



**JOÃO VICTOR TEIXEIRA MAGALHÃES**  
**MATHEUS MARQUES PETROCINO**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE EM UMA  
INDÚSTRIA DO SETOR AUTOMOTIVO**

**LAVRAS-MG**

**2023**

**JOÃO VICTOR TEIXEIRA MAGALHÃES**  
**MATHEUS MARQUES PETROCINO**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO  
SETOR AUTOMOTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Engenharia Mecânica,  
para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula  
Orientador(a)

**LAVRAS-MG**  
**2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Teixeira Magalhães, João Victor.  
Petrocino, Matheus Marques.

Implementação de ferramentas de qualidade em uma indústria do setor automotivo / João Victor Teixeira Magalhães/ Matheus Marques Petrocino. - 2023.

42 p.

Orientador(a): Luana Elis de Ramos e Paula.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.  
Bibliografia.

1. Ferramentas de Qualidade. 2. Ferramenta 5S. 3. Setor automotivo. I. Ramos e Paula, Luana Elis de. II. Título.

**JOÃO VICTOR TEIXEIRA MAGALHÃES  
MATHEUS MARQUES PETROCINO**

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE EM UMA INDÚSTRIA DO  
SETOR AUTOMOTIVO  
APPLICATION OF QUALITY TOOLS IN AN AUTOMOTIVE INDUSTRY**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Engenharia Mecânica,  
para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 21 de julho de 2023.

Dra. Luana Elis de Ramos e Paula- UFLA

Dr. Raphael Nogueira Rezende- UFLA

Dr. Lucas Henrique Pedrozo Abreu - UFLA

Prof. Dra. Luana Elis de Ramos e Paula

Orientador(a)

**LAVRAS-MG  
2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaríamos de agradecer e dedicar este trabalho às seguintes pessoas:

Agradecer a Deus por ter nos dado saúde, sabedoria e paciência para podermos chegar até aqui.

Nossos pais, Sr. Pascoal Petrocino Netto, Sra. Neuza Aparecida Marques, Sr. Éder José Coelho Magalhães e Sra. Débora Alves Teixeira que nos incentivaram e não mediram esforços para investirem em nosso conhecimento.

Aos nossos irmãos, Marina Marques Petrocino, Marielle Marques Petrocino, Paschoal Petrocino e Natália Caroline Teixeira Magalhães.

Aos nossos amigos, de Ouro Branco, de Conceição do Rio Verde e aqueles que conhecemos em Lavras, que foram peças fundamentais no decorrer do nosso curso.

À nossa orientadora Luana, que sempre procurou nos ajudar a resolver todas as dificuldades.

À Universidade Federal de Lavras como um todo, que sempre nos proporcionou os melhores recursos para um aprendizado de alta qualidade.

*“Sucesso é uma maratona com milhões de tiros curtos de disciplina”*  
*Joel Jota*

## RESUMO

Atualmente, a busca pela qualidade é algo presente em todos os ramos da indústria. A qualidade nos processos de uma empresa é um aspecto fundamental para garantir a eficiência, eficácia e competitividade no mercado. Além de que envolve a adoção de práticas e abordagens sistemáticas para atingir resultados consistentes, satisfazer as necessidades dos clientes e alcançar os objetivos organizacionais. Assim, um sistema de gestão da qualidade se torna imprescindível para o controle das atividades relacionadas a qualidade do produto e do processo envolvido. O uso das ferramentas de qualidade bem fundamentadas, possuem um papel crucial na padronização de uma linha de produção. Quando utilizadas de maneira correta, essas ferramentas otimizam diversos resultados de uma empresa, oferecendo uma possibilidade de aprimoramento das várias fases do processo e podem ser aplicadas em diferentes setores do mercado. Ao buscar a excelência nos processos, as empresas podem alcançar resultados superiores, fortalecer sua posição no mercado e impulsionar o crescimento sustentável. O presente trabalho tem por objetivo descrever como a utilização das ferramentas de qualidade, auxiliam na otimização dos produtos, como também promover a melhora na linha de produção.

