

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

JÉSSICA RIBEIRO BRAZÃO

**ELIMINAÇÃO DAS PARADAS DE LINHAS OCASIONADAS PELA CHAVE DE  
ACOPLAÇÃO DO PRENSADOR MANUAL.**

MANAUS-AM

2019

JÉSSICA RIBEIRO BRAZÃO

**ELIMINAÇÃO DAS PARADAS DE LINHAS OCASIONADAS PELA CHAVE DE  
ACOPLAÇÃO DO PRENSADOR MANUAL.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Universidade do Estado do Amazonas, como  
requisito para o recebimento do Bacharel em  
Engenharia Mecânica.

Orientador(a): Prof. Dr. Antônio Claudio Kieling.

MANAUS-AM

2019

Brazão, Jéssica Ribeiro.

Eliminação das paradas de linhas ocasionadas pela chave  
acoplada do prensador manual / Jéssica Ribeiro Brazão, 2019

42 f. : il. Color., enc.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Cláudio Kieling

Monografia (Graduação) – Universidade do Estado do  
Amazonas – Escola Superior de Tecnologia, Manaus, 2019.

1. Filosofia JIT, ferramentas da qualidade, Identificação de  
problema, diagrama de pareto.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS  
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**ELIMINAÇÃO DAS PARADAS DE LINHAS OCASIONADAS PELA CHAVE DE  
ACOPLAÇÃO DO Prensador MANUAL.**

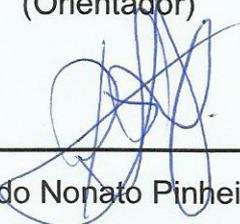
Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade do Estado do Amazonas, como requisito para o recebimento do Bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovado por:



---

Prof. Dr. Antônio Cláudio Kieling  
(Orientador)



---

Prof. MSc. Raimundo Nonato Pinheiro do Nascimento  
(Examinador)



---

Prof. Dr. Gabriel Frederico Llerena  
(Examinador)

MANAUS-AM

2019

Dedico este trabalho aos meus pais, Orleans Medeiros Brazão e Maria do Socorro Ribeiro da Silva Brazão, fonte da minha inspiração e força para alcançar meus objetivos, aos amigos que fiz no período de estágio, e ao meu companheiro João Luiz Moss Portela que sempre está do meu lado me fortalecendo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que me deu saúde e força para alcançar meus objetivos.

Aos meus pais e meu irmão que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

As minhas amigas Daiane Figueiredo, Amanda Bastos e Ana Bezerra que fizeram parte da minha formação.

Ao João Luiz Moss Portela por todo o apoio que me deu nas dificuldades enfrentadas na redação desta monografia.

Ao Flávio José e aos colegas de trabalho pela oportunidade de mostrar meu trabalho, pela compreensão e apoio.

Jéssica Ribeiro Brazão

“Ação sem filosofia é uma arma  
letal; e filosofia sem ação não tem  
valor algum.”

Soichiro Honda

## RESUMO EM LÍNGUA VERNÁCULA

Na literatura pesquisada encontram-se diversos detalhes sobre a filosofia JIT e estudos de casos para resolução de problemas utilizando as ferramentas da qualidade. Partindo desse ponto, utilizou-se tanto a filosofia JIT quanto as ferramentas da qualidade para identificação, análise, ação e checagem de um problema ocorrido na linha de montagem de motor de uma montadora do segmento 2 rodas situada no Polo Industrial de Manaus.

Primeiramente foi feito um levantamento com ênfase monetária de todos os problemas da linha de montagem do motor ao longo de um determinado período e então foi realizado um diagrama de Pareto para saber qual era o mais importante. Diante disto, foi identificado o maior problema e então este foi analisado de forma crítica e entendido o porquê deste ser um problema.

Após identificar e analisar o problema, foram levantadas propostas que poderiam eliminá-lo, em seguida foi realizado um estudo de viabilidade destas. Após o estudo de viabilidade, foi implantada a proposta aprovada e a qual teve seus resultados acompanhados.

Com os resultados obtidos, realizou-se uma comparação entre o antes e o depois da implantação da melhoria. Enfatizado, mais uma vez, monetariamente o impacto da ação executada.

**Palavras-chave:** Filosofia JIT, ferramentas da qualidade, Identificação de problema, diagrama de Pareto.

## RESUMO EM LÍNGUA ESTRANGEIRA

In the researched literature, there are several details about the JIT philosophy and case studies for problem solving using the quality tools. From this point, it is used both the JIT philosophy and the quality tools to identify, analyze, take action and check a problem that occurred in the engine assembly line of a Motorcycle maker located at the Manaus Industrial Pole.

First, a monetary-focused survey of all engine assembly line problems over a given period is made and then a Pareto chart is used to identify which one is the most important. Given this, the most important problem is identified and then it is critically analyzed and understood the reason of this been a problem.

After identifying and analyzing the problem, it is raised proposals that could eliminate the problem, followed by a feasibility study. After the feasibility study, the approved proposal are implemented and its results are followed up.

Within the obtained results, it is made a comparison between before and after of the improvements implementation. It is emphasized once again, the monetary impact of the taken action.

**Keywords:** JIT philosophy, quality tools, problem identification, Pareto chart.

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	2
1.1. Problematização e hipóteses .....	4
1.2. Delimitação do estudo .....	5
1.3. Objetivo geral .....	6
1.3.1. Objetivos específicos .....	6
1.4. Justificativa .....	6
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	7
2.1. O que é a produção enxuta? .....	7
2.1.1. Desperdício de superprodução .....	8
2.1.2. Desperdício de espera .....	8
2.1.3. Desperdício de transporte .....	9
2.1.4. Desperdício de processamento .....	9
2.1.5. Desperdício de movimento .....	9
2.1.6. Desperdício de produzir produtos defeituosos .....	10
2.1.7. Desperdícios de estoques .....	10
2.2. TQC – Total Quality Control (Controle da qualidade total) .....	10
2.3. As sete ferramentas da qualidade .....	11
2.3.1. Fluxogramas de Processos .....	11
2.3.2. Listas de verificação .....	12
2.3.3. Carta de controle .....	13
2.3.4. Diagramas de dispersão .....	13
2.3.5. Diagramas de causa-e-efeito .....	14
2.3.6. Histogramas e gráficos de barras .....	15
2.3.7. Diagramas de Pareto .....	16
3. METODOLOGIA .....	17
4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	20

4.1. Análise e avaliação dos resultados obtidos.....	20
4.1.1. Identificação do problema.....	20
4.1.2. Observação do problema .....	22
4.1.3. Análise do problema .....	28
4.1.4. Plano de ação para resolver o problema .....	31
4.1.5. Realização das ações planejadas .....	33
4.1.6. Verificação dos resultados das ações .....	34
4.1.7. Padronização.....	36
4.1.8. Conclusão.....	37
5. SÍNTESE CONCLUSIVA.....	37
6. Bibliografia .....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Tamanho das economias das regiões em relação a 2014.....	3
Figura 2 – Produção de motos no Brasil de 2003 à 2018. ....	4
Figura 3 – Diagrama de fluxo de processos (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001)).....	12
Figura 4 - Lista de verificação (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001)).....	12
Figura 5 - Carta de controle (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001)).....	13
Figura 6 - Diagrama de dispersão (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001)).....	14
Figura 7 - Diagrama de Ishikawa. Fonte: <a href="https://blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-ishikawa/">https://blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-ishikawa/</a> . Acessado em 02/11/2019 .....	15
Figura 8 – Histograma (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001)).....	16
Figura 9 - Diagrama de Pareto (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001)).....	17
Figura 10 – Ciclo PDCA com ênfase nas atividades de cada categoria.....	19
Figura 11 – MASP (método de análise e solução de problemas).....	19
Figura 12 – Perda em R\$ por motos não produzidas ao longo de um ano devido à diversos fatores. Fonte: Autor próprio. ....	21
Figura 13 - Gráfico de Pareto dos motivos de perdas em moto ao longo de um ano. ....	22
Figura 14 - Análise dos motivos que fizeram o Prensador manual deixar de funcionar. ....	22
Figura 15 – Componentes do processo. ....	23
Figura 16 – Esquematização do processo. ....	24
Figura 17 - Esquema do layout da linha de montagem de motores. A seta indica o local do processo do prensador manual. ....	25
Figura 18 - Esquema de funcionamento do puxador prensador manual. O operador aciona a parafusadeira e com isso o ar comprimido atravessa por ela resultando no parafusamento do virabrequim,então ele pisa no pedal e com isso o ar comprimido tem sua passagem liberada para o booster e este, por sua vez, empurra o óleo hidráulico, passando pela mangueira chegando até o prensador manual, resultando	

na prensagem do virabrequim na carcaça. Com a prensagem executada, o operador muda a orientação de rotação na parafusadeira e aciona a mesma novamente, resultando no desparafusamento do virabrequim. ....26

Figura 19 – Componentes do prensador manual. ....27

Figura 20 – Análise da microestrutura da chave acoplada.....28

Figura 21 – Chave Acoplada. ....29

Figura 22 – Chave acoplada quebrada. ....29

Figura 23 – Análise de falhas da chave acoplada quebrada. ....30

Figura 24 - Cronograma de atividades. ....33

Figura 25 – Projeto da nova chave acoplada. ....34

Figura 26 – Resultados obtidos com a implantação da nova chave acoplada. ....35

Figura 27 – Comparativo do antes e depois da implantação da nova chave acoplada. ....35

Figura 28 – Comparativo do custo da montadora entre o antes e o depois da nova chave acoplada. Fonte: Autor próprio. ....36

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Etapas de execução do MASP.....	20
Quadro 2 - Comparativo entre especificado e encontrado dos componentes rotativos do prensador manual. ....	27
Quadro 3 - 5 Por quês do problema levantado.....	30
Quadro 4 - Propostas levantadas.....	31
Quadro 5 - Avaliação da 1ª proposta. ....	31
Quadro 6 - Avaliação da 2ª proposta. ....	32

## 1. INTRODUÇÃO

“No início da década, a produção de motocicletas no País mostrava um interessante ritmo de crescimento, geralmente com pequenas variações positivas de um ano para o outro. Até que, em 2011, tivemos o boom da indústria: foram produzidas mais de 2 milhões de motos em 12 meses, 2.136.891 para ser mais exato. Portanto, em média, eram fabricadas 5,93 mil motos a cada dia no Brasil. Mas aí a crise mostrou a face. Todos os anos seguintes foram de queda, até o calendário passado. Entre 2011 e 2016, a produção de motos caiu para menos da metade, registrando variação negativa de 58,46%. No ano passado, 887.653 motos deixaram as linhas de produção em território nacional – quase 67 mil motos a menos do que há 14 anos, em 2003.” (MOTO ONLINE, 2017).

Contudo, com a melhora do cenário econômico brasileiro, a região Norte apresentou um aumento do PIB em 0,6% referente ao mesmo período em 2014 (este foi o último ano que a economia brasileira teve um crescimento antes do período de recessão). O levantamento realizado pela Consultoria Tendências nos mostra que, além da região Norte ser a que se recuperará mais rapidamente, há uma discrepância considerável no comportamento entre as regiões. O Norte é uma notoriedade, é a única região que será capaz de se indenizar dos estragos que a crise causou.

