



**IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO LAYOUT DE UMA LINHA DE MONTAGEM  
DE MOTOCICLETAS ESTRUTURADO A PARTIR DA METODOLOGIA  
MASP E FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING**

**Edyones Barros de Oliveira**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Rui Nelson Otoni Magno

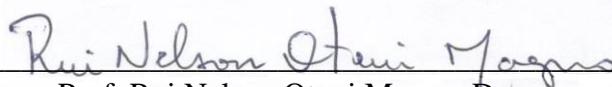
Belém  
Maio de 2021

**IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO LAYOUT DE UMA LINHA DE MONTAGEM  
DE MOTOCICLETAS ESTRUTURADO A PARTIR DA METODOLOGIA  
MASP E FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING**

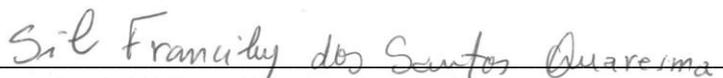
Edyones Barros de Oliveira

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

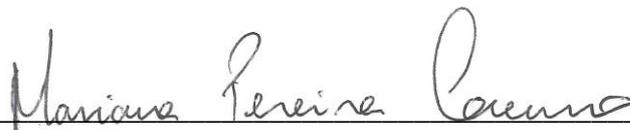
Examinada por:



Prof. Rui Nelson Otoni Magno, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Orientador)



Prof. Sil Franciley dos Santos Quaresma, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA-Membro)



Prof<sup>a</sup>. Mariana Pereira Carneiro, Dr<sup>a</sup>.  
(UEPA-Membro Externo)

BELÉM, PA - BRASIL

MAIO DE 2021

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da UFPA**

---

Oliveira, Edyones Barros de, 1986-  
Implantação de um novo layout de uma linha de montagem  
de motocicletas estruturado a partir da metodologia MASP e  
ferramentas Lean Manufacturing / Edyones Barros de Oliveira  
- 2021.

Orientador: Rui Nelson Otoni Magno

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal  
do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Processos, Belém, 2021.

1. Lean Manufacturing. 2. MASP. 3. Kaizen. 4. SWOT. 5.  
Diagrama de Ishikawa. I. Título

CDD 670.42.

---

*Dedico este trabalho aos meus pais que sempre incentivaram a educação como sendo a melhor herança que poderia deixar para os filhos e a minha esposa Juliana Bühring que motivou a realização desta qualificação.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, pelo direcionamento durante as pesquisas e pela assistência na elaboração desta dissertação.

Aos professores e colegas do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos (PPGEP).

*“A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará ao seu tamanho original.”*

(Albert Einstein)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGE/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (Ms. Eng.)

## **IMPLANTAÇÃO DE UM NOVO LAYOUT DE UMA LINHA DE MONTAGEM DE MOTOCICLETAS ESTRUTURADO A PARTIR DA METODOLOGIA MASP E FERRAMENTAS LEAN MANUFACTURING**

**Edyones Barros de Oliveira**

Maio/2021

Orientador: Rui Nelson Otoni Magno

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Este estudo visa abordar a implementação de um novo layout de processo fabril de motocicletas de alta cilindrada aplicando o metodologia MASP e ferramentas do *Lean Manufacturing* como um facilitador para adequar-se a oscilação do mercado. O trabalho foi realizado em uma indústria de montagem de motocicletas localizada na Zona Franca de Manaus, utilizando o método PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) para viabilização após análise de SWOT (*Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats*), na qual foi definido o foco de atuação do projeto. Como resultado, apresentou-se benefícios, tais como: flexibilidade para aumento de capacidade produtiva devido ao novo arranjo do *layout* e redução de 67% *Work In Process* (WIP) que viabilizou 25% da área total industrial; versatilidade no processo de montagem devido aumento da capacitação dos operadores para produção de todos os modelos; redução 5,5% da quantidade de operadores mantendo mesma capacidade produtiva, proporcionando o aumento de 6,4% de produtividade; redução de, no mínimo, 25% no investimento necessário para implementação de novos produtos podendo chegar até 60% dependendo da motocicleta em questão, propiciando a aprovação do lançamento de quatro modelos nos últimos seis meses e evitando o aumento de 51,25% no valor do quadro de ativos; redução anual de R\$80.000,00 em custos com peças de reposição e serviço de manutenção preventiva; redução de 15% no consumo de energia elétrica; e diminuição de 5% em parada de linha devido a limitação para alteração do plano de produção. Com isso, proporcionou

maior competitividade da marca no mercado brasileiro até mesmo quando comparado a outras marcas do mesmo segmento que já apresentaram estudos de otimização de processo voltado para o princípio da Produção Enxuta, porém delimitado aos benefícios fabris.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**IMPLEMENTATION OF A NEW LAYOUT OF A MOTORCYCLE ASSEMBLY  
LINE STRUCTURED BY MASP METHODOLOGY AND LEAN  
MANUFACTURING TOOLS**

**Edyones Barros de Oliveira**

May/2021

Advisor: Rui Nelson Otoni Magno

Research Area: Process Engineering

This study aims to approach the implementation of a new layout of manufacturing process for high displacement motorcycles using the MASP methodology and Lean Manufacturing tools as a facilitator to adapt to the market oscillation. The research was carried out in a motorcycle industry located in the Free Trade Zone of Manaus, using the PDCA method (Plan, Do, Check, Action) for the feasibility after SWOT analysis (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) in which the focus of actions of the project was defined. As a result, benefits were presented, such as: flexibility to increase production capacity due to the new layout arrangement and 67% reduction of Work In Process that made 25% of the total industrial area viable; versatility in the assembly process due to increased training of operators to produce all models; 5,5% reduction of the operator quantity keeping the same productive capacity; a reduction of at least 25% in the investment needed to implement new products, reaching up to 60% depending on the motorcycle in question, enabling the approval of the launch of four models in the last six months and avoiding an increase of 51.25% in value the asset chart; annual reduction of R\$ 80,000.00 in costs with spare parts and preventive maintenance service; 15% reduction in electricity consumption; and a 5% decrease in line stoppage due to the limitation to change the production plan. With that, it provided greater brand competitiveness in the Brazilian market even when compared to other brands in the

same segment that have already presented studies of process optimization focused on the Lean Production principle but limited to the manufacturing benefits.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	1
1.2 - OBJETIVOS.....	2
<b>1.2.1 - Objetivo geral.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2 - Objetivos específicos.....</b>	<b>2</b>
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	2
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	3
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 - PROCESSOS.....	4
2.2 - PRODUÇÃO DE MOTOCICLETAS NO BRASIL.....	4
2.3 - COMPORTAMENTO ATUAL DO CONSUMIDOR BRASILEIRO.....	6
2.4 - PRINCÍPIO DA FILOSOFIA LEAN THINKING.....	7
<b>2.4.1 - Sistema Toyota de Produção.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.2 - Os 5 princípios do <i>Lean Manufacturing</i>.....</b>	<b>8</b>
<b>2.4.3 - 7 Desperdícios e variante.....</b>	<b>10</b>
2.5 - FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO.....	12
<b>2.5.1 - Kaizen.....</b>	<b>13</b>
<b>2.5.2 - <i>Value Stream Map</i> (VSM).....</b>	<b>15</b>
2.6 - MÉTRICAS DO <i>LEAN</i> .....	16
2.7 - MÉTODOS E FERRAMENTAS DE MELHORIA NA GESTÃO DOS PROCESSOS.....	17
<b>2.7.1 - Método de Análise e Solução de Problema - MASP.....</b>	<b>18</b>
<b>2.7.2 - Método de melhoria - PDCA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.7.3 - Análise de SWOT.....</b>	<b>21</b>
<b>2.7.4 - Diagrama de Ishikawa.....</b>	<b>22</b>
<b>2.7.5 - Método dos 5 Porquês.....</b>	<b>23</b>
<b>2.7.6 - 5W2H.....</b>	<b>23</b>
2.8 - LAYOUTS INDUSTRIAL.....	25
<b>CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>29</b>
3.1 - METODOLOGIA.....	29
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>32</b>

<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>46</b>
5.1 - CONCLUSÕES.....	46
5.2 - SUGESTÕES.....	47
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Produção anual de motocicletas no Brasil.....	5
Figura 2.2	Projeção motocicletas 2021.....	6
Figura 2.3	Princípio do <i>Lean</i> .....	9
Figura 2.4	Dimensões da construção da cultura <i>Lean</i> .....	12
Figura 2.5	Método PDCA de gerenciamento de processos.....	18
Figura 2.6	O Método MASP.....	20
Figura 2.7	Representação gráfica do diagrama de causa e efeito.....	22
Figura 2.8	Método da ferramenta 5W2H.....	24
Figura 2.9	Palavras-chave da ferramenta 5W2H.....	25
Figura 2.10	Matriz volume-variedade.....	27
Figura 2.11	Vantagens e desvantagens dos modelos de <i>layout</i> .....	27
Figura 3.1	Método de análise e solução de problemas – MASP.....	30
Figura 4.1	Análise SWOT.....	32
Figura 4.2	Fluxo do processo de montagem das motocicletas.....	33
Figura 4.3	Dados produtivos inicial.....	34
Figura 4.4	<i>Layout</i> inicial.....	35
Figura 4.5	Distribuição média do investimento para implementar novos modelos.....	36
Figura 4.6	Análise de cause e efeito.....	36
Figura 4.7	Técnica dos 5 Porquês.....	37
Figura 4.8	Plano de ação com 5W2H.....	38
Figura 4.9	Cronograma de implementação dos planos de ações.....	38
Figura 4.10	Fluxo do processo da linha unificada de montagem de motocicletas.....	39
Figura 4.11	Formulário de Kaizen do antes e depois.....	39
Figura 4.12	Comparação da área utilizada.....	40
Figura 4.13	<i>Layout</i> final.....	41
Figura 4.14	Comparação do <i>Takt Time</i> .....	41
Figura 4.15	Comparação quantidade de modelos.....	42
Figura 4.16	Comparação do consumo de energia elétrica.....	43
Figura 4.17	Comparação da parada de produção.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Comparativo dos resultados alcançados.....	45
------------	--	----

## NOMENCLATURA

ABRACICLO	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES
CT	<i>CYCLE TIME</i>
JIT	<i>JUST IN TIME</i>
LT	<i>LEAD TIME</i>
MASP	MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS
OEE	<i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i>
PDCA	<i>PLAN, DO, CHECK, ACT</i>
PIB	PRODUTO INTERNO BRUTO
PIM	POLO INDUSTRIAL DE MANAUS
RENAVAM	REGISTRO NACIONAL DE VEÍCULOS AUTOMOTORES
STP	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO
SWOT	<i>STRENGTHS, WEAKNESSES, OPPORTUNITIES, THREATS</i>
SUFRAMA	SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS
TAV	TEMPO QUE AGREGA VALOR
TT	<i>TAKT TIME</i>
VSM	<i>VALUE STREAM MAP</i> (MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR)
WIP	<i>WORK IN PROGRESS</i>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 - MOTIVAÇÃO

A fase positiva ocorrida no início do século XXI no cenário socioeconômico do Brasil, devido ao aumento do poder aquisitivo da população de forma significativa, aumentou a atração de muitas indústrias multinacionais para instalações no território brasileiro (BARROS *et al.*, 2006).

Nesse contexto Manaus, por possuir a política de Zona Franca baseada em incentivos fiscais, gerou interesse de empresas transnacionais da indústria de transformações, devido a oportunidade de reduzirem seus custos e ampliarem margens de lucro. (BARBOSA, 2013).

Dentre os modelos de indústria da região, o polo de Duas Rodas se destaca pela tecnologia de fabricação e de seus produtos, pelo volume faturado e pela cadeia de fornecedores que se forma para seu suprimento. Os incentivos fiscais tornaram os produtos fabricados nessa região mais competitivos do que os de outros estados do País, uma vez que o custo de produção ficou mais baixo (CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2010).

SIGNOR (2015) menciona que o mercado de motocicletas cresceu expressivamente no Brasil nas últimas décadas, havendo um aumento da concorrência e da busca por diferenciação, o que fez com que os fabricantes investissem em novas tecnologias, averiguando o retorno da inovação em número de vendas.

SOUZA (2018) expõem que para as empresas mantenham-se competitivas no mercado tem que exigir o máximo de eficiência no setor produtivo sendo necessário que seja mínimo o tempo perdido no processo.

Quando se trata de competitividade, para CAMARGO (2018) a figura do consumidor é importante para as empresas, pois ele determina como elas devem se comportar para atender aos seus anseios.

Logo, é cada vez mais nítida a preocupação das indústrias na busca da entrega para tal satisfação que varia de uma linha de produto a outra, porém para o mercado algumas características têm sido de grande valia, tais como: custo, tempo de reação,

maior variedade de produtos e, além disso, customização (TBM, 1999 *apud* MORAES, 2003).

Produzido com base no contexto da motivação, a otimização do processo produtivo, focado na unificação do *layout* das linhas de montagem de motocicletas de alta cilindrada, com a aplicação de ferramentas da filosofia de Produção Enxuta que são relevantes para obtenção de um processo mais eficiente com ganhos financeiros viabilizando o lançamento de novos modelos para diversificação do portfólio procurando atender inquietação do consumidor adaptando a necessidade do mercado.

## 1.2 - OBJETIVOS

### 1.2.1 - Objetivo geral

Implementar um novo *layout* de processo fabril de montagem de motocicletas aplicando a metodologia MASP e ferramentas do *Lean Manufacturing* como meio para adequar ao mercado.

### 1.2.2 - Objetivos específicos

- Levantar os dados referentes ao processo produtivo;
- Avaliar e definir quais estratégias devem ser utilizadas para melhoria do processo;
- Implementar as ações para instalação do novo *layout* produtivo;
- Apresentar os resultados de performance alcançados após a implementação das ações.

## 1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A pesquisa visa contribuir com novos dados relevantes para o Polo Industrial de Duas Rodas da região Norte do Brasil, no segmento premium de motocicletas, através da otimização no processo produtivo por meio da aplicação da metodologia MASP e ferramentas da filosofia de Produção Enxuta na implantação de um novo *layout* de

montagem para todos modelos obtendo flexibilidade para absorção da oscilação econômica do mercado nacional, instigando interesse pela área para futuros estudos.

#### 1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a filosofia da Produção Enxuta, alguns dos principais métodos e ferramentas de melhoria de gestão de processo, o comportamento do mercado brasileiro com foco no produto de motocicletas de alta cilindradas na última década.

O terceiro capítulo é dedicado a metodologia utilizada na pesquisa com base ao Método de Análise e Solução de Problemas (MASP).

No capítulo 4 são apresentados os resultados e discussão e no quinto capítulo as conclusões e sugestões. Por fim, são apresentadas as referências utilizadas no trabalho.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

Hoje esses são temas recorrentes nas mais diversas empresas, seja ela uma multinacional ou uma empresa de pequeno porte. É necessária uma análise direta e crítica dos pontos de possíveis melhorias nos processos e gestão, devido a preocupação de manter-se adaptado a necessidade do mercado da atualidade. Essa necessidade está diretamente relacionada ao custo que as falhas de processo geraram para uma empresa.

#### 2.1 - PROCESSOS

Segundo SOUZA (2014) um processo é uma sequência lógica de atividades que estão inter-relacionadas e interagem entre si. Cada entrada vem de um processo ou atividade e cada saída será a entrada para outro processo ou atividade.

WEISS (2012), apresenta de forma clara e objetiva, os processos fabris mais utilizados pelas indústrias. Processo fabril na industrial é a forma de um determinado trabalho de produção e/ou transformação realizado, comumente, utilizando uma máquina ou instrumentos de fabricação. A indústria de transformação tem como objetivo principal tronar a matéria-prima em um produto acabado e pronto para ser comercializado, agregando um valor ao item.

ROZENFELD *et al.* (2006), apresenta modelos que podem ser utilizados para o desenvolvimento das etapas do processo. É bem comum e notório a quantidade de empresas que vem investindo pesado, principalmente em recursos para modernização de seu processo, equipamentos, corpo técnico, e desenvolvimento tecnológico visando principalmente o progresso e o salto de qualidade de seu produto ou serviço final, e a melhoria de processo está diretamente ligada ao tão buscado aumento de produtividade. No entanto, um dos principais responsáveis pela eficiência de todo o processo produtivo ainda é o fator humano.

#### 2.2 - PRODUÇÃO DE MOTOCICLETAS NO BRASIL

Associação Brasileira dos Fabricantes de Motocicletas, Ciclomotores, Motonetas, Bicicletas e Similares (ABRACICLO) que representa os interesses dos

fabricantes de veículos de duas rodas no Brasil concentra e divulga os dados do segmento. A fabricação nacional de motocicletas, quase totalmente concentrada no Polo Industrial de Manaus (PIM).

O Polo Industrial de Manaus é um dos mais modernos da América Latina, reunindo indústrias de ponta das áreas de eletroeletrônica, veículos de duas rodas, produtos ópticos, produtos de informática e indústria química (SUFRAMA, 2019).

De acordo com ABRACICLO (2020), a motocicleta é dividida nas categorias de baixa, média e alta cilindrada, onde varia a definição de acordo com o valor dos centímetros cúbicos de deslocamento volumétrico dos motores, sendo baixa cilindrada com até 160 centímetros cúbicos, média cilindra acima de 160 até 450 centímetros cúbicos e alta cilindra acima de 450 centímetros cúbicos.

Na Figura 2.1, apresenta a quantidade de motocicletas produzida no Polo Industrial de Manaus desde 2010.

