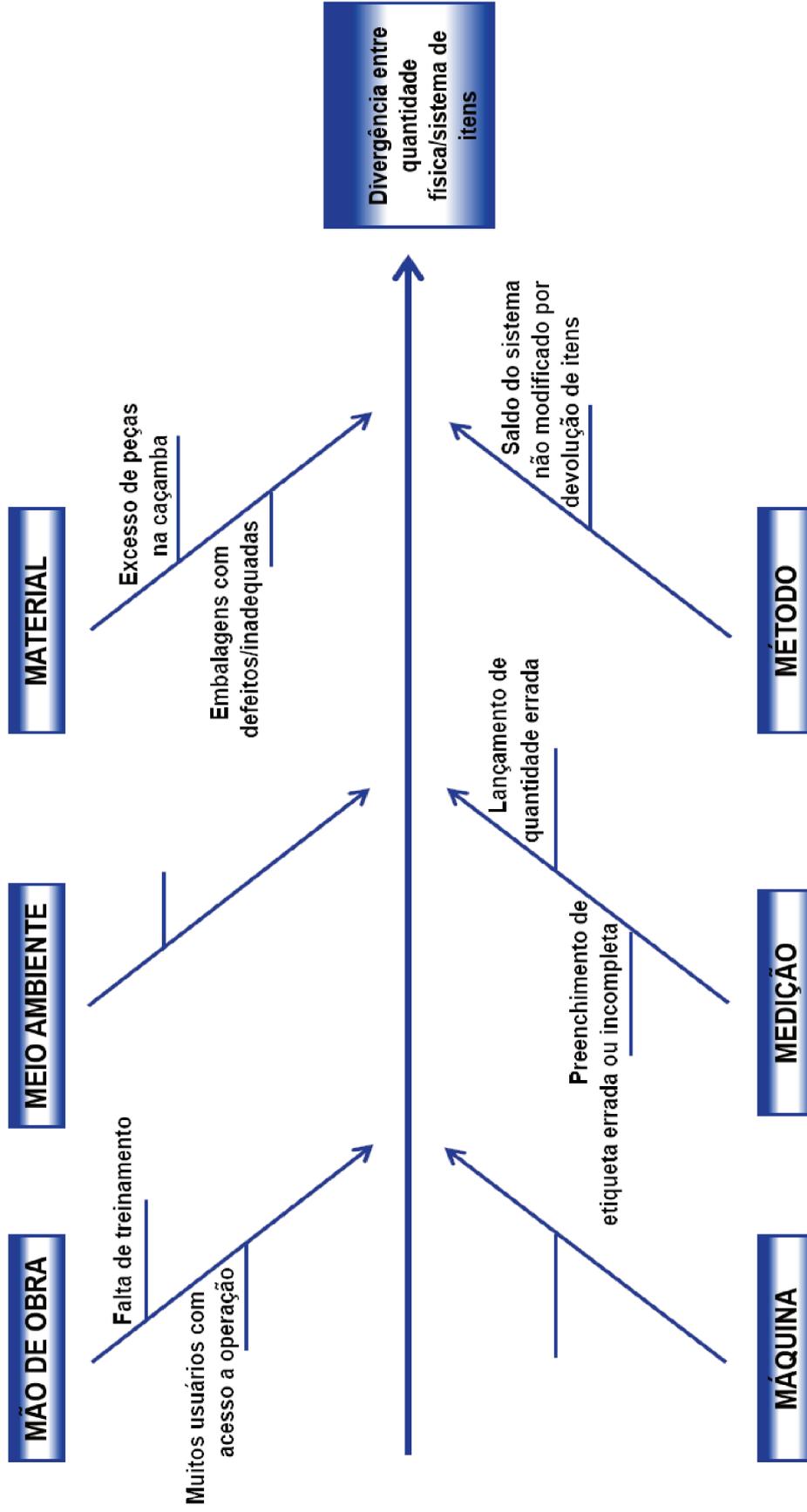
## ANEXOS

Anexo 1 – 5w2H

| WHAT? (O QUE?)  | WHO? (QUEM?)  | WHEN? (QUANDO?) | WHERE? (ONDE?) | WHY? (POR QUE?)  | HOW? (COMO?)  | HOW MUCH? (QUANTO?) | STATUS |
|---|---------------|-----------------|----------------|--|---|---------------------|--------|
| Transferir responsabilidade de movimentação física e sistêmica de itens para a Logística.                                   | Funcionário A | Semana 1        | Empresa Alfa   | Para as atividades de movimentação e controle contábil de estoques seja direcionado a uma área específica. | Mapear os pontos dentro da empresa que envolvem movimentação; Criar procedimento para as atividades relacionadas a movimentação físico e contábil entre as áreas da empresa definindo Logística como responsável; Editar , revisar a aprovar procedimento; Aplicar treinamento. | Sem custo           | 100%   |
| Treinar os funcionários que realizam apontamento de produção minimizando as possíveis falhas que levam ao erro e correções. | Funcionário B | Semana 2        | Empresa Alfa   | Elevar acuracidade   | Aplicar treinamento aos funcionários envolvidos   | Sem custo           | 100%   |
| Definir e implementar sistema de lançamento de itens.   | Funcionário C | Semana 3        | Empresa Alfa   | A adequação do lançamento garante a acuracidade do estoque.  | Definir método de lançamento; Orientar funcionário responsável pelo lançamento; Direcionar o funcionário com relação ao procedimento.   | Sem custo           | 100%   |
| Definir embalagem padrão conforme tamanho do item.  | Funcionário D | Semana 4        | Empresa Alfa   | Evitar que peças se percam durante o transporte.   | Criar padrão de embalagem levando em conta tamanhos variados de itens; Levantamento de todos os itens   | Sem custo           | 100%   |
| Definir itens que serão colocados em Kanban.  | Funcionário E | Semana 5        | Empresa Alfa   | Eliminar a falha no abastecimento das linhas, evitando a falta de peças na produção.                       | Identificar itens mais críticos que deverão entrar em Kanban; Levantar a quantidade de itens.   | Sem custo           | 100%   |
| Eliminar atividades que não agregam valor desnecessárias e reformular o fluxo.  | Funcionário D | Semana 6        | Empresa Alfa   | A eliminação de atividades NAVs desnecessárias regulariza o fluxo e melhora os processos.                  | Identificar quais atividades não agregam valor ao produto final e aos processos, e quais permitem eliminação; Desenvolver novo fluxo de materiais.  | Sem custo           | 100%   |