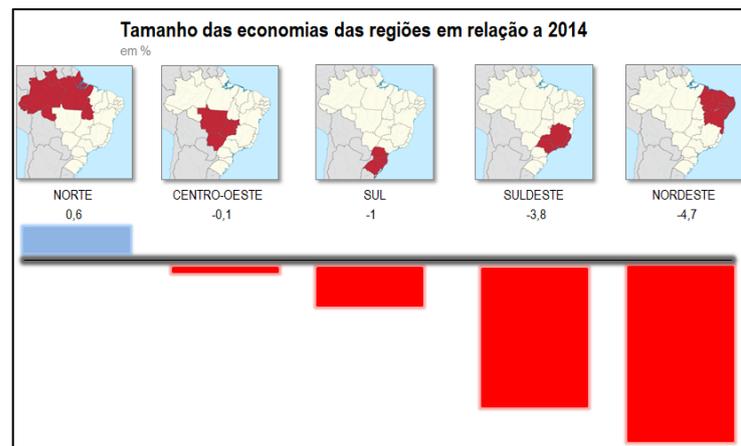


Figura 1- Tamanho das economias das regiões em relação a 2014.  
Fonte: Consultoria Tendências. Infográfico publicado em 02/05/2019.

“A produção de motos no Brasil voltou a crescer em 2018 depois de 7 anos, informou a associação das fabricantes de motos, a Abraciclo. O setor encerrou um período seguido de quedas que vinha desde 2012. Com o total de 1.036.846 motos produzidas em 2018, a indústria teve alta de 17,4% e superou as 882.876 unidades de 2017. Mesmo assim, o volume atual está apenas no nível que tinha em 2004, quando 1.057.333 motocicletas saíram das linhas de montagens. Apesar da recuperação, a produção atual atingiu apenas a metade do patamar do recorde histórico do setor, de 2008, com 2.140.907 unidades.” (G1, 2019)

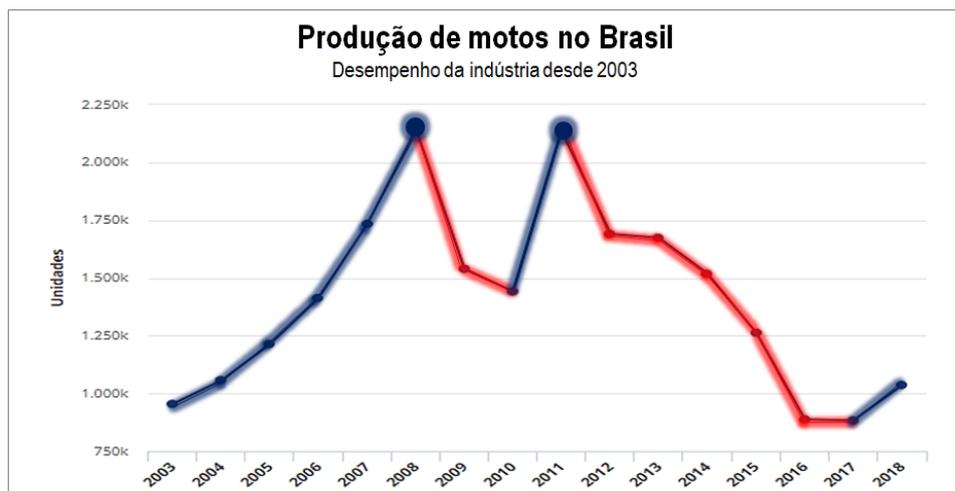


Figura 2 – Produção de motos no Brasil de 2003 à 2018.  
Fonte: Abraciclo.

“As montadoras consideram o crescimento de 2018 uma retomada para o setor, depois de ter chegado ao fundo do poço no ano anterior. Em nota, a Abraciclo disse que a alta da produção e da venda é resultado da confiança por parte do consumidor, da recuperação econômica e do aumento da oferta de crédito, além do número significativo de lançamentos de novos modelos pelas fabricantes de motocicletas.” (G1, 2019)

Diante desta realidade, as montadoras se veem obrigadas a produzir mais em menos tempo suprindo assim a demanda do mercado e ficando à frente dos concorrentes na competitividade. Desta forma, para não perder espaço, é necessário que as montadoras não tenham paradas de linha não programadas. Os equipamentos e dispositivos devem ser projetados de maneira adequada, respeitando ao máximo os requisitos dos processos ao qual serão submetidos além de possuírem um plano de manutenção preventiva, que corresponda às suas necessidades.

### 1.1. Problematização e hipóteses

Afim de manter a competitividade da montadora no mercado diante deste cenário positivo, esta não pode arcar com prejuízos no seu processo produtivo, mais especificamente com paradas não programadas das linhas de produção, que interrompem seu faturamento e, conseqüentemente, deixam o cliente sem receber

seu produto no prazo acordado. Dessa forma, fez-se uma pesquisa de paradas não programadas nas linhas de montagem de motores de uma montadora do segmento 2 rodas situada no Polo industrial de Manaus com o intuito de tomar conhecimento sobre quais eram os principais dispositivos/equipamentos que vinham apresentando maiores anormalidades.

Como resultado da pesquisa, o dispositivo que se destacou negativamente foi o prensador manual. Este dispositivo possui dois tipos de mecanismos para executar sua função: um de rotação e um de pressão. A maior parte das paradas deste dispositivo estavam relacionadas com o mecanismo de rotação. Um componente denominado chave acoplada falhava com grande frequência no decorrer do processo, tendo como consequência a parada não programada da linha de produção para troca deste componente. Dessa forma, em função do problema, como será possível eliminar as paradas de linha resultantes da chave de acoplada do prensador manual?

Hipótese 1: A utilização do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) permite identificar as causas do problema e planejar ações eficazes para a sua eliminação.

Hipótese 2: A eliminação da chave acoplada, substituindo-a por sistema de transmissão direta (sem eixo intermediário) permite a eliminação do problema.

Então, se melhorasse o projeto da chave acoplada a mesma não falharia com tanta frequência no processo ou, se eliminasse este componente do dispositivo, o problema não existiria mais.

## **1.2. Delimitação do estudo**

O presente trabalho propõe o estudo de um projeto de chave acoplada que sirva como eixo de transmissão, buscando maior vida útil quando disposta a cargas dinâmicas, comparando-a com a chave acoplada utilizada até então.

### **1.3. Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é eliminar as paradas de linha ocasionadas pela chave de acoplada do prensador manual.

#### *1.3.1. Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Revisar a literatura sobre produção enxuta;
- Revisar a literatura sobre gestão da qualidade;
- Revisar a literatura sobre o MASP;
- Delimitar o problema de melhoria;
- Analisar a causa raiz do problema;
- Elaborar um plano de ação;
- Verificar a execução das ações planejadas;
- Avaliar os resultados obtidos.

### **1.4. Justificativa**

O estímulo para a realização deste trabalho, do ponto de vista da montadora, partiu da importância de atender a meta diária de produção estabelecida pelo PCPM (Programação e Controle da Produção e Material) uma vez que a mesma não é atendida por diversos motivos. Com isso, procurou-se utilizar o MASP para encontrar a solução de problemas de maneira organizada.

Já do ponto de vista acadêmico, o estímulo surgiu da possibilidade de se firmar como engenheira capaz de resolver problemas de qualquer natureza técnica dentro de um ambiente fabril.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados a filosofia do *Just In Time* (JIT) e as ferramentas de qualidade para resolução de problemas.

### 2.1. O que é a produção enxuta?

Corrêa cita algumas expressões que são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia *Just in Time*:

- ✓ Produção sem estoques;
- ✓ Produção enxuta (*lean production*);
- ✓ Eliminação de desperdícios;
- ✓ Manufatura de fluxo contínuo;
- ✓ Esforço contínuo na resolução de problemas (neste trabalho será utilizado o termo *Just in Time*).

“A abordagem enxuta de gerenciar operações é fundamentada em fazer bem as coisas simples, em fazê-las cada vez melhor e (acima de tudo) em eliminar todos os desperdícios em cada passo do processo.” (SLACK, 2009).

“Alguns autores definem a filosofia JIT como um sistema de manufatura cujo objetivo é otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios” (CORRÊA, 2012).

Segundo Tubino, a filosofia JIT procura aumentar a eficácia da produção eliminando desperdícios que são encontrados na cadeia produtiva. Esse objetivo pode ser alcançado através de um conjunto de técnicas oriundas do Sistema Toyota de Produção (STP).

Portanto, para atingir o JIT é preciso eliminar os desperdícios e isso é possível quando avaliamos todas as atividades que são executadas ao longo da cadeia produtiva e classificando-as em atividades que: agregam ou não agregam valor à produção. Shigeo Shingo utiliza uma classificação que ajuda a compreender melhor essas atividades que não agregam valor, como: superprodução, espera, transporte, processamento, movimento, produzir produtos defeituosos e estoque.

### *2.1.1. Desperdício de superprodução*

“Produzir mais do que é necessário é uma das principais fontes de desperdício; por isso, lotes de produção pequenos (se possível unitários) são buscados.” (FERNANDES, 2010).

Corrêa afirma que a filosofia JIT aconselha que se produza somente aquilo que é necessário e que para isso se reduzam os tempos de setup e sincronize a produção com a necessidade do cliente, entre outros.

Mediante o exposto, pode-se concluir que a filosofia JIT categoriza como desperdício o costume de produzir com antecedência para uma eventual demanda no futuro. Ou seja, produzir de forma antecipada supondo que o cliente vá realizar pedido pode gerar superprodução. Como também há o caso de setores produtivos optarem por estender a produção devido a restrições no processo, como por exemplo: alto tempo de setup.

### *2.1.2. Desperdício de espera*

“Este desperdício refere-se ao material que está esperando para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos.” (CORRÊA, 2014).

Deste modo, a filosofia JIT enfatiza que os equipamentos só devem ser utilizados se houver necessidade, uma vez que além de gerar estas filas, a fábrica terá um custo a mais, pagando o homem-hora, a energia, o transporte do colaborador, a refeição do mesmo, entre outros custos agregados.

“A eficiência da máquina e da mão de obra pode ser utilizada para medir o tempo de espera do processo, porém, o tempo gasto para fabricar estoque desnecessário no momento também pode ser entendido como tempo de espera.” (FERNANDES, 2010).

Assim sendo, este desperdício pode gerar outro desperdício conhecido como estoque que será comentado mais adiante.

### 2.1.3. *Desperdício de transporte*

“A movimentação de materiais no interior da fábrica é um tipo de desperdício que pode ser reduzido com mudanças no layout produtivo.” (FERNANDES, 2010).

Em suma, esta atividade não agrega valor ao produto, porém, muitas vezes, ela é necessária devido as restrições que existem tanto na infraestrutura quanto no processo.

### 2.1.4. *Desperdício de processamento*

“Nem todas as operações no processo produtivo são realmente necessárias e, portanto, são fonte de desperdícios e devem ser eliminadas.” (FERNANDES, 2010).

Assim, qualquer elemento que adicione custo e não valor é aspirante a sofrer questionamento: é necessário no processo ou não? Caso não seja, precisa ser eliminado e deve ser repensada a forma de realizar o processo produtivo sem esse elemento e que, ainda assim, hajam ganhos.

### 2.1.5. *Desperdício de movimento*

“Os desperdícios de movimento estão presentes nas mais variadas operações que se executam na fábrica. A filosofia JIT adota as metodologias de estudo de métodos e estudo do trabalho, visando alcançar economia e consistência nos movimentos.” (CORRÊA, 2014).

“Está relacionado aos movimentos desnecessários do trabalhador quando realizando sua tarefa.” (FERNANDES, 2010).

Realizando a economia de movimentos é possível alcançar produtividade. Este é um tipo de estudo e aplicação que requer “baixa-tecnologia” pois ele pode se apoiar em soluções simples e de baixo custo, ou seja, não precisa de automação. E ainda que venha precisar, primeiramente devem-se aprimorar os movimentos e somente então, automatizar. Se não fizer nessa ordem, pode acontecer da empresa automatizar o desperdício.

### *2.1.6. Desperdício de produzir produtos defeituosos*

“Defeitos são desperdícios, uma vez que o produto terá que ser feito novamente. Isso deve ser combatido a todo custo.” (FERNANDES, 2010)

“Problemas de qualidade geram os maiores desperdícios do processo. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros.” (CORRÊA, 2012).