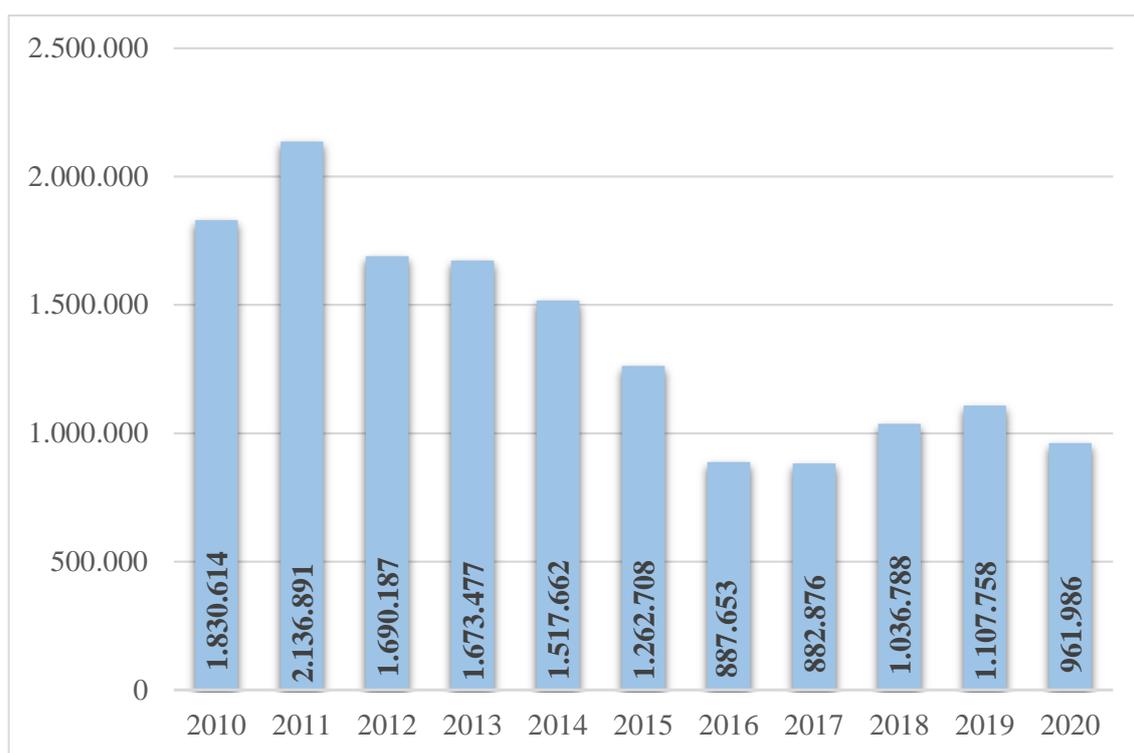


Figura 2.1 - Produção anual de motocicletas no Brasil.

Fonte: Adaptado de ABRACICLO (2021).

De acordo com as estimativas apresentadas pela ABRACICLO em janeiro de 2020, a produção em 2020 deveria alcançar 1.175.000 motocicletas, correspondendo a uma alta de 6% comparado com as 1.107.758 unidades fabricadas em 2019.

Dado novo cenário de pandemia no mundo, a ABRACICLO revisou suas projeções para 2020. A nova estimativa para fechar o ano é de 967.000 motocicletas produzidas, o que representaria retração de 15,4% na comparação com 2019. Porém, após a divulgação do fechamento de 2020 tiveram 961.986 motocicletas considerando exportação e varejo. Em janeiro de 2021 foi divulgado pela a ABRACICLO a projeção de 2021 conforme Figura 2.2.

	2020	Projeção 2021	Var. 2021/2020 (unid)	Var. 2021/2020 (%)
<b>Produção</b>	961.986	1.060.000	+98.014	+10,2%
<b>Exportação</b>	33.750	40.000	+6.250	+18,5%
<b>Varejo</b>	915.157	980.000	+64.843	7,1%

Figura 2.2 - Projeção motocicletas 2021.  
Fonte: ABRACICLO (2021).

### 2.3 - COMPORTAMENTO ATUAL DO CONSUMIDOR BRASILEIRO

A jornada de consumo das pessoas passa pela experiência que elas encontram ao se relacionar com as empresas. E isso vem se tornando cada vez mais claro com o advento das tecnologias. Os consumidores, no centro das decisões, passam então a dar um norte à todas as estratégias criadas pelas marcas, que, por sua vez, precisa estar cada vez mais próximo do cliente. O consumidor deixou de ser uma figura anônima, escondida atrás das grandes corporações (CAMARGO, 2018).

Essas tecnologias vêm determinando comportamentos e tendências em todas as áreas desde o lançamento comercial da internet, em meados dos 1990, e com a explosão dos smartphones e das redes sociais, já na segunda década do século 21, fez com que o consumidor se entregasse de vez à tecnologia (KOTLER, 2017).

O uso de tecnologias como *big data*, inteligência artificial e a compreensão desses dados, têm papel fundamental nessa mudança. Sobretudo companhias que oferecem produtos e serviços, o uso de sistemas e softwares focados em *Analytics* permite às empresas acesso a uma enorme variedade de informações relacionadas a registros de compras, buscas na internet, pesquisas de satisfação, entre tantas outras (CAMARGO, 2018).

Com essa compreensão de conhecimento a partir da análise de dados, o entendimento do comportamento do consumidor passa a ter uma nova dimensão de interpretação por parte das empresas. A forma como as empresas se comunica

diretamente com o consumidor também mudou. Tanto o atendimento presencial, como o contato por telefone passam a ser entendidos de forma secundária, e os novos canais de comunicação ganham espaço. As redes sociais e o WhatsApp, e são elas as novas protagonistas nesse modelo de atendimento integrado (NOGUEIRA, 2019).

Cria-se, assim, um círculo vicioso positivo. Quanto mais o consumidor usa a tecnologia, mais ele quer novidades. No consumo, ele agora busca experiência, em todas as etapas da compra: na escolha do produto, na hora do pagamento, na entrega e no pós-venda. Não basta mais estar satisfeito com a compra. É preciso compartilhar, comentar e avaliar (NOGUEIRA, 2019).

#### 2.4 - PRINCÍPIO DA FILOSOFIA *LEAN THINKING*

Conforme mencionado por DANTAS (2016), o termo *Lean* traduzido por enxuto, foi originalmente citado e denominado por John Krafcik em seu artigo *Triumph of the Lean Production System*.

Porém, os princípios por trás da produção enxuta não eram ainda rigorosamente novos naquela época, pois muitos deles podem ter suas origens rastreadas nos trabalhos de pioneiros como Taylor e seus princípios da administração científica. Conforme GILBRETH (1911) com os estudos de movimentos no posto de trabalho; SKINNER (1969) em estudos de estratégias de produção; DEMING (1986) em suas pesquisas sobre qualidade; além de outros pesquisadores contemporâneos.

No entanto, embora o conceito de produção enxuta já pudesse ter sido modelado com base nestes trabalhos conduzidos ao longo do último século, somente após o estudo da indústria automobilística japonesa, todo o potencial dessa nova forma de administração da produção pôde ser compreendido (JAMES-MOORE e GIBBONS, 1997).

Apesar de a Toyota ter sido a pioneira na abordagem do *Lean Manufacturing*, o conceito foi publicado pela primeira vez em um livro chamado “*The Machine that Changed the World*” (WOMACK e JONES, 1990); que destacou principalmente os métodos de produção japoneses, em comparação com os sistemas tradicionais de produção em massa. O livro seguinte, “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Organization*” (WOMACK e JONES, 2003), também foi uma contribuição marcante na história do *Lean Manufacturing*, uma vez que resume os princípios e cunhou a expressão Produção Enxuta.

De acordo com AZEVEDO (2014), o Sistema Toyota de Produção (STP) teve sua essência de modelo absorvida por outros autores, e criaram uma filosofia conhecida como *Lean Thinking* ou Pensamento Enxuto.

“Desde seu surgimento, *Lean* não só desafiou as práticas de produção em massa, mas também levou a um repensar de uma vasta gama de operações de manufatura e de operações além da manufatura” (DANTAS, 2016).

Conforme afirma CANTANHEDE (2014), o Pensamento Enxuto se expandiu para além das fronteiras da produção automobilística, chegando a outros ramos de produção, incluindo a área de serviços.

Segundo AZEVEDO (2014) essa Filosofia tem diversos nomes, e neste trabalho serão utilizados, com o mesmo significado, os seguintes nomes:

- Sistema Toyota de Produção (STP);
- Produção Enxuta, ou Manufatura Enxuta;
- *Lean Production*, ou *Lean Manufacturing*.
- *Lean Thinking*, ou Pensamento Enxuto.

#### **2.4.1 - Sistema Toyota de Produção**

De acordo com DANTAS (2016), para analisar a construção do *Lean* é indispensável referir ao STP. Alguns estudos defendidos por SHINGO (1996), GHINATO (1996) e OHNO (1997), afirmam que a Produção Enxuta é baseada no STP, tendo como mentor Taiichi Ohno.

Para LIKER (2007), o produto mais visível da busca por excelência na Toyota é sua filosofia de produção. O STP é a segunda maior evolução em processos administrativos eficientes depois do sistema de produção em massa inventado por Henry Ford e já foi documentado, analisado e exportado para empresas de diferentes indústrias de todo o mundo.

#### **2.4.2 - Os 5 princípios do *Lean Manufacturing***

O *Lean Manufacturing* desenvolveu técnicas que procuram minimizar as perdas internas, conseqüentemente os custos internos, permitindo às empresas colocarem produtos no mercado com preços mais competitivos e sem perda de qualidade. Estas

ferramentas assentam em cinco princípios básicos que visam a eliminação de desperdício durante a fabricação, sem nunca esquecer as expectativas do cliente (LAGO *et al.*, 2008).

Conforme OLIVEIRA (2017) os cinco princípios para o *lean* é definido conforme Figura 2.3:

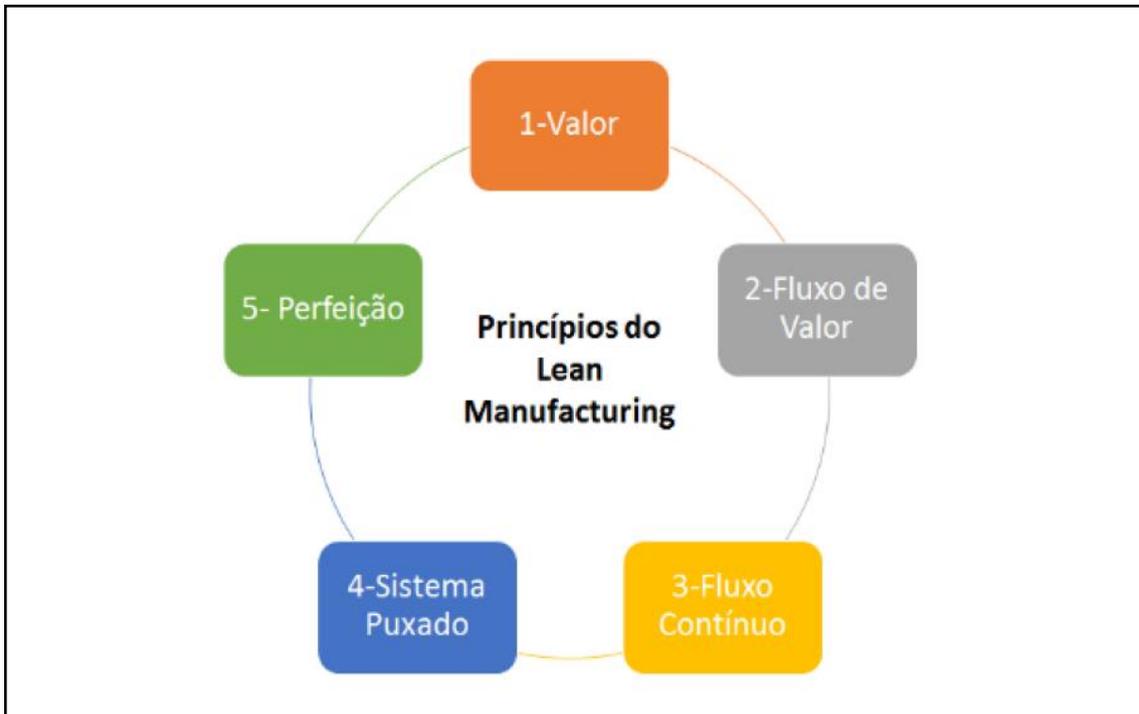


Figura 2.3 - Princípios do *Lean*.  
Fonte: OLIVEIRA (2017).

- **Valor:** refere-se a como identificar todos atributos que agregam valor ao produto e que o cliente está disposto a pagar por ele. Tudo o que não acrescenta valor deve ser identificado como desperdício e ser minimizado ou eliminado. O valor do produto deve ser especificado pelo cliente final, e não pela empresa. E para isso, este produto deve ter requisitos que atendam às necessidades do cliente, com um preço específico e entregue em um prazo adequado a ele. Quaisquer características ou atributos do produto ou serviço que não atendam as percepções de valor dos clientes representam oportunidades para racionalizar. A empresa cria este valor ao conceber, projetar, produzir, vender e entregar o produto ao cliente final.
- **Fluxo de Valor:** refere-se a todo fluxo de atividades de fabricação do produto, desde o fornecedor de matéria-prima até à chegada dele ao cliente final. Neste

fluxo serão identificados três tipos de atividades: as que agregam valor, as que não agregam valor, mas são necessárias para a realização da atividade e as que não agregam valor e não são necessárias. Estas últimas, seguindo o conceito *Lean* são consideradas como desperdícios e devem ser eliminadas. O mapeamento de fluxo de valor (*Value Stream Map – VSM*) é uma metodologia que permite identificar e desenhar fluxos de informação, de processos e materiais, ajudando na identificação dos desperdícios. A grande utilização do mapeamento do fluxo de valor está voltada para a redução da complexidade do sistema produtivo e proporciona um conjunto de diretrizes para análise de possíveis melhorias.

- **Fluxo Contínuo:** diz respeito ao fluxo de produção que deve ser contínuo, sem esperar ou interrupções e sem estoques.
- **Sistema Puxado:** relaciona-se à produção que deve ser puxada pelo cliente, somente perante pedidos e nas quantidades solicitadas, evitando estoques e reforçando o conceito do *Just In Time* (JIT). Este conceito consiste em produzir apenas aquilo que é necessário e quando for necessário.
- **Perfeição:** trata da busca pela melhoria contínua, também conhecido como Kaizen. Tem como objetivo identificar e eliminar continuamente os desperdícios, proporcionando assim melhorias em termos de desempenho e criação de valor. Após a implementação dos quatro princípios anteriores, especificando o valor do produto a partir do cliente, identificando a cadeia de valor como um todo, fazendo com que o fluxo de valor flua e com que os clientes puxem a demanda, a produtividade empresarial, conseqüentemente, aumenta e os custos diretos e indiretos diminuem. Ao intensificar a aplicação dos quatro princípios de forma interativa, surgem novos desperdícios e novos obstáculos ao fluxo de valor, criando-se oportunidades de melhoria e permitindo a sua eliminação. Trata-se de um processo contínuo de aumento de eficiência, em busca da perfeição.

### 2.4.3 - 7 Desperdícios e variante

Também conhecido como MUDA em japonês. Para OHNO (1997), o desperdício é qualquer atividade que não acrescenta valor e que aumenta os custos de produção, os quais o cliente final não está disposto a pagar.

O *Lean* desmembra o desperdício em aspectos específicos a fim de permitir a identificação mais fácil para as atividades de melhorias focadas, portanto, o desperdício é categorizado em sete tipos diferentes. O foco de redução de desperdício ficou primeiramente no chão de fábrica, em processos de produção (TAPPING e SHUKER, 2010).

De acordo com VENTURI (2019) a forma de apreender lidar com os desperdícios é extremamente complexa, pois geralmente ficam escondidos em processos, o que faz com que seja mais difícil de detectá-los.

Na visão de OLIVEIRA (2017), segue abaixo a descrição de cada desperdício:

- **Esperas:** caracterizado por pessoas e processos ociosos. As esperas são ocasionadas por fluxos desbalanceados. O tempo de espera pode ser de funcionário aguardando pelo equipamento de processamento para finalizar o trabalho ou por uma atividade anterior, linhas de produção parada esperando por peças, máquinas paradas esperando troca de matéria-prima ou esperando por reparos.
- **Defeito:** são considerados os produtos com baixa qualidade, que não atendem às especificações dos clientes. Ocorre por falhas no processo, na operação do processo e matérias-primas.
- **Transporte:** transporte de peças ou produtos de um lugar para o outro sem agregar valor, como por exemplo, o transporte de um estoque de uma área para outra através de empilhadeiras. Resultam na movimentação de materiais mais que o necessário. As equipes de trabalho e as equipes de suporte devem estar próximas umas das outras. Para que sejam evitados deslocamentos desnecessários, gerando desperdícios de tempo e aumento no custo de transporte.
- **Movimentação:** é referente à movimentação desnecessária de operadores no seu trabalho, perdendo tempo, produtividade e qualidade. O excesso de movimentos usados para realizar uma operação, e geralmente ocasionados por *layouts* mal elaborados, obstáculos no caminho que fazem com que o operador tenha que se desviar para chegar ao seu destino.
- **Excesso de Estoque:** é um desperdício de investimento e espaço além de acobertar os problemas de produção que resultam em baixa qualidade e produtividade. Para reduzir-se o estoque, todo o processo deve estar alinhado e confiável. Muitas vezes isso ocorre porque os fornecedores não conseguem

entregar no prazo acordado, ou o sistema de estoque da empresa não corresponde com o que realmente se tem armazenado na empresa.

- **Super / Mau Processamento:** significa utilização inadequada das ferramentas e equipamentos que irão originar processamento inadequados dos produtos.

WOMACK (2003) e LIKER (2007) fazem referência o oitavo desperdício, relativo à subutilização da criatividade dos funcionários, onde são pedidas habilidades e ideias com potencial para melhorias do processo produtivo.

