

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO ESTADO DO AMAZONAS**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**THIAGO AUGUSTO PALHETA DE OLIVEIRA**

**MELHORIA DE PROCESSO DE SOLDAGEM POR MEIO DA ANÁLISE DE  
TEMPOS DE PROCESSOS, CUSTOS E EFICIÊNCIA PRODUTIVA BASEADO NOS  
CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING E MÉTODO DE ANÁLISE E  
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)**

**MANAUS**

**2021**

**THIAGO AUGUSTO PALHETA DE OLIVEIRA**

**MELHORIA DE PROCESSO DE SOLDAGEM POR MEIO DA ANÁLISE DE  
TEMPOS DE PROCESSOS, CUSTOS E EFICIÊNCIA PRODUTIVA BASEADO NOS  
CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING E MÉTODO DE ANÁLISE E  
SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)**

Trabalho de Curso apresentado como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica  
da Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Orientador.: Prof. Dr. Antônio Cláudio Kieling

**MANAUS**

**2021**

O48mp  
slmm Oliveira, Thiago Augusto Palheta de  
Melhoria de processo de soldagem por meio da  
análise de tempos de processos, custos e eficiência  
produtiva baseado nos conceitos do lean manufacturing e  
método de análise e solução de problemas (MASP) /  
Thiago Augusto Palheta de Oliveira. Manaus : [s.n], 2021.  
50 f.: color.; 30 cm.

TCC - Graduação em Engenharia Mecânica -  
Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2021.  
Inclui bibliografia  
Orientador: Antonio Claudio Kieling

1. Lean Manufacturing. 2. MASP. 3. Otimização. I.  
Antonio Claudio Kieling (Orient.). II. Universidade do  
Estado do Amazonas. III. Melhoria de processo de  
soldagem por meio da análise de tempos de processos,  
custos e eficiência produtiva baseado nos conceitos do  
lean manufacturing e método de análise e solução de  
Problemas (MASP)

**THIAGO AUGUSTO PALHETA DE OLIVEIRA**

**MELHORIA DE PROCESSO DE SOLDAGEM POR MEIO DA ANÁLISE DE TEMPOS DE PROCESSOS, CUSTOS E EFICIÊNCIA PRODUTIVA BASEADO NOS CONCEITOS DO LEAN MANUFACTURING E MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP)**

Trabalho de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Manaus, 18 de dezembro de 2021

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Antonio Claudio Kieling – Universidade do Estado do Amazonas

---

Dr. Gilberto Garcia del Pino – Universidade do Estado do Amazonas

---

Dr. Aristides Rivera Torres – Universidade do Estado do Amazonas

Dedico a realização deste trabalho ao meu pai Albertino José Ferreira de Oliveira e minha mãe Dione Conceição Palheta de Oliveira que na longa trajetória do curso se dedicaram ao máximo para prestar todo o suporte para a conclusão da graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a conclusão do ensino superior.

Ao meu orientador Dr. Antônio Cláudio Kieling, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho colaborando com toda sua experiência e conhecimento.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

*“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota.”*

*Theodore Roosevelt*

## RESUMO

Com a constante evolução dos meios de produção, aumento da concorrência qualificada no mercado e também a necessidade pelo aumento de qualidade dos produtos por exigência dos clientes, fizeram com que as empresas se tornassem cada vez mais eficientes para atender estas demandas. Para isso, foi necessário otimizar os seus meios de produção já existentes e promover novos meios com alta eficiência, tanto em relação a processos físicos, como também, a administração da produção, visando a redução de custos produtivos e o conseqüente aumento do lucro. Em meio a crises e o mercado apresentando diversas instabilidades logo após a Segunda Guerra Mundial, os engenheiros japoneses da Toyota Taichii Ohno e Eiji Toyoda desenvolveram o Sistema Toyota de Produção (STP), que consiste na consolidação de soluções que alcancem a máxima eficiência produtiva. Este trabalho tem como objetivo descrever os Sistemas de Produção Enxuta existentes hoje, muitos deles derivados do STP, e como uma empresa pode alcançar a máxima eficiência produtiva com a apresentação de um estudo de caso que dá origem ao tema do trabalho: Redução de inutilizado na solda do escapamento de motos de baixa cilindrada por meio da análise de tempos de processos, custos e eficiência produtiva baseado nos conceitos do *Lean Manufacturing*.

**Palavras-chave:** Eficiência. Gestão da Produção. Manufatura Enxuta.

## ABSTRACT

With the constant evolution of the means of production, an increase in qualified competition in the market and also the need to increase the quality of products as required by customers, companies have become increasingly efficient in meeting these demands. For this, it was necessary to optimize its existing means of production and promote new means with high efficiency, both in relation to physical processes, as well as the administration of production, aiming to reduce production costs and the consequent increase in profit. In the midst of crises and the market showing several instabilities right after World War II, Japanese engineers from Toyota Taichii Ohno and Eiji Toyoda developed the Toyota Production System (STP), which consists of consolidating solutions that achieve maximum production efficiency. This work aims to describe the Lean Production Systems existing today, many of them derived from STP, and how a company can achieve maximum production efficiency with the presentation of a case study that gives rise to the theme of the work: Reduction of useless in low displacement motorcycle exhaust welding through the analysis of process times, costs and production efficiency based on Lean Manufacturing concepts.

**Keywords:** Efficiency. Production Management. Lean Manufacturing.

## ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 – Gráfico Yamazumi .....	21
Ilustração 2 – Índice de Inutilizado no Tubo Coletor (2021) .....	22
Ilustração 3 – Linha 2 Solda Escapamento .....	23
Ilustração 4 – Tubo Coletor .....	24
Ilustração 5 – Proposta de Bancada com Dispositivo de Checagem .....	26
Ilustração 6 – Cronograma .....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>LM</b>	Lean Manufacturing (Produção Enxuta)
<b>ZFM</b>	Zona Franca de Manaus
<b>ME</b>	Manufatura Enxuta
<b>MASP</b>	Método de Análise e Solução de Problemas
<b>KPI</b>	Indicador Chave de Desempenho (Key Performance Indicator)
<b>TPM</b>	Manutenção Produtiva Total (Total Productive Maintenance)
<b>CQZD</b>	Controle de Qualidade ‘Zero Defeitos’

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO.....	2
1.2 HIPÓTESES.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
<b>1.3.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>2</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>3</b>
1.4 JUSTIFICATIVA.....	3
1.5 ESTRUTURA DE PESQUISA .....	3
<b>2. O LEAN MANUFACTURING</b> .....	<b>5</b>
2.1 O <i>LEAN MANUFACTURING</i> : DEFINIÇÃO, ORIGEM E PRINCÍPIOS .....	5
2.2 OBJETIVO DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	6
2.3 A IMPORTÂNCIA DA METODOLOGIA PARA AS EMPRESAS.....	8
2.4 OS 8 DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA .....	8
<b>2.4.1 Transporte e Logística</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4.2 Superprodução</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4.3 Tempo de Espera</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4.4 Excesso de Processamento</b> .....	<b>9</b>
<b>2.4.5 Estoque / Inventário</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.6 Movimentação de Pessoal</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.7 Defeitos</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4.8 Habilidades Subutilizadas</b> .....	<b>10</b>
2.5 VANTAGENS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> .....	10
2.6 ETAPAS PARA A IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA.....	11
2.7 FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO JUNTO AO LEAN MANUFACTURING ....	12

2.7.1 5S.....	13
2.7.2 Kanban .....	13
2.7.3 Kaizen .....	13
2.7.4 PDCA .....	13
2.7.5 KPIs.....	13
2.7.6 TPM .....	13
2.8 MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS (MASP) .....	14
2.8.1 Identificação do Problema .....	14
2.8.2 Observação .....	14
2.8.3 Análise .....	14
2.8.4 Plano de Ação.....	14
2.8.5 Ação.....	14
2.8.6 Verificação de Resultados .....	14
2.8.7 Padronização.....	15
2.8.8 Conclusão .....	15
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>15</b>
3.1 MÉTODOS.....	16
3.2 TÉCNICAS .....	16
3.3 PROCEDIMENTOS .....	17
<b>4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS .....</b>	<b>17</b>
4.1 RECURSOS .....	17
4.2 RELEVÂNCIA DO PROJETO.....	18
4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO NAS ETAPAS DO MASP .....	18
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
5.1 TRABALHOS FUTUROS .....	28
<b>6. CRONOGRAMA .....</b>	<b>29</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

<b>8. GLOSSÁRIO .....</b>	<b>34</b>
---------------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

Nos primeiros momentos da industrialização no mundo, as empresas obtinham lucro através da exclusividade do produto que fabricavam, concentrando todos os consumidores daquele produto para si. Dessa forma, os aumentos de custos de produção que essas empresas sofriam, eram de certa forma fáceis de serem diluídas pelo grande volume de fabricação e venda de seu produto. Com o passar do tempo, outras empresas foram surgindo e com isso a competitividade e necessidade de manter ou aumentar a margem de lucro se tornou cada vez mais presente, as tecnologias produtivas já não eram exclusivas das empresas que as criavam e apenas o volume de produção, que tendia a ser dividido com outras empresas que estavam no mercado, já não era mais suficiente para manter os ganhos na mesma proporção como antes era feito. Com isso, surgiu a necessidade de cada vez mais garantir a eficiência produtiva para evitar desperdícios e apenas fazer com que a empresa obtivesse lucro. Para se adaptar a este novo cenário, foi necessário elaborar um modelo de gestão que apresentasse redução de custos de fabricação, aumentasse a produtividade e qualidade do seu produto.

Em meio a crises e instabilidades no mercado, logo após a Segunda Guerra Mundial, os engenheiros japoneses da Toyota Taichii Ohno e Eiji Toyoda, ficaram encarregados de desenvolver um sistema de gestão da produção que englobasse todos estes requisitos. Este sistema de gestão ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP), logo foi consolidado e muito aplicado em outras empresas, sendo hoje conhecido como *Lean Manufacturing (LM)*, em português denominado como Manufatura Enxuta (ME), uma metodologia muito aplicada em grande parte das empresas e que obtém resultados muito positivos na fabricação; sendo um sistema de gestão muito eficiente. Segundo Shah & Ward (2003), a abordagem da ME engloba ampla variedade de práticas gerenciais, incluindo *just in time*, sistemas de qualidade, manufatura celular, entre outros. Cada vez mais esse método vai se espalhando até mesmo no setor de serviços, tendo como uma de suas denominações, o *Lean Office*, que não se aplica diretamente no objetivo da pesquisa que será elaborada, mas que agrega muito em setores administrativos de fábricas e empresas ligadas diretamente ao comércio ou prestação de serviços. Todos estes conceitos são muito semelhantes ao Método de Análise e Solução do Problema (MASP), que consiste na busca pela verdadeira causa do problema e elabora etapas para ataca-lo e elimina-lo para que não volte a acontecer.