A produção do produto já deve ser iniciada de forma que não haja ocorrência de defeitos pois assim é possível eliminar as inspeções. Estes defeitos não devem ser gerados e nem aceitados. É comum para as indústrias que adotaram a filosofia JIT utilizarem dispositivos conhecidos como “à prova de falhas”. Estes procuram evitar os erros humanos.

### *2.1.7. Desperdícios de estoques*

“É o tipo de desperdício que atrai maior atenção e deve ser eliminado ou pelo menos diminuído.” (FERNANDES, 2010).

“Os estoques, como já foi comentado, além de ocultarem outros tipos de desperdícios, significam desperdícios de investimento e espaço.” (CORRÊA, 2014).

Eliminando os motivos pelos quais se faz necessário haver um estoque, também consegue-se eliminar os desperdícios envolvidos no estoque. Eliminando-se todos os desperdícios conhecidos, conseqüentemente, elimina-se, também, o desperdício do estoque.

## **2.2. TQC – Total Quality Control (Controle da qualidade total)**

(Davis, 2001) “afirma que por muitos anos após a II Guerra Mundial, a qualidade foi vista mais como uma função defensiva do que como uma arma competitiva para utilização no desenvolvimento de novos mercados e no aumento da participação nos mercados já conquistados.

Segundo Feigenbaum a qualidade, no conceito do TQC, é uma determinação do cliente e será julgada por ele segundo sua experiência real com o produto ou

serviço, medindo-a de acordo com seus requisitos, conscientemente ou apenas por sentimento, de maneira técnica ou puramente subjetiva.

Concluindo, a qualidade deve estar orientada pela redução do número de reclamações dos clientes, é preciso dar atenção à prevenção e não à inspeção. Uma vez que a ação esta voltada para a prevenção, inspecionar peças e identificar produtos que não estão no padrão acarretam custos.

### **2.3. As sete ferramentas da qualidade**

(Davis, 2001) “Na literatura da qualidade, foram identificadas sete ferramentas básicas que podem auxiliar os gerentes na organização, na apresentação e na análise dos dados gerados. Estas sete ferramentas básicas do controle da qualidade (CQ) são:

- ✓ Fluxogramas (ou diagramas) de processo;
- ✓ Cartas de controle (ou tendência);
- ✓ Listas de verificação;
- ✓ Diagrama de dispersão;
- ✓ Diagramas de causa-e-efeito (ou espinha de peixe);
- ✓ Diagramas de Pareto;
- ✓ Histogramas.”

“Elas servem para organizar, interpretar e maximizar a eficiência no uso de dados, basicamente de dados tipos numérico, através do estabelecimento de procedimentos organizados de coleta, apresentação e análise de dados relativos aos processos e produtos de uma organização.” (TOLEDO, 2014).

“Noventa e cinco por cento dos problemas relacionados à qualidade podem ser resolvidos com o uso de sete ferramentas quantitativas básicas.” (Karu Ishikawa).

#### *2.3.1. Fluxogramas de Processos*

“Os fluxogramas ou diagramas de processos apresentam cada um dos passos requeridos para produzir um produto ou serviço. As ações geralmente são representadas por retângulos, as esperas ou os inventários são representados por triângulos invertidos, e os pontos de decisão por losangos. As linhas conectando estas atividades representam a direção do fluxo no processo.” (DAVIS, 2001).

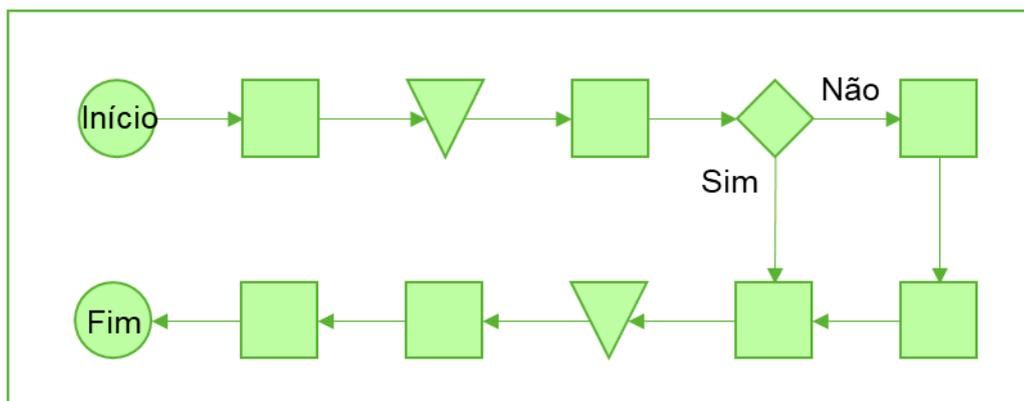


Figura 3 – Diagrama de fluxo de processos (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001))

Com isso tem-se o objetivo de listar todas as fases que compõem o processo, de forma rápida e simples, facilitando o entendimento.

### 2.3.2. Listas de verificação

“As folhas de verificação ou tabelas de contagem são formulários impressos, ou digitais, utilizados para registrar e reunir dados de forma simples e que facilitam o seu posterior uso e análise.” (TUBINO, 2009)

Problema	Ocorrência
A	/      /
B	/      /
C	/
D	

Figura 4 - Lista de verificação (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001))

Esta ferramenta é a mais simples e direta de todas as sete. Ela possui a função de garantir que todo o ganho alcançado pela aplicação das demais ferramentas não seja esquecido depois que os problemas tenham sido resolvidos.

### 2.3.3. Carta de controle

“As cartas de controle de processos foram criadas por Walter Shewhart ainda na década de 20, tendo seu uso sido difundido posteriormente por Edward Deming nas décadas de 50 e 60. O objetivo das cartas é o de manter o controle de um processo através do acompanhamento do comportamento de uma ou várias medidas importantes resultantes desse processo.” (CORRÊA, 2014)

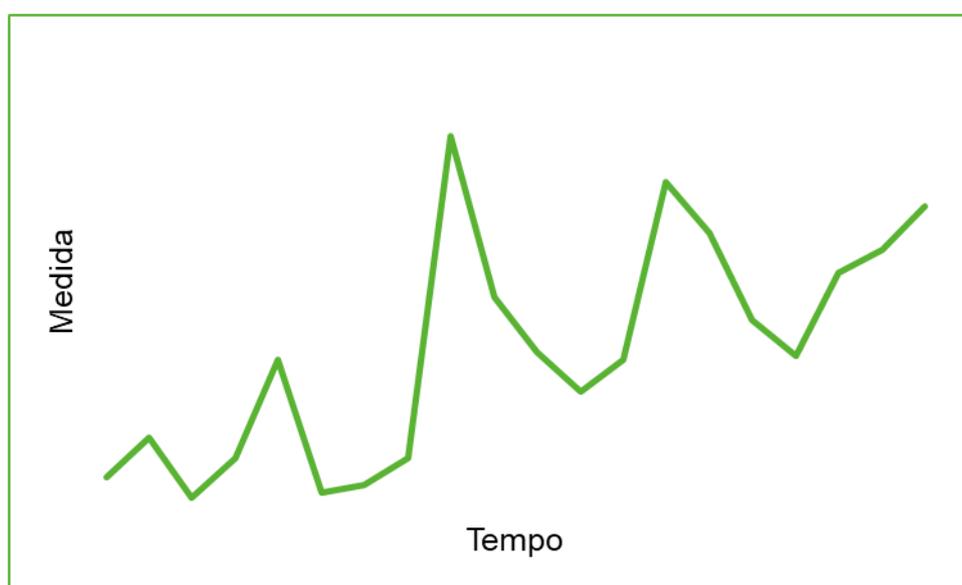


Figura 5 - Carta de controle (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001))

Estas cartas apresentam dados em função do tempo. A sua apresentação permite que seja feita uma fácil identificação de pontos incomuns que possam ter algum significado para a gestão.

### 2.3.4. Diagramas de dispersão

“Os diagramas de dispersão ou os gráficos de dispersão são utilizados para determinar se existe ou não uma relação entre duas variáveis ou características de produto.” (DAVIS, 2001).

“O diagrama de dispersão ou diagrama de dispersão-correlação é uma ferramenta gráfica que permite demonstrar a relação existente entre duas variáveis e quantificar a intensidade de tal relação. Utiliza-se essa ferramenta para conhecer se existe efetivamente uma correlação entre dois parâmetros ou variáveis de um problema, e, em caso afirmativo, de qual tipo é a correlação.” (TUBINO, 2009).

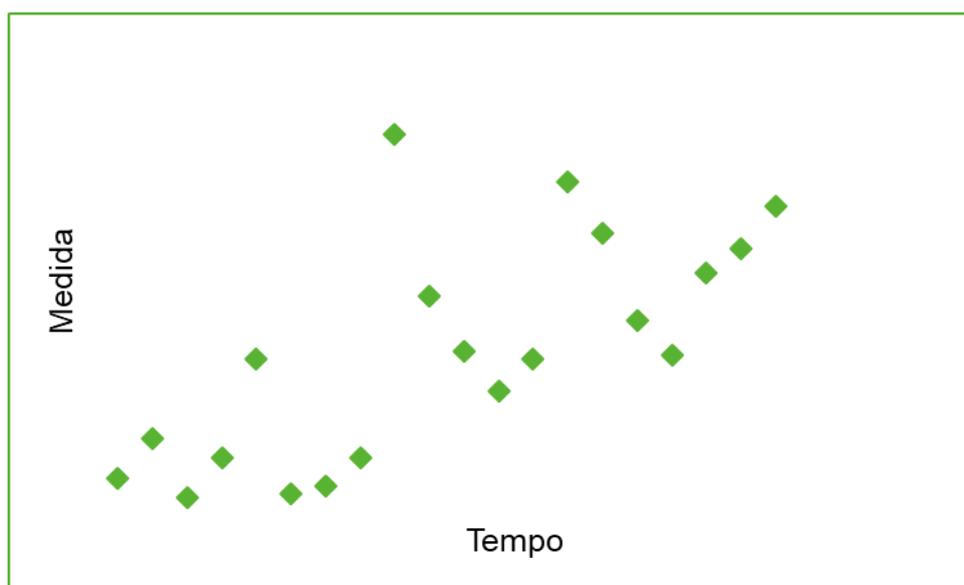


Figura 6 - Diagrama de dispersão (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001))

Estes diagramas são utilizados com o objetivo de explorar possíveis relações entre os fenômenos e o tempo ou causas, outro objetivo é usar racionalmente os dados e transformá-los em informações que sejam úteis para o direcionamento da análise de problemas.

### 2.3.5. Diagramas de causa-e-efeito

O diagrama de causa e efeito foi criado por Kaoru Ishikawa na universidade de Tóquio em 1943 para uso pelos Círculos da Qualidade (CCQs). (TUBINO, 2009).

“Os diagramas de causa-e-efeito também conhecidos como diagrama de espinha de peixe, devido a sua forma, buscam identificar todas as causas potenciais para a reincidência de um defeito ou uma falha. Primeiramente são identificadas as causas principais. Então, para cada causa, pergunta-se “Por quê?” até que a causa raiz da categoria seja identificada.” (DAVIS, 2001).