## 2.5 - FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Há uma série de ferramentas do Sistema Toyota de Produção em que se baseia o *Lean Manufacturing*. Para construir a cultura de melhoria contínua é necessário organizar estas práticas e ferramentas de modo, que venham a criar um sistema. A partir da interação entre as ferramentas de um dado sistema é que se pode promover uma mudança de cultura, conforme apresenta na Figura 2.4 (JUSTA e BARREIROS, 2009).

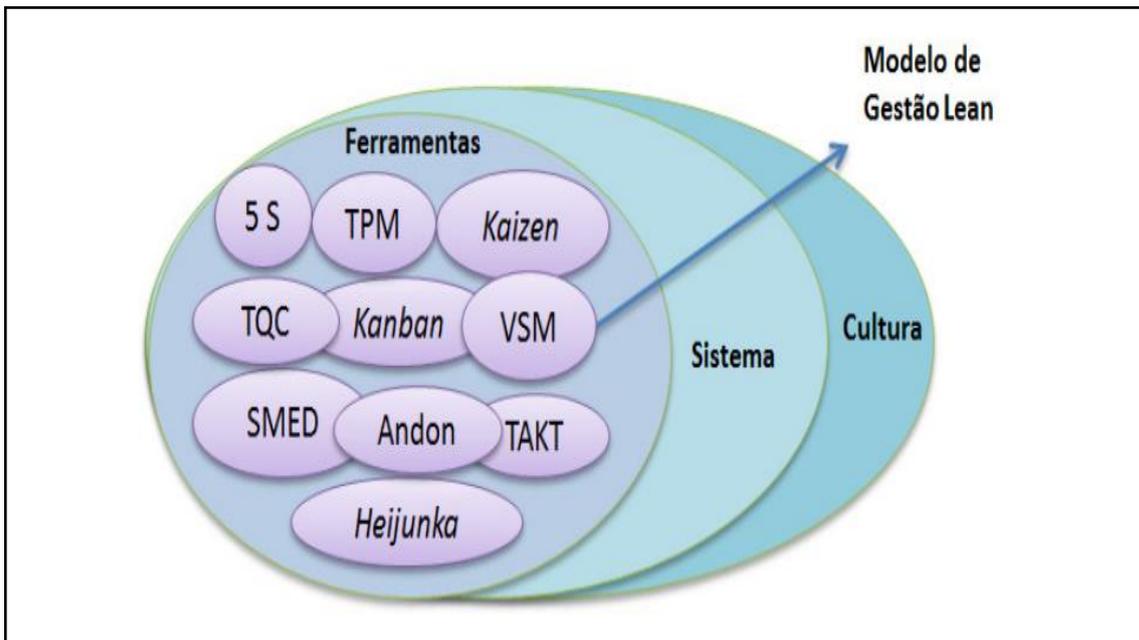


Figura 2.4 - Dimensões da construção da cultura *Lean*.

Fonte: Adaptado de JUSTA e BARREIROS (2009).

A seguir seguem considerações sobre algumas das ferramentas do Sistema Toyota de Produção:

### 2.5.1 - Kaizen

A palavra Kaizen, de origem japonesa, significa um contínuo melhoramento (Kai = Modificar e Zen = Bem), envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. Este método ou filosofia consiste em uma estratégia organizacional mediante a qual se criam grupos multifuncionais de diversos níveis hierárquicos, com o objetivo de eliminar desperdícios, aumentar a flexibilidade da área de manufatura e reorganizar processos produtivos (FERREIRA, 2009).

O Kaizen foi desenvolvido por Masaaki Imai, no Japão, na segunda metade do século XX. Atualmente é conhecido e praticado em todo o mundo como um método de melhoria contínua. O conceito foi introduzido na América em 1986, a partir do livro escrito por Masaaki Imai, “Kaizen – *The Key to Japan’s Competitive Success*”. Masaaki Imai estudou na Universidade de Tokyo Relações Internacionais e trabalhou durante vários anos na Toyota (SINGH e SINGH, 2009).

Masaaki Imai refere que existem dez mandamentos que devem ser seguidos na metodologia Kaizen, sendo estes (REBECHI, 2013):

- A eliminação do desperdício;
- A implementação de melhorias graduais contínuas;
- O envolvimento de todos os colaboradores sejam gestores de topo, gestores intermediários ou pessoal de base;
- A estratégia implementada deve ser econômica, ou seja, o aumento de produtividade deve ser conseguido sem investimentos significativos;
- Deve poder aplicar-se em qualquer lugar e não somente dentro da cultura japonesa;
- Deve apoiar-se numa gestão visual, com total transparência de procedimentos, processos e valores, tornando os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos;
- Deve ser focada no local onde é gerada a rentabilidade;
- Deve ser orientada para os processos;
- Deve dar prioridade às pessoas. O principal esforço de melhoria deve advir da orientação do pessoal para a qualidade, para o trabalho em equipe, para o cultivo da sabedoria, para a elevação da moral, para a autodisciplina e para a prática de sugestões individuais ou em grupo;

- O lema do conhecimento organizacional deve ter como lema essencial “aprender fazendo”.

Nesta metodologia os pontos chave para os processos produtivos são: qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los) e a entrega pontual (como garanti-la) O fracasso de um destes três pontos significa perda de competitividade e sustentabilidade nos atuais mercados globais (GUERREIRO e SOUTES, 2013).

Para que um projeto Kaizen seja bem-sucedido é necessário que seja seguindo algumas etapas, sendo a primeira delas, definir os valores, tanto para a organização como para os clientes. Depois é necessário organizar as equipes Kaizen. Estas devem ser multidisciplinares e ter metas bem definidas. Em seguida é fundamental modificar os processos e os hábitos de trabalho incorretos, ou seja, ir ao *Gemba*. Após ultrapassadas estas etapas devemos procurar a melhoria, está só é possível conhecendo as insatisfações dos clientes, alterando o desperdício (Muda), a variabilidade (Mura) e a dificuldade (Muri). Finalmente estão reunidas as condições para fazer Kaizen, ou seja, tornar a organização mais útil para o cliente diminuindo o seu desperdício (FELISBERTO, 2018).

IMAI (1996) descreve *Gemba* como o lugar onde ocorre o trabalho que agrega valor, derivado do significado da palavra em japonês “lugar verdadeiro”. Para os processos de produção, o *Gemba*, seria considerado o chão de fábrica, local onde se trabalha para a transformação do produto. (ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008).

Nos negócios, as atividades que agregam valor que satisfazem o cliente ocorrem no *Gemba*. Em todos os negócios, existem três atividades principais diretamente relacionadas com a geração de lucros: desenvolvimento, produção e venda. Sem essas atividades, a empresa, não existe (CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 2010).

A vantagem da implementação da metodologia Kaizen é auxiliar os quadros da empresa a executar as suas tarefas com menos stress, com mais facilidade e de uma forma previsível, normalizada e com método. Pretende-se que os colaboradores se organizem de forma coerente, de modo a potencializar a produtividade das equipes. Através da utilização de princípios simples, baratos e ajustados aos postos de trabalho a motivação dos colaboradores aumenta, assim como produtividade e a rentabilidade da empresa (SILVA e FERREIRA, 2015).

Apesar das inúmeras vantagens associadas à implementação, existem alguns pontos de fragilidade que poderão casar dificuldades e para os quais deve-se estar atento. Destes destaca-se os seguintes (BRUNET e NEW, 2003):

- Como é uma metodologia Japonesa, tem havido algumas resistências na sua implementação no ocidente devido à forte diferença cultural, sendo difícil a quebra de paradigmas;
- Durante a implementação da metodologia os gestores vão ter que se deslocar ao Gemba, havendo inicialmente um aumento de horas de trabalho, o que nem sempre é compreendido e aceito.

A atitude japonesa de gestão resume-se a manter e a melhorar de forma contínua os padrões das empresas. A melhoria pode ser dividida por Kaizen ou por inovação. Kaizen significa melhorias contínuas, como mencionado anteriormente, e a inovação significa melhorias drásticas que estão normalmente relacionadas com grandes investimentos nas novas tecnologias ou em novos equipamentos. Kaizen traz benefícios de longo prazo para uma empresa e valoriza o trabalho de equipe, comunicação, formação e participação a baixo custo (RADHARAMANAN *et al.*, 1996).

### **2.5.2 - Value Stream Map (VSM)**

Conhecido também como Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta chave utilizadas para identificar as oportunidades para várias técnicas enxutas. O contrastes do antes e depois das iniciativas da produção enxuta em determinar potenciais benefícios como a redução do *Lead Time* de produção e menor inventário *Work In Process* (WIP). Envolve em todas as etapas do processo, tanto o valor acrescentado e que não agregam valor, são analisados e usados e usando VSM como uma ferramenta visual para ajudar a ver o lixo escondido e fontes de desperdício (RAHANI e AL-ASHRAF, 2012).

ROTHER e SHOOK (2003) apontam algumas características essenciais da ferramenta mapeamento do fluxo de valor:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, por exemplo, montagem, solda e outros. Pode enxergar o fluxo todo;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- Fornece uma linguagem comum para tratar os processos de manufatura;

- Torna as decisões sobre os fluxos visíveis, de modo que possa discuti-las. Tendo muitos detalhes e decisões no chão de fábrica só acontecem por omissão;
- Junta conceitos e técnicas enxutas, que o ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- Forma a base de um plano de implementação. Ao ajudá-lo a desenhar como o fluxo total de porta a porta deveria operar – uma parte que falta em muitos esforços enxutos – os mapas do fluxo de valor tornam-se referência para a implementação enxuta. Imagine tentar construir uma casa sem uma planta;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material. Nenhuma outra ferramenta faz isso.

No entanto, quando não aplicado corretamente, VSM pode complicar a identificação dos resíduos, levar a interpretações erradas e erros de avaliação e impactar na implementação de melhorias futuras (DAL FORNO *et al.*, 2014).

## 2.6 - MÉTRICAS DO *LEAN*

No que diz respeito a métricas, verifica-se que ainda existe uma lacuna na definição de indicadores para mensurar o uso da produção enxuta (MANDELLI, 2016). Segundo RODRIGUES (2014), diante das tendências dos sistemas de produção e da busca cada vez maior *Lean Manufacturing*, as medidas de desempenho utilizadas até década de 1990 deixaram de ser suficientes para uma plena medição de desempenho nas etapas de um ciclo de produção e no resultado. Para ANVARI *et al.* (2013), a falta da definição clara dos atributos de uso do *Lean*, sua *performance* e forma de medição contribuem para o fracasso das práticas *Lean*.

A seguir são descritas algumas métricas *Lean*:

- *Lead Time* (LT): Mapeia quanto tempo uma demanda leva para passar pela cadeia de valor, desde o momento que entra na primeira fase até o momento que sai da cadeia de valor ou entra na última fase, caso esta represente o término da demanda. (GALVÃO, *et al.*, 2014). Fórmula:  $LT = \text{Tempo Final} - \text{Tempo Inicial}$ ;
- *Cycle Time* (CT): É o tempo necessário para conclusão de uma atividade (CORRÊA e CORRÊA, 2004). Fórmula:  $CT = \text{Tempo do momento de saída, de cada demanda, cada fase da cadeia} - \text{Tempo de entrada, cada demanda, cada fase da cadeia}$ .

- *Takt Time* (TT): Indica a frequência de entrega da cadeia de valor, ou seja, de quanto em quanto tempo entregamos uma demanda (PETERSEN e WOHLIN, 2011). Fórmula:  $TT = \text{Tempo total} / \text{Somatório de demandas entregues}$ ;
- Taxa de saída: Resultado de um processo ao decorrer do período do tempo definido (SLACK *et al.*, 2009). Fórmula:  $\text{Taxa de saída} = \text{Somatório de demandas entregues} / \text{Tempo total}$ ;
- Tempo que agrega valor (TAV): Tempo de execução da tarefa que agrega valor e que o cliente está disposto a pagar (WOMACK e JONES, 2004);
- Eficiência do ciclo do processo: Indicador que mede a relação entre TAV e o LT (WERKEMA, 2006);
- *Overall Equipment Effectiveness* (OEE): É definido como a medição do desempenho total do equipamento, ou seja, o grau em que o equipamento está a cumprir com o que é suposto. É utilizado para identificar num equipamento as perdas relacionadas, tendo como finalidade melhorar o desempenho (MUCHIRI e PINTELON, 2008). Fórmula:  $OEE = \text{Disponibilidade (\%)} \times \text{Performance (\%)} \times \text{Qualidade (\%)}$ .

## 2.7 - MÉTODOS E FERRAMENTAS DE MELHORIA NA GESTÃO DOS PROCESSOS

As metodologias utilizadas em uma organização não se reduzem a quaisquer medidas, procedimentos e técnicas. O caminho mais simples para se atingir um objetivo é o método (BRAVO, 2010).

Conforme BARROS (1999), a Qualidade Total é uma filosofia de gestão baseada na satisfação dos clientes internos e externos envolvidos na empresa, ou seja, é um meio para atingir os objetivos e resultados desejados, e como tal faz uso de um conjunto de técnicas e ferramentas integradas ao modelo de gestão.

A qualidade trouxe com seus princípios e técnicas enormes melhorias. Atualmente, as empresas de maior sucesso são aquelas que adotam as ferramentas de gestão da qualidade (DOS SANTOS *et al.*, 2013).

Segue a seguir alguns métodos e ferramentas para Gestão dos Processos:

### 2.7.1 - Método de melhoria – PDCA

Segundo ORIBE (2009), a origem do PDCA se deu a partir do ciclo de *Shewhart*, engenheiro americano e que foi o introdutor do controle estatístico para o controle da qualidade. Somente na década de cinquenta que esse método foi popularizado por *W. Edwards Deming*, quando aplicado este método nos conceitos de qualidade no Japão, sendo chamado de *Shewhart PDCA Cycle*, em homenagem ao mentor do método.

É um método que gerencia as tomadas de decisões de forma a melhorar atividades de uma organização sendo, também muito explorado na busca da melhoria da performance. Isso faz com que o PDCA seja muito importante e contribua significativamente para obtenção de melhores resultados (VIEIRA FILHO, 2019).

As letras que formam o nome do método, PDCA, significam em seu idioma de origem: *PLAN*, *DO*, *CHECK*, *ACT*, o que significa, PLANEJAR, EXECUTAR, VERIFICAR, ATUAR (ANDRADE, 2003). A seguir (Figura 2.5) exemplificação do método.

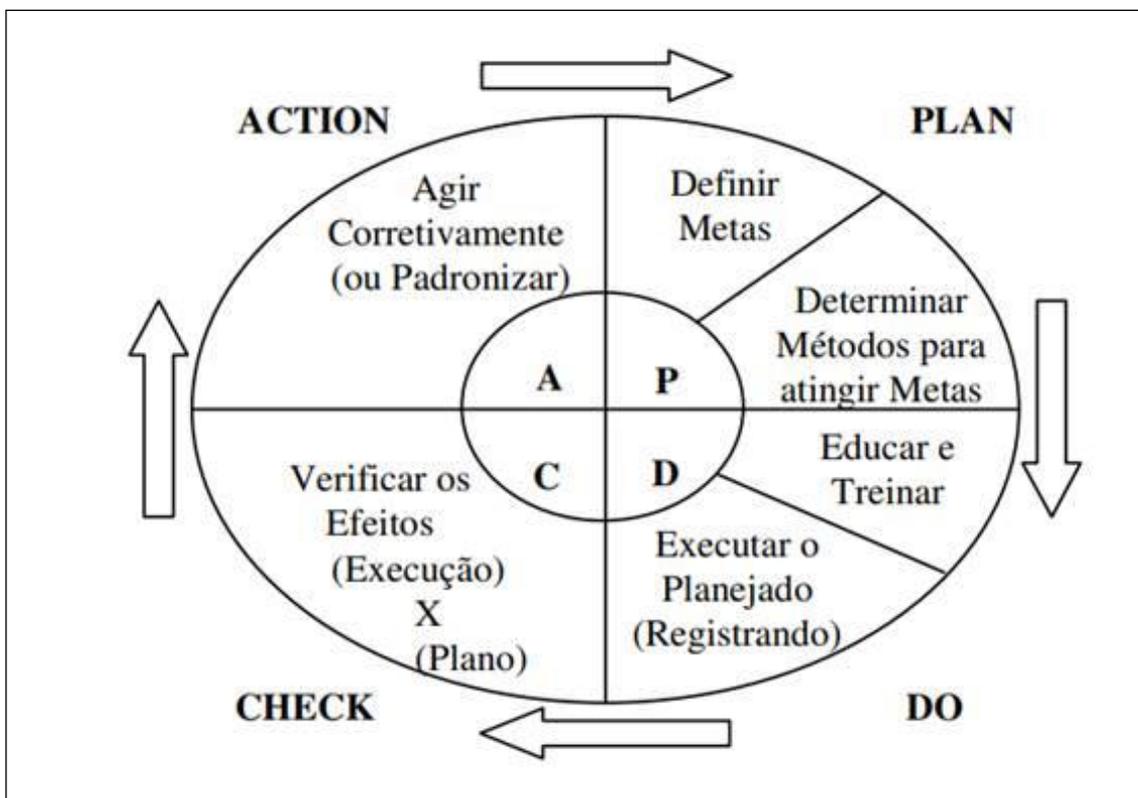


Figura 2.5 - Método PDCA de gerenciamento de processos.  
Fonte: CAMPOS (1992).