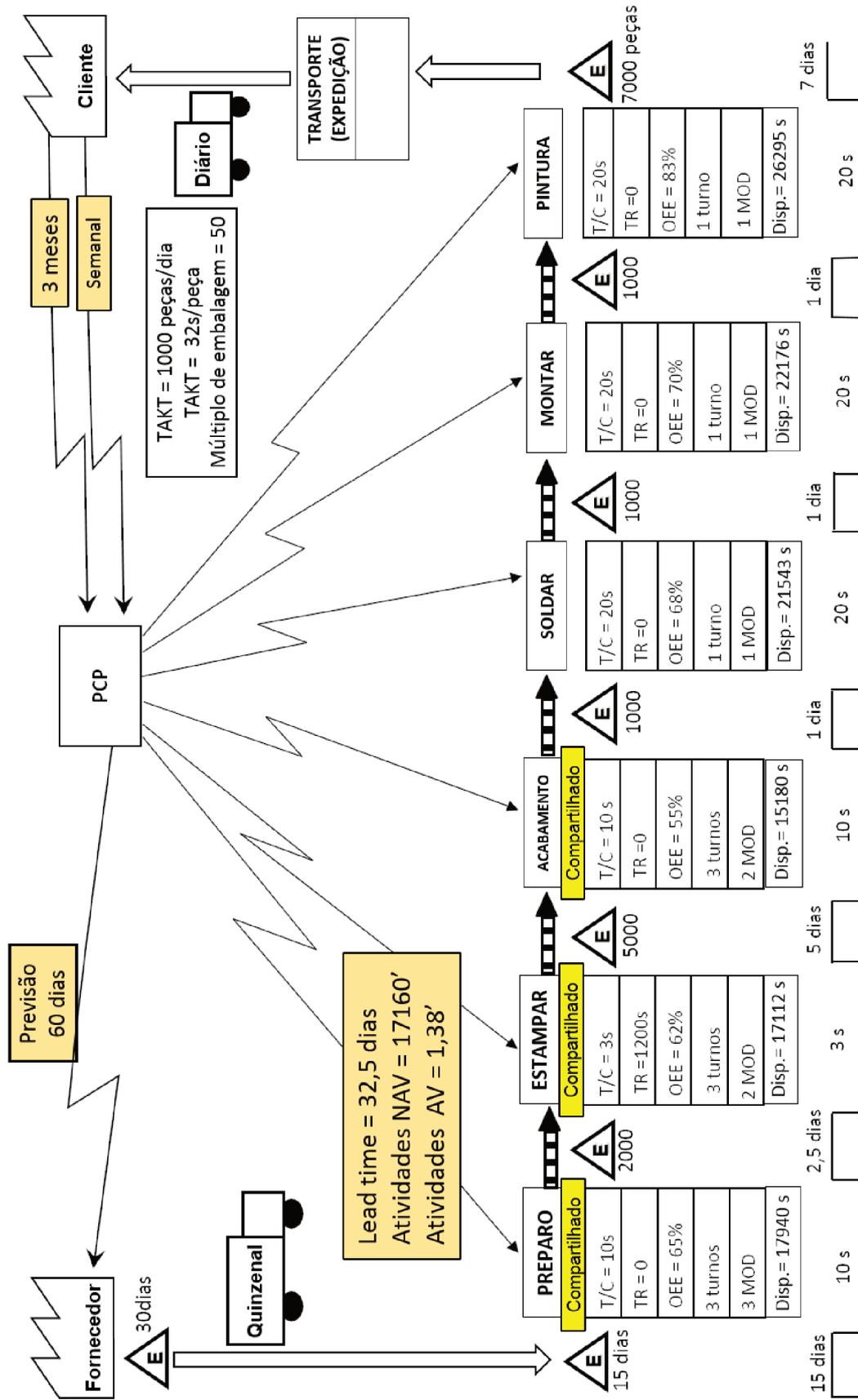
Fonte: Elaborado pela autora

Anexo 2 – Diagrama de Ishikawa



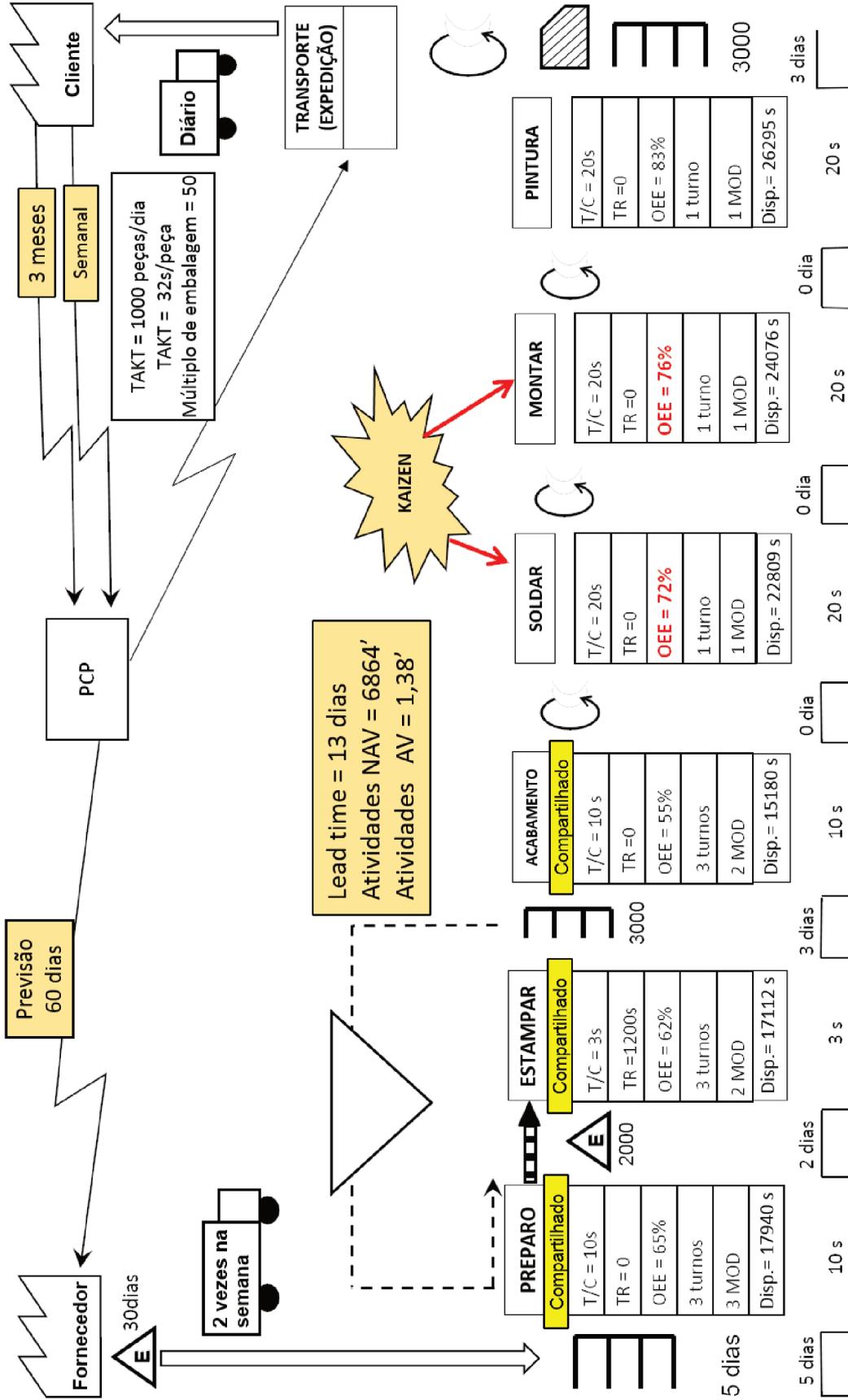
Fonte: Adaptado pela autora

Anexo 3 – Mapeamento do estado atual



Fonte: Adaptado pela autora

Anexo 4 – Mapeamento e Lead Time após as melhorias realizadas



Fonte: Adaptado pela autora