## 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

A cada dia que passa, a oferta de produtos de alta tecnologia, complexidade e que apresentam uma grande variabilidade em seus formatos e tamanhos se tornam cada vez maiores por demanda do mercado, o consumidor se torna mais exigente, e assim, surge a necessidade da criação e otimização de produtos já existentes para buscar a maior satisfação dos clientes. Em contrapartida, as empresas passam a se deparar com maiores desafios para atender essa demanda, pois, as máquinas e serviços se tornam defasados com mais velocidade, com isso, surgem problemas de qualidade, em decorrência do elevado plano de produção e necessidade de entrega dos produtos; não atendimento à expectativa dos clientes, por terem recebido produtos com qualidade e propostas diferente do que esperavam e dificuldades na administração da corporação, sendo a combinação dos outros dois problemas apresentados anteriormente, o que pode levar uma empresa ao descrédito ou até mesmo a falência por não atender as expectativas do mercado.

## 1.2 HIPÓTESES

A filosofia do Lean Manufacturing é basicamente a busca pela redução de desperdícios, enquanto almeja o aumento de produtividade e qualidade, para elevar os níveis de lucratividade da empresa, que é basicamente o que toda e qualquer empresa busca em seus negócios. Portanto, o Manufatura Enxuta tende apenas a agregar com ganhos financeiros, de qualidade e disseminação na mentalidade de seus engenheiros e colaboradores a busca pela eficiência produtiva a todo momento. A aplicação do Lean Manufacturing é fundamentada com base matemática e estatística, aliada aos conhecimentos de análise de processos e percepção de desperdícios na execução das atividades. Dessa forma, a aplicação dos ganhos e a demonstração deles, é por meio de ciências exatas, garantindo a segurança nas melhorias aplicadas aos processos. E com o uso das etapas de desenvolvimento do MASP, é possível buscar e atacar a causa raiz do problema, garantindo com que ele não entre novamente no ciclo natural do processo.

## 1.3 OBJETIVOS

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Tem-se como objetivo principal neste trabalho, a otimização de processos produtivos por meio da aplicação dos conceitos adotados pela Manufatura Enxuta e pelo Método de Análise e Solução de Problemas (MASP)

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir conceitualmente tudo a respeito do *Lean Manufacturing* e MASP, suas ferramentas e sua filosofia de execução;
- Desenvolver uma estrutura lógica de percepção de um problema, análise da situação atual ao redor deste problema e com solucionar, apresentando propostas que se encaixam na filosofia da ME e executando a teoria com as etapas do MASP;
- Aplicar os conceitos da Manufatura Enxuta e MASP em um estudo de caso real em uma grande multinacional do polo de duas rodas localizada na Zona Franca de Manaus (ZFM).

### 1.4 JUSTIFICATIVA

O estudo a ser elaborado nesta pesquisa tem como foco principal, a aplicação dos conceitos de *Lean Manufacturing* e MASP no processo de fabricação da soldagem de escapamentos em uma empresa multinacional que tem como carro-chefe a fabricação de motocicletas no Polo Industrial de Manaus. A empresa tem como sua planta em Manaus, a fábrica de motocicletas mais verticalizada do mundo, onde a empresa apresenta o maior número de processos de fabricação dos componentes da motocicleta, entre eles, motor, chassi, tanque, rodas, entre outros diversos processos de fabricação, dessa forma, podemos encontrar uma vasta gama de atividades produtivas e suas particularidades. A empresa é bastante abrangente em seus produtos, tendo em seu catálogo, motocicletas, quadriciclos e produtos de força (motor de popa) fabricados em sua planta de Manaus. Também conta com produção de veículos e aviões executivos, com fabricação em outras plantas no Brasil e no mundo. E com toda a diversidade nos produtos, os conceitos do *Lean Manufacturing* e MASP podem ser aplicados na produção de todos estes produtos citados anteriormente, independentemente de que forma é a produção destes. Esta empresa tem 80% de Market Share, que é o grau de participação da empresa no mercado de vendas de motocicletas no Brasil, com isso, o alcance de consumidores é muito grande, necessitando garantir a qualidade mesmo com uma produção muito acelerada e com grandes volumes diários fabricação de motocicletas.

### 1.5 ESTRUTURA DE PESQUISA

O conteúdo do trabalho desenvolvido conta com 5 capítulos em sequência. O primeiro, onde nos encontramos atualmente, conta com a contextualização geral do tema, com foco principal na definição do *Lean Manufacturing* e MASP, descrição da importância do trabalho, justificativa e definição dos objetivos propostos.

No segundo capítulo é apresentado tudo o que diz respeito ao *Lean Manufacturing* e MASP durante a fundamentação teórica, contendo explicações sobre o que é o *LM*, a origem e sua história até os dias atuais, como são as etapas de percepção de problemas com base nos conceitos desta filosofia e como será feita a análise para desenvolvimento das propostas para que seja solucionado o problema; todos os pontos que envolvem os problemas e soluções possíveis com a Manufatura Enxuta; Vantagens do *LM*; uso de ferramentas consolidadas para ajudar no desenvolvimento dos projetos e também a demonstração da importância do uso de *softwares* existentes no mercado para auxiliar durante os estudos de melhorias.

No capítulo três, é apresentado todo o formato da metodologia adotada para desenvolvimento do trabalho, o detalhamento de cada um dos métodos utilizados e de que forma eles foram selecionados com a certeza de que são os melhores métodos a serem aplicados no estudo. A metodologia é dividida em três partes: métodos, englobando todos os procedimentos gerais, todo o caminho percorrido para se chegar à conclusão científica; técnicas, é o conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência. É a parte prática na execução de uma pesquisa, utilizada para a coleta de dados. Toda ciência utiliza inúmeras técnicas para alcançar seus objetivos (por meio de documentos ou questionários, pesquisas de opinião ou bibliográficas, entre outros) e por último, os procedimentos, que correspondem às etapas mais concretas de investigação, para explicar fenômenos gerais e menos abstratos. São as expertises especializadas utilizadas nas etapas de análise e interpretação dos dados coletados e/ou fenômenos observados.

No quarto capítulo, são apresentados os recursos adotados para a melhor execução do tema de melhoria: quais materiais, ferramentas, processos e análises financeiras que foram adotados para viabilizar a execução do projeto de melhoria.

Por último, no capítulo cinco, o estudo de caso em que foi aplicado todos os conceitos de análise do *Lean Manufacturing* para obter melhorias no processo proposto na soldagem do escapamento da grande multinacional do polo de duas rodas da ZFM, um caso real, que levou cerca de 3 meses para ser implantado oficialmente por conta do elevado nível de análises que foram necessárias para garantir que o processo não sofreria retrocessos durante o tempo, e que a melhoria seja realmente eficaz, apresentado melhorias no fluxo do processo, redução de custos e um ponto que é muito valorizado por nós, que é a qualidade do trabalho do colaborador, melhorando a ergonomia do mesmo, fato que aumentou a satisfação do colaborador quanto o seu trabalho prestado para a empresa.

## 2 O LEAN MANUFACTURING

### 2.1 O *LEAN MANUFACTURING*: DEFINIÇÃO, ORIGEM E PRINCÍPIOS

Entende-se como *Lean Manufacturing*, uma filosofia de gestão operacional e de processos que tem como principal objetivo otimizar a cadeia produtiva por meio da redução de erros e redundâncias operacionais, elevando a qualidade dos processos e produtos, reduzindo o custo de fabricação e conseqüentemente elevando a eficiência operacional da fábrica, deixando-a mais enxuta. Muitas organizações com desempenho notável no mercado mundial apresentam variadas ferramentas, princípios e técnicas para desenvolvimento de seus processos e a melhoria contínua deles, a essas empresas que empregam esse conjunto de práticas é dito que possuem a sua Manufatura Enxuta e a empresa que a faz de Empresa Enxuta, com mais frequência encontradas em empresas japonesas. “A Manufatura Enxuta pode então ser entendida, como mais um dos muitos nomes que são adotados para transmitir ideias cuja gênese comum é o Sistema Toyota de Produção” (SILVA, 2009). Esta filosofia de gestão, teve início nas primeiras décadas do século XX, desenvolvida por Frederick Taylor e que posteriormente foi aproveitado Henry Ford. A empresa que se tornou referência na aplicação desta metodologia, justamente por ter sido pioneira no uso de diversas técnicas que são utilizadas até hoje, é a Toyota Motors, com a utilização da sua metodologia que posteriormente ficou conhecida como Sistema Toyota de Produção (STP). O STP foi popularizado no ocidente por Womack *et al.* (1992), esses autores dominam o STP de Manufatura Enxuta. Após a comprovação da eficácia do método, o STP foi muito difundido em outras empresas do ramo automotivo, que utilizam a filosofia desde então, e com o crescimento constante desta metodologia, outras empresas de diversos ramos utilizam os conceitos da Manufatura Enxuta, até mesmo empresas fora do escopo industrial. Portanto, o principal propósito do *Lean Manufacturing* é basicamente a utilização de um conjunto de ferramentas que potencializa o uso do tempo, levando as organizações a alcançarem um desempenho mais eficaz.

“Para realizar melhorias significativas nos processos de produção, devemos distinguir o fluxo do produto (processo) do fluxo de trabalho (operação) e analisa-los separadamente” (SHINGO, 1996, p. 39). Por conta da existência de métodos e técnicas diversas para a implantação do *Lean Manufacturing*, cada empresa deve realizar as análises baseando-se em sua realidade, principalmente quando se diz respeito a satisfação do cliente. Para Lindgren (2001) é um conjunto de atividades que tem como meta o aumento da capacidade de resposta

às mudanças e a minimização dos desperdícios na produção, se constituindo num verdadeiro empreendimento de gestão inovadora. Com isso, a ME busca manter em seu escopo apenas processos que agregam valor ao produto e que podem ser otimizados, mas também, sabe-se que existem processos que não agregam valor, porém são necessários para que os processos que agregam valor sejam executados, neste caso, a ideia é reduzir o máximo possível do tempo destes processos, e por último, o mais grave, processos *Loss* que não agregam nenhum valor ao produto e que também não são necessários para a agregação de valor ao produto final, portanto, sendo necessária a sua eliminação. Então, conceitualmente por meio do *Lean Manufacturing*, é possível conhecer as reais necessidades do negócio, eliminando excessos e desperdícios.