- *PLAN* (planejamento), em que se definem as metas ideais (itens de controle) do processo analisado, estabelecendo-se os métodos para a sua consecução.
- *DO* (execução), sendo necessários a educação e o treinamento das pessoas envolvidas, com a execução efetiva das ações planejadas. Paralelamente, as informações geradas no processo são registradas.
- *CHECK* (verificação), tem por objetivo comparar a execução (a partir dos dados registrados) com o planejamento. Aqui se pode notar se os resultados propostos inicialmente foram ou não alcançados.
- *ACTION* (ação), implica em ações corretivas; nesta fase, a partir dos resultados alcançados, tem-se dois caminhos distintos a seguir: se a verificação mostrou que não foi possível atingir os resultados propostos, deve-se partir para o estudo de ações corretivas e a seguir retomar o método PDCA; porém se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando assim sua continuidade.

Hoje, o método PDCA é aplicado principalmente no departamento de manufatura e menos aplicado no desenvolvimento de produtos. Na fabricação de um produto físico, é mais fácil implementar o método. Além disso, a equipe de manufatura é mais facilmente gerenciável do que no ambiente inovador e criativo de desenvolvimento de produtos. No desenvolvimento de produtos, é necessário encontrar um equilíbrio entre os processos formais e a liberdade criativa para ter sucesso com a melhoria contínua (LODGAARD *et al.*, 2013).

Existem várias definições na literatura das quatro fases do PDCA, todas com o objetivo de garantir a melhoria contínua e a resolução de problemas. É importante que as organizações definam claramente o conceito, juntamente com modelos bem preparados e fáceis de usar. As empresas ocidentais são conhecidas como muito rápidas para concluir sobre as soluções, portanto, é importante definir a primeira fase claramente e garantir tempo suficiente para coletar dados para alcançar a solução baseada em fatos (SOBEK e SMALLEY, 2008).

### **2.7.2 - Método de Análise e Solução de Problema - MASP**

Conforme ZSCHORNACK *et al.* (2010), a ferramenta MASP é uma das técnicas essenciais para a melhoria da qualidade que agrupa diversas ferramentas da qualidade,

propiciando a sistematização da solução do problema. É simples, prática e de grande amplitude proporcionando utilização das ferramentas de solução de problemas de forma ordenada e lógica, facilitando a análise de problemas, determinação de suas causas e elaboração de planos de ação para eliminação dessas causas nas mais diversas situações organizacionais.

A seguir (Figura 2.6) cada processo será abordado isoladamente de forma simplificada, conforme descrito por DAMAZIO (1998):

Etapa	Descrição
Identificação do Problema	Fase inicial do processo, aqui o objetivo é definir o problema que ser estudado e apresentar as justificativas que motivaram a escolha. Após escolha, o problema é apresentado e são fornecidas todas as informações conhecidas para a ocorrência do fato. Nesta etapa, também é apresentado o período a que se refere o problema, as possíveis perdas e ganhos com sua existência e os responsáveis pelo estudo.
Observação do Problema	Por meio da observação contínua, o objetivo é descobrir as características do problema através da coleta de dados sobre vários pontos de vistas, tais como: tempo, local, tipo e etc. Nesta fase, a demora é extremamente saudável, pois quanto maior o tempo de observação do problema, menor será o tempo gasto para resolvê-lo. A análise deve ser realizada onde o problema for identificado, de modo a resguardar todas as características de forma a não gerar uma observação distorcida do problema.
Análise	Neste processo, são identificadas a causas reais influentes do problema, para facilitar esse processo é utilizado Gráfico de Ishikawa, onde são lançadas as causas referentes a pessoas, armazenagem, método, sistemas e materiais. Após utilização do Gráfico de Ishikawa, os dados são lançados numa tabela que permita o detalhamento dos motivos possíveis de cada causa apresentada.
Plano de ação	Confirmadas as causas fundamentais do problema, o próximo passo é elaborar o Plano de Ação que englobe as ações propostas, para isto, monta-se uma tabela com as seguintes colunas (sugestão): ações propostas; ação sobre causa ou efeito; existência de efeito colateral; prazo de implantação e custo de implantação. Para bloquear as causas prováveis, utiliza-se a técnica 5W2H, além disso, é preciso estabelecer as metas a serem atingidas.
Execução	Neste processo, são divulgados os resultados do MASP e os treinamentos necessários para as pessoas responsáveis por lidar com o problema.
Verificação	Nesta etapa, os resultados iniciais são comparados aos resultados obtidos após a implementação das contramedidas propostas, assim como os custos iniciais e os custos após a implementação das contramedidas, analisar se houve ganho após a utilização do MASP. Se os efeitos indesejáveis continuam, significa que a solução foi falha, novo MASP deverá ser realizados após a implementação das contramedidas (sugere-se um período não seja inferior a dois meses).
Padronização	As instruções utilizadas no processo de desenvolvimento do MASP devem sofrer alterações antes de serem mapeadas, é vital que após o mapeamento dos processos, antigos vícios não tornem a aparecer, incorporando padrões de trabalho que qualquer trabalhador possa realizar a tarefa. Os novos procedimentos devem ser amplamente divulgados a todos os envolvidos no processo, expondo as razões, motivos e benefícios das mudanças. Outro fator importante para o sucesso da ação é a realização do treinamento no próprio local de trabalho.
Conclusão	Relacione os problemas que não foram resolvidos, verificando se alguma coisa deixou de ser realizada. Os resultados acima da expectativa também devem ser apresentados, pois indicadores da eficiência do estudo e podem ser utilizados para possíveis correções dos erros remanescentes, que, devem ser corrigidos para que se possa atingir de 100% da meta proposta. Após estudar todas as etapas do MASP, é possível perceber a importância das ferramentas da qualidade no controle, análise, interpretação e apresentação das inúmeras variáveis que as organizações lidam no seu cotidiano. Com a realização do MASP é possível estudar um problema a fundo, de forma que se possa encontrar uma solução que atenda a necessidade da empresa.

Figura 2.6 - O Método MASP.  
Fonte: DAMAZIO (1998).

O MASP utiliza as diversas ferramentas e métodos da qualidade. De forma geral, as ferramentas da qualidade que são instrumentos de aplicação dos conceitos da qualidade de modo simples e prático, dentre os inúmeros métodos, a seguir ser abordado alguns (MOTTA e MARINS, 2012).

### 2.7.3- Análise de SWOT

A análise SWOT é uma das ferramentas mais utilizadas na formulação da estratégia das empresas. A análise SWOT foi desenvolvida nos anos 60 por Kenneth Andrews e Roland Christensen, ambos professores da *Harvard Business School*. A matriz ajuda a pensar e a tomar decisões sobre a informação disponível quer referente ao meio externo, quer ao meio interno. Esta análise consiste em relacionar sistematizadamente, numa tabela (designada por matriz SWOT) quais as forças e as fraquezas, as oportunidades e as ameaças a que a empresa está sujeita. O nome SWOT é um acrónimo que tem origem em quatro palavras do idioma inglês: *Strenghts*, *Weaknesses*, *Opportunities* e *Threats*. Segundo POLAT *et al.* (2017), a categoria de pontos fortes na análise SWOT representa as áreas em que as organizações são mais efetivas e eficientes que os concorrentes. Os pontos fracos são situações em que a organização é menos eficiente e eficaz que seus concorrentes. Descobrir o lado mais fraco será um passo em direção à resolução de problemas que levarão a sérias dificuldades e limitações em relação às estratégias e planos de longo prazo da organização. A sua função primordial é sistematizar a análise e, assim, possibilitar a escolha de uma estratégia adequada – face aos condicionalismos impostos pelo ambiente (interno e externo), mas também pelas oportunidades emergentes e forças da empresa – para que consiga atingir os objetivos a que se propõe.

O que deve ser levado em consideração na análise de SWOT:

- *Strenghts*, vantagens internas da empresa em relação às concorrentes, exemplos disso são as competências ou know-how, ativos físicos, recursos humanos de que a empresa dispõe.
- *Weaknesses*, desvantagens internas da empresa em relação às concorrentes, algo que a empresa não tem, que execute mal ou que a coloque numa situação de desvantagem relativamente aos concorrentes, exemplos disso pode ser um fraco know-how, canais de distribuição pouco desenvolvidos e/ou de competências.

- *Opportunities*, aspetos externos positivos que podem potenciar a vantagem competitiva da empresa, estas podem ser oriundas de mudanças tecnológicas, de alterações de comportamento dos consumidores, alteração de políticas governamentais em matéria de ambiente, fiscal ou monetário.
- *Threats*, aspectos externos negativos que podem colocar em risco a vantagem competitiva da empresa, caso disso pode ser, novos competidores, perda de trabalhadores fundamentais.

A análise SWOT é uma avaliação global das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças dentro da organização e é através dela que identifica onde devem ser alteradas as estratégias para melhorar os processos ou manter caso esteja a ter um resultado positivo (KOTLER, 2000).

#### 2.7.4 - Diagrama de Ishikawa

Criada e desenvolvida por Kaoru Ishikawa, esta ferramenta denominada também de Diagrama de Espinha de Peixe, ou diagrama 6M é uma técnica simples e eficaz na enumeração das possíveis causas de um determinado problema. As causas são agrupadas em famílias para facilitar sua análise (MARIANI, 2005).

Segundo CARDOSO (2006, *apud* MOTTA, 2012) a essência desta ferramenta é apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que possam afetar o resultado considerado.

A Figura 2.7, mostra em detalhe o Diagrama de Ishikawa.

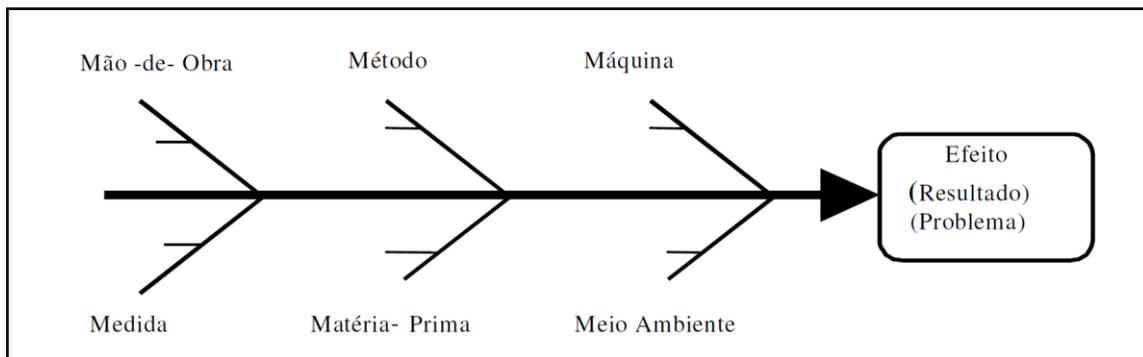


Figura 2.7: Representação gráfica do diagrama de causa e efeito.  
Fonte: CAMPOS (1992).

### **2.7.5 - Método dos 5 Porquês**

OHNO (1997) descreve como um método com abordagem científica, utilizado no sistema Toyota de Produção, no qual se busca alcançar a verdadeira causa raiz do problema que foi desenvolvida por Taiichi Ono, pai do Sistema de Produção Toyota.

De acordo com WEISS (2011), para análise dos 5 porquês, embora seja denominada assim, pode-se utilizar menos porquês (3 por exemplo), ou mais porquês, de acordo com a necessidade para que se encontre a causa raiz. Usa um conjunto específico de etapas, com instrumentos associados, para encontrar a causa primária do problema, de modo que possa:

- Determinar o que aconteceu.
- Determinar por que isso aconteceu.
- Descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso vai acontecer novamente.

WEISS (2011) descreve de forma simplificada os 5 passos que devem ser dados para aplicar o método:

1. Inicie a análise com a afirmação da situação que se deseja entender, ou seja, deve-se iniciar com o problema;
2. Pergunte por que a afirmação anterior é verdadeira.
3. Para a razão descrita que explica porquê a afirmação anterior é verdadeira, pergunte porquê novamente;
4. Continue perguntando porquê até que não se possa mais perguntar mais porquês;
5. Ao cessar as respostas dos por quês significa que a causa raiz foi identificada.

Resume-se na repetição da pergunta “porquê” por pelo menos cinco vezes (PELICIA, 2015).

### **2.7.6 - 5W2H**

Segundo SILVA, *et al.* (2013, p. 3), a ferramenta 5W2H foi criada por profissionais da indústria automobilística do Japão como uma ferramenta auxiliar na utilização do PDCA, principalmente na fase de planejamento.

O método consiste em uma série de ações direcionadas a problemas presentes em processos ou serviços, permitindo identificar as rotinas mais importantes, detectando seus problemas e apontando soluções (GROSBELLI, 2014).

Segundo BERGMANN *et al.* (2012) essa ferramenta consiste em um plano de ação para atividades pré-estabelecidas que tem a necessidade de serem desenvolvidas com a maior clareza possível, além de funcionar como um mapeamento dessas atividades.

Para CANDELORO (2008), a ferramenta 5W2H é uma espécie de *checklist* utilizada para garantir que a operação seja conduzida sem nenhuma dúvida por parte dos gestores e dos colaboradores. Os 5W correspondem às seguintes palavras do inglês: What (o que); Who (quem); Where (onde); When (quando) e Why (porque). Os 2H são: How (como) e How Much (quanto custa). Ao definir uma ação que deve ser tomada, desenvolve-se uma simples tabela aplicando o 5W2H.

O objetivo da ferramenta é responder a sete questões básicas e assim planejá-las de forma eficiente (MEIRA, 2003). As questões básicas, com suas aplicações podem ser observados na Figura 2.8.

MÉTODO DA FERRAMENTA 5W2H			
5W	<i>What?</i>	O que?	Que ação será executada?
	<i>Who?</i>	Quem?	Quem irá executar/participar da ação?
	<i>Where?</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
	<i>When?</i>	Quando?	Quando a ação será executada?
	<i>Why?</i>	Por quê?	Por que a ação será executada?
2H	<i>How?</i>	Como?	Como será executada a ação?
	<i>How much?</i>	Quanto custa?	Quanto custa para executar a ação?

Figura 2.8 - Método da ferramenta 5W2H.  
Fonte: MEIRA (2003).

Conforme SILVA *et al.* (2013), as respostas destas questões estão interligadas e, ao final do preenchimento desta planilha, observa-se um plano de ação detalhado e com

fácil compreensão e visualização, em que são definidas as ações tomadas, de que maneira e quais os responsáveis pela execução destas.

CANDELORO (2008) ainda definiu palavras-chave adequadas a cada pergunta da ferramenta, de modo a ratificar o objetivo de cada item, conforme listados na Figura 2.9 a seguir.

<b>Pergunta</b>	<b>Palavra-chave</b>
O que?	Etapas
Por quê?	Justificativa
Quando?	Tempo
Onde?	Local
Quem?	Responsabilidade
Como?	Método
Quanto custa?	Custo

Figura 2.9 - Palavras-chave da ferramenta 5W2H.  
Fonte: adaptado de CANDELORO (2008).

## 2.8 - LAYOUTS INDUSTRIAL

O *layout* ou arranjo físico do setor de produção de uma organização pode ser definido como a localização e a distribuição espacial dos recursos produtivos, como máquinas, equipamentos, pessoas, instalações, no chão de fábrica (SILVA *et al.*, 2012).

SLACK *et al.* (2009) destaca algumas das razões práticas que tornam as decisões sobre *layouts* importantes:

- Organizar o arranjo físico é frequentemente uma atividade difícil e de longa duração devido às dimensões físicas de recursos de transformação movidos;
- O rearranjo físico de uma operação existente pode interromper seu funcionamento suave, levando à insatisfação do cliente ou perdas na produção;
- Se o arranjo físico (examinado a posteriori) está errado, pode levar a padrões de fluxo excessivamente longos, estoque de materiais, filas de clientes formando-se

ao longo da operação, tempos de processamento desnecessariamente longos, operações inflexíveis, fluxos imprevisíveis e altos custos.

Há vários tipos de *layout* industrial, porém a grande maioria deriva em apenas quatro básicos. De acordo com CARLO *et al.* (2013), descreve os quatro tipos de dispor o *layout* como:

- Linha de fluxo: as máquinas, equipamentos e estações de trabalho são posicionados de acordo com a sequência de montagem dos produtos. Este modelo de arranjo proporciona alta produtividade, porém, possui elevado custo fixo e pouca flexibilidade para produção ou montagem de produtos diferentes. Exemplo: linha de montagem de eletrodomésticos.
- *Job shop*: o conceito funcional agrupa, na mesma área, todos os processos ou equipamentos do mesmo tipo e função, de modo que os materiais e produtos se desloquem aos processos quando sejam necessários. Neste modelo a produtividade é reduzida, em contrapartida, apresenta menor custo de implementação e maior flexibilidade, podendo atender a demandas inesperadas e menos constantes. Exemplo: a divisão das áreas de produtos em um supermercado.
- Disposição celular: procura combinar as vantagens encontradas nos arranjos funcional e linear. Baseia-se em dispor as máquinas, equipamentos, processos e mão de obra em um só local, possibilitando a fabricação completa do produto na mesma célula. O material se desloca dentro da célula buscando os processos produtivos necessários para sua fabricação. Exemplo: fabricação de componentes de computadores.
- Posição fixa: é o modelo em que o produto permanece no estático durante o processo de produção, os recursos para sua transformação e as operações necessárias se deslocam ao seu redor. Exemplo: construção de um prédio.

De acordo com ROSA (2014), a definição do *layout* ideal depende de um planejamento que contemple a avaliação do modelo que apresente a maior afinidade com o produto ou serviço que será desenvolvido. Nesse contexto, SLACK *et al.* (2009) desenvolveram uma matriz que associa as características desejadas, como volume e variedades de produto, com cada modelo de arranjo físico, conforme demonstrado na Figura 2.10.