**Palavras-chave:** Ferramentas de qualidade. Melhorias. Produção.

## **ABSTRACT**

Currently, the search for quality is present in all branches of industry. The quality of a company's processes is a fundamental aspect to ensure efficiency, effectiveness and competitiveness in the market. As well as involving the adoption of systematic practices and approaches to achieve consistent results, experience customer needs and achieve organizational goals. Thus, a quality management system becomes suitable for controlling activities related to the quality of the product and the process involved. The use of well-founded quality tools plays a crucial role in standardizing a production line. When used correctly, these tools optimize different results for a company, offering the possibility of improving the various stages of the process and can be applied in different sectors of the market. By pursuing process excellence, companies can achieve superior results, strengthen their market position and support sustainable growth. The present work aims to describe how the use of quality tools, assist in the optimization of products, as well as promote improvement in the production line.

**Keywords:** Quality tools. Improvements. Production.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Melhoria contínua do sistema de gestão de qualidade.....	13
<b>Figura 2</b> – Listagem dos 5S com os respectivos significados. ....	17
<b>Figura 3</b> – Separação por necessidade de utilização. ....	18
<b>Figura 4</b> – Promoção da ordem e da limpeza do local. ....	19
<b>Figura 5</b> – Exemplo do layout funcional em um setor de usinagem. ....	21
<b>Figura 6</b> – Montagem de um avião (Exemplo de layout fixo). ....	21
<b>Figura 7</b> – Exemplo do layout funcional em um setor de usinagem. ....	22
<b>Figura 8</b> – Exemplo de um plano de ação utilizando 5W2H.....	24
<b>Figura 9</b> – Diagrama de Ishikawua.....	25
<b>Figura 10</b> – Fluxograma de atividades. ....	28
<b>Figura 11</b> – Padrão de etiquetas.....	33
<b>Figura 12</b> – Layout proposto. ....	34
<b>Figura 13</b> – Layout da área, denominado RT01. ....	35
<b>Figura 14</b> – RT01 em funcionamento.....	35
<b>Figura 15</b> – Planilha para controle e peças na RT01. ....	36
<b>Figura 16</b> – Fluxograma de melhorias.....	37
<b>Figura 17</b> - Modelo para ser utilizado nas máquinas.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Figura 18</b> – Desenho com ângulo especificado.....	39
<b>Figura 19</b> – Variação dos ângulos medidos.....	40
<b>Figura 20</b> – 5W2H. ....	41
<b>Figura 21</b> – Diagrama de Ishikawa.....	42
<b>Figura 22</b> – Quantidade de peças.....	43
<b>Figura 23</b> – Comportamento do indicador de refugo. ....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Descrição dos processos e numeração das máquinas da linha de produção.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
<b>Tabela 2-</b> Processo e análise de segurança. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 3-</b> Riscos identificados, causas e ações a serem tomadas.	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 4-</b> Indicação do problema com o setor responsável. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 5-</b> Classificação das etapas do processo em análise. ....	38
<b>Tabela 6-</b> Principal motivo de refugo .....	39
<b>Tabela 7-</b> Identificação de máquina e processo.....	39
<b>Tabela 8-</b> Dados dos ângulos das medições.. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 9-</b> Possíveis causas.....	41

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1. SETOR AUTOMOTIVO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. ISO 9001 .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Ferramentas de Qualidade .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.1 Ferramenta 5S .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.2 Princípios Fundamentais do <i>Layout</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.3 5W2H .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.4 Poka-Yoke .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.5 Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.6. Ferramenta 5G.....</b>	<b>26</b>
<b>3 MATERIAIS E METODOS .....</b>	<b>28</b>
<b>3.1 Análise de Segurança do Trabalho .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2 Estudo de <i>Layout</i>.....</b>	<b>28</b>
<b>3.3 Análise do processo.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Verificação da Documentação .....</b>	<b>29</b>
<b>3.5 Análise de Dados.....</b>	<b>29</b>
<b>3.6 Tomada de Decisão .....</b>	<b>30</b>
<b>3.7 Implementação.....</b>	<b>30</b>
<b>3.8 Validação de Dados .....</b>	<b>30</b>
<b>3.9 Padronização.....</b>	<b>30</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1. Análise da linha de produção. ....</b>	<b>31</b>
<b>4.2. Análise de segurança do trabalho .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3. Análise do layout.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4. Análise do processo e verificação da documentação. ....</b>	<b>37</b>
<b>4.5. Implementação de ferramentas da qualidade.....</b>	<b>39</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A qualidade é dos fatores mais importantes em uma empresa e está diretamente relacionado a competitividade no mercado de trabalho. Porém, garantir a qualidade não é uma tarefa simples e envolve algumas variáveis que podem ou não ser mensuráveis dentro do processo produtivo.