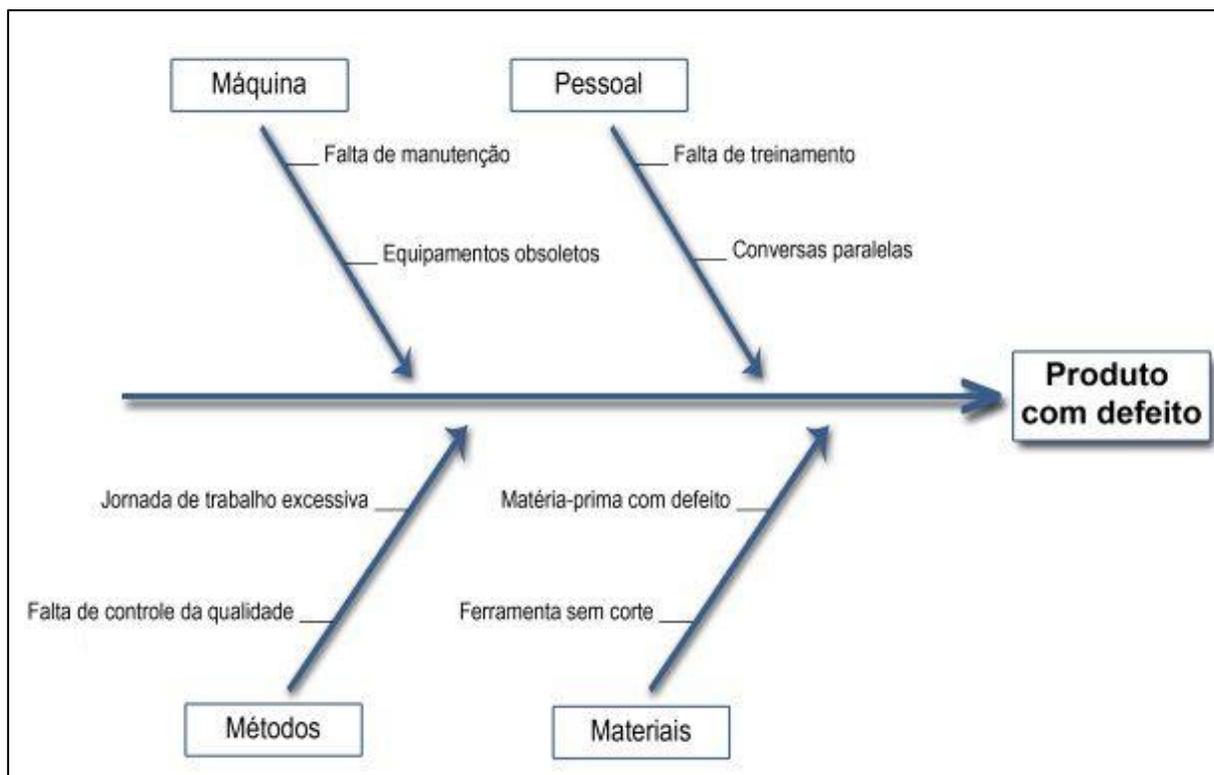


Figura 7 - Diagrama de Ishikawa. Fonte: <https://blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-ishikawa/>. Acessado em 02/11/2019

Este diagrama é uma ferramenta muito simples e útil na execução de brainstormings. O seu objetivo é auxiliar o processo de identificação de possíveis causas de um problema, normalmente utilizados após uma análise de Pareto.

### 2.3.6. Histogramas e gráficos de barras

“Os histogramas e os gráficos de barras apresentam a variação de dados de forma visual. Um gráfico de barras é utilizado para apresentar dados nominais (também conhecidos como atributos ou categorias), isto é, que podem ser contados em vez de medidos.” (DAVIS, 2010)

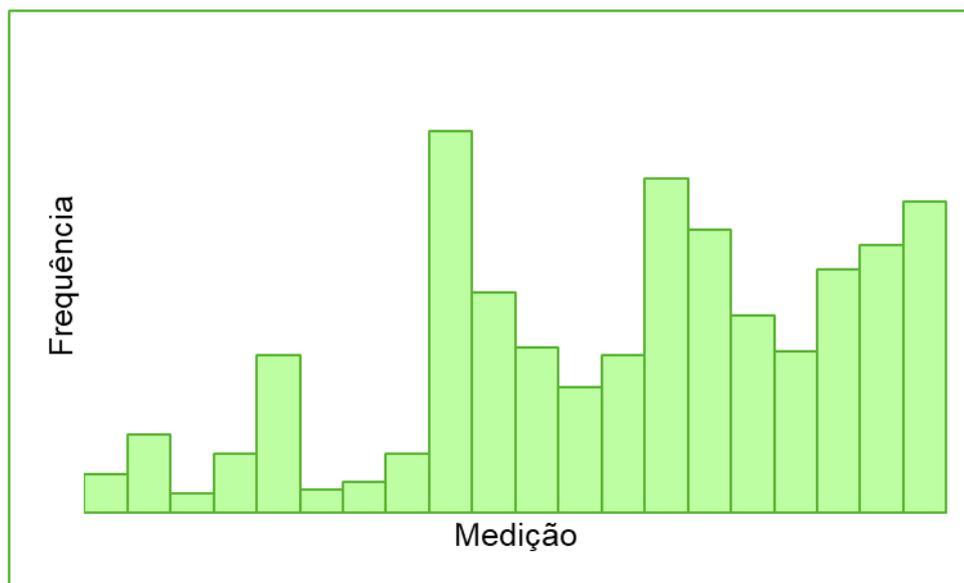


Figura 8 – Histograma (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001))

Portanto, o histograma auxilia na indicação da frequência com um ocorre um determinado valor. Ele é um método que pode ser elaborado de forma simples e que ajuda a tirar conclusões imediatas. Ou seja, é uma forma gráfica de apresentar dados que foram obtidos em uma dada observação e que ajuda a simplificar a comparação entre suas frequências ocorridas.

### 2.3.7. Diagramas de Pareto

“A análise de Pareto, tal como se usa hoje, teve suas origens com o economista italiano Vilfredo Pareto. Pareto constatou, em seus estudos no século XVI, que cerca de 80% da riqueza mundial estavam nas mãos de 20% da população, apresentando os dados obtidos numa forma peculiar. Essa proporção (80/20), entretanto, ocorre também com bastante frequência na análise de várias situações cotidianas das operações. Essa constatação levou J. M. Juran a propor, na década de 60, a análise de Pareto como forma de “separar os poucos elementos vitais” em uma análise. O objetivo é classificar em ordem decrescente os problemas que produzem os maiores defeitos e atacar esses problemas inicialmente. Dessa forma, a capacidade de solução disponível será direcionada exatamente para onde os resultados sejam maximizados.” (CORRÊA, 2014).

Estes diagramas são gráficos de barra. Sua disposição se dá da seguinte maneira: a frequência dos itens é feita de ordem decrescente e adiciona-se uma linha de percentual que vai se acumulando ao longo do diagrama com o objetivo de determinar as categorias que mais se acumulam.

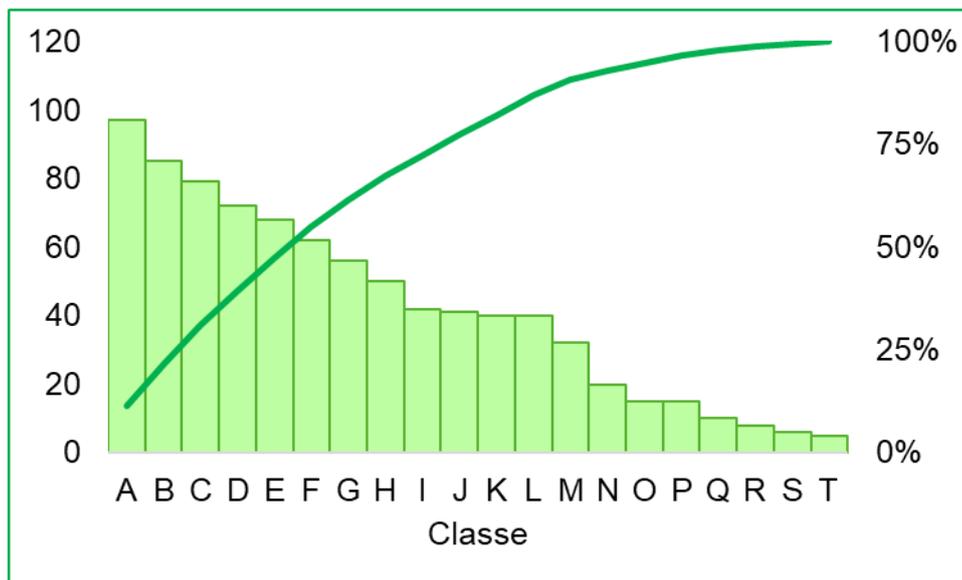


Figura 9 - Diagrama de Pareto (Adaptado de Fundamentos da Administração da Produção. (Davis, 2001))

### 3. METODOLOGIA

“Para Karl R. Popper, o método científico parte de um problema (P1), ao qual se oferecesse uma espécie de solução provisória, uma teoria-tentativa (TT), passando-se depois a criticar a solução, com vista à eliminação do erro (EE) e, tal como no caso da dialética, esse processo se renovaria a si mesmo, dando surgimento a novos problemas (P2). Posteriormente, diz o autor, “condensei o exposto no seguinte esquema:

P1\_\_\_\_\_TT\_\_\_\_\_EE\_\_\_\_\_P2

(...)Eu gostaria de resumir este esquema, dizendo que a ciência começa e termina com problemas” (1977:140-1). Já tinha escrito em outro lugar: “eu tenho tentado desenvolver a tese de que o método científico consiste na escolha de

problemas interessantes e na crítica de nossas permanentes tentativas experimentais e provisórias de solucioná-los” (1975:14).” (LAKATOS, 2006).

Utilizando a passagem anterior como referência, o método científico utilizado no trabalho foi o hipotético-dedutivo. Este, por sua vez, começa com uma observação e que quando não se tem resposta é então identificada um problema cuja solução deve ser encontrada. Assim é criada hipóteses para a sua solução. Estas hipóteses, quando são comprovadas por algum tipo de experimento, levam a solução do problema e podem se transformar em leis e/ou teorias.

O procedimento utilizado neste trabalho é o MASP. “Trata-se de um desdobramento do método gerencial intitulado Ciclo PDCA – P (Plan/Planejamento), D (Do/Execução), C (Check/Verificação) e A (Action/Ação), idealizado por Shewhart e divulgado por E. Deming. Segundo Campos (2009), o PDCA permite criar, aprender, copiar e difundir conhecimento, sendo o aprendizado a alma de sua utilização, transformando a organização numa escola, pois a busca por resultados melhores é paralela à busca do conhecimento.” (Noblat, 2002)



Figura 10 – Ciclo PDCA com ênfase nas atividades de cada categoria.  
Fonte própria.

Como dito anteriormente, o MASP é uma ramificação do PDCA e se dá da seguinte forma:

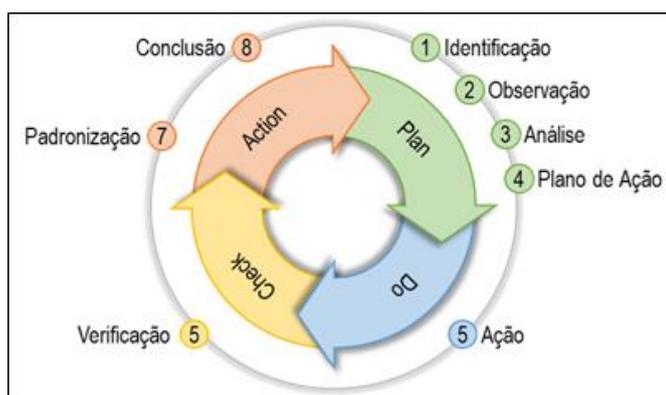


Figura 11 – MASP (método de análise e solução de problemas).  
Fonte: <http://www.gestqual.com.br/novo/entendendo-o-modelo-masp/>. Acessado em 10/10/2019.

Dessa forma, foram realizadas as seguintes etapas:

Quadro 1 - Etapas de execução do MASP.  
Fonte: Autor próprio.