Com o avanço tecnológico cada vez mais rápido, avançado e complexo, o crescimento do número de produtos disponíveis no mercado global é inversamente proporcional ao tempo disponível para produzi-los, pois ele nunca vai aumentar. Com isso, a otimização do tempo se torna cada vez mais necessária, pois é preciso produzir muito mais, com produtos cada vez mais complexos e variados, porém em menos tempo. “Além da redução de custos, a adoção da Manufatura Enxuta resulta em flexibilidade do sistema para adaptar-se as variações da demanda, o rápido atendimento ao cliente, em decorrência da redução do lead time, e também a produção de produtos de qualidade.” (SILVA, 2009, P. 23)

## 2.2 OBJETIVOS DO *LEAN MANUFACTURING*.

Como citado anteriormente, o *Lean Manufacturing* tem como principais objetivos evitar perdas e desperdícios, conforme foi desenvolvido no STP com o CQZD. “o ‘Controle da Qualidade Zero Defeitos’ (CQZD) na Toyota não é um programa, mas um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas” (GHINATO, 1995, p. 172)

Para definir qual será o ponto de melhoria, é preciso que o analista responsável pelo estudo tenha conhecimento teórico e prático do processo a ser melhorado. Por exemplo, em uma linha de soldagem de componentes eletrônicos, o analista precisa conhecer: a matéria-prima que entra na linha, o produto final produzido ao fim do processo, a quantidade de pessoas envolvidas, o tempo de processos de cada um dos colaboradores, qual processo cada um realiza e qual deve ser a meta de produção a ser atingida (*Takt Time*) diariamente, mensalmente e anualmente para aquele processo. *Takt Time* segundo Tommelein (2017, p. 747) “a velocidade da linha e a taxa correspondente de estações de trabalho devem ser projetadas de modo que cada trabalhador em cada estação possa completar o que é designado a eles e ainda ter algum

tempo restante dentro do tempo takt dado”. Portanto, é preciso mapear do início ao fim o processo, ter conhecimento geral sobre ele para garantir que o problema volte a acontecer por algum desvio no processo que não foi percebido anteriormente, e também, ter consciência na priorização de oportunidades de melhorias (definir qual é mais urgente e executável), sempre visando melhorias contínuas e rápidas que vão gerar ganhos gradativos para a organização.

O *Lean Manufacturing* possui 5 princípios que precisam ser compreendidos para ser feito com precisão. Estes princípios devem ser trabalhados de forma simultânea, buscando alcançar o máximo de resultados e minimizar as perdas, entregando ao cliente exatamente o que ele deseja, são eles:

1. **Valor:** o valor é tudo aquilo que atende a necessidade do cliente da forma que ele espera. O valor pode ser encontrado na funcionalidade do produto, no seu design, valorização da marca, tecnologia empregada e principalmente no preço final do produto que o cliente considera justo pagar por tudo que é oferecido.
2. **Fluxo de Valor:** Para entregar um produto com o valor que o cliente deseja, a forma em que ele foi produzido é fundamental nesse processo. Na concepção do produto, desde a matéria-prima até a embalagem do produto acabado, deve ser planejado com precisão ao ponto de que as perdas e desperdícios durante a linha de fabricação sejam eliminados ou reduzidos ao máximo possível, e assim, garantindo que o processo executará apenas processos que agregam valor ao produto e que seja da necessidade do cliente.
3. **Fluxo:** esta etapa contrasta com o conceito da Manufatura Enxuta, onde deve-se realizar o processo de fabricação por etapas, garantindo que cada colaborador realize um estágio produtivo, evitando perdas e desperdícios.
4. **Puxar:** para uma empresa enxuta, é fundamental que a sua forma de produção seja puxada, segundo Lindgren (2001) o objetivo de colocar um sistema puxado entre dois processos é ter uma maneira de dar instrução de produção exata ao processo anterior, sem tentar prever a demanda posterior e programar o processo anterior. Dessa forma, a produção puxada garante que só será produzido o necessário, evitando perdas e geração de estoques.
5. **Perfeição:** para chegar ao ponto mais extremo da qualidade, é necessário que todos os pontos anteriores sejam muito bem esclarecidos e que seja de conhecimento de todos. A perfeição é alcançada quando a empresa entrega o produto igual ou

superando a expectativa do cliente, e na sua cadeira produtiva foi evitado qualquer tipo de desperdício ou perda.

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DA METODOLOGIA PARA AS EMPRESAS

O *Lean Manufacturing* é uma estrutura sistemática que visa a redução de desperdícios, otimização dos processos e tudo isso sem sacrificar a produtividade, o que é desejo das empresas que visam sempre ter melhoria na eficiência produtiva. Para empresas como a que iremos utilizar no nosso estudo de caso, uma grande multinacional do polo de duas, sendo ela a fábrica de motocicletas mais verticalizada do mundo, isto é, a fábrica que apresenta o maior número de processos verticalizados (internos) no seu escopo produtivo. Quanto mais processos uma empresa apresenta, maior a dificuldade para mapear todas as perdas e desperdícios que existem em seus processos. “Além da eliminação dos desperdícios, outro alicerce da manufatura enxuta é a melhoria contínua” (SILVA, 2009). Por isso, o uso da Manufatura Enxuta se faz cada vez mais necessária para que pequenas e contínuas melhorias (*Kaizen*) estejam sempre presentes na sistemática e cultura da empresa, para que os desperdícios sejam controlados e todos os números nas mãos dos analistas.

A filosofia do *Lean Manufacturing* deve ser de conhecimento de todos os níveis hierárquicos da empresa, desde o operador no chão de fábrica, até o presidente da corporação, que vai ser o aprovador das mudanças propostas. Nos níveis mais inferiores, deve-se ensinar como executar os conceitos da ME, e para os níveis mais altos da empresa, no nível de gestão, deve-se ensinar para que tenham capacidade de realizar as análises do que for apresentado para aprovação. Além disso, a cultura da Manufatura Enxuta deve ser disseminada na organização como uma forma de filosofia, em que todos os colaboradores sejam motivados a buscar e ter olhar crítico para identificar problemas que possam ser resolvidos com uso dos conceitos e ferramentas da ME. O treinamento dos colaboradores desde a sua entrada na empresa, deixa essa filosofia cada vez mais clara na cabeça de todos.

Como falado anteriormente, a evolução industrial é cada vez mais rápida e intensa, causando o surgimento de muitos produtos com alta diversidade estrutural, aumento de demanda e necessidade do uso cada vez mais racional do tempo, então com isso, além da necessidade de implantação da metodologia do *Lean Manufacturing*, ela deve ser feita de maneira correta e eficiente para que a empresa alcance os melhores resultados em suas melhorias.

## 2.4 OS 8 DESPERDÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Sabemos que para a implantação da Manufatura Enxuta, várias ferramentas e métodos são aplicados para alcançar os resultados desejados, tendo como principais pontos a eliminação de desperdícios, a melhoria contínua, compromisso com a qualidade na produção e a produção *just in time*, buscando sempre eliminar tudo aquilo que os clientes não irão utilizar ou que podem causar algum problema. Diversos motivos podem causar desperdícios, perdas e retrabalhos durante a fabricação dos produtos de uma organização, dentre eles, a ME nos indica os 8 principais desperdícios existente na produção, são eles:

**2.4.1 Transporte e Logística:** uma das principais dificuldades encontradas por muitas empresas, principalmente em países como o Brasil que apresenta grande extensão territorial, é a logística, que pode ser muito custosa e que acaba encarecendo o produto final. Mas além disso, processos internos de transporte e logística interna de peças em produção, podem fazer com que o tempo disponível de produção seja severamente impactado por falhas na sua execução. Processos como o conhecido *Milk Run*, que consiste na movimentação interna de peças na planta da empresa, pode ser melhorado com mudanças nos *layouts* das linhas produtivas e do posicionamento dos estoques, que na movimentação de matéria-prima para a produção, até a produção e entrega do produto finalizado, pode demandar elevado tempo sem que haja essa necessidade, havendo assim, perdas no processos e aumento do custo de fabricação.

**2.4.2 Superprodução:** Atualmente, a dinâmica das empresas é muito flexível e com mudanças rápidas. Um dos maiores problemas para uma empresa, é a existência de estoque, e quanto maior o estoque, maior o problema. Uma empresa precisa ter muito bem definido o seu plano de produção, para que não seja preciso criar um estoque para comportar produtos que foram feitos em excesso por conta de falhas no seu planejamento. Um dos métodos mais conhecidos para a produção apenas do que é necessário, é o *Just in Time*, que, conforme Ghinato (1995, p. 170), o JIT “significa que cada processo deve ser suprido com os itens e quantidades certas, no tempo e lugar certo”, ou também em outros termos, é apenas dinheiro parado e que ainda pode ser perdido por vencimento do produto, defasagem e obsolescência.

**2.4.3 Tempo de Espera:** tudo que é envolvido na produção tem um custo, pessoas, materiais, equipamentos e até mesmo informações possuem um custo agregado, e todos esses pontos quando sofrem com tempo de espera, indicam desperdício principalmente de dinheiro e tempo útil de produção. Por isso, na Manufatura Enxuta, espera-se que o sistema de fabricação

seja puxado, que é quando a empresa recebe a demanda do cliente e define exatamente tudo o que será necessário para realizar a produção do que foi solicitado.

**2.4.4 Excesso de Processamento:** Como o próprio nome indica, na Manufatura Enxuta, todos os processos devem ser enxutos, realizando apenas etapas necessárias que agregam valor ao produto e que é do interesse do cliente. Os processos gargalos devem ser conhecidos e muito bem estabelecidos. Muitas vezes, deve-se fazer uso da análise de critério visual, que é quando existem processos que agregam valor ao produto, mas não impacta no seu funcionamento e nem será visto pelo cliente, portanto, pode ser retirado.

**2.4.5 Estoque / Inventário:** o estoque pode ser de matéria-prima ou de produto acabado, ambos são indicados que sejam o menor possível, pois estoque, é custo parado e que pode ser perdido se não for tratado corretamente, gerando prejuízos para a empresa. Um estoque ou inventário elevado, pode também impactar nos processos produtivos, onde pode ser feito um imprevisto atrasando a produção, mudando a forma com que o produto é fabricado e podendo gerar variações entre lotes.

**2.4.6 Movimentação de Pessoal:** mais um desperdício que é totalmente influenciado pelo planejamento da produção. A disposição das máquinas e postos de trabalho devem ser muito bem instalados no *layout* da linha de produção, caso contrário, os colaboradores podem realizar processos cruzados, necessitando fazer grandes movimentações na linha, gerando perdas de processo e de tempo.

**2.4.7 Defeitos:** a ocorrência de defeitos pode ser muito grave em muitos pontos, desde os desperdícios com retrabalho e inutilização, gerando elevação no custo de fabricação, até a satisfação do cliente, podendo até gerar prejuízos a imagem da organização.