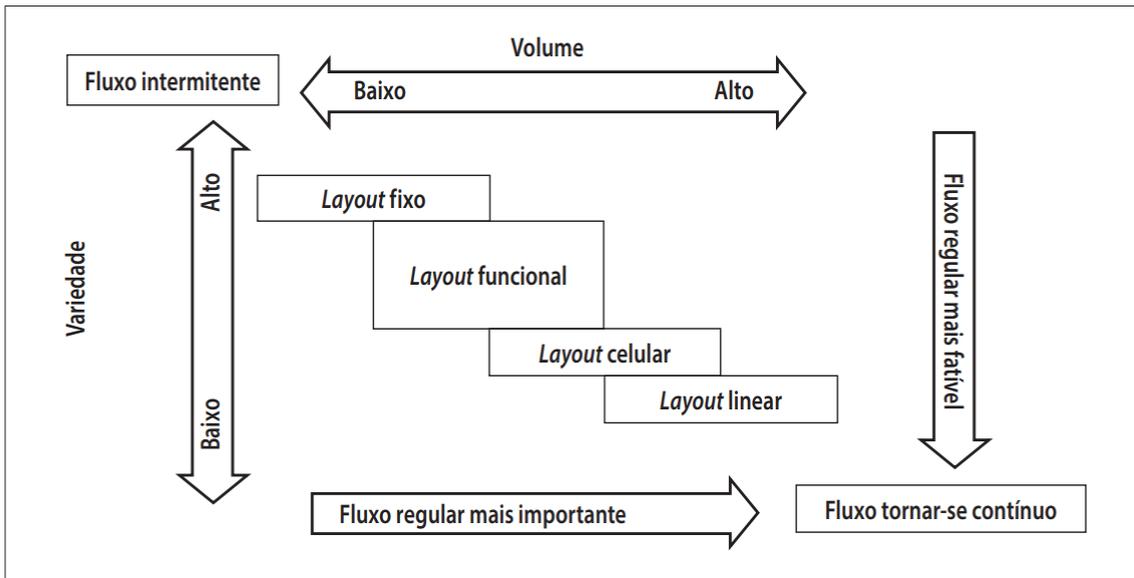


Figura 2.10 - Matriz volume-variedade.  
 Fonte: adaptado de SLACK *et al.* (2009).

Figura 2.11 permite a comparação entre os quatro modelos básicos de arranjo físico, citando suas principais vantagens e desvantagens (ROSA *et al.*, 2014).

Modelo	Vantagens	Desvantagens
Linear	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixos custos unitários para altos volumes de produção;</li> <li>- baixa quantidade de estoques de produtos em processamento;</li> <li>- movimentação adequada de materiais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixa flexibilidade de mix;</li> <li>- trabalho repetitivo, prejudicando a moral e motivação dos colaboradores;</li> <li>- alta dependência entre as atividades, sendo que a falha em uma etapa pode afetar todo o processo.</li> </ul>
Funcional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alta flexibilidade de mix e produto;</li> <li>- fácil supervisão de equipamentos e instalações;</li> <li>- facilidade no treinamento, visto que há menor quantidade de funções.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- baixa utilização de recursos, maior ociosidade;</li> <li>- maior estoque em processo;</li> <li>- menor velocidade de movimentação;</li> <li>- maior número de setup.</li> </ul>
Celular	<ul style="list-style-type: none"> <li>- trabalho em grupo incentiva motivação;</li> <li>- equilíbrio entre custo e flexibilidade para operações com alta variedade;</li> <li>- maior facilidade no planejamento e controle da produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- possível dificuldade de adaptação dos operadores pela alta variedade de atividades;</li> <li>- alto custo para reconfigurar o arranjo;</li> <li>- reduz níveis de utilização de recursos.</li> </ul>
Fixo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- flexibilidade muito alta de mix e produto;</li> <li>- alta variedade de tarefas para a mão de obra;</li> <li>- produto ou cliente não movido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- custos unitários muito altos;</li> <li>- programação de atividade ou espaço pode ser complexa;</li> <li>- pode exigir muita movimentação de máquinas e mão de obra.</li> </ul>

Figura 2.11 - Vantagens e desvantagens dos modelos de *Layout*.  
 Fonte: ROSA *et al.* (2014).

Neste contexto o presente trabalho introduzirá as ferramentas *Lean* no processo produtivo de motocicletas de alta cilindrada utilizando a metodologia descrita no capítulo a seguir.

## **CAPÍTULO 3**

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O presente capítulo apresenta a descrição das técnicas e processos utilizados no projeto com o delineamento e as etapas para alcançar os objetivos propostos.

#### **3.1 - METODOLOGIA**

O tipo de estudo realizado foi descritivo e quantitativo.

A pesquisa foi realizada em uma indústria localizada no Polo Industrial de Manaus, no Estado do Amazonas, que possui processo de montagem de motocicletas de alta cilindrada onde são utilizados recursos como: máquinas, equipamentos, dispositivos e operadores. Divididas em sub processos como pré-montagem e montagem principal.

A metodologia empregada foi a de melhoria na gestão dos processos através do método de análise e solução de problemas (MASP). O fluxo apresentado abaixo (Figura 3.1) tem por finalidade auxiliar na elucidação.

Ciclo	Fluxograma	Fases	Objetivo	Ferramentas
P	1	Identificação do problema	Definir claramente o problema e reconhecer sua importância	Análise de SWOT
	2	Observação	Investigar as características específicas do problema através de observação no chão de fábrica e revisão documental	Gemba
	3	Análise	Descobrir as causas fundamentais	Diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês
	4	Plano de Ação	Conceber um plano para implementação das ações	5W2H
D	5	Execução	Executar as ações, treinar os envolvidos e coletar dados para posterior análise	Cronograma de atividades
C	6	Verificação	Comparar o antes e o depois para verificação dos resultados	Kaizen Sheet
	?	Foi efetivo?	Decisão	
A	7	Padronização	Revisar os mapas de processos homologados no sistema da qualidade (ISO 9001) para prevenção contra o reaparecimento do problema	Formulário de mapeamento dos Processos
	8	Conclusão	Recaptular todo o processo de solução do problema para trabalho futuro	Reunião de Fechamento

Figura 3.1 - Método de análise e solução de problemas - MASP.

A primeira etapa realizada foi uma reunião com a alta direção da empresa em estudo, para revisão do planejamento estratégico utilizando a ferramenta administrativa chamada de Matriz SWOT no auxílio para mensurar influências internas e externas, sejam elas favoráveis ou desfavoráveis ao negócio.

Em seguida, com base no conceito do Gemba foram realizadas observações no chão de fábrica para coletar dados e compreender como poderiam influenciar a melhoria no processo com o problema externo identificado na verificação documental da empresa, conforme registrado na ABRACICLO, além da revisão de literatura onde foi possível contextualizar o cenário político e econômico onde a fábrica estava inserida. Tendo as informações após a coleta, houve a necessidade da compilação dos dados, sendo agrupadas dentro de categorias, utilizando ferramentas computacionais, tais quais, Word, Excel e AutoCad gerando planilhas, tabelas e gráficos para análise.

Para auxiliar nas análises foram aplicadas as ferramentas conhecida com Diagrama de Ishikawa e os “5 Porquês” para estudar os aspectos considerados como causa do efeito indesejado. Na qual o efeito foi identificado previamente e a análise do

facilitou a percepção de suas causas por meio de uma visão sistêmica e que integrou diversos pontos de vista.

Levando-se em consideração o exposto, foi realizado o plano de ação com o auxílio da ferramenta 5W2H para visualização das atividades principais. Com isso, foi concluído o ciclo de planejamento do PDCA Da metodologia MASP.

Para o ciclo de execução foi realizado o cronograma das atividades onde foi realizado o acompanhamento da implementação de cada etapa até a sua conclusão.

No ciclo de verificação aplicou-se a folha de Kaizen para comparar os dados de antes e depois da implementação, consolidado em uma tabela geral comparativa. Com isso, foi possível verificar a efetividade do projeto através dos ganhos apresentados.

Para a conclusão da ferramenta PDCA, no ciclo de ação foram atualizados os formulários mapas de processo homologados dentro do sistema da qualidade incluindo a avaliação preliminar de riscos conforme solicitado na ISO 9001 como ação na fase de padronização. Por fim, ocorreu uma reunião com todos envolvidos e a alta direção da empresa para fechamento e entrega do projeto.

No próximo capítulo será apresentado os ganhos do projeto após sua implementação.

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de SWOT possibilitou uma reflexão crítica para base do planejamento estratégico da empresa. A Figura 4.1 abaixo apresenta os fatores internos e externos pontuados.

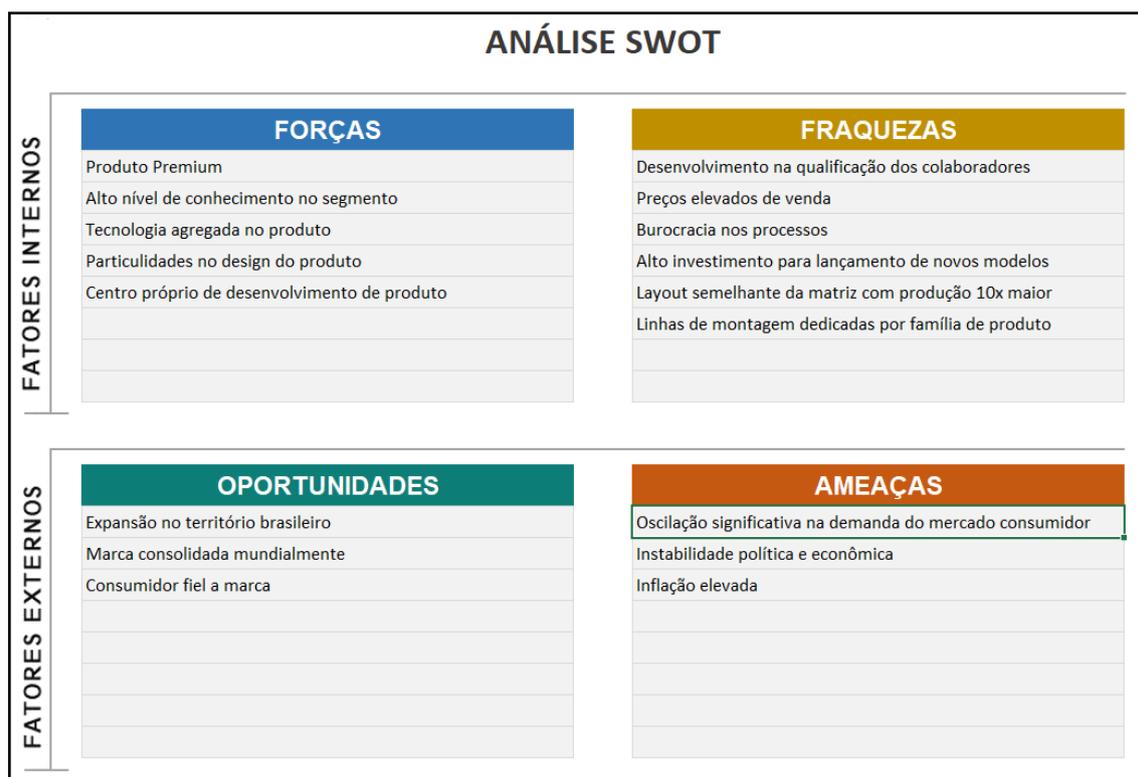


Figura 4.1 - Análise SWOT.

Dentro dos fatores internos, focado no quadrante de “fraqueza” foi contextualizado as condições do *layout* fabril da fábrica em estudo quando foi instalada. Na qual, teve como referências os conceitos produtivos da matriz, não levando em consideração as particularidades, tais como o volume de produção de aproximadamente dez vezes menor que sua matriz e produção em grandes lotes com linha de montagem dedicadas por família de modelos de produto.

Logo, o *layout* apresentava três linhas de montagem para produção de dez modelos de motocicletas divididos em três famílias, cada família com seu tipo e cilindrada de motor.

Na Figura 4.2 apresenta o fluxo completo dentro da empresa, desde o recebimento da matéria prima até a expedição da motocicleta acabada, com a subdivisão dos principais processos de montagem. Na qual, o processo de recebimento e estocagem era comum para todos os modelos de motocicletas, tendo a alimentação das peças em três linhas que funcionavam simultaneamente, iniciando o processo de montagem pelo motor, seguido por alguns processos de pré-montagem de subconjuntos, devido a necessidade de utilização de dispositivos para auxílio de montagem e de máquinas, tais como prensagem de rolamentos, gravação do número de chassi, montagem de pneu e balanceamento de rodas. Após alguns conjuntos pré-montados, iniciavam a montagem da motocicleta, onde unia o motor montado ao chassi principal e as demais peças de composição da motocicleta. Ao término da montagem, a mesma, passava pelo posto de inspeção para garantir a qualidade do produto. Finalizando o processo na embalagem do produto acabado e disponibilizando para expedição.

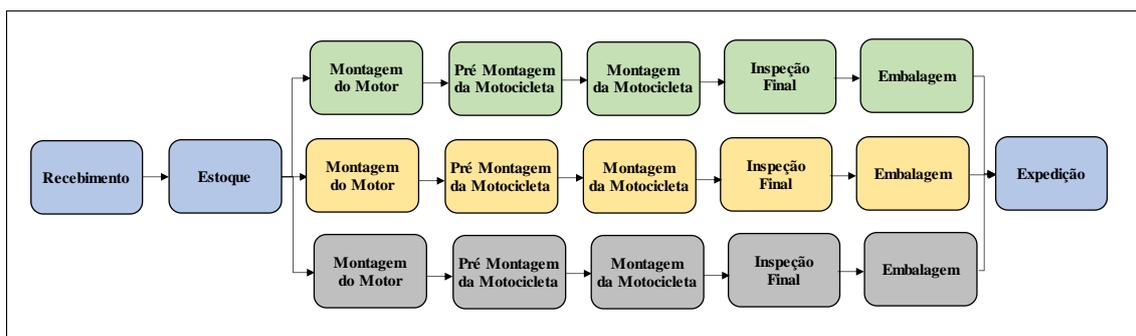


Figura 4.2 - Fluxo do processo de montagem das motocicletas.

Dentro dos fatores externo no quadrante “ameaças”, foi definido como o principal problema a oscilação significativa na demanda do mercado consumidor havendo a necessidade de atuação na otimização do processo produtivo como ação de mitigação e manter competitivo com o portfólio mais variado dos produtos.

Na fase 2 do fluxograma do MASP, foram observados nas revisões documental, levantado no referencial teórico, fatores político e econômico da última década que influenciaram diretamente comportamento do consumidor brasileiro no ramo de motocicleta de alta cilindra. A seguir, segue alguns que foram pontuados:

- Cenário político de corrupção;
- Oscilação desorientada da variação no índice do Produto Interno Bruto (PIB);
- Aumento do desemprego;
- Greves de órgãos públicos e caminhoneiros;

- Brasileiros com muitos gastos e empréstimos;
- Crescimento na taxa de conversão da moeda Real em Dólar americano.

Os dados coletados no Gemba foram a capacidade produtiva diária total que era de 200 (duzentas) motocicletas considerando o tempo disponível de 498 (quatrocentos e noventa e oito) minutos, sendo o *takt time* diferente entre as 3 (três) linhas de montagem que demandavam uma área física de 500 (quinhentos) metros quadrados, incluindo os corredores necessário entre as linhas de montagem para transporte de peças e fluxo de pessoas. As mesmas, possuíam comprimentos diferentes entre elas para comportar a capacidade produtiva de cada família de motocicleta, tendo com isso, áreas subutilizadas. No caso, a linha de montagem 1 (um) tinha a capacidade de 100 (cem) motocicletas por dia e o *takt time* de 4,98 minutos, a linha de montagem 2 (dois) produzia 75 (setenta e cinco) motocicletas por dia com *takt time* de 6,64 minutos e a linha de montagem 3 (três) com 25 (vinte e cinco) motocicletas diariamente com *takt time* de 19,92 minutos (Figura 4.3).

<b>Linha de Montagem</b>	1	2	3
<b>Família</b>	"A"	"B"	"C"
<b>Capacidade Produtiva</b>	100 motos/dia	75 motos/dia	25 motos/dia
<b>Takt Time</b>	4,98 min.	6,64 min.	19,92 min.

Figura 4.3 - Dados produtivos inicial.

Para melhor entendimento do fluxo de montagem nas linhas a Figura 4.4 representa um croqui em blocos de processo do *layout* instalado anteriormente.

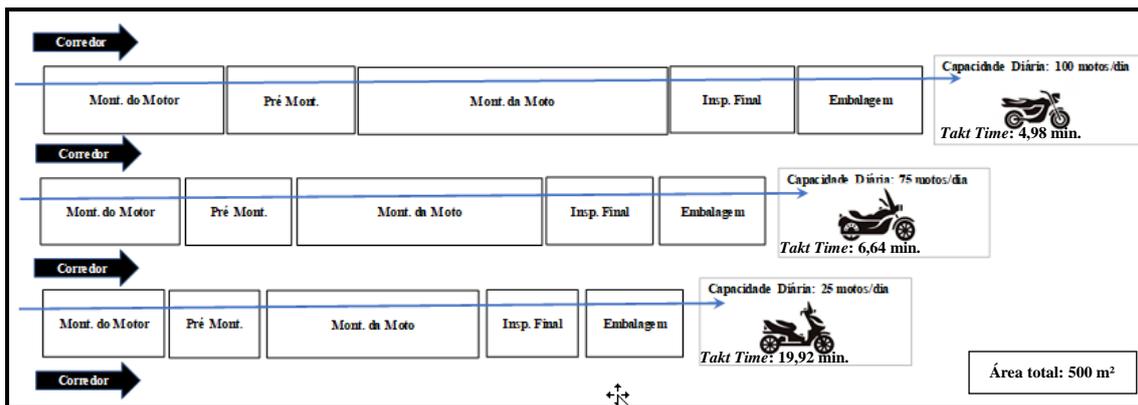


Figura 4.4 - Layout inicial.