O ambiente de trabalho, local onde o operador realiza suas funções no cotidiano deve ser otimizada para que o mesmo se sinta seguro e confortável para realizar suas funções. De acordo com Dikesch e Mozzato (2004), a pressão do mercado, resultante das diretrizes gerenciais e da abertura comercial, que cria um ambiente nacional mais competitivo, está impulsionando a redefinição dos padrões de competitividade. Essa redefinição enfatiza a importância da qualidade no processo, não apenas no produto, como requisito essencial para a sustentabilidade dos empreendimentos de negócios.

A busca pela qualidade é algo presente em todos os ramos da indústria atualmente. A globalização da economia faz que o mercado crie exigências para o produto a fim de garantir a qualidade do mesmo. Tomando essa premissa como verdadeira, a importância de um sistema de gestão da qualidade se torna imprescindível para o controle das atividades relacionadas a qualidade do produto e do processo envolvido.

O planejamento das atividades que buscam a qualidade leva a empresa a conquistar um lugar de destaque, uma vez que garante aos seus clientes a entrega de produtos de excelência. Essas atividades estão em constante mudança, tendo em vista principalmente os altos requisitos dos clientes.

Uma empresa e/ou marca é tida como de qualidade quando consegue atender aos objetivos definidos pelos seus clientes. Dentro desse contexto, existem diferentes ferramentas voltadas para a qualidade do produto e gestão da qualidade, que se mostram de grande importância para o reconhecimento da organização perante a competição do mercado.

O presente trabalho teve por objetivo a aplicação de ferramentas de qualidade na otimização da linha de produção e na promoção de um melhor controle do produto final em um processo industrial.

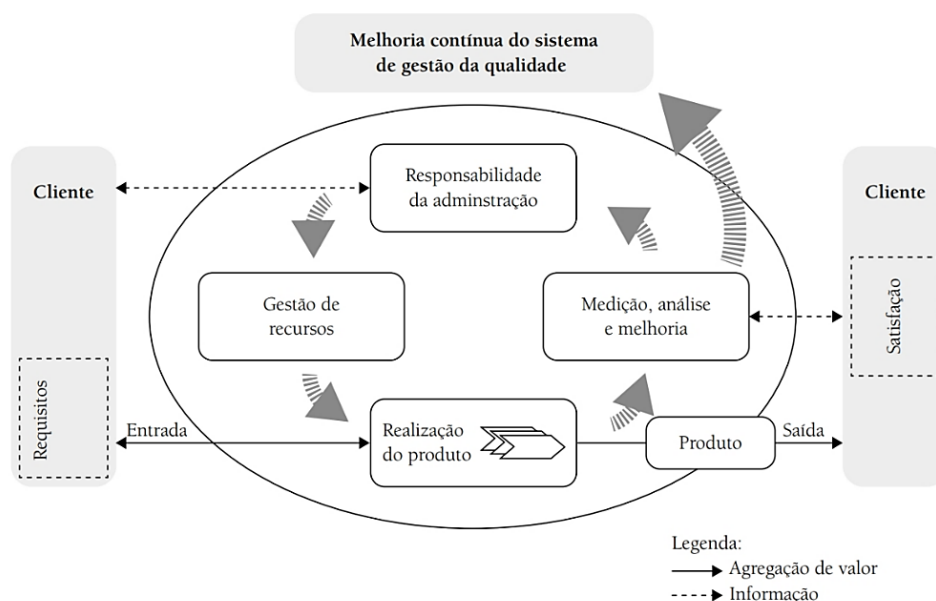
## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