**2.4.8 Habilidade Subutilizadas:** Em muitas empresas, há o aproveitamento superficial do potencial de cada colaborador. Dessa forma, restringem-no apenas a uma função, sem que ele tenha autonomia e liberdade para crescer e propor novas ideias ao fluxo de trabalho.

## 2.5 AS VANTAGENS DO *LEAN MANUFACTURING*

Quando uma empresa é criada, parte de algumas premissas que foram necessárias para essa criação, podendo ser necessidade, oportunidade ou até mesmo a realização de um desejo, mas todos estes pontos surgem para o fim principal que é a obtenção de lucro. Uma empresa durante o seu tempo de operação pode ter um faturamento com cifras milionárias, mas de nada adianta se o seu custo de fabricação é tão elevado que a margem de lucro se torna muito abaixo

da expectativa considerando todo o trabalho realizado para chegar até aquele ponto. Por isso, a aplicação da Manufatura Enxuta entrega diversos ganhos para a organização, as vantagens são:

1. **Produtos, serviços e atendimento de alta qualidade:** o foco de uma empresa sempre deverá ser a satisfação do seu cliente, deve-se entregar exatamente o que ele deseja, ou até mesmo superar a sua expectativa. Todos os colaboradores devem imaginar que em algum momento eles também são clientes, e que sempre desejam receber o melhor do fornecedor de serviços que ele está contratando. Com isso, deve-se ter muito claro todos os pontos de falha no meio do processo que podem diminuir a qualidade do produto, serviço ou atendimento. É fundamental ouvir a voz do cliente, ela vai guiar para o sucesso do seu produto.
2. **Otimização e organização dos recursos:** um dos maiores desperdícios dentro de uma empresa, é a criação de estoques desnecessários que surgiram por conta de erros no planejamento da produção. O estoque pode ser perecível, pode gerar produtos obsoletos no mercado, com isso, fazendo com que a empresa perca dinheiro. E a ME organiza estes recursos a fim de que não haja desperdícios antes do início da produção, com a estocagem desnecessária de matéria-prima e nem após o fim do processo, com o armazenamento de produtos acabados que não tenham destinação certa.
3. **Aumento de produtividade e eficiência dos colaboradores:** como falado anteriormente, todos os colaboradores, independentemente do nível que se encontram na hierarquia da corporação, devem ter conhecimento da filosofia do *Lean Manufacturing*, com isso, quem é responsável por executar a melhoria, tem mais conhecimento para chegar nos melhores resultados, quem realiza a produção eleva sua performance sabendo que está trabalhando sem perdas e a alta gestão, garante que a empresa está produzindo da forma mais enxuta possível.
4. **Aumento dos Lucros:** como dito no início deste tópico, as empresas têm como principal propósito a obtenção de lucro. E com a aplicação da Manufatura Enxuta, os desperdícios são eliminados, processos desnecessários deixam de ser feitos e apenas o que agrega valor real ao produto é mantido, com isso, a margem de lucratividade da empresa aumenta.

Portanto, o uso da metodologia da Manufatura Enxuta traz para as empresas benefícios na qualidade do trabalho, satisfação dos colaboradores, melhoria na qualidade dos processos e do produto final, e o principal, o aumento dos lucros da organização.

## 2.6 ETAPAS PARA IMPLANTAÇÃO DO *LEAN MANUFACTURING*

Para que uma melhoria seja implementada, antes de tudo, deve-se conhecer integralmente os processos, porque somente assim, é possível detectar falhas e desvios nos processos. Para realizar a implantação da metodologia, é preciso seguir alguns passos até a concretização dos ganhos, são eles:

1. Ouvir a voz do cliente, conhecer o real desejo do cliente e verificar dentro do seu processo, do início ao fim, se o que está sendo feito agrega valor ao que o cliente deseja.
2. Determinar o fluxo de valor, manter no processo apenas o que realmente agrega valor ao produto e eliminar tudo o que causa desperdícios para produção.
3. Aplicar sempre melhorias contínuas (*Kaizen*) nos processos já existentes, muitas vezes um processo é visualmente perfeito, mas sempre existe a possibilidade de melhoria ou otimização daquele processo, podendo ser com o surgimento de novas tecnologias ou até mesmo de técnicas de produção, que precisam ser avaliadas se serão viáveis financeiramente para a empresa e que vão gerar redução de custos na fabricação.
4. Desenvolver o plano de produção perfeito e compatível com aquilo que o cliente deseja. Um plano de produção com falhas, pode gerar atrasos na entrega ou até mesmo a geração de estoques por conta de superprodução, ambos os resultados implicam em perda de dinheiro. Portanto, é necessário ter em mãos um plano de produção coerente e que seja atendido pela capacidade da sua empresa, sem que haja necessidade de fazer grandes sacrifícios na produção, tudo deve ser muito bem avaliado, nem sempre produzir 24 horas por dia em 7 dias da semana significa que a organização vai obter maiores lucros.
5. Focar na excelência é fundamental para o processo, pois vai trazer melhorias na execução das atividades fabris, facilita a avaliação por parte da gestão e o cliente recebe o seu produto com alta qualidade.

## 2.7 FERRAMENTAS PARA APLICAÇÃO JUNTO AO *LEAN MANUFACTURING*

Anteriormente foi dito que o *LM* é um conjunto de técnicas, informações e ferramentas. Portanto, a metodologia da Manufatura Enxuta não está apenas na concepção teórica, sua aplicação depende do uso de ferramentas, por isso ela se torna tão precisa.

As principais ferramentas e princípios para a implantação da ME, são:

**2.7.1 5S:** o 5S é uma sistemática que propõe que, a organização do ambiente de trabalho resulta em melhores resultados, que conseqüentemente, leva para a elevação da qualidade dos produtos. O 5S nos dá 5 etapas para o aumento da eficiência produtiva otimizando o ambiente de trabalho:

- **Seiri:** Senso de Utilização
- **Seiton:** Senso de Organização
- **Seiso:** Senso de Limpeza
- **Seiketsu:** Senso de Padronização
- **Shitsuke:** Senso de Disciplina

**2.7.2 Kanban:** é uma palavra derivada do japonês que significa “cartão”, é um método de gestão que por meio da sinalização por meio de cartões dá autorização para a produção ou retirada de itens. O uso do *Kanban* é muito importante em uma empresa que tem a produção puxada como padrão, pois assim, fica claro até quando e quanto deve-se produzir sem que aconteça desperdícios ou geração de estoques.

**2.7.3 Kaizen:** desde o início deste trabalho o termo *Kaizen* é citado, em uma tradução do termo derivado do japonês, temos de “mudar algo para melhor”. O *Kaizen* prega o desenvolvimento de melhoria contínua, onde é preciso ter como cultura a busca por melhorias constantes nos processos, de preferência melhorias que sejam de rápida execução e que apresentem ganhos reais.

**2.7.4 PDCA:** é uma ferramenta da qualidade de uso constante em empresas que pregam a Manufatura Enxuta, o ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*), é essencial na verificação de um problema, fazendo o ciclo PDCA é possível chegar a causa raiz do problema, fazendo assim, com que seja corrigido e não volte a acontecer.

**2.7.5 KPIs:** os KPIs são indicadores de performance, são indicadores que servem como parâmetro para avaliação da performance da organização. Definindo quais são os KPIs que vão servir como base para o estudo da melhoria, fica mais fácil a visualização da melhoria após a implementação do *Lean Manufacturing*.

**2.7.6 TPM (Manutenção Produtiva Total):** tem sido uma ferramenta muito importante para os setores de manufatura intensivos em equipamentos. É um fator fundamental para o aumento da disponibilidade das máquinas, e um passo vital para conectar as máquinas visando criar um fluxo melhor.

## 2.8 Método de Análise e Solução de Problema (MASP)

Muito similar aos conceitos do Lean Manufacturing, o MASP também é uma metodologia estruturada e sistematizada para realizar a solução de problemas mais complicados em processos ou serviços. A metodologia também teve seu início no Japão pela JUSE (Union of Japanese Scientists e Engineers), ainda conhecido como QC-Story, com a demanda cada vez maior do mercado por produtos de qualidade. O método fundamentalmente faz uso de ações corretivas e também preventivas, com o intuito de atacar diretamente a causa raiz do problema, garantindo com que o problema não volte a acontecer. Por ser um processo sistemático, foram definidas 8 etapas para o desenvolvimento do MASP, que são descritas a seguir:

**2.8.1 Identificação do Problema:** a primeira etapa não é tão simples como parece, pois, é uma das etapas mais importantes do desenvolvimento da metodologia, e é a partir desta etapa que a solução do problema começa a se desenvolver. Deve ser feita de maneira clara e criteriosa, utilizando como base o histórico de problemas naquele processo ou em outros semelhantes, compreendendo todos os riscos, ganhos e perdas como o que já fora realizado.

**2.8.2 Observação:** é a etapa onde os dados a respeito do problema são levantados e todos os dados coletados para que sejam feitas análises pela equipe e que irão direcionar o desenvolvimento da melhoria.

**2.8.3 Análise:** com os dados coletados na etapa de observação, a análise consiste na busca pela causa raiz do problema, assim como no *Lean Manufacturing*, são utilizados métodos científicos para concluir com base nos dados coletados. Nessa fase surgem muitas hipóteses para solucionar o problema, portanto, sendo uma fase crítica e que é preciso analisar e escolher o caminho certo para desenvolver a melhoria.

**2.8.4 Plano de ação:** após a análise consolidada e com a escolha da melhor solução para o problema, é o momento de desenvolver a melhoria. É a etapa onde as metas são traçadas, é discutida e calculada a eficácia e os índices de controle da melhoria, dando forma, assim, para toda a estratégia de desenvolvimento e implantação da solução.

**2.8.5 Ação:** essa etapa consiste basicamente na execução do plano de ação. É quando o número de pessoas envolvidas aumenta, tanto para execução, como também para capacitação e aprovação das medidas adotadas para a execução.

**2.8.6 Verificação de Resultados:** etapa para realizar as análises quantitativas e qualitativas da execução do plano de ação, realizando comparativos de antes e depois da

implantação, para avaliar os ganhos ou perdas da execução e decidir ações em caso de efeito negativo.

**2.8.7 Padronização:** caso os resultados da ação tenham sido efetivos, deve-se criar um novo método de trabalho e que pode ser difundido para toda a empresa e aplicada para futuros trabalhos.

**2.8.8 Conclusão:** a última etapa do processo, onde todos os resultados serão avaliados. Em caso de alguma falha, reavaliar e corrigir para futuramente não se repetirem. Os resultados positivos devem ser refletidos para outras áreas da empresa e também na execução de trabalhos futuros.