Devido essa variação significativa do *takt time* entre as linhas de montagem acabava gerando mão de obra menos versátil para absorver o conhecimento de montagem em mais de uma família dos produtos, dificultando a rotatividades dos operadores entre as linhas de montagem.

As máquinas apresentavam alta ociosidade, pois 80% (oitenta por cento) delas se repetiam em cada linha de montagem por serem processos comum entre as motocicletas, independentemente do tipo de família ou modelo. A máquina com o tempo de processo maior era de 2 minutos, com isso, a linha com maior *takt time* utilizava somente 10% da disponibilidade. Porém, a manutenção preventiva da mesma era realizada conforme cronograma padrão sem considerar horas de uso, necessitando manter peças comuns em estoque para as três máquinas iguais.

Durante os últimos 3 (três) anos tiveram aproximadamente 20% das paradas de produções devido à falta de matéria prima em alguma das linhas de montagem, por diversas razões, dentre elas as principais foram greve da Receita Federal, greve dos caminhheiros e erro de planejamento de estoque. Como havia em média de 3 modelos de motocicletas por linha de montagem, não facilitava a flexibilização da alteração do plano de produção para evitar a parada da linha.

Com o princípio de linha dedicada por família de motocicletas sempre havia um investimento mínimo necessário para implementação de novos produtos, que era o valor gasto com instalação de infraestrutura para uma nova linha de montagem, em torno de R\$800.000,00 (oitocentos mil reais) que equivale a 25% do investimento total necessário pela empresa (Figura 4.5), aumentando ainda o valor do montante do custo de depreciação dos ativos fixos.

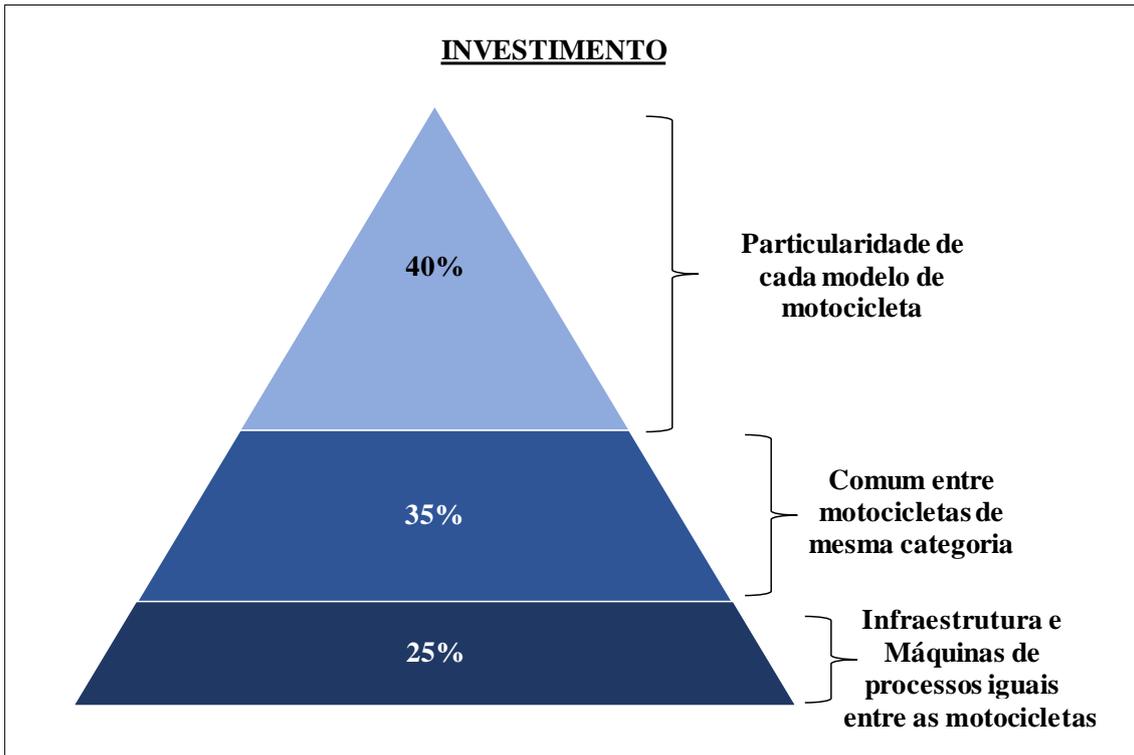


Figura 4.5 - Distribuição média do investimento para implementar novos modelos.

Na fase de análise foi obtido o Diagrama de Ishikawa tendo como o problema a vulnerabilidade para atendimento de oscilações na demanda do mercado consumidor (Figura 4.6).

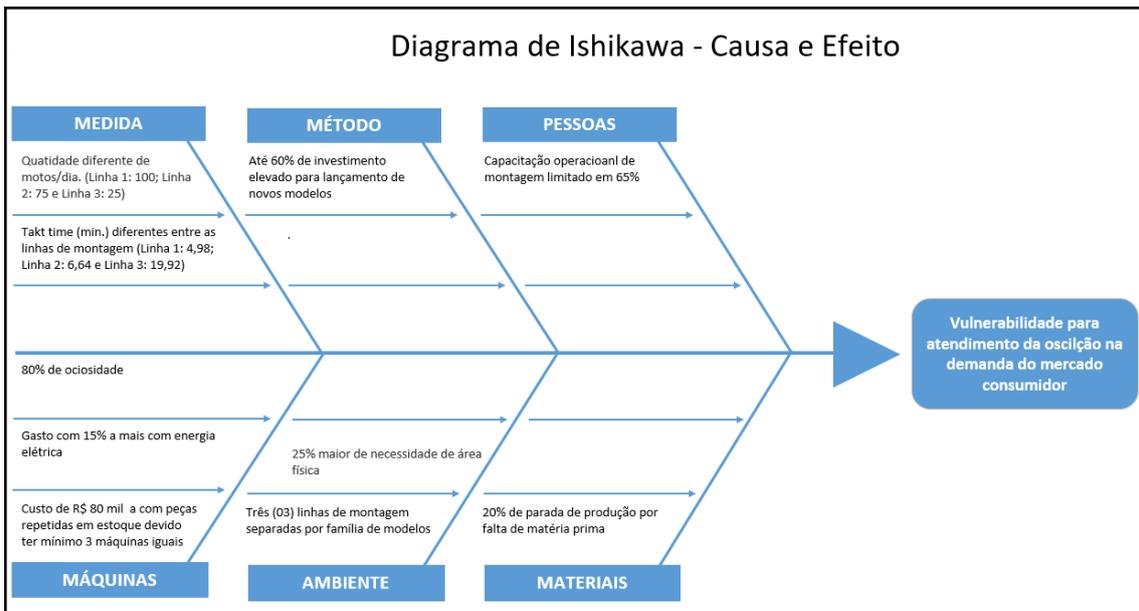


Figura 4.6 - Análise de cause e efeito.

Tendo o problema definido obteve através da técnica dos “5 Porquês” a ação de unificação das linhas produtivas para montagem de todos os modelos de motocicletas (Figura 4.7).

<b>5 PORQUÊS</b>	
<b>Problema:</b>	Vulnerabilidade para atendimento da oscilação na demanda do mercado consumidor.
1° Porquê	Vulnerabilidade para atendimento da oscilação na demanda do mercado consumidor?
2° Porquê	Produto acabado não disponível conforme demanda?
3° Porquê	Pouca flexibilidade de reação na mudança do plano de produção?
4° Porquê	Gerenciamento de montagem de modelos em paralelo?
5° Porquê	Disposição das linhas de montagem separadas por família de modelos.
<b>Ação:</b>	Unificação das linhas produtivas para montagem de todos os modelos de motocicletas.

Figura 4.7 - Técnica dos 5 Porquês.

O plano de ação foi realizado conforme apresentado na Figura 4.8 através da ferramenta de 5W2H para atingir o objetivo de mitigar a vulnerabilidade para atendimento da oscilação da demanda do mercado através da estratégia principal de melhoria de processo com a unificação das linhas de montagem, com base no princípio da filosofia *Lean Thinking* que tem como um dos conceitos a produção mista e em célula, desafiando os conceitos conservadores de produção em lotes grandes e em linha dedicadas por modelo do produto.

Plano de Ação - 5W2H							
<b>PLANO DE AÇÃO:</b> Unificação das linhas produtivas para montagem de todos os modelos de motocicletas <b>DATA PREVISÃO:</b> de 03/jan à 06/set de 2019 <b>RESPONSÁVEL:</b> Pesquisador <b>OBJETIVO:</b> Mitigar a vulnerabilidade para atendimento da oscilação da demanda do mercado.							
5W					2H		Status
O quê? (What?)	Porque? (Why?)	Onde? (Where?)	Quem (Who?)	Quando (When?)	Como? (How?)	Quanto custa? (How much?)	
Instalar fisicamente a linha unificada	Otimizar produtividade e aumentando a flexibilidade do plano de produção.	Área Produtiva	Analista de Processo	até 01/mar	Terceirização do serviço com empresas especializadas.	R\$ 90.000,00	A fazer
Mapeamento do novo processo	Unificar os processos no novo layout	Área Produtiva	Analista de Processo	04/mar até 22/mar	Mapeamento de responsabilidades por modelos de motocicletas, posto de trabalho.	R\$ 0,00	A fazer
Treinamento operacional	Capacitar os operadores para montagem de todos modelos de motocicletas	Sala de Treinamento	Líder de Montagem	25/mar até 05/jul	Utilizando motocicletas de treinamento.	R\$ 0,00	A fazer
Montagem das primeiras motos na nova linha (SOP)	Validação do layout e do processo.	Área Produtiva	Operadores	08/jul até 09/ago	Montando todos modelos disponíveis no portfólio de produto.	R\$ 0,00	A fazer
Validação de Qualidade	Garantir que não houve falha de processo.	Sala de Auditoria	Analista de Qualidade	12/ago até 06/set	Auditoria do produto acabado e rodagem no banco de teste.	R\$ 0,00	A fazer

Figura 4.8 - Plano de ação com 5W2H.

Para garantir os prazos mencionados no 5W2H foi realizado o cronograma com as atividades necessárias para implementação (Figura 4.9).

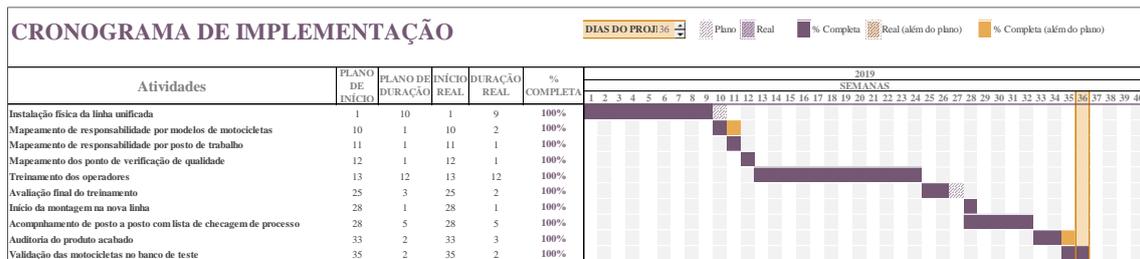


Figura 4.9 - Cronograma de implementação dos planos de ações.

Para poder viabilizar a estratégia foi realizado o projeto do novo *layout* com apenas uma linha de montagem (Figura 4.10), tendo as definições de quantidades de postos de trabalho para atender a capacidade diária de 200 (duzentas) motocicletas e também planejado o tópico de treinamento dos operadores, que era o maior risco considerado do projeto, para que pudessem aprender a montagem de parte específica de todos os modelos de motocicletas, mantendo a qualidade do produto. Logo, foram

planificadas as avaliações para mensurar o aprendizado, gerando assim uma visão da evolução do treinamento.

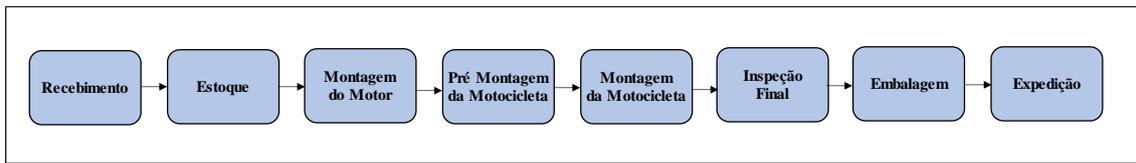


Figura 4.10 - Fluxo do processo da linha unificada de montagem de motocicletas.

Com isso, foi realizada a instalação do *layout* planejado e definido colaboradores responsáveis como multiplicadores de conhecimento de montagem para determinado postos de trabalho e modelos de motocicletas e para garantir a qualidade de montagem foi mapeado no *layout* os pontos de verificação e inspeção.

Após a instalação do novo *layout*, com a finalidade de verificação do treinamento dos operadores, foi realizado uma avaliação final para poder iniciar a montagem dos primeiros lotes. Na qual cada motocicleta dos 5 (cinco) primeiros lotes de cada modelo, foram acompanhadas durante todo o processo de montagem com uma lista de checagem de posto a posto, definida pelo departamento de Qualidade.

Para validação do novo processo foram revisados os documentos de pontos de atenção de montagem nos postos de trabalho, auditoria visual e funcional por amostragem das motocicletas montadas e, por fim, rodagem das motocicletas no banco de teste chamado de dinamômetro.

Após a ação implementada (Figura 4.11), foram mensurados os benefícios gerados no decorrer dos seis meses seguintes, comparando os dados anteriores com o atual.

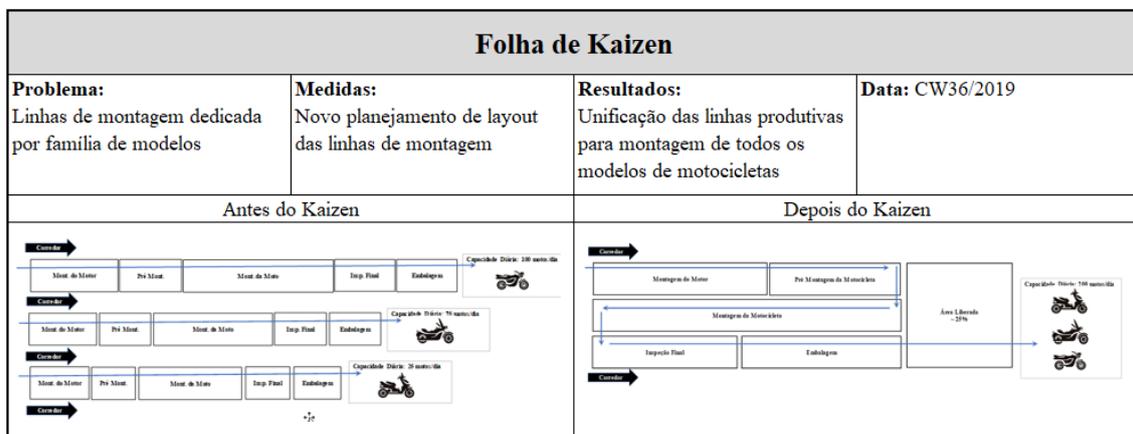


Figura 4.11 - Formulário de Kaizen do antes e depois.

- Área útil: manteve a capacidade produtiva com menor área física usada, devido a unificações de processos semelhantes. Também houve o ganho de áreas que anteriormente eram usadas como corredores com a finalidade de alimentação de peças. Com isso, o novo *layout* utilizou 375 (trezentos e setenta e cinco) metros quadrados, em média de 25% de redução de área física (Figura 4.12).

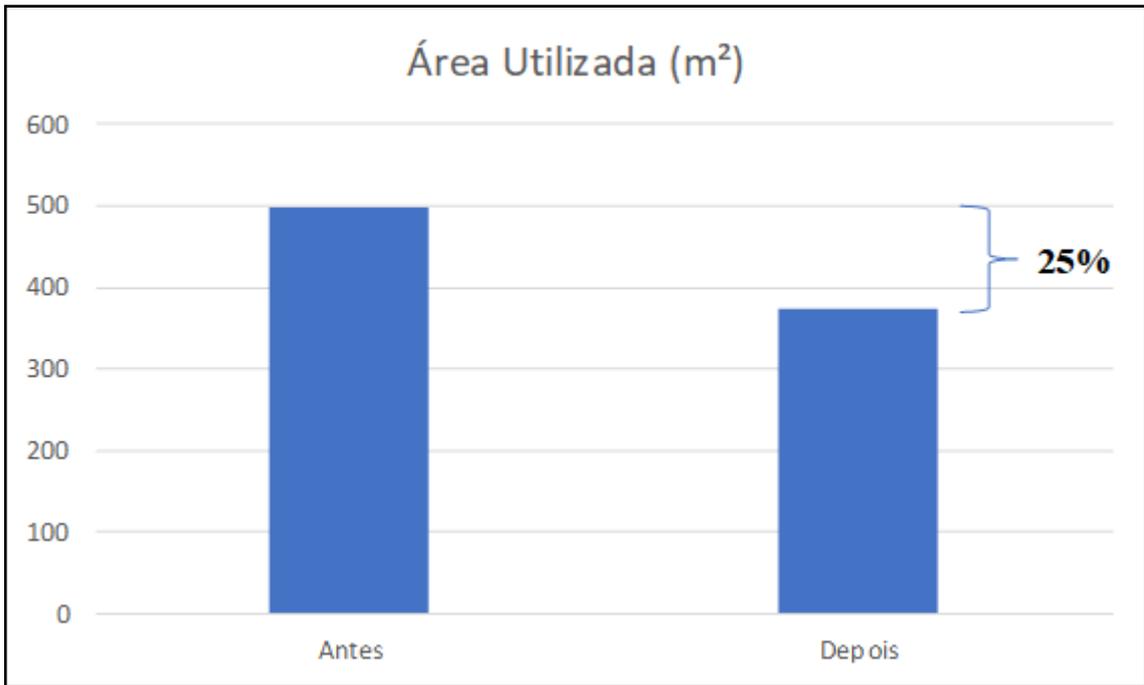


Figura 4.12 - Comparação da área utilizada.