No período da Segunda Guerra Mundial, as indústrias americanas aumentaram as aplicações do controle de qualidade, com isso, produziam bons suprimentos, com menores custos. No mesmo período, os produtos japoneses, competiam em preço no mercado internacional, porém, faltava qualidade. Com o passar dos anos, os japoneses perceberam que o controle de qualidade dependia muito de fatores humanos e culturais. Foi quando, Ishikawa, em 1989, apresentou o controle total de qualidade japonês, fazendo o país fabricar produtos competitivos no mundo todo (LOBO, 2010).

O planejamento da produção é crucial para o êxito de uma organização em suas iniciativas de produzir com qualidade. Um plano de produção tem como objetivo primordial guiar as estratégias das empresas e instituições, visando obter maior eficiência, eficácia e efetividade nas atividades relacionadas à produção. Além disso, busca-se comunicar essas estratégias aos níveis superiores da organização e justificar o orçamento requerido (LOBO, 2020).

Na Figura 1, ilustra como funciona a melhoria contínua no sistema da gestão da qualidade, o que deixa evidente o fluxo da produção até o destino final (cliente). Dentro desse modelo, pode-se aplicar diversas ferramentas de qualidade para otimizar processos e reduzir custos.

Figura 1 – Melhoria contínua do sistema de gestão de qualidade.



Fonte: Lobo (2020).

## **2.1. SETOR AUTOMOTIVO**

A indústria automotiva é um setor crucial da economia global, responsável pela fabricação e comercialização de veículos motorizados. Ao longo dos anos, essa indústria passou por constantes mudanças e evoluções, impulsionadas por avanços tecnológicos, mudanças nas preferências dos consumidores e regulamentações ambientais mais rigorosas. Desde a produção em massa de automóveis no início do século XX, a indústria tem se destacado por sua capacidade de inovação e adaptação. (LIMA, 2004)

A eletrificação dos veículos tornou-se uma prioridade nos últimos anos. Montadoras têm se empenhado em desenvolver e comercializar veículos elétricos para reduzir as emissões de carbono e combater as mudanças climáticas. Tecnologias avançadas de baterias, maior autonomia dos veículos elétricos e uma infraestrutura de carregamento em expansão têm impulsionado o aumento da adoção dos carros elétricos em muitos países. (OLIVEIRA, 2006)

Outro aspecto importante é a busca contínua pela condução autônoma. A indústria automotiva tem investido pesadamente em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para criar veículos autônomos seguros e confiáveis. Essa tendência promete revolucionar a maneira como os veículos são utilizados, aumentando a segurança nas estradas e oferecendo maior conveniência aos motoristas. (OLIVEIRA, 2006)

Além disso, a conectividade tem se tornado uma característica essencial dos carros modernos. Os veículos estão cada vez mais equipados com sistemas de info-entretenimento, navegação por GPS e integração com smartphones. A Internet das Coisas permitiu que os carros se comuniquem com outros dispositivos e infraestruturas, melhorando a experiência do motorista e a eficiência do veículo. (CASOTTI; GOLDENSTEIN, 2008)

Em resumo, a indústria automotiva tem passado por uma transformação significativa nos últimos anos, com foco na eletrificação, condução autônoma, conectividade e novos modelos de mobilidade. Essas mudanças estão moldando o futuro da indústria, tornando-a mais sustentável, segura e eficiente, à medida que enfrenta os desafios do século XXI.

## **2.2. ISO 9001**

De acordo com Tarí et al (2012), a ISO 9001 é uma norma internacional que estabelece critérios e diretrizes para a implementação de um sistema de gestão da qualidade em uma organização. Ela foi desenvolvida pela Organização Internacional de Normalização (ISO) e é reconhecida mundialmente como uma referência para garantir a qualidade dos produtos e serviços oferecidos por uma empresa.