Portanto, o MASP e o *Lean Manufacturing* são ferramentas que buscam a máxima eficiência de processos, utilizando ferramentas científicas para alcançar os melhores resultados. O MASP parte de histórico de problemas e melhorias antigas que já funcionaram anteriormente e usados como ponto de partida para atacar a causa raiz diretamente. O *LM* parte de princípios estatísticos, com um grande aprofundamento nos números do processo analisado, podendo levar um pouco mais de tempo para chegar a uma melhoria concreta.

### 3. METODOLOGIA

Conforme Mazucato (2018, p. 54) “O método é um dos pilares do conhecimento científico. Para que qualquer conhecimento seja considerado científico é obrigatório que, no processo de sua produção, o método tenha orientado com rigor todas as suas etapas. O método significa ‘um caminho’ a ser seguido durante as pesquisas”. Com essa afirmação, é possível ver que o método é fundamental em um trabalho científico, e como será apresentado adiante, o método no *Lean Manufacturing* é a principal ferramenta para chegar na elaboração do conceito de máxima eficiência produtiva. Para o estudo da ME, diversos aspectos são analisados para realizar as avaliações que por fim servirão como dados para elaborar propostas de melhorias nos processos, por isso, como método de abordagem, é utilizado o método dedutivo, que consiste na constatação de dados mais gerais, que abrangem uma vasta quantidade de indicadores, como dados gerais, informações, relações pré-existentes, parâmetros, entre outros fatores, pois nesta pesquisa, dados de diversas naturezas são utilizados para analisar e chegar ao resultado esperado.

### 3.1 MÉTODOS

Além dos métodos de abordagem que tem como objetivo serem mais amplos e de abrangência geral, existem também os métodos de procedimento, que são mais específicos, dentre as opções existentes, para a pesquisa que será realizada, 3 métodos serão muito utilizados: método estatístico, método comparativo e método experimental. Método estatístico: como falado anteriormente, a estatística será muito aplicada durante toda a execução do estudo, pois é por meio de cálculos matemáticos que é possível observar perdas e melhorias por meio da quantificação dos dados sobre os fenômenos, processos e fatos apurados. Da forma que a pesquisa, primeiramente, consiste em apurar dados, e para que se obtenha uma maior acuracidade na análise destes dados, a apuração dos dados são realizadas por amostragem com número de repetições pré-definidas, portanto, sempre haverá comparação entre os dados ao ponto de que seja possível observar constâncias e também divergências entre os dados, por isso, o método comparativo será de grande utilização no projeto. Por último, o método experimental, onde é realizada a consolidação dos dados apurados e onde os estudos e melhorias feitos com base nestes dados serão postos à prova para comprovação da eficácia da Manufatura Enxuta aplicada a um estudo de caso real, onde será possível ver a aplicação de todos os métodos citados acima e com ganhos comprovados.

### 3.2 TÉCNICAS

Conforme Mazucato (2018, p. 58) “Sabemos que a atividade de pesquisa se vincula à necessidade de realizar uma inquirição sistematizada almejando a aquisição de conhecimentos a respeito de um dado assunto, tema e/ou objeto. Nesse sentido, deve-se ficar claro que aquilo que orienta a realização de uma pesquisa, por meio de pressupostos e noções básicas, é o método e/ou a metodologia adotada. No entanto, o que conduz operacionalmente / concretamente a realização de um trabalho científico são as técnicas de pesquisa que, por sua vez, representam um conjunto de procedimentos ou de processos intrínsecos a uma determinada área do conhecimento científico”. As técnicas podem ser de diversas formas, para a aplicação da ME, não há uma fórmula exata que soluciona todos os problemas possíveis de aplicação do método de gestão, mas técnicas asseguram que a pesquisa será guiada para o caminho certo. Como citado em parágrafos anteriores, o estudo de um caso com aplicação de *Lean* necessita a apuração dos dados que representam a situação atual do processo, com isso, registra-se em documentos, relatórios, artigos, teses, entre outros, que serão o registro de trabalho, tanto em execução, como também de conclusão.

### 3.3 PROCEDIMENTOS

Independente da natureza de uma pesquisa, ela sempre precisa de um planejamento: por onde começar as análises, como analisar e como realizar as conclusões sobre os fatos e fenômenos apurados. Para isso, é necessário definir os procedimentos que serão aplicados na execução do estudo proposto. Para obtenção de dados para realizar as pesquisas, existem diversas formas de adquirir conhecimentos gerais e específicos a respeito do tema em que se deseja trabalhar, podendo ser por observação, pesquisas de laboratório, pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, documentos já publicados sobre o tema, entre outros, que forneceram grande acervo teórico para agregar nos estudos. Para estudo por meio do *Lean Manufacturing* é necessário obter conhecimento das especificidades de cada processo, pois dessa forma, é possível ter sensibilidade durante a aplicação dos resultados, tendo visão do que pode agregar e o que pode gerar desvios nas melhorias dos processos e acaba gerando retrocessos.

A Manufatura Enxuta é um modelo de gestão muito difundido mundialmente, com isso, muitas oportunidades de aprendizado surgem junto ao crescimento da metodologia, por isso, existem diversos recursos e programas que auxiliam na execução dos estudos, onde é possível verificar estatisticamente os desvios e oportunidades de melhorias. Portanto, um vasto acervo bibliográfico, elevada gama de recursos de auxílio para execução de pesquisas e documentação objetiva, fazem com que a eficácia das análises com *Lean Manufacturing* seja melhor.

## 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

### 4.1 RECURSOS

Para o desenvolvimento deste projeto, todos os recursos adotados foram derivados das instalações da própria empresa, aliados com os recursos teóricos absorvidos pela pesquisa teórica que deu origem a esta monografia.

O Estudo de caso que será apresentado a seguir, baseia-se no projeto de melhoria implantado na empresa como o tema “redução” de inutilizado na solda do escapamento”. Para desenvolvimento até a melhoria efetivamente, foram necessários alguns recursos que foram aproveitados dentro da própria solda escapamento da empresa, que foram:

- Dispositivo para teste de estanqueidade
- Bancada para alocação do dispositivo

- Sistema pneumático para fixação e aplicação do ar comprimido no interior do tubo coletor.
- Recipiente para depositar água onde o bocal do tubo coletor será testado submerso.
- Acionador bi manual para início de processo.
- Barreira fotocélula para desativação em caso de invasão de mão do colaborador próximo ao sistema pneumático.

Como recursos para execução do teste de estanqueidade, foi elaborado um treinamento rápido e prático para que o colaborador obtivesse a maior eficiência no processo e que não trouxesse riscos a sua saúde e segurança.

#### 4.2 RELEVÂNCIA DO PROJETO

O estudo de caso é utilizado como metodologia que busca se aprofundar em algum fenômeno, podendo ser social, histórico ou científico, e independente da natureza, chega-se a alguns questionamentos: Como? Por quê?

Para responder essas perguntas, é necessário conhecer em detalhes o seu problema, podendo ser ele, raro, único ou representativo de alguma cultura ou padrão que é pouco explorada. Sendo assim, uma pesquisa empírica, conforme diz Robert K. Yin, especialista em estudo de caso, “consiste na investigação de fenômenos contemporâneos dentro de contextos da vida real”. Com isso, foi dado início a melhoria proposta.

Dentro da empresa, para que seja possível levar a implantação de um projeto de melhoria, é necessário que seja muito clara a importância e os ganhos que a fábrica vai ter com os investimentos que vão ser necessários para a concretização do tema. Com isso, foi montado uma apresentação formal que foi realizada para a gestão do meu departamento de Engenharia de Processos e da gestão do departamento onde efetivamente fora realizada a melhoria, a Solda Escapamento.

#### 4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO NAS ETAPAS DO MASP

Um passo muito importante na definição de um tema de melhoria e desenhar o passo a passo correto para fazer a melhoria efetiva naquele problema, é saber a sua causa raiz. Para isso, é necessário investigar tudo que rodeia o problema e seus processos do início até o fim, desde o fornecedor até a entrega aos clientes. Para isso, como fora informado anteriormente, é utilizado o Método de Análise e Solução de Problema, que busca atacar diretamente a causa do

problema e garantindo que não retorne. Portanto, o projeto foi desenvolvido dentro das 8 etapas que definem o MASP.

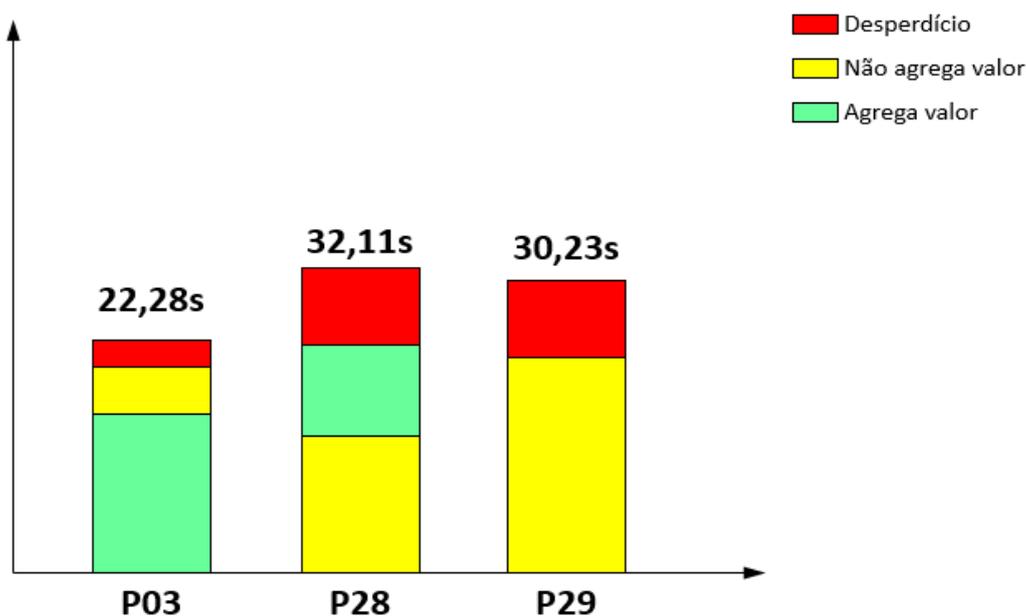
**Identificação do Problema:** o caso averiguado foi o alto índice de vazamentos no bocal do tubo coletor de um determinado modelo de motocicletas, que é o carro-chefe da marca, com isso, possui um alto volume de produção, e com os vazamentos, foi verificado que todos os escapamentos que apresentavam vazamentos no bocal do tubo coletor, eram totalmente inutilizados, ou seja, 100% das peças são descartadas quando esse tipo de vazamento ocorre. Portanto, o custo de fabricação do tubo coletor, se apresentava muito maior do que era projetado no seu desenvolvimento, justamente por conta da necessidade de produção muito maior que o plano de produção, decorrente da inutilização de todas as peças que foram descartadas. A consequência deste problema, além do aumento do custo de produção, é a redução de capacidade produtiva, por conta da necessidade produção maior desta peça, fazendo com que os colaboradores fiquem mais sobrecarregados e que podem trazer consequências negativas tanto para a saúde e segurança dos colaboradores, que é um ponto que tratamento como fundamental na fábrica e também, ao comprometimento da qualidade dos produtos. Além de tudo, o projeto tem relevância científica por conta da amplitude de análise de processos de soldagem e seus possíveis defeitos, visto que, uma produção em larga escala está sempre sujeita a falhas por conta da alta velocidade de produção e complexidade de processos, então, para garantir que a soldagem, a montagem e a finalização dos processos sejam o mais próximo da perfeição é essencial. Temos como filosofia, a alta qualidade, porque para nós que produzimos milhões de peças por ano, a representatividade de 1 peça, é apresentada com um percentual extremamente baixo, mas para o cliente, 1 peça é 100% de insatisfação, por isso prezamos pela qualidade dos nossos produtos.