- *Work In Process* (WIP): Cada linha de montagem havia a necessidade de 8 kits de buffer no processo, totalizando 24 kits, logo tenho uma única linha demanda somente 8 kits.
- Produtividade: Aumento de 6,4% de motocicletas montadas por operadores, sendo o valor atingido de 0,47 por dia.
- Capacidade Produtiva: devido a nova disposição do *layout* e a área liberada tornou-se possível realizar o crescimento ou redução da capacidade física de forma mais fácil e com menor investimento (Figura 4.13).

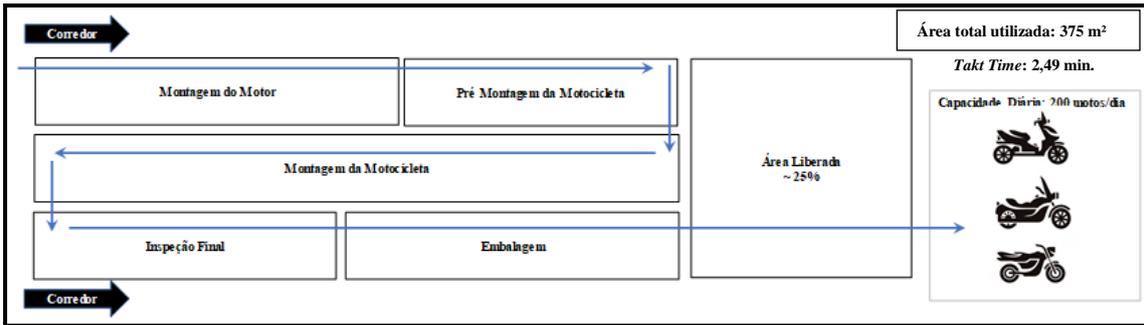


Figura 4.13 - *Layout* final.

- Operador versátil: com do *takt time* em média de 8 (oito) à 2 (duas) vezes menor do que no *layout* antigo e a necessidade de montagem dos 8 (oito) modelos de motocicletas na mesma linha o operador desenvolveu a habilidade de versatilidade no processo (Figura 4.14).

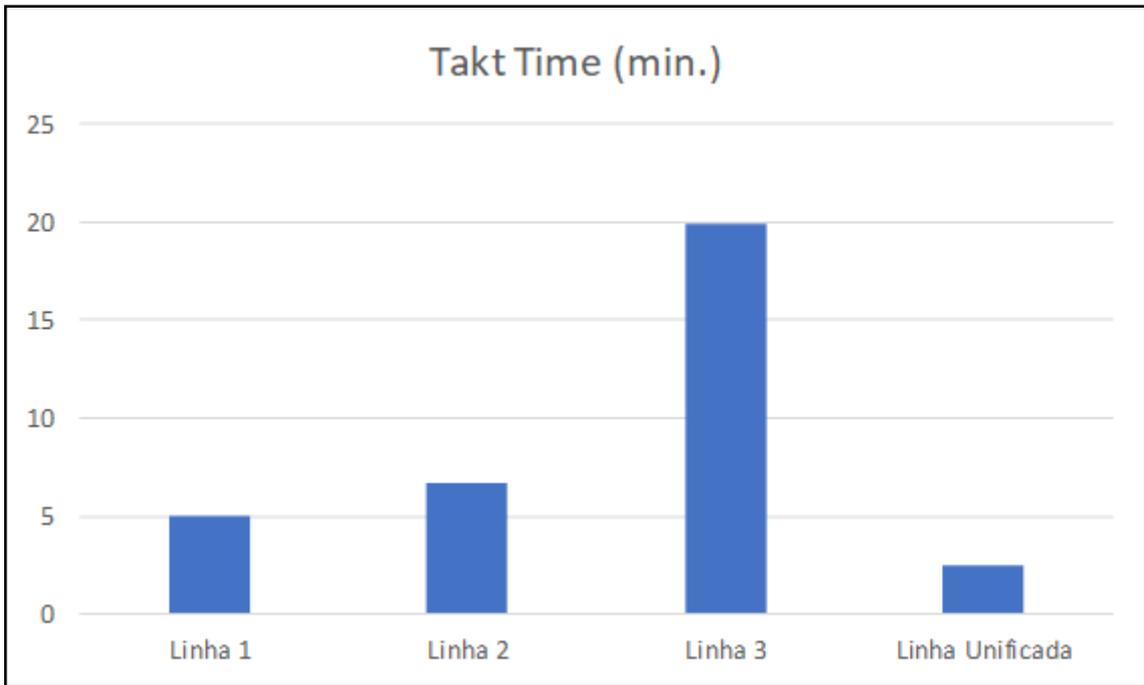


Figura 4.14 - Comparação do *Takt Time*.

- Viabilidade econômica para novos modelos: redução entre 25% (vinte e cinco por cento) a 60% (sessenta por cento) do valor total do investimento para um novos modelos devido a sinergia de infraestrutura da linha unificada apresentada anteriormente. Logo, aumentou aproximadamente 35% o portfólio de produtos da empresa com a aprovação de 4 modelos que havia sido reprovado antes da mudança do *layout* (Figura 4.15).

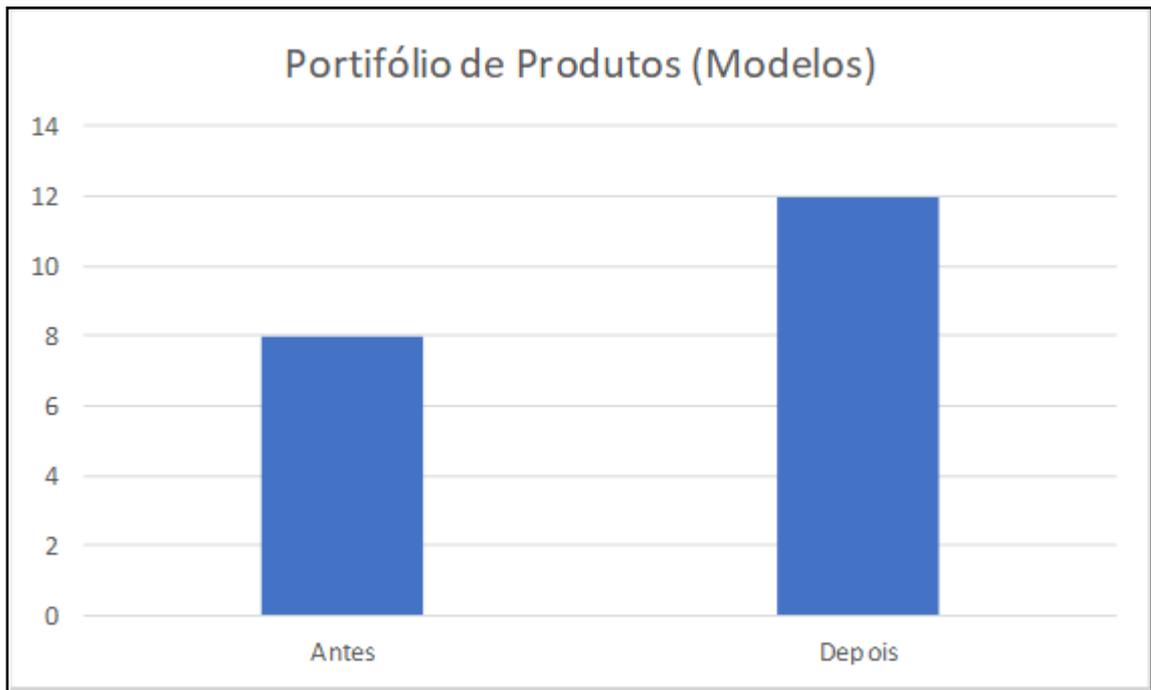


Figura 4.15 - Comparação quantidade de modelos.

- Custo depreciação: com menor investimento nos lançamentos de novos modelos, gera um quadro de ativos fixos menor, por consequência evitou o aumento de R\$ 6.560,00 que é depreciado mensalmente no preço de venda do produto.
- Custo de manutenção: com menos máquinas devido a sinergia nos processos comuns entre as motocicletas, diminui a necessidade de peças repetidas em estoque e mão de obra para realização de manutenção preventiva com ganho anual de R\$ 80.000,00.
- Gasto com energia elétrica: redução de aproximadamente 15% (quinze por cento) devido ao uso de menos lâmpadas no processo fabril (25% da área liberada) e as máquinas comuns desabilitadas, sendo o valor final médio de consumo mensal de 0,08 MWh (Figura 4.16).

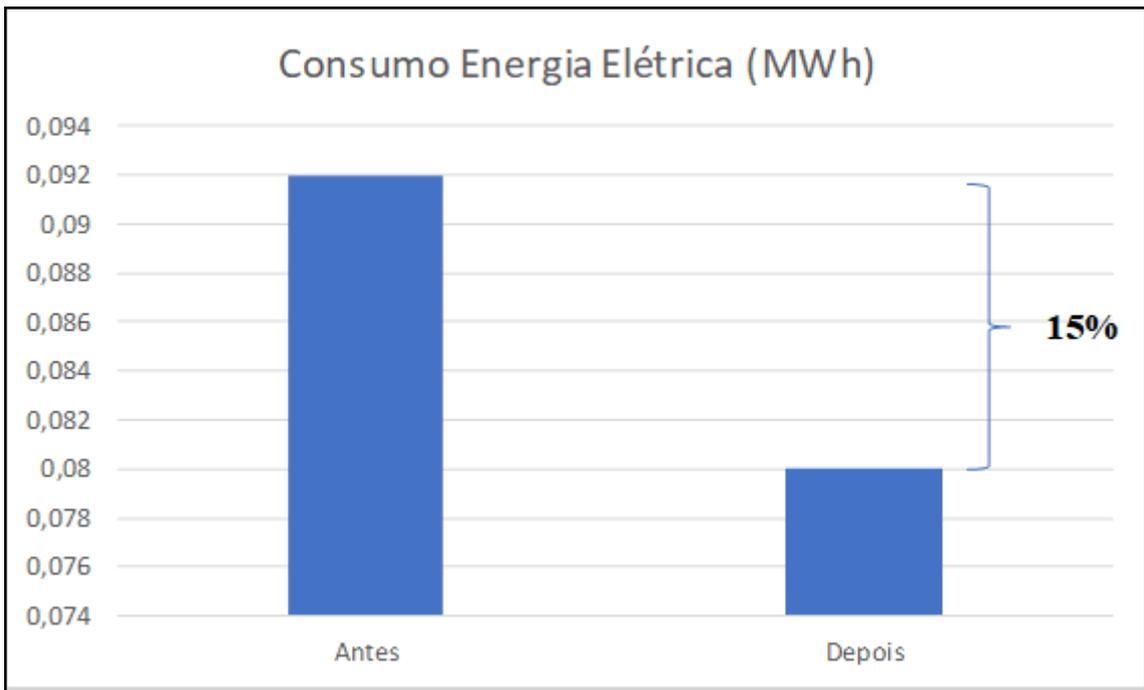


Figura 4.16 - Comparação do consumo de energia elétrica.

- Eficiência Global dos Equipamentos: a desabilitação das máquinas comuns proporcionou um ganho de 66% de eficiência devido o aumento do uso da máquina de 25% para 80% do tempo disponível.
- Parada de produção por falta de matéria prima: com a flexibilidade de montagem de todos os modelos na mesma linha, obteve maior opção para alteração do plano de produção, proporcionou a redução para 5% de parada de produção (Figura 4.17), por causa como falta de matéria prima de algum modelo específico.

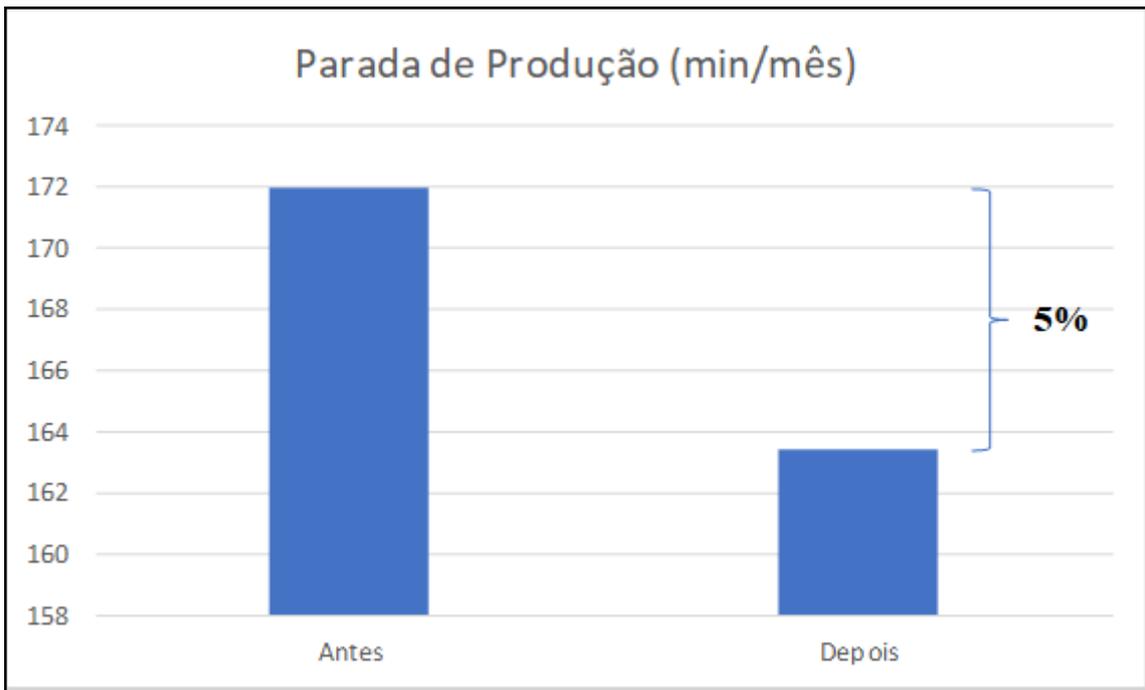


Figura 4.17 - Comparação da parada de produção.

A Tabela 4.1 apresenta os resultados compilados, evidenciando a efetividade do projeto através dos benefícios verificado após a implementação do projeto.

Tabela 4.1 - Comparativo dos resultados alcançados.

<b>Itens</b>	<b>Antes</b>	<b>Depois</b>	<b>Benefícios</b>
<b>Capacitação dos Operadores</b>	Limitada	Versátil	Flexibilidade no processo
<b>Takt Time</b>	Variável	Fixo	Menos perda de processo
<b>Quantidade de Linhas de Montagem</b>	3	1	Flexibilidade de montagem de todos modelos em uma linha
<b>Área Utilizada</b>	500 m <sup>2</sup>	375 m <sup>2</sup>	Disponibilidade de 25% de área
<b>Capacidade/Dia</b>	200	200	Flexível para aumento devido disposição do layout
<b>Nº Operadores</b>	450	425	Redução 5,5%
<b>Produtividade (Prod./Oper./Dia)</b>	0,44	0,47	Aumento 6,4%
<b>Parada de Linha (min./mês)</b>	172	163,4	Redução 5%
<b>Estoque em Processo (WIP)</b>	24	8	Redução 67%
<b>Eficiência Global dos Equipamentos (OEE)</b>	27%	80%	Ganho 66% de eficiência
<b>Manutenção Preventiva</b>	R\$ 320.000,00	R\$ 240.000,00	Redução no custo anual em 25%
<b>Consumo Energia Elétrica (MWh)</b>	0,092	0,08	Redução 15%
<b>Investimento de Lançamento/Modelo</b>	R\$ 3.200,00	R\$ 2.400,00 ~ R\$ 1.280,00	Redução de investimento de 25% ~ 60%
<b>Quadro de Ativos</b>	R\$ 12.800,00	R\$ 6.240,00	Redução de 51,25% do valor de depreciação no custo da moto
<b>Portifólio de Produtos</b>	8	12	Aumento 33% do modelos produzidos

De acordo com DIMARIO (2020), com a aplicação de ferramentas de manufatura enxuta em processo de montagem de motocicletas podem obter como resultados a eliminação do processo gargalo da linha; melhor equalização das atividades entre o total de colaboradores observados, mesmo com quantidade superior de mão de obra; padronização e oficialização dos novos balanceamentos, todos eles sendo alocados nas estações de trabalho através de formulários padrões; e aumento de capacidade produtiva.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

#### 5.1 - CONCLUSÕES

O comportamento do mercado consumidor brasileiro de motocicletas de alta cilindra da última década pode ser definido como instável por não apresentar uma tendência constante, conforme os dados apresentados pela ABRACICLO, por isso a essência da pesquisa foi aplicada dentro da fábrica com a otimização do processo de montagem.

Conforme demonstrado no levantamento de dados foram evidenciadas as exigências e oscilações da demanda do mercado atual com foco em variedade de produtos com qualidade e preço acessível. Verificando assim, potencial de otimização no processo produtivo para tornar o produto mais atrativo e a empresa mais competitiva.

Assim sendo, determinou-se a utilização da estratégia de unificação das linhas de montagem de todos os modelos de motocicletas como uma prática de manufatura enxuta viável para responder de forma mais rápida a oscilação do mercado, consequentemente foi definido como a ação corretiva relevante com o auxílio de ferramentas de melhorias na gestão de processos, tais como: Diagrama de Ishikawa e 5 Porquês para avaliação de causa e efeito e 5W2H para definição do plano de ação.