O principal objetivo da ISO 9001 (ABNT, 2015) é melhorar continuamente a qualidade dos processos internos e a satisfação do cliente. Ela proporciona um conjunto de diretrizes para

que as organizações estabeleçam e implementem políticas e procedimentos que visam atender às necessidades e expectativas dos clientes, garantindo a conformidade com os requisitos legais e regulamentares aplicáveis, sendo baseada em oito princípios de gestão da qualidade, que são:

- Foco no cliente: A organização deve entender e atender às necessidades atuais e futuras dos clientes, buscando sua satisfação.
- Liderança: Os líderes da organização devem estabelecer uma visão clara, criar um ambiente de trabalho favorável e envolver as pessoas para alcançar os objetivos da qualidade.
- Envolvimento das pessoas: Todos os colaboradores devem ser capacitados e envolvidos na melhoria contínua da qualidade.
- Abordagem de processo: As atividades e recursos da organização devem ser gerenciados como processos inter-relacionados, a fim de alcançar os resultados desejados de forma eficiente.
- Abordagem sistemática para a gestão: A gestão da qualidade deve ser baseada em uma abordagem sistemática, com processos bem definidos e métodos de monitoramento e medição.
- Melhoria contínua: A organização deve buscar continuamente a melhoria de seus processos, produtos e serviços.
- Abordagem baseada em fatos para a tomada de decisão: As decisões devem ser baseadas em informações e análises de dados.
- Relações mutuamente benéficas com fornecedores: A organização deve estabelecer relacionamentos de parceria com seus fornecedores, a fim de criar valor mútuo.

A implementação da ISO 9001 requer um planejamento cuidadoso e a dedicação de recursos da organização. O processo envolve as seguintes etapas:

- Comprometimento da alta direção: A alta direção da organização deve estar comprometida com a implementação e manutenção do sistema de gestão da qualidade.

- **Análise de lacunas:** A organização deve avaliar sua situação atual em relação aos requisitos da ISO 9001 e identificar as lacunas existentes.
- **Estabelecimento de políticas e objetivos da qualidade:** Com base na análise de lacunas, a organização deve estabelecer políticas e objetivos da qualidade alinhados com os requisitos da norma.
- **Documentação do sistema de gestão da qualidade:** A organização deve desenvolver e manter a documentação necessária para descrever os processos, procedimentos e responsabilidades relacionados à qualidade.
- **Implementação e operação:** A organização deve implementar as políticas e procedimentos definidos, atribuir responsabilidades, fornecer treinamento adequado e estabelecer controles para garantir a conformidade com os requisitos da ISO 9001.
- **Monitoramento e medição:** A organização deve estabelecer mecanismos de monitoramento e medição para avaliar o desempenho dos processos e a eficácia do sistema de gestão da qualidade.
- **Análise crítica pela direção:** A alta direção deve revisar regularmente o desempenho do sistema de gestão da qualidade, com base em dados e informações relevantes, e tomar ações corretivas e preventivas quando necessário.
- **Auditorias internas:** A organização deve conduzir auditorias internas para verificar a conformidade com os requisitos da ISO 9001 e identificar oportunidades de melhoria.
- **Certificação:** Após a implementação do sistema de gestão da qualidade, a organização pode optar por buscar a certificação por uma entidade certificadora externa. A certificação é uma avaliação independente que confirma que a organização atende aos requisitos da ISO 9001.

É importante ressaltar que a implementação da ISO 9001 não é um processo único, mas sim um ciclo contínuo de melhoria. A norma incentiva as organizações a buscar a excelência em suas operações e aperfeiçoar constantemente seus processos, visando sempre a satisfação do cliente e a eficiência interna.



Ao adotar a ISO 9001, uma organização pode colher diversos benefícios, tais como: melhoria da qualidade dos produtos e serviços, aumento da satisfação do cliente, redução de retrabalho e desperdícios, maior eficiência operacional, acesso a novos mercados e melhoria da imagem da empresa.