**Observação:** para traçar a melhor estratégia para o desenvolvimento da melhoria, é necessário primeiramente levantar todos os dados acerca do processo e do problema identificado. Como apresentado anteriormente, para aplicar os conceitos do *Lean Manufacturing* na análise e execução de um projeto de melhoria, deve-se investigar tudo que acerca o problema, do início ao fim, mesmo que possa parecer que não há relação direta com o problema, mas pode ter direta ou indiretamente com a causa. Pelos conceitos da ME, a constante busca pelos *Kaizens*, gerou o questionamento do problema em questão, pois a detecção foi totalmente direcionada a um ponto em específico dentro de uma grande linha de produção. Com isso, foi levantado os seguintes indicadores: tempos de processos, tempo total disponível e tempo total útil da linha de produção, quantidade de pessoas na linha, índice de rejeição interna

nos últimos 2 anos (2020-2021), custo do tubo coletor, custo do escapamento completo, distância que o colaborador percorre para realizar a recuperação da peça defeituosa, e também, a opinião dos colaboradores envolvidos no processo.

**Análise:** uma das ferramentas do *Lean Manufacturing* que é muito utilizada para problemas como este que está sendo tratado, é o Gráfico Yamazumi, que é um gráfico de barras empilhadas, onde é possível ver a origem do tempo de cada processo, podendo ser tempo de processo que agrega valor, não agrega valor ou desperdício. O problema grave de desperdícios nesta linha de soldagem de escapamentos foi identificado por este gráfico, como pode-se ver abaixo:

Ilustração 1 – Gráfico Yamazumi



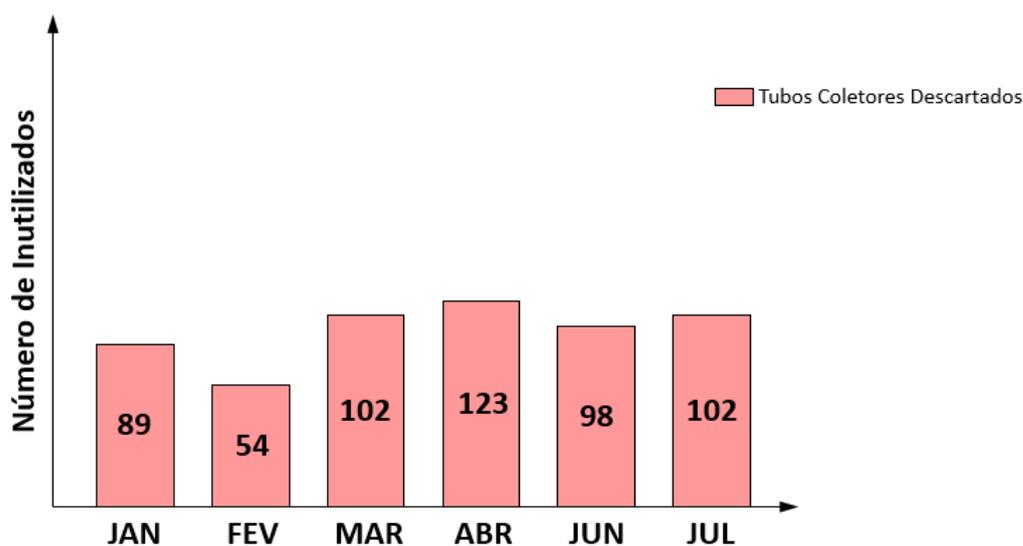
A Ilustração 1 demonstra a separação em três partes: agrega valor, não agrega valor e desperdício de três processos de uma linha com 32 postos. O processo P03 consiste na soldagem rotativa automática do bocal no tubo coletor, o processo P28 é o processo de recuperação já no fim da linha, e o P29 é referente ao teste de estanqueidade. Estes processos foram selecionados por conta da incidência de poucos processos que agregam valor e muitos que não agregam.

Analisando do início ao fim da produção nesta linha, foi visto que a razão para a existência desses postos e o alto índice de processos que não agregam valor, é por conta da alta rejeição interna desta linha, especialmente, a rejeição interna por vazamento no bocal do tubo coletor, que impacta totalmente no tempo do posto P28, onde é feita a sua recuperação após a detecção

no posto de teste de estanqueidade P29. O posto P28 realiza diversos tipos de recuperação, mas o com maior incidência e tempo de processo, é a recuperação das rejeições internas do vazamento no tubo coletor. Então foi analisado como funciona o fluxo de recuperação de um escapamento com vazamento no tubo coletor. Inicialmente, o vazamento é detectado pelo colaborador do posto de estanqueidade durante a análise visual com o escapamento já finalizado submerso no tanque de água enquanto é aplicada uma pressão interna com ar comprimido no interior do escapamento, com isso, em caso de vazamento, é possível ver bolhas saindo pelos eventuais furos no escapamento, com isso, o colaborador segrega esse escapamento e identifica para que o colaborador da recuperação possa saber como dar continuidade na recuperação do escapamento com vazamento. No caso do escapamento com no bocal do tubo coletor, o colaborador precisa segregar o tubo coletor do corpo principal do escapamento, pois ele fica interno ao corpo principal, e por apresentar complexidade na sua estrutura que conta com tubo interno, tudo externo e bocal, todos internos, não é possível fazer a recuperação sem que o tubo coletor seja separado, com isso, ele precisa ser inutilizado, porque não será mais possível fazer sua recuperação após o corte, dessa forma, o colaborador busca um novo tubo coletor já soldado e finalizado, para que seja feita a união manualmente no corpo principal na bancada de recuperação, e assim, finaliza o processo de recuperação do escapamento com vazamento no bocal do tubo coletor.

Fazendo pesquisas do índice de rejeição por vazamentos no bocal do tubo coletor, temos os seguintes números:

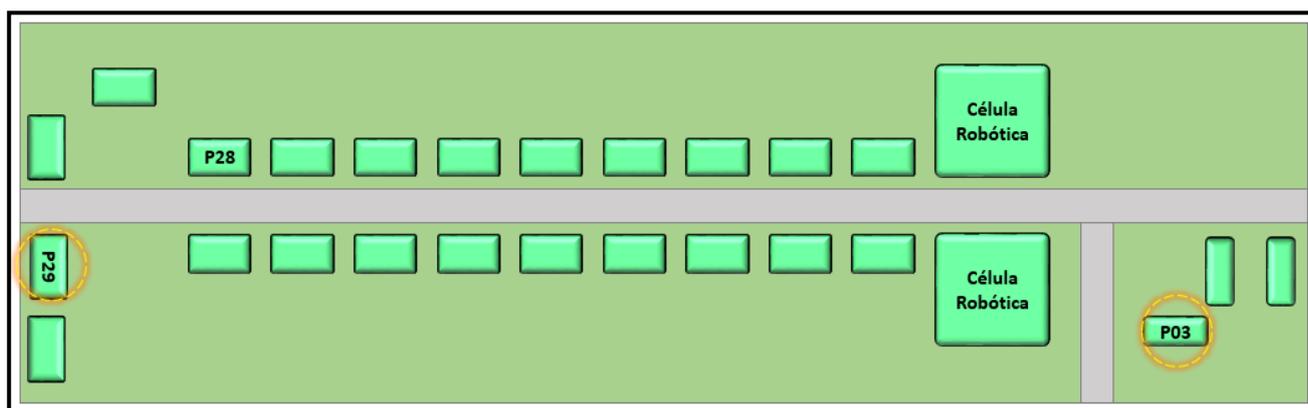
Ilustração 2 – Índice de Inutilizado no Tubo Coletor (2021)



A Ilustração 2 foi elaborado com base nos dados apontados pela própria Solda Escapamento no Sistema de Controle da Qualidade no ano de 2021, e é possível avaliar que o número está em constante crescimento, na mesma proporção que o plano de produção aumenta no decorrer do ano, portanto, o problema é constante e de possibilidade de crescimento muito alta.

Após a avaliação dos dados apresentados anteriormente, foi feito o uso dos 3 *GEN* para solucionar o problema: *Genba*, é o local real onde o problema acontece, que é o próprio chão de fábrica. *Genbutsu*, numa tradução literária, é o produto real, é o problema físico que está em análise. *Genjitsu*, é a realidade, os fatos que relacionados ao ponto que está sendo avaliado. Seguindo estes princípios, os 3 pontos foram avaliados no desenvolvimento do problema. A começar do *layout* da linha 2, que é a linha da Solda Escapamento que está em estudo, onde foi possível observar a distância entre o posto que gera o problema do vazamento no tubo coletor (P03 – Solda Rotativa do Tubo Coletor) até o posto onde o problema é detectado (P29 – Teste de Estanqueidade), este fato faz com que o problema do vazamento seja carregado por praticamente todo o processo da soldagem do escapamento sem que seja “percebido”, e quando é detectado durante o teste de estanqueidade, é necessário toda a quebra da cadeia de produção do escapamento, como foi dito anteriormente na explicação do funcionamento do fluxo de recuperação do tubo coletor com vazamento.

Ilustração 3 – Linha 2 Solda Escapamento



Após a análise de todos os pontos informados, foi realizada algumas entrevistas com os responsáveis da linha e do departamento, e até mesmo dos colaboradores no chão de fábrica, a fim de aprofundar ainda mais no problema e nas possíveis propostas de melhorias. O Chefe da linha, que é o responsável por acompanhar o dia a dia da linha, informou que o problema, assim como foi levantado pela baixa dos dados no sistema, é recorrente em sua linha de produção, e que precisa contornar esse problema com os poucos recursos que tem em mãos para recuperação

de peças. Reunindo com a alta gestão do departamento, foi informado os problemas e alinhado que a Engenharia de Processos seria responsável pelo desenvolvimento da solução.