<b>Etapa</b>	<b>Tópico</b>	<b>Descrição da atividade</b>
1ª	Identificação do problema	Definição clara do problema e reconhecimento da sua importância;
2ª	Observação do problema	Investigação das características específicas do problema com visão ampla;
3ª	Análise do problema	Descobrimto das causas fundamentais;
4ª	Plano de ação para resolver o problema	Concepção de um plano para bloquear as causas fundamentais;
5ª	Realização das ações planejadas	Bloqueio das causas fundamentais;
6ª	Verificação dos resultados das ações	Verificação do bloqueio, se foi efetivo;
7ª	Padronização	Prevenção contra o reaparecimento do problema;
8ª	Conclusão	Recapitulação de todo o processo de solução do problema para trabalho futuro.

## **4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1. Análise e avaliação dos resultados obtidos**

Após a apresentação da ferramenta MASP, utilizou-se a mesma para a análise e avaliação dos resultados obtidos:

#### *4.1.1. Identificação do problema*

Como relatado anteriormente, o primeiro passo da ferramenta MASP é a identificação do problema e o reconhecimento da sua importância, partindo deste ponto, foi verificado que no período de abril (2016) a março (2017) a linha de

montagem de motor parou sua produção por diversos motivos, impactando diretamente na linha de montagem de motocicletas. Este impacto por si só já é negativo uma vez que motos não são montadas, o faturamento da empresa é congelado e, principalmente, o cliente fica sem seu produto. Os motivos de paradas de linha neste período podem ser observados a seguir:

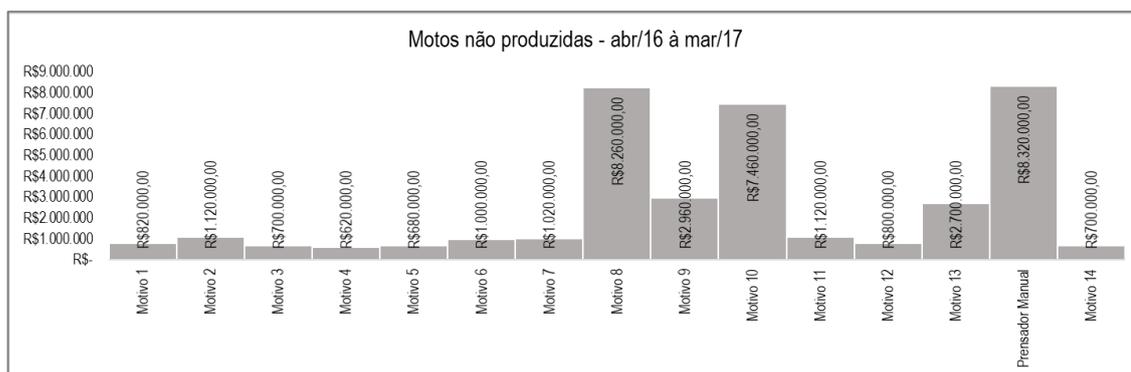


Figura 12 – Perda em R\$ por motos não produzidas ao longo de um ano devido à diversos fatores.  
Fonte: Autor próprio.

Realizando um gráfico de Pareto dos dados acima e estratificando o principal fenômeno, chega-se ao resultado seguinte:

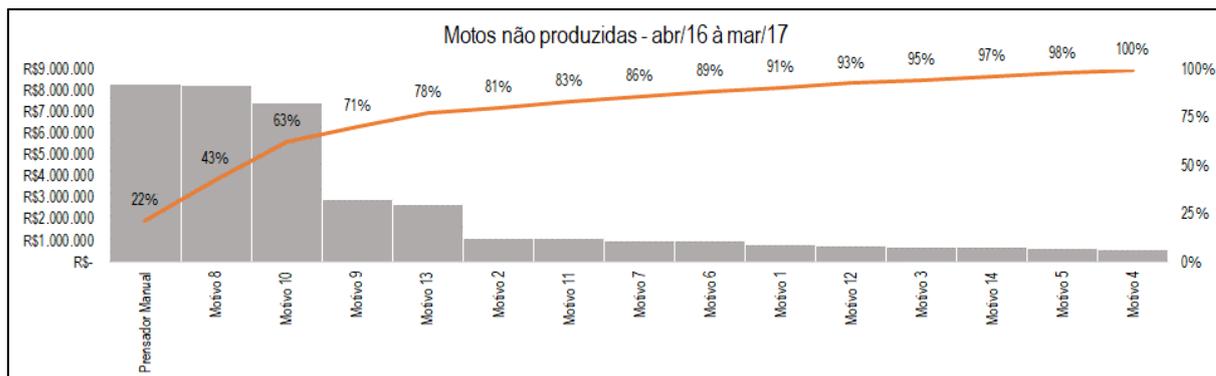


Figura 13 - Gráfico de Pareto dos motivos de perdas em moto ao longo de um ano.  
Fonte: Autor próprio.

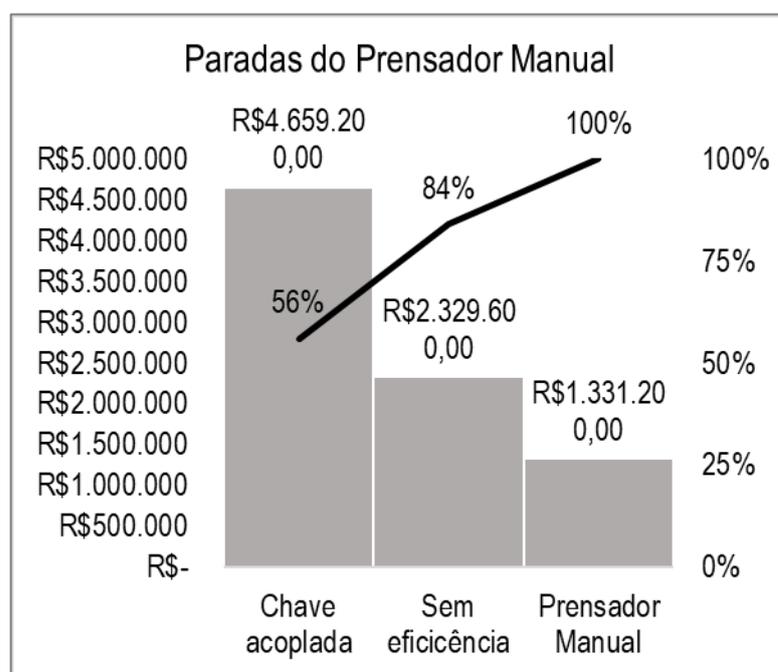


Figura 14 - Análise dos motivos que fizeram o Prensador manual deixar de funcionar.  
Fonte: Autor próprio.

Com isso, o maior problema identificado foi a chave acoplada do prensador manual.

#### 4.1.2. Observação do problema

Após a identificação do problema e o reconhecimento da sua importância, o passo seguinte é observá-lo, investigando as características específicas do problema com visão ampla. Em um primeiro instante, podemos esclarecer o conceito

de prensador manual que é basicamente um dispositivo utilizado na prensagem do virabrequim no rolamento da carcaça do motor.

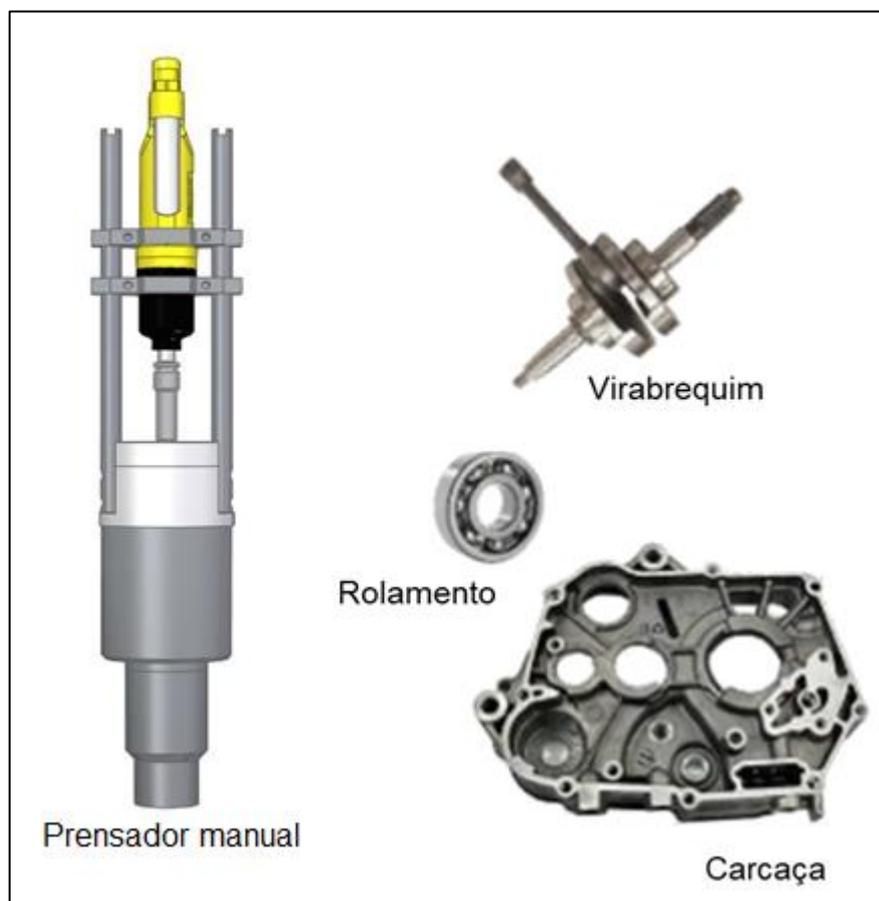


Figura 15 – Componentes do processo.  
Fonte: Autor Próprio.

O processo que utiliza este dispositivo, ocorre em média 1000 vezes ao dia, e se dá da seguinte maneira:

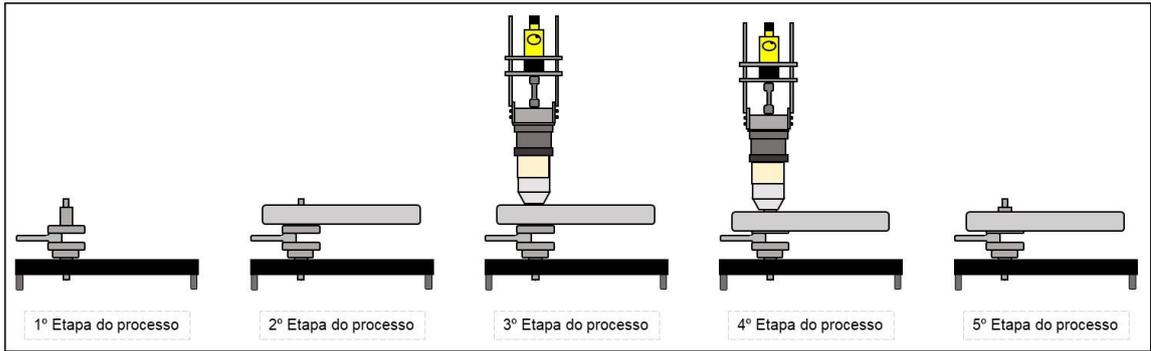


Figura 16 – Esquemática do processo.  
Fonte: Autor Próprio.

- 1ª etapa do processo: o virabrequim é colocado sobre a base;
- 2ª etapa do processo: sobre o virabrequim é colocada a carcaça do motor, esta já vem com o rolamento prensado do processo anterior;
- 3ª etapa do processo: o prensador manual é parafusado no virabrequim e após isso ele é pressionado na carcaça;
- 4ª etapa do processo: após a prensagem, o virabrequim é desparafusado e o prensador manual pode ser retirado;
- 5ª etapa do processo: a carcaça está pronta para ser entregue para o processo seguinte.