Com esse, realizou-se o cronograma detalhado onde foi possível acompanhar e garantir a execução de cada atividade durante a fase de implementação da ação definida através da instalação do novo *layout*, do treinamento operacional de montagem e da validação do processo.

Através do comparativo entre os dados coletados antes da implementação do projeto e posteriormente foi evidenciando a efetividade do projeto através dos benefícios encontrados como resultado.

No presente estudo foram encontradas restrições para quebra de paradigma de conceito de produção junto a matriz para que pudessem visualizar e absorver as vantagens junto ao mercado consumidor brasileiro que possui suas particularidades.

Apesar dessas restrições, deve se destacar que as propostas para aplicação de um conceito oriundo da filosofia *Lean Thinking* foram aceitas e implementadas pela empresa, na qual os resultados iniciais evidenciaram ganhos na flexibilidade produtiva e

na competitividade dos produtos, podendo ser utilizado por outras empresas que tenham o mesmo perfil de acordo com suas demandas.

## 5.2 - SUGESTÕES

Devido à grande abrangência do assunto abordado neste estudo são apresentadas a seguir algumas sugestões para realização de novas pesquisas nesse contexto, como realizar:

- Análises com mesmo princípio de layout unificado com abordagem da demanda do mercado a médio e longo prazo;
- Estudo com abordagem em volumes maiores de produção de motocicletas, para poder obter definição do limite da aplicação do *layout* de linha de montagem unificada;
- Análises com as mesmas perspectivas em outros tipos de produtos para verificar a viabilidade de aplicação do conceito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRACICLO – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS FABRICANTES DE MOTOCICLETAS, CICLOMOTORES, MOTONETAS, BICICLETAS E SIMILARES. **Dados do setor duas rodas 2020**. Manaus: ABRACICLO, 2020. Disponível em: <<http://www.abraciclo.com.br>>. Acesso em 15 de dezembro de 2020, 18h05min.

ANDRADE, F. F. *et al.* **O método de melhorias PDCA**. 2003. 157f. Dissertação (Mestrado de Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis>>. Acesso em: 17 de fevereiro de 2020, 20h20min.

ANVARI, A.; ZULKIFLI, N.; YUSUFF, R. M. A dynamic modeling to measure lean performance within lean attributes. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 66, n. 5-8, p. 663-677, 2013. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00170-012-4356-0>>. Acesso em: 21 de março de 2021, 8h40min.

AZEVEDO, R. G. **Aplicação de princípios do pensamento enxuto no processo de envio e devolução de correspondências em um banco privado**. 2014. 52 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle>>. Acesso em: 22 de julho de 2019, 22h10min.

BARBOSA, E. B. Zona Franca de Manaus: política brasileira de desenvolvimento socioeconômico regional. **Economia Latino Americana**, n. 184. p. 57-59, maio 2013. Disponível em: <[https://Artigo\\_publicado\\_na\\_revista\\_Economia\\_Latino\\_Americana.pdf](https://Artigo_publicado_na_revista_Economia_Latino_Americana.pdf)>. Acesso em: 03 de junho de 2020, 20h50min.

BARROS, C. A. C. **Excelência em Serviços, Uma questão de sobrevivência no mercado**. 2 ed. Rio de Janeiro. Qualitymark, 1999.

BARROS, R. P. *et al.* **A queda recente da desigualdade de renda no Brasil**. v.2. Brasília: Ipea, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br>>. Acesso em: 17 de novembro de 2019, 10h55min.

BERGMANN, N. *et al.* Ferramentas da qualidade: definição de fluxogramas para a confecção de jalecos industriais. In: **2ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR**, v. 1, pp. 1-10, Horizontina, Rio Grande do Sul, outubro, 2012.

BRAVO, I. **Gestão da Qualidade em Tempos de Mudança**. 2. ed. Campinas: Alinea, 2010.

BRUNET, A. P. Kaizen in Japan: an empirical study. **International Journal of Operations & Production Management**. v 23. 2003.

CAMARGO, G. Comportamento do consumidor e a evolução tecnológica das empresas. **E-commercebrasil**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.ecommercebrasil.com.br/artigos/comportamento-do-consumidor>>. Acesso em: 10 de junho de 2019. 23h45min.

CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total (no Estilo Japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 10 de junho de 2019. 22h35min.

CANDELORO, R. **Não Tenha Dúvidas: Método 5W2H**. São Paulo: Portal dos Administradores, 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 20h25min.

CANTANHEDE, M. A. D. **Lean Thinking em Desenvolvimento de Software: Estudo e Aplicação de Ferramenta para Avaliação do Lean em Software**. 2014. 143f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Inovação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Limeira, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/267703>>. Acesso em: 10 de junho de 2019, 00h20min.

CARLO, F. *et al.* Layout Design for a Low Capacity Manufacturing Line: A Case Study. **International Journal of Engineering Business Management**. v.5, n. 35, 2013.

CORRÊA, H. L. CORRÊA, C. A. **Administração da produção e operações manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

DAL FORNO, A. J *et al.* Value Stream Mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of Lean tools. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 72, n. 5-8, p. 779-790, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00170-014-5712-z>>. Acesso em: 21 de março de 2021, 17h55min.

DAMAZIO, A. **Administrando com a Gestão Pela Qualidade Total**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.

DANTAS, C. L. **Lean IT: Estudo de Lean Thinking na área de Tecnologia da Informação**. 2016. 55f. Trabalho de Graduação (Graduação em Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Tecnologia, Limeira, 2016. Disponível em: <<https://liag.ft.unicamp.br/leanit/wp-content/uploads/sites/8/2017/05/5414VfinalTCCCibele.pdf>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 19h20min.

DEMING, W. E. **Quality, Productivity and the Competitive Position**, Cambridge University Press, 1986.

DIMARIO, R. K. Aplicação de ferramentas de manufatura enxuta em processo de montagem de motocicletas no Polo Industrial de Manaus. **Revista Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, pp. 26839-26861, 2020.

DOS SANTOS, A. A. M. *et al.* Gestão da qualidade: conceito, princípio, método e ferramentas. **Revista Científica INTERMEIO**, Fortaleza, Ano 1, Número 2, pp. 91, 2013. Disponível em: <<http://www.fafor.edu.br/pesquisa/arquivos/revistaintermei>>. Acesso em: 28 de agosto de 2020, 21h20min.

FELISBERTO, D. **Kaizen: melhoria contínua**. Farmoz – Meet & Learn. Módulo 4, 2018. Disponível em: <[https://www.meetandlearn.farmoz.pt/uploads/Kaizen\\_Melhoria\\_Continua.pdf](https://www.meetandlearn.farmoz.pt/uploads/Kaizen_Melhoria_Continua.pdf)>. Acesso em: 26 abril de 2019, 22h25min.

FERREIRA, R. R. **O Kaizen como sistema de melhoria contínua dos processos: um estudo de caso na Mercedes-Benz do Brasil LTDA planta Juiz de Fora**. 2009. 69f. Monografia, Curso de Secretariado Executivo Trilíngue, Departamento de Letras, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009. Disponível em: <<http://www.secretariadoexecutivo.ufv.br>>. Acesso em: 12 de outubro de 2020, 13h50min.

GALVÃO, L. R. *et al.* Aplicação de métricas Lean para análise e melhoria em processos de manutenção de software. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, 2014, Recife. **Anais eletrônicos**. Recife: SBQS, 2014.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção – Mais do que simplesmente Just-In-Time**. 1. ed. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 1996.

GILBRETH, F. B. **Motion Study: a methody for increasing the efficiency of the workman**, D. Van Nostrand Company, New York, NY, 1911.

GONTIJO, F. E. *et al.* Estratégia de fornecimento na indústria de duas rodas: um estudo de caso de comkership. In: VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010,

Niterói. **Anais eletrônicos**. Niterói: Inovarse, 2010. Disponível em: <[https://www.inovarse.org/sites/default/files/T10\\_0266\\_1151\\_7.pdf](https://www.inovarse.org/sites/default/files/T10_0266_1151_7.pdf)>. Acesso em: 24 de outubro de 2020, 19h20min.

GROSELLI, A. C. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. 2014, 52p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) Engenharia de produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/.pdf>>. Acesso em: 18 de setembro de 2020, 18h55min.

GUERREIRO, R.; SOUTES, D. O. Práticas de gestão baseada no tempo: um estudo em empresas no Brasil. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 24, n. 63, p. 181-194, 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/rcf/article/view/78830>>. Acesso em: 16 março 2020, 17h25min.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen: estratégia e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: Instituto IMAM, 1996.

JAMES-MOORE, S.M. & GIBBONS, A. Is lean manufacture universally relevant? An investigative methodology. **International Journal of Operations and Production Management**, Vol. 17, N° 9, p. 899-911, 1997.

JUSTA, M. A. O. da; BARREIROS, N. R. Técnicas de Gestão do Sistema Toyota de Produção. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 05, n. 01, pp. 01 – 17, 2009.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

\_\_\_\_\_. **Entenda as mudanças no comportamento do consumidor com a evolução tecnológica**. 10. ed. São Paulo: GS1 Brasil, 2017.

LAGO, N.; CARVALHO, D.; RIBEIRO, L. MM. Lean office. **Revista Fundação**, [S.l.], v. 248, n. 249, pp. 6-8, 2008. Disponível em: <<http://lean.dps.uminho.pt/ArtigosRevistas/LeanOffice.pdf>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 21h20min.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LODGAARD, E.; GAMME, I.; AASLAND, K. E. Success Factors for PDCA as Continuous Improvement Method in Product Development. In: **IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems.**, 2012. p. 645-652.

MANDELLI, L. F. **Práticas lean manufacturing e métricas de desempenho em empresas do setor automotivo da Serra Gaúcha.** 2016. 147f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1251/Dissertacao%20Felipe%20Luis%20Mandelli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 de março de 2021, 22h20min.

MARIANI, C. A. Método PDCA e Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um estudo de Caso. **RAI – Revista de Administração e Inovação**, v. 2, n. 2, pp. 110-126, 2005. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/973/97317090009.pdf>>. Acesso em: 22 de outubro de 2020. 23h30min.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade.** 2. ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2003.

MORAES, R. F. *et al.* Filosofia Kaizen aplicada em uma indústria automobilística. In: X SIMPEP-Simpósio de Engenharia de Produção, Bauru, 2003, Bauru. **Anais eletrônicos.** Bauru: SIMPEP, 2003. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile>>. Acesso em: 21 de fevereiro de 2020, 20h30min.

MOTTA, S. C. S.; MARINS, C. S. Análise da aplicação da ferramenta MASP no controle de estoque de uma usina siderúrgica. In: **IX SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, Resende. 2012. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/22416833.pdf>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 23h15min.

MUCHIRI, P., PINTELON, L. Performance measurement using Overall Equipment Effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion, **International Journal of Production Research**, v.46, n. 13, p. 3517- 3535, 2008.

NOGUEIRA, A. A. *et al.* **Gestão de Marketing: Notas de estudo de Administração Empresarial.** São Paulo: AEDB, 2019.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção - Além da Produção Em Larga Escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, L. F. **Aplicação de princípios Lean Manufacturing com ênfase no uso da ferramenta SMED em processos industriais utilizados na fabricação de condicionadores de ar na empresa Midea Carrier do Brasil.** 2017. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Universidade do Minho, Manaus, 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1822/58595>>. Acesso em: 28 de outubro de 2020, 15h15min.

ORIBE, C. **PDCA: origem, conceitos e variantes dessa ideia de 70 anos.** Minas Gerais: Qualypro, 2009. Disponível em: <<http://www.qualypro.com.br/artigos/pdca-origem-conceitos-e-variantes-dessa-ideia-de-70-anos>>. Acesso em: 19 de março de 2021, 19h25min.

PARABONI, P. B.; OLIVEIRA, R. P. Eficiência global dos equipamentos pela abordagem da gestão do posto de trabalho: um estudo de caso na indústria metal-mecânica. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2011, Belo Horizonte. **Anais do evento.** Disponível em: <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 23h50min.

PETERSEN, K.; WOHLIN, C. Measuring the Flow in Lean Software Development. **Software: Practice and Experience**, Blekinge, v. 41, n. 9, pp 975-996, 2011. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/spe.975>>. Acesso em: 21 de março de 2021, 20h40min.

POLAT, Z. A. *et al.* Determining strategies for the cadaster 2034 vision using an AHP-Based SWOT analysis: A case study for the Turkish cadastral and land administration system. [S.l]: **Land Use Policy**, v 67, pp. 151-166., 2017.

RADHARAMANAN, R. *et al.* Quality and Productivity Improvement in a Custom-Made Furniture Industry Using Kaizen. **Computers and Industrial Engineering**. V. 31. EUA, 1996.

RAHANI, A. R.; AL-ASHRAF, M. Production flow analysis through value stream mapping: a lean manufacturing process case study. **Procedia Engineering**, v. 41, pp. 1727-1734, 2012. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705812027750>>. Acesso em: 21 de março de 2021, 21h10min.

REBECHI, R. **Sistema Operacional Kaizen: Um Estudo de Caso sobre a Implantação do Sistema Operacional Oriental em um Empresa Ocidental. Tese de Mestrado em Engenharia de Gestão Industrial.** 2018. Dissertação (Mestrado) – Uni-Anhanguera, Goiás, 2018.

ROSA, G. P. *et al.* A reorganização do layout como estratégia de otimização da produção. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 9, n. 2, p. 139, 2014.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção *Lean Manufacturing***. Rio de Janeiro; Elsevier, 2014.

ROTHER, M., SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

ROZENFELD, H *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produto: uma referência para a melhoria do processo**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 291p, 1996.

SIGNOR, Diogo *et al.* **O efeito da inovação tecnológica sobre as vendas na indústria brasileira de duas rodas: uma análise da introdução dos motores bicombustível usando controles sintéticos**. Trabalho de Pós-Graduação (Mestrado em Economia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/132755>>. Acesso em: 18 de setembro de 2020, 19h35min.

SILVA, A. O., *et al.* Gestão da qualidade: Aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. In: 3ª Semana Internacional das Engenharias da FAHOR., 2013. **Anais do evento**, Horizontina. Disponível em: <[https://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao\\_de\\_qualidade.pdf](https://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2013/gestao_de_qualidade.pdf)>. Acesso em: 17 de outubro de 2020, 23h10min.

SILVA, A. L. **Um modelo de projeto de layout para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta**. Gest. Prod., São Carlos, v. 19, n. 3, p. 531-541, 2012.

SILVA, C. FERREIRA, H. **Projeto-piloto Consultoria de Gestão às Farmácias**. Associação Nacional das Farmácias. [S.l]:

SINGH, J. and SINGH, H. Kaizen Philosophy: A Review of Literature. **IUP journal of operations management**, v. 8, n. 2, p. 51, 2009.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SOBEK, D.K., SMALLEY, A. **Understanding A3 Thinking, A Critical Component of Toyota's PDCA Management System.** Productivity Press, New York, 2008.

SOUZA, D. P. **Metodologia de Mapeamento para Gestão de Processos.** 2014. 92f. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/139426/000989851.pdf>>. Acesso em: 19 de março de 2021, 19h55min.

SOUZA, S. R. O.; DA LUZ, I. B. Proposta de redução de custo com avarias no tanque de combustível da motocicleta: um estudo de caso em uma empresa do Polo de Duas Rodas de Manaus. In 1 Encontro de trabalhos científicos das Engenharias Mecânica e Produção, 2018, Manaus. **Anais eletrônicos**, Manaus: UNINORTE/ LAUREATE, 2018. Disponível em: <<https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos>>. Acesso em 18 de setembro de 2020, 19h25min.

SKINNER, W. **Manufacturing – missing link in corporate strategy.** New York: Macmillan, 1969.

SUFRAMA - SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. **Indicadores industriais.** Manaus: Suframa, 2019. Disponível em: <<https://www.suframa.gov.br>>. Acesso em 28 de agosto de 2019, 15h25min.

PELICIA, D. L. D., PIERRE, F. C. Utilização da metodologia 5 porquês para a melhoria do processo de uma chapa dobrada em uma empresa automobilística. In: IV JORNADA CIENTIFICA E TECNOLÓGICA, 2015, Botucatu. **Anais do evento**, Botucatu: JORNACITEC, 2015. Disponível em: <<http://www.jornacitec.fatecbt.edu.br/index.php>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 1h45min.

TAPPING, D., SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas-8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas.** São Paulo: Editora Leopardo, 2010.

VIEIRA FILHO, G. **Gestão da qualidade total: uma abordagem prática.** 6. ed. Campinas: Alínea, 2019. Disponível em: <<http://www.grupoatomoealinea.com.br/gestao-da-qualidade-total-uma-abordagem-pratica.html>>. Acesso em: 19 de março de 2021, 20h40min.

VENTURINI, S. F. *et al.* **O impacto das interrupções em uma empresa de ti-análise dos 7 desperdícios.** v. 7, n. 1. Canoas: Cippus, 2019.

WEISS, A. E. **Processos de fabricação mecânica.** Curitiba: Livro Técnico, 2012.

\_\_\_\_\_**Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know.** Grã-Bretanha: Pearson Education Limited, 2011.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing.** Belo Horizonte: Werkema, 2006.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. D. **The Machine that Changed the World.** New York: Macmillan, 1990.

\_\_\_\_\_**Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation,** 2<sup>nd</sup> ed., London: Simon & Schuster, 2003.

\_\_\_\_\_**A mentalidade enxuta nas empresas: Elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

ZSCHORNACK, T. *et al.* Aplicação da ferramenta MASP para direcionamento de ações de combate a inadimplência na companhia águas de Joinville. In: XVII SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, Bauru. **Anais do evento,** Bauru: SIMPEP, 2010. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/profile>>. Acesso em: 27 de outubro de 2020, 21h20min.