**Plano de Ação:** com todos os dados em mãos, foi possível analisar com mais detalhes todo o processo e o que poderia ser feito para solucionar este problema. Como causa raiz, conclui-se que, os causadores dos vazamentos no tubo coletor são, as falhas durante a solda, e também, a tensão causada durante a dobra do tubo coletor para dar o formato final a peça, conforme a ilustração abaixo.

Ilustração 4 – Tubo Coletor



O primeiro problema evidenciado, foi com falha na solda, mas após algumas análises, foi possível verificar que o problema não nasce durante a soldagem, e sim, após o estiramento do tubo coletor no processo de curvatura, que gera alguns furos durante a dilatação da solda. A curva se faz necessária por conta do projeto do modelo que requer a curva para que se encaixe perfeitamente no sistema de escape e anatomia no uso da motocicleta, portanto, não é possível retirar a curvatura. Então, foi definido que é preciso conviver com a curvatura, então, a saída foi verificar a qualidade da solda. Segundo o Padrão de Serviço e a Ficha de Checagem de Equipamento, onde podemos encontrar todas as informações para o correto uso do equipamento, foi visto e comparado com o que está sendo usado na máquina de solda rotativa, e que tudo está de acordado com o projetado. Como a empresa é multinacional, e os projetos das motocicletas vêm diretamente da sede no país de origem, o processo burocrático para solicitar o pedido de revisão dos parâmetros de solda e até mesmo de materiais empregados demandaria um tempo elevado para obter respostas, o que não é a proposta da metodologia do *Lean Manufacturing*, surgiu a necessidade de realizar uma melhoria que estivesse ao alcance de todos na planta de Manaus.

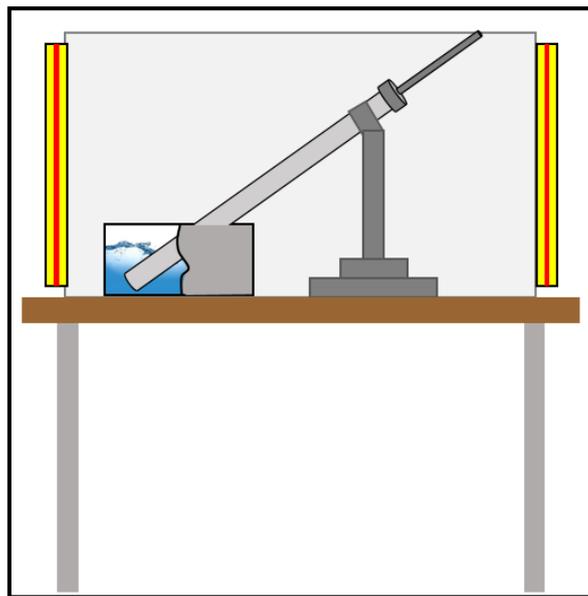
Como informado anteriormente, a necessidade pela segregação total do tubo coletor do corpo principal do escapamento é por conta da localização interna do tubo coletor no escapamento e que com isso se torna impossível realizar a soldagem manual para recuperar o bocal do tubo coletor, sendo assim, feito o corte e a inutilização deste tubo coletor. Para que esse problema fosse mitigado, deve-se, garantir que o tubo coletor não chegue com vazamentos nos processos em que ele será soldado ao corpo principal, pois após esse processo, o bocal do tubo coletor já não é mais recuperável. Dessa forma, a solução proposta foi: instalar um dispositivo de teste de estanqueidade logo após a curvatura do tubo coletor, muitos processos antes do processo de soldagem do tubo coletor no corpo principal, com isso, será possível garantir que os tubos coletores que apresentam vazamentos, sejam recuperados, e que apenas tubos coletores conformes deem continuidade no processo de soldagem da linha.

**Ação:** após a definição da solução mais viável para eliminar o inutilizado do tubo coletor, fez-se necessária o desenvolvimento do dispositivo de checagem que não era possível ser encontrado pronto nas instalações da empresa. Conversando com os chefes e gestores da solda escapamento, foi dito que algumas máquinas antigas que estavam desativadas em razão de melhorias realizadas, onde robôs e células robóticas substituíram estas máquinas, estavam ainda alocadas em um depósito da solda escapamento.

Um ponto que foi avaliado antes de desenvolver o dispositivo, foi o espaço suficiente que o *layout* deveria ceder, como a proposta é inserir este dispositivo após a conformação do tubo coletor já soldado, foi avaliado e confirmado que haveria espaço suficiente para a instalação de uma bancada de grande porte, pois a área onde é realizada a soldagem do tubo coletor, ainda não é a linha de produção da solda escapamento, é uma “pré-linha”, com isso, apresenta bastante espaço de sobra que é muito utilizado como estoque de peças prontas que serão enviadas para a linha principal.

Com isso, foi avaliado que o tamanho da peça e a área que é necessária fazer o teste de estanqueidade, é muito pequena, portanto, uma bancada de grande porte como é o posto P29 – Teste de Estanqueidade no fim da linha principal, não seria necessária. Uma pequena bancada que comporte o espaço de um tubo coletor conformado seria suficiente, o desenho projetado, contendo fotocélulas de proteção, tanque de água para imersão do tubo coletor, dispositivo de fixação e presilha para acoplamento da mangueira com ar comprimido, todos estes componentes foram retirados de outras máquinas desativadas, e que não foi feito nenhum investimento para desenvolver o projeto, que foi montado conforme a Ilustração 5 apresentada abaixo:

Ilustração 5 – Proposta de Bancada com Dispositivo de Checagem



Como apresentado na Ilustração 3, a área onde fica alocado o processo de solda rotativa do bocal do tubo coletor, é também a área onde está presente a máquina de conformação do tubo coletor, e é visível que ainda dispõe de área para alocação de outras máquinas e bancadas, conforme foi feito, não interferiu na disposição de nenhuma máquina e nem na mobilidade dos colaboradores.

O responsável pela checagem do teste de estanqueidade, é o próprio colaborador que realizar a conformação do tubo coletor, e por conta do seu tempo de processo ser um dos menores da linha (14 segundos) ele apresentava ociosidade que foi compensada com a inserção do processo de checagem do tubo coletor por meio do teste de estanqueidade, o que adicionou 18 segundos em seu tempo, totalizando 32 segundos, mas ainda assim ficando abaixo do processo gargalo da linha (36 segundos), portanto, a inserção do dispositivo não impacta negativamente no fluxo da linha de produção.

Por último, para garantir a continuidade do processo, o colaborador recebeu treinamento para garantir que a checagem será feita com precisão e que ele possa trabalhar sem nenhuma pressa nos dois processos que agora tem responsabilidade. Até o presente momento, não houve queixas por parte dele, está operando com precisão e calma. Os documentos necessários para oficialização da mudança no processo foram todos homologados e atualizados conforme a necessidade e o solicitado pelo Controle da Qualidade, todos aprovados e publicados para utilização no processo.

**Verificação de Resultados:** Como a implantação do projeto, era esperado que o inutilizado com o defeito constatado fosse eliminado, sendo este, o ganho principal da melhoria. Mas com a rápida instalação do dispositivo e treinamento com grande aproveitamento pelo colaborador, os ganhos superaram as expectativas. Os ganhos diretos e indiretos com a aplicação da melhoria foram:

- Eliminação da inutilização dos escapamentos com perfuração. Em dados levantados de 2020 até o presente momento, o número de inutilizações de escapamentos nesta linha, foram de 1.068 em 2021 até o mês de julho, e 2.155 no ano de 2020, totalizando 3.223 em menos de 2 anos. Com a aplicação da melhoria, o número de rejeições está em **zero** desde o início da produção com o novo padrão.
- Redução dos gastos com a produção de tubos coletores além do planejado para a realização das recuperações dos escapamentos. O custo de uma unidade de tubo coletor produzido no mês de julho de 2021, estava fixado em R\$48,00, com isso, considerando o número de 3.223 tubos coletores inutilizados no período analisado, foram perdidos R\$154.704,00. Fazendo uma projeção de cálculo, a economia com a aplicação da melhoria é de aproximadamente R\$103.440 anualmente, tendo em vista um longo prazo, este prejuízo poderia chegar ao valor de R\$1.000.000,00 em uma década.
- Algumas das principais preocupações da fábrica é a ergonomia e bem-estar dos colaboradores, para garantir que tudo esteja de acordo, existem diversos métodos para definir qual a melhor forma para o colaborador executar os processos de fabricação, um deles é o método OCRA, que foi criado para fazer prevenção de distúrbios musculoesqueléticos de membros superiores. Nesta avaliação, o processo de recuperação do tubo coletor estava avaliado na região vermelha do relatório, o que é considerado crítico, muito prejudicial para o colaborador e ainda pode render processos trabalhistas para a empresa por falta de atendimento do TAC (Termo de Ajustamento de Conduta) do Ministério Público do Trabalho, podendo chegar a multas de cifras milionárias. Com a melhoria no processo e a eliminação do processo de recuperação dos tubos coletores, anteriormente o colaborador precisava realizar um percurso de aproximadamente 200 metros enquanto carrega o escapamento, que demanda esforço pelo peso da peça, podendo gerar diversos riscos ao colaborador, após a implantação, este percurso foi eliminado. Sendo assim, em uma nova análise

pelo método OCRA, este processo entrou na zona verde da avaliação, que é o correto e gera satisfação do colaborador.

- Uma unidade de escapamento pronto, que é a fase em que o problema é detectado, pesa 3 kg, o tubo coletor que é descartado pesa 1,2 kg. Com a melhoria implantada, houve a redução da produção de resíduos no departamento de solda. Deixando de gerar 2.500 kg de resíduos anualmente.
- Durante o acompanhamento dos resultados, em entrevista com o colaborador responsável pelo processo, houveram respostas satisfatórias em relação a melhoria, pois com a melhoria, ele passou a trabalhar em condições normais, com esforços moderados, sem ultrapassar os limites estipulados pela Ergonomia.

**Padronização:** Para garantir que o problema não voltasse a ocorrer novamente, como freio contra o retrocesso, foi feito um acompanhamento diário do processo, assegurando que os processos ensinados no treinamento, estavam sendo realizados corretamente, até que se tornasse natural para o colaborador. Após o acompanhamento presencial de 2 meses, o acompanhamento passou a ser por indicadores semanais e mensais, como: rejeição interna e externa da linha de produção, índice de satisfação do colaborador e índice de atendimento do plano de produção sem interferência do problema extinto em caso de retorno. Por fim, utilizando ferramentas do *Lean Manufacturing*, como PDCA, KPIs e TPM, anteriormente citados. A empresa conta com uma parte burocrática que consiste na atualização ou até mesmo criação de documentos de controle em caso de implantação de projeto de melhoria com alteração no processo, dessa forma, os documentos que são atualizados ou criados, padronizam a nova metodologia de fabricação desenvolvido no projeto, assim, garantindo que o padrão seja o estabelecido pela melhoria.