Este processo ocorre em um local da linha de montagem do motor chamado de sub montagem, a mesma é dividida em:

- Kanban
- Gravação do motor
- Submontagem
- Sub esteira
- Esteira principal

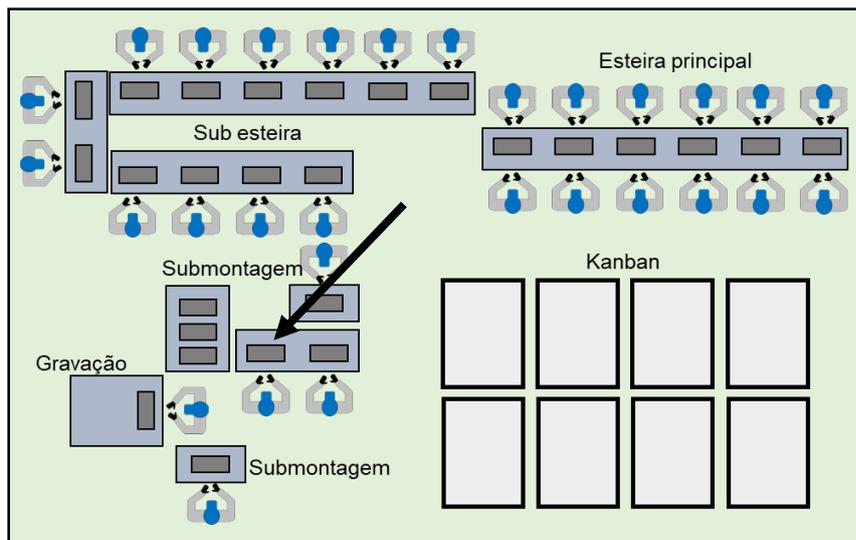


Figura 17 - Esquema do layout da linha de montagem de motores. A seta indica o local do processo do prensador manual.

Fonte: Autor Próprio.

O prensador manual é um dispositivo que precisa de duas fontes de energia para que seu funcionamento seja executado de forma adequada:

- Ar comprimido – fonte de energia para o movimento de rotação (parafusamento e desparafusamento) e de prensagem;
- Óleo hidráulico – fonte de energia para o movimento linear (prensagem)

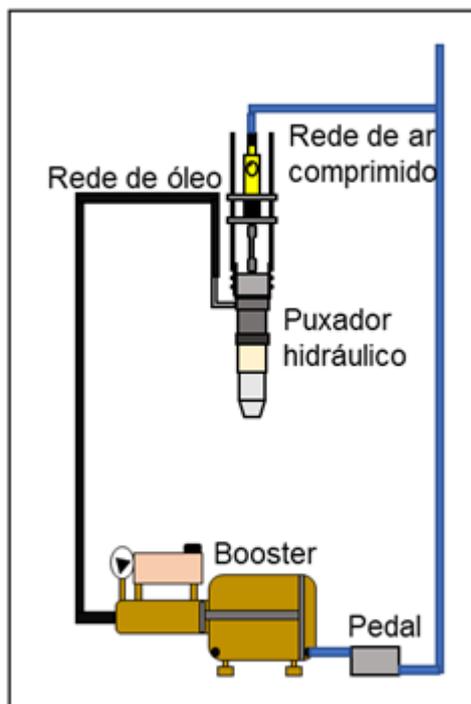


Figura 18 - Esquema de funcionamento do puxador prensador manual. O operador aciona a parafusadeira e com isso o ar comprimido atravessa por ela resultando no parafusamento do virabrequim, então ele pisa no pedal e com isso o ar comprimido tem sua passagem liberada para o booster e este, por sua vez, empurra o óleo hidráulico, passando pela mangueira chegando até o prensador manual, resultando na prensagem do virabrequim na carcaça. Com a prensagem executada, o operador muda a orientação de rotação na parafusadeira e aciona a mesma novamente, resultando no desparafusamento do virabrequim.

Fonte: Autor próprio.

A etapa de parafusamento do processo tem como objetivo fixar o virabrequim, de forma que ele não saia da posição no momento da prensagem. Uma vez prensado de forma errada, o conjunto precisa ser sucateado. Após o parafusamento, é acionado a etapa de prensagem onde o virabrequim é puxado para cima realizando sua prensagem no rolamento. Com a prensagem executada, é acionado o desparafusamento para liberar o virabrequim e o processo poder seguir seu fluxo normal.

O dispositivo em questão é composto dos seguintes componentes:

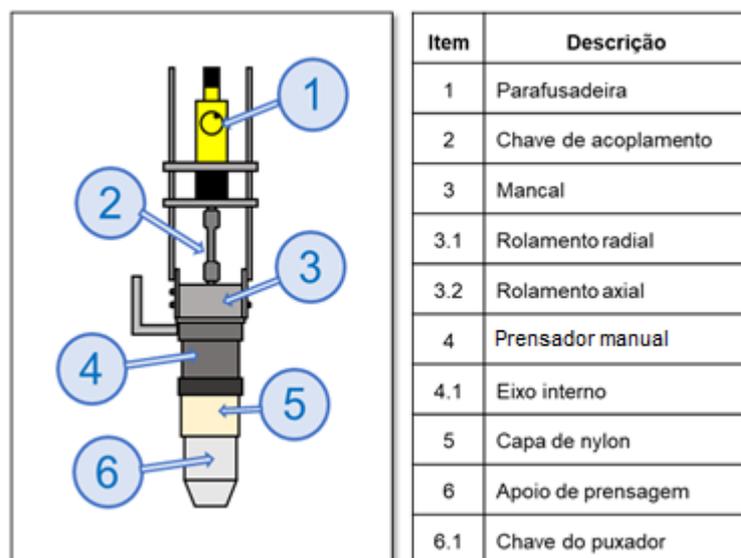


Figura 19 – Componentes do prensador manual.  
Fonte: Autor Próprio

Avaliando todos os componentes do prensador manual que sofrem o movimento de rotação, fez-se um comparativo entre o especificado e o encontrado.

Quadro 2 - Comparativo entre especificado e encontrado dos componentes rotativos do prensador manual.

Fonte: Autor Próprio.

Componentes		Parafusadeira	Chave acoplada	Rolamento radial	Rolamento axial	Eixo interno	Ponteira
							
Comparativo	Especificado	8000 à 12000 rpm	Soquete longo de encaixe 3/8" com sextavado 10 mm	Rolamento radial 12x32x10	Rolamento axial 12x32x10	Liga VB-40 Dureza 40 HRC	Liga VB-40 Dureza 40 HRC
	Encontrado	9300 rpm	Soquete longo de encaixe 3/8" com sextavado 10 mm	Rolamento radial 12x32x10	Rolamento axial 12x32x10	Liga VB-40 Dureza 40 HRC	Liga VB-40 Dureza 40 HRC
Status		OK	OK	OK	OK	OK	OK

Mas, então por que a chave de acoplação quebrava no processo? Precisou-se avaliar mais profundamente a mesma. Partindo desse ponto, fez-se uma análise laboratorial para saber qual era sua composição química e tratamento térmico e o encontrado foi:

ITEM	ITEM DE CONTROLE	REFERÊNCIA	ENCONTRADO	LAUDO
1.0	MATERIAL	SAE 4140	SAE 4140	INF
1.1 COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)	C (Carbono)	0,38 -0,43	0,4	INF
	Si (Silício)	0,15 -0,35	0,217	INF
	Mn (Manganês)	0,75 -1,00	0,828	INF
	S (Enxofre)	0,040 máx	NA	---
	P (Fósforo)	0,035 máx	0,015	INF
	Mo (Molibidênio)	0,15 -0,25	0,15	INF
	Cr (Cromo)	0,80 -1,10	0,839	INF

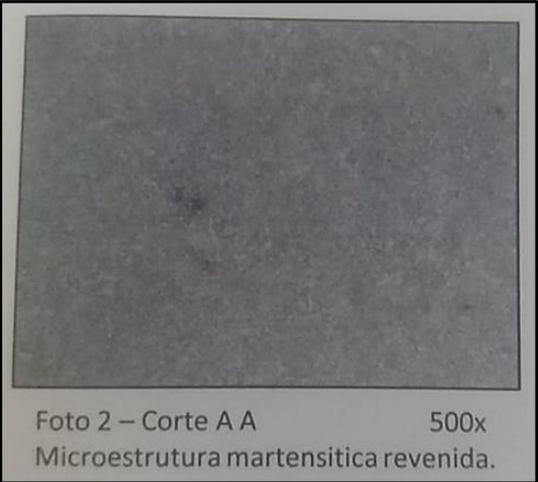


Figura 20 – Análise da microestrutura da chave acoplada.  
Fonte: Autor próprio.

#### 4.1.3. Análise do problema

Agora que sabemos o que é um prensador manual, onde e como ele é usado, quais são seus componentes e como funcionam seus mecanismos é preciso avaliar mais profundamente o motivo da chave acoplada quebrar sendo que a mesma atende a especificação determinada do dispositivo.

Partindo da função que a chave exerce, podemos rotulá-la como um eixo de transmissão. E, segundo Norton, há algumas considerações gerais sobre eixos que devem ser respeitadas como por exemplo “para minimizar as tensões e deflexões, o comprimento do eixo deve ser mantido o menor possível e os trechos em balanço, ser minimizados.” (NORTON, 2004). E Collins complementa que “é importante considerar a necessidade de encostos para o posicionamento axial preciso de mancais ou engrenagens.” (COLLINS, 2006).

Em outras palavras, a chave de acoplação do prensador manual funciona como eixo de transmissão, porém a mesma não tem característica de eixo.

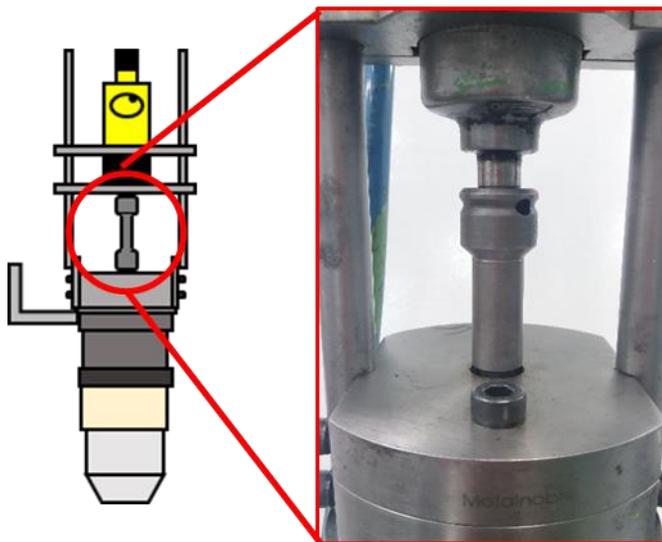


Figura 21 – Chave Acoplada.  
Fonte: Autor próprio.

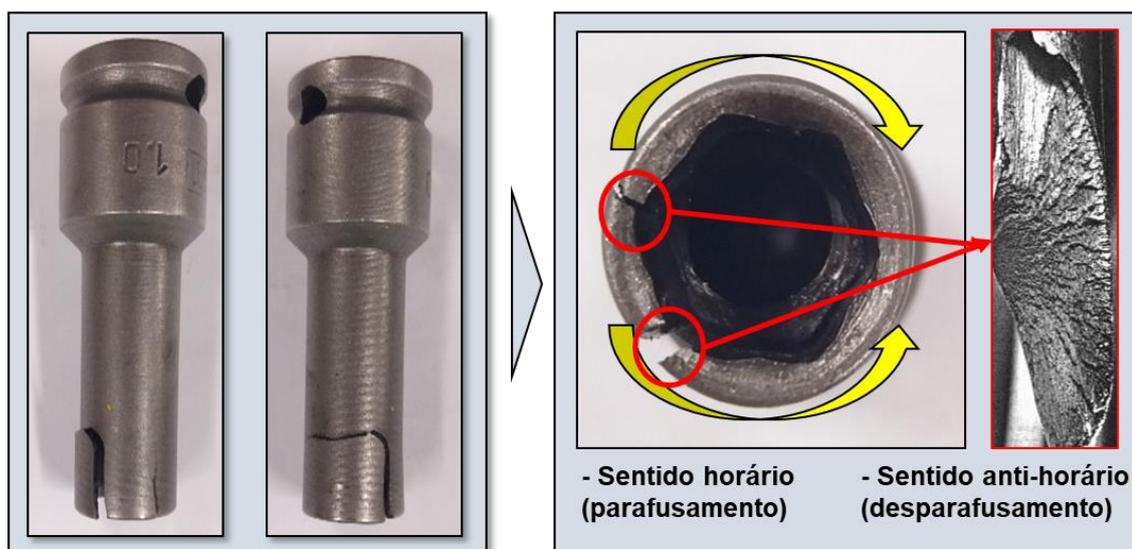


Figura 22 – Chave acoplada quebrada.  
Fonte Autor próprio.

Realizando uma avaliação mais profunda da chave de acoplação, o resultado é o que se segue:

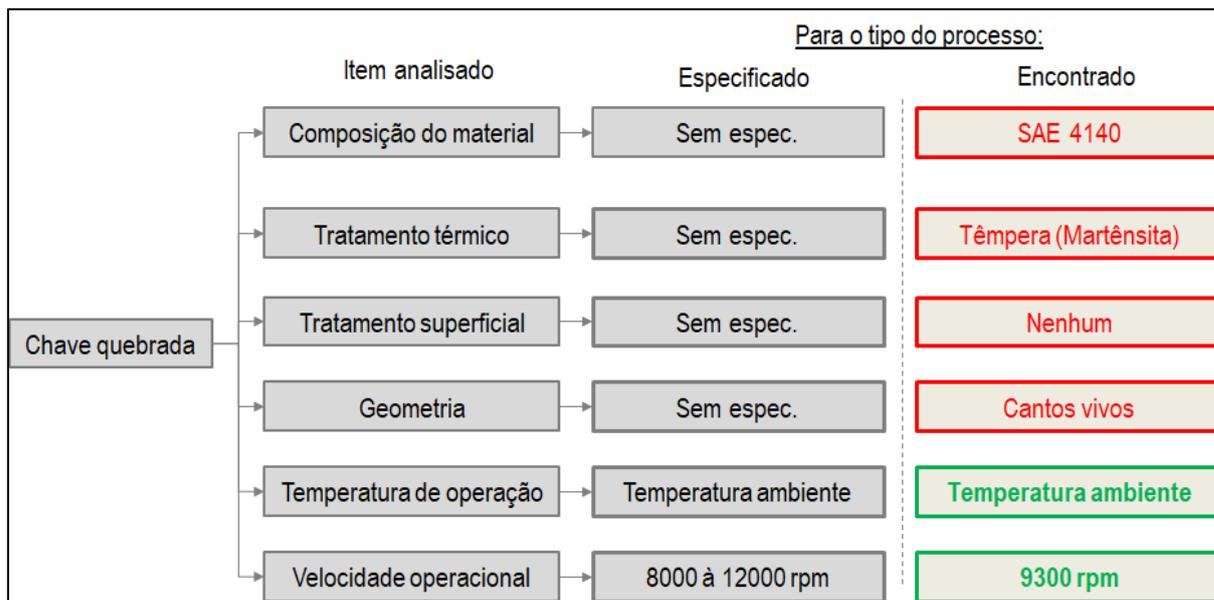


Figura 23 – Análise de falhas da chave acoplada quebrada.  
Fonte: Autor próprio.

Realizando os 5 por quês desse evento, temos:

Quadro 3 - 5 Por quês do problema levantado.  
Fonte: Autor próprio.

1º Por quê?	Porque as características mecânicas e químicas são inferiores para o processo.
2º Por quê?	Porque foi utilizada uma chave comum de prateleira sem considerar a exigência mecânica a qual seria submetida.
3º Por quê?	Porque no projeto do dispositivo não foi definida uma especificação da chave de acoplação.
4º Por quê?	Porque não se atentou para a necessidade de uma chave exclusiva para o projeto.
5º Por quê?	Porque não houve uma análise mecânica efetiva do processo de fadiga do dispositivo.

Resumindo, a chave de acoplação não é adequada para a exigência do processo e com isso quebra por fadiga.

#### 4.1.4. Plano de ação para resolver o problema

Na etapa em que nos encontramos e com todas as informações disponíveis, é possível criar um plano de ação para bloquear as causas fundamentais desta anormalidade. Com isso, foram elaboradas duas propostas para estudo de viabilidade:

Quadro 4 - Propostas levantadas.  
Fonte: Autor próprio.

<b>Proposta</b>	<b>Descrição</b>	<b>Status</b>
1ª Proposta	Projetar chave de acoplação exclusiva para o prensador manual.	Atende
2ª Proposta	Eliminação do uso da chave de acoplação, tornando a transmissão de torque realizada de forma direta.	Atende

Avaliando os KPIs da 1ª proposta e 2ª proposta:

Quadro 5 - Avaliação da 1ª proposta.  
Fonte: Autor próprio.

<b>1ª Proposta</b>	<b>Descrição</b>	<b>Status</b>
Qualidade	Sem alteração nos parâmetros de rotação e prensagem.	Atende
Custo	Investimento baixo de R\$ 39,00 por chave.	Atende
Atendimento	Sem dificuldades para atender o plano.	Atende
Mão-de-obra	Sem alteração	Atende
Segurança	Sem alteração	Atende
Meio Ambiente	Sem alteração	Atende

Quadro 6 - Avaliação da 2ª proposta.  
Fonte: Autor próprio.

<b>2ª Proposta</b>	<b>Descrição</b>	<b>Status</b>
Qualidade	Sem alteração nos parâmetros de rotação e prensagem.	Atende
Custo	Necessário investir R\$ 12.960,00, sem orçamento.	<b>Não atende</b>
Atendimento	Sem dificuldades para atender o plano.	Atende
Mão-de-obra	Sem alteração	Atende
Segurança	Sem alteração	Atende
Meio Ambiente	Sem alteração	Atende

Olhando do ponto de vista mecânico a 2ª proposta parece ser a melhor para o dispositivo e para o processo, porém a 1ª proposta atende todos os KPIs levados em consideração.

Definido a melhor ação para o problema, elaborou-se um cronograma para execução da proposta:

2018								
Descrição	Responsável	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Desenvolvimento do projeto	Jéssica							
Aprovação	Jéssica							
Cotação	Jéssica							
Aquisição de chave protótipo	Jéssica							
Teste	Jéssica							
Compra	Jéssica							
Implantação	Jéssica							
Acompanhamento	Jéssica							
Análise dos resultados	Jéssica							

Figura 24 - Cronograma de atividades.  
Fonte: Autor próprio.

#### 4.1.5. Realização das ações planejadas

A nova chave acoplada foi projetada de acordo com pré-requisitos mínimos para atender as exigências do processo, foi aprovada em conjunto com a equipe de engenharia da fábrica, foi feito a cotação da fabricação do projeto e, sem seguida, recebemos o protótipo para teste.

O resultado do projeto da chave pode ser visto a seguir:

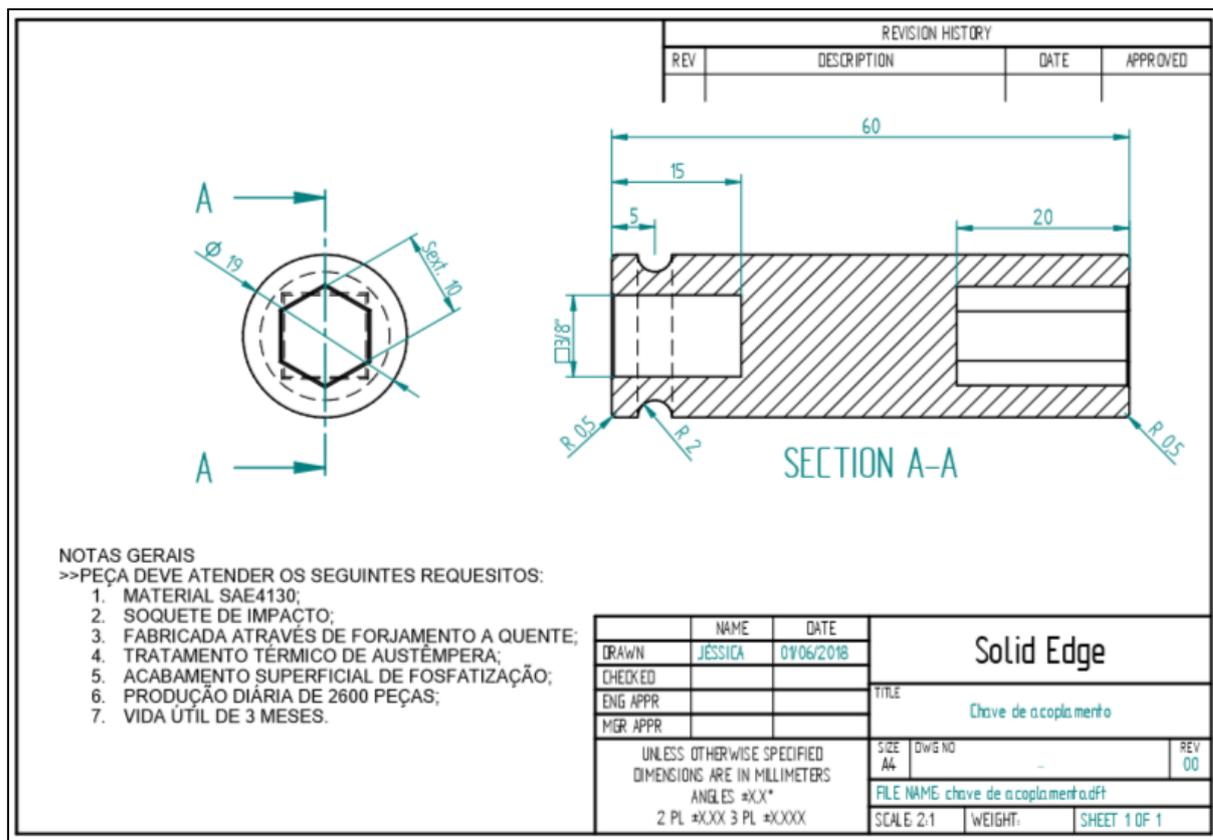


Figura 25 – Projeto da nova chave acoplada.  
 Fonte: Autor próprio.

O protótipo foi recebido no mês de julho, conforme o cronograma, e imediatamente foi implementado no processo para teste e acompanhamento dos resultados.

#### 4.1.6. Verificação dos resultados das ações

O protótipo foi colocado no dia 11 de julho de 2018 e desde esta data o processo de prensagem do virabrequim começou a ser monitorado diariamente.

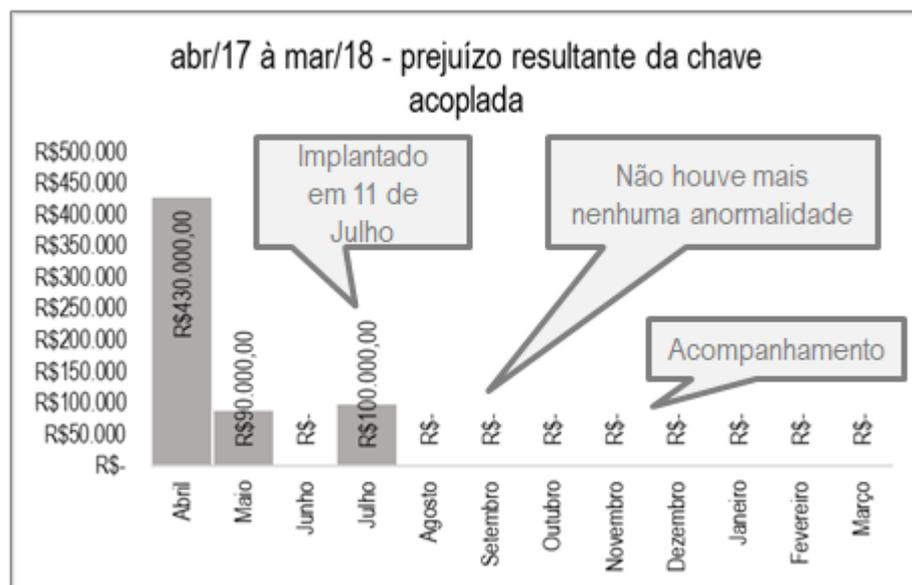


Figura 26 – Resultados obtidos com a implantação da nova chave acoplada.  
Fonte: Autor próprio.