**Conclusão:** o estudo de caso em questão, foi tratado internamente como um *Kaizen*, ou seja, uma melhoria de curta execução, mas com ganhos significativos. Porém, as várias etapas necessárias para a execução do projeto fazem com que todos os envolvidos tenham atenção e tenham decisões coerente e precisas para a estratégia. Avaliando os resultados obtidos, concluiu-se que a eficácia do plano de ação foi comprovada, após 3 meses de acompanhamento dos resultados, os retornos apresentados estão mantidos, e com isso, pode-se comprovar que o problema não voltou a acontecer, tornando assim, a implantação do projeto concluída e com os resultados positivos esperados.

## 5. SÍNTESE CONCLUSIVA

A tecnologia evolui exponencialmente a cada dia que passa, e com isso, o mercado passa a aceitar apenas o melhor, e para isso, as empresas precisam de qualquer forma se adaptar a isso. É necessário estar em constante evolução interna, conhecer novos métodos de produção, novos métodos de administração, tudo que seja necessário para otimizar a produção e elevar a qualidade do produto. Para isso, deve-se ter conhecimento de como as maiores empresas e que servem como *benchmarking* para o mercado, estão lidando com essa evolução.

Como foi apresentado neste trabalho de pesquisa, o *Lean Manufacturing* e o Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) são ferramentas que devem ser utilizadas no dia-a-dia das empresas, pois com elas, é possível otimizar os processos e serviços, eliminando as perdas que existem, fazendo uso de ferramentas técnicas para garantir que a causa raiz será descoberta, e as melhores soluções serão propostas para garantir que os problemas não voltem a acontecer.

O estudo de caso apresentado nesta pesquisa, teve em seu desenvolvimento o uso destas ferramentas, e a execução foi feita exatamente dentro das etapas do MASP. Com isso foi possível chegar na causa raiz do problema, garantindo que não voltasse a acontecer e melhorando as condições de trabalho para os operadores e assegurando a qualidade do produto. A metodologia é clara e eficiente.

### 5.1 TRABALHOS FUTUROS

Em uma fábrica com um grau de verticalização elevado, como por exemplo a empresa multinacional do polo de duas rodas onde a melhoria fora aplicada, aumenta a probabilidade de ter problemas na produção por conta do alto volume produtivo e a necessidade da entrega com qualidade na mesma forma como se o plano fosse baixo. Para que isso ocorra, a aplicação de projetos de melhorias, como o apresentado no estudo de caso, em toda a fábrica deve ter um aumento em sua frequência. Por ter ampla atuação no grupo soldagem, em reuniões com o grupo técnico e gestão do departamento, foi alinhado com auxílio de um cronograma, um programa chamado “Temas de Melhoria de Eficiência”, que consiste buscas semanais de problemas relatados por colaboradores e de outros que ainda não foram avaliados pelo grupo técnico, com isso, serão aplicadas as metodologias aqui apresentadas para alcançar a máxima eficiência na execução destas melhorias.

## 6. CRONOGRAMA

Utilizando as etapas do MASP para a execução do projeto de melhoria, foi necessária uma programação junto ao setor de solda para que fosse possível executar a melhoria sem atrapalhar a produção diária. Então, separando a elaboração do TCC em 3 grandes partes, tem-se Introdução, Referencial Teórico e Estudo de Caso, tendo assim, o seguinte cronograma:

Ilustração 5 – Cronograma

<b>ETAPA</b>	<b>Abril</b>	<b>Mai</b>	<b>Junho</b>	<b>Julho</b>	<b>Agosto</b>
Identificação do Problema – Visitas às linhas de solda para avaliação de problemas	X				
Avaliação do Problema – Levantamento dos dados e histórico de problemas.	X				
Plano de Ação – Planejamento da estratégia para realização da melhoria.		X			
Ação – Execução da estratégia elaborada.			X		
Verificação dos Resultados – avaliação dos dados obtidos após implantação da melhoria.				X	
Acompanhamento da Melhoria – verificação dos indicadores e garantia do freio contra o retrocesso.					X

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Thiago Pimenta de. **Manufatura Enxuta: Dificuldades identificadas para implantação em indústrias de manufatura**. 2008.

ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JR, José Antonio Valle. **Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção**. *Gestão & Produção*, v. 8, n. 1, p. 1-18, 2001.

COUTINHO, Thiago. **Lean Manufacturing, como surgiu, qual era a motivação, seus objetivos e como aplicar**. Grupo Voitto, Juiz de Fora, Minas Gerais. 08/06/2020. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/lean-manufacturing>>. Acesso em: 24 de maio de 2021.

DA JUSTA, Marcelo Augusto Oliveira; BARREIROS, Nilson Rodrigues. **Técnicas de gestão do Sistema Toyota de Produção**. *Revista Gestão Industrial*, v. 5, n. 1, 2009.

DE OLIVEIRA, Clênio Senra. **Aplicação de técnicas de simulação em projetos de manufatura enxuta**. 2008.

DE PAOLI, Filipe Marafon; CEZAR, Wagner; DA SILVA SANTOS, José Carlos. **Implantação da manufatura enxuta e a cultura organizacional: estudo de múltiplos casos**. *Exacta*, v. 14, n. 1, p. 47-69, 2016.

DOYLE, Daniella. **O que é Lean Manufacturing?** Siteware, São Paulo. 14/04/2018. Disponível em: <<https://www.siteware.com.br/blog/processos/o-que-e-lean-manufacturing/>>. Acesso em: 07 de junho de 2021.

FASTFORMAT. **Como fazer citação de artigos online e sites da internet?** FASTFORMAT. 18/01/2021. Disponível em: <<https://blog.fastformat.co/como-fazer-citacao-de-artigos-online-e-sites-da-internet/>>. Acesso em: 24 de maio de 2021.

FERNANDO, Manotas Duque Diego; CADAVID, Leonardo Rivera. **Lean manufacturing measurement: the relationship between lean activities and lean metrics.** Estudios gerenciales, v. 23, n. 105, p. 69-83, 2007.

FRANDSON, Adam; BERGHEDE, Klas; TOMMELEIN, Iris D. **Takt time planning for construction of exterior cladding.** In: Proc. 21st Ann. Conf. of the Int'l Group for Lean Construction. 2013.

GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time.** Production, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.

LINDGREN, Paulo Cesar Corrêa. **IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE MANUFATURA ENXUTA (LEAN MANUFACTURING) NA EMBRAER.** Monografia (MBA em Gerência de Produção e Tecnologia) – Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretário Executivo, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2001.

MAZUCATO, Thiago *et al.* **Metodologia da Pesquisa e do Trabalho Científico.** Penápolis-SP: Editora FUNEPE, 2018.

MEDEIROS, Hyggor da Silva; SANTANA, Alex Fabiano Bertollo; GUIMARÃES, Levi da Silva. **O uso dos métodos de custeio nas indústrias de manufatura enxuta: uma análise da literatura.** Gestão & Produção, v. 24, n. 2, p. 395-406, 2017.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just in time.** Bookman editora, 2015.

MOREIRA, Matheus Pinotti et al. **Times de trabalho em ambientes de manufatura enxuta: processo e aprendizado**. 2004.

PAVNASKAR, Sandeep J.; GERSHENSON, John K.; JAMBEKAR, Anil B. **Classification scheme for lean manufacturing tools**. *International Journal of Production Research*, v. 41, n. 13, p. 3075-3090, 2003.

PEREIRA, Adriana *et al.* **Metodologia da Pesquisa Científica**. Santa Maria-RS: Núcleo de Tecnologia Educacional – NTE, 2018.

RAMPAZZO, Lino. **Metodologia Científica: Para Alunos dos Cursos de Graduação e Pós-Graduação**. São Paulo: Edições Loyola, 2005.

SANTOS, Virgílio F. M. **O que é o método MASP?** FM25, Educação e Consultoria. 05/04/2018. Disponível em: < <https://www.fm2s.com.br/metodo-masp/>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2021.

SHAH, R.; WARD, P. T. **Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance**. *Journal of Operations Management*, v. 335, p. 1-21, 2002.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre - RS: Bookman, 1996.

SILVA, G. **Implantando a manufatura enxuta: um método estruturado**. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

SINFIC. **A História do Lean Manufacturing**. Sinfic. 2007. Disponível em: < <http://www.sinfic.pt/SinficWeb/displayconteudo.do2?numero=24869>>. Acesso em: 07 de junho de 2021.

TOMMELEIN, Iris. **Collaborative takt time planning of non-repetitive work**. 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC). Heraklion-Grécia, 2017.

WILSON, Lonnie. **How to implement lean manufacturing**. McGraw-Hill Education, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 14. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

## GLOSSÁRIO

<b>Gráfico Yamazumi</b>	Gráfico de barras empilhadas que são caracterizadas em 3 maneiras: Agrega Valor, Não Agrega Valor e Desperdício.
<b><i>Lean Manufacturing</i></b>	Filosofia de gestão operacional e de processos que visa tornar transformar a cadeia produtiva. Conforme sua tradução literal, é um conceito que busca tornar a manufatura cada vez mais enxuta.
<b>Carro-chefe</b>	É o elemento que mais se destaca em um conjunto, obra ou qualquer empreendimento, por ser o principal, o mais significativo ou apreciado.
<b><i>Takt Time</i></b>	É o tempo disponível para a produção dividido pela demanda de mercado. Orienta a maneira pela qual a matéria prima avança pelos processos.
<b><i>Just in Time</i></b>	sistema de administração da produção que determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata. Pode ser aplicado em qualquer organização, para reduzir estoques e os custos decorrentes.
<b><i>Milk Run</i></b>	Sistema de entregas em que ao mesmo tempo que se deixa a mercadoria, se leva a outra para economizar nos custos de transporte.
<b>3 GEN</b>	É o princípio das 3 realidades. São elas: Genba, significa “local real”, ou seja, onde as coisas acontecem, em uma organização industrial é conhecido como chão de fábrica. Genbutsu, quer dizer o “produto real”, ou seja, é o objeto da análise. E o Genjitsu, que quer dizer “realidade”, que significa conhecer os fatos relacionados ao que está estudando.
<b>Benchmarking</b>	Benchmarking consiste no processo de busca das melhores práticas de gestão da entidade numa determinada indústria e que conduzem ao desempenho superior.