Conforme mostrado na figura 26, a meta foi alcançada com sucesso pois foi possível perceber que a linha de montagem de motores não teve mais paradas não programadas devido à chave de acoplação do prensador manual.

Fazendo um comparativo com o mesmo período anterior à troca da chave:

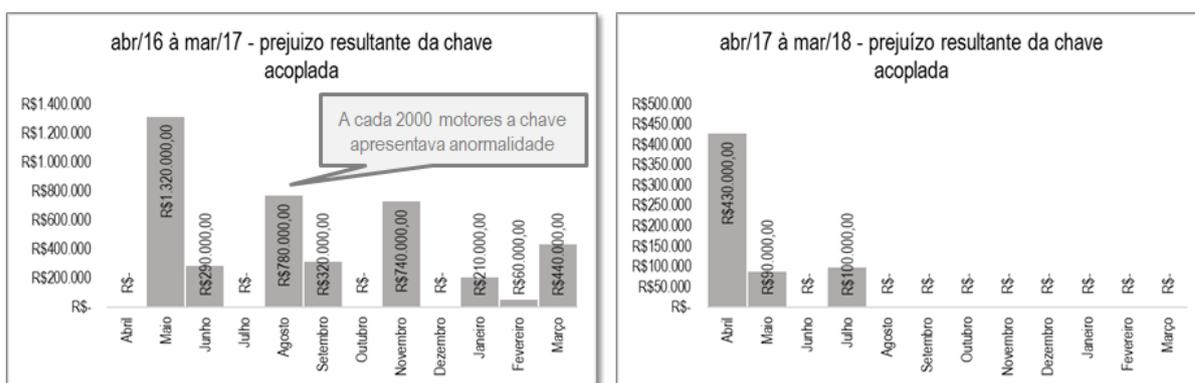


Figura 27 – Comparativo do antes e depois da implantação da nova chave acoplada.  
Fonte: Autor próprio.

Além da quantidade de motos que não eram produzidas devido à esta falha, outro ponto importante que deve ser destacado é o custo com a compra da chave acoplada:

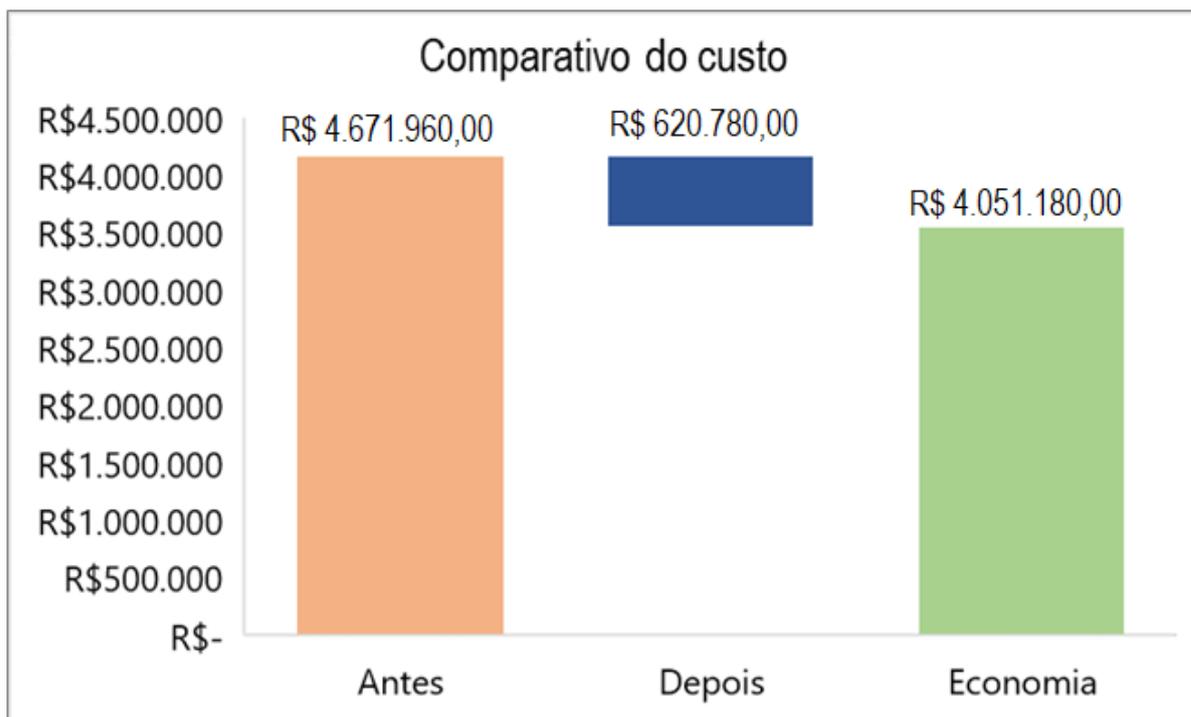


Figura 28 – Comparativo do custo da montadora entre o antes e o depois da nova chave acoplada.  
Fonte: Autor próprio.

Além da economia com a compra de chaves de acoplação, a quantidade de motos que não deixarão de ser produzidas por conta dessa chave impacta diretamente no lucro da empresa.

#### 4.1.7. Padronização

Após todo este trabalho, a questão agora era saber o que fazer para prevenir o reaparecimento deste problema. Partindo disso, foram realizadas várias ações:

- 1ª Ação – Identificação na nova chave acoplada (gravação das letras P.M. referente ao prensador manual);
- 2ª Ação – Inclusão de item de checagem na folha de checagem diária do equipamento (o colaborador precisa ver se a chave que está no prensador manual é a chave que possui a marcação P.M., caso não seja, o mesmo deve avisar ao superior imediato para que a anormalidade seja consertada);
- 3ª Ação – Elaboração de padrão de montagem do prensador manual evidenciando a chave nova;

- 4ª Ação – Treinamento de montagem com orientação sobre o uso da nova chave aos colaboradores responsáveis pela manutenção do dispositivo.
- 5ª Ação – Foi incluso no histórico de problemas da empresa, o problema do prensador manual juntamente com a causa, ação tomada e quem estava ciente das ações.

#### 4.1.8. Conclusão

Através do MASP foi possível concluir que para resolver este problema foi preciso projetar uma chave exclusiva para o prensador manual. Fez-se necessário mudar sua geometria como também alterar a liga metálica e o tratamento térmico e incluir tratamento superficial.

## 5. SÍNTESE CONCLUSIVA

Neste trabalho procurou-se estudar a filosofia JIT e as ferramentas de qualidade além de colocar em prática o que é aprendido através de livros para ter capacidade de resolver problemas recorrentes do ambiente fabril no dia a dia.

Em seguida, com as ferramentas da qualidade evidenciou-se um problema pertinente que acarretava em milhões de reais em prejuízo para a montadora em questão. E que, além de resultar nesse prejuízo, também se evidenciou que este problema não respeitava a filosofia JIT que a montadora busca empregar no dia a dia. Problema que parece simples e que já fazia parte da rotina dos colaboradores: a quebra da chave acoplada do prensador manual.

Com o problema levantado, analisou tudo o que podia ser causa-provável da sua existência (local de ocorrência, o processo e o dispositivo). E através dessas análises, buscou-se aprofundar ainda mais a análise, contemplando estudo de microestrutura e tratamento térmico. Chegando à conclusão de que o problema era ocasionado pelo tipo de exigência mecânica do processo que a chave acoplada não atendia.

Dessa forma procurou-se reprojeter a chave, adicionando características que a fizesse atender a exigência mecânica do processo. O Projeto foi enviado ao fornecedor para fabricação e assim que recebemos a chave nova, colocamos no processo e acompanhamos seu comportamento e resultados obtidos.

Na comparação dos resultados obtidos com os dados coletados anteriormente, ficou evidente que o reprojeto resolveu o problema, eliminando as paradas de linha ocasionadas pela quebra dessa chave evitando então que a montadora experimentasse do prejuízo milionário por mais um ano. Logo, a meta foi alcançada com sucesso. Entretanto, se retornamos à figura 14, o prensador manual apresenta outros problemas:

- ✓ Sem eficiência;
- ✓ Prensador manual.

No primeiro caso “sem eficiência”, a origem pode ser tanto da rede de ar comprimido quanto do óleo hidráulico uma vez que na anotação da anormalidade não é especificado o que estaria sem eficiência: o parafusamento/desparafusamento ou a prensagem.

No segundo caso “prensador manual”, o colaborador titular do processo não tem conhecimento técnico para diagnosticar o problema de fato, anotando então como prensador manual. Isso dificulta a tomada de ações do grupo de manutenção para prevenir reincidências.

Portanto, é deixado como sugestão a implantação de programa de histórico de manutenção. Assim, a responsabilidade de apontar problemas de forma técnica é retirada da produção e transferida para os mantenedores, onde o apontamento será muito mais confiável.

Ao fim deste trabalho foi possível concluir que o engenheiro mecânico, quando deparado com qualquer tipo de problema de natureza técnica, precisa estar preparado, tanto teoricamente quanto na prática. Ou seja, nesse caso específico, o problema levantado possuía relações diretas com uma filosofia de produção criada no fim da Segunda Guerra Mundial e que apesar de ser antiga, ainda assim continua atual.

O engenheiro mecânico, além de conhecer a filosofia de produção, possuindo o domínio das ferramentas da qualidade, é capaz de resolver problemas de forma rápida e concisa. Isso tudo, aliado ao conhecimento técnico mecânico, torna o profissional da área uma referência no trabalho que executa.

Resumindo, tudo o que foi realizado até o presente momento apenas revela o quanto o engenheiro mecânico precisa estar constantemente estudando e se reciclando, pois todos os dias surgem novas técnicas, novos aprendizados, que podem ajudar tanto si próprio, quanto uma empresa, quanto uma comunidade, quanto

um país. No momento em que o estudante de engenharia percebe a importância da profissão que ele escolheu, tudo começa a fazer sentido.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALVES, L. Sobre a GestQual. **Site da GestQual**. Disponível em: <<http://www.gestqual.com.br/novo/entendendo-o-modelo-masp/>>. Acesso em: 10 Outubro 2019.

CAMARGO, W. **Controle da Qualidade Total**. Curitiba: e-Tec/MEC, 2011.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FERNANDES, F. C. F.; FILHO, M. G. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 6ª. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

NOBLAT, P. L. D.; BARCELOS, C. L. K.; SOUZA, B. C. G. D. **Análise e Melhoria de Processos Metodologia MASP**. Distrito Federal: Enap - Escola Nacional de Administração Pública, 2002.

PEINADO, J.; GRAEMI, A. R. **Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços)**. Curitiba: UnicenP, 2007.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da Qualidades. As ferramentas essenciais**. 2ª. ed. Curitiba: IBPEX, 2012.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOBRE a Moto Online. **Site da Moto Online**, 2017. Disponível em: <<https://www.motonline.com.br/noticia/producao-de-motos-em-2018-setor-projeta-5-de-crescimento>>. Acesso em: 26 Outubro 2019.

SOBRE o G1. **G1**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/carros/motos/noticia/2019/01/10/producao-de-motos-volta-a-crescer-e-ultrapassa-1-milhao-de-unidades.ghtml>>. Acesso em: 26 Outubro 2019.

TOLEDO, J. C. D. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**: teoria e prática. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 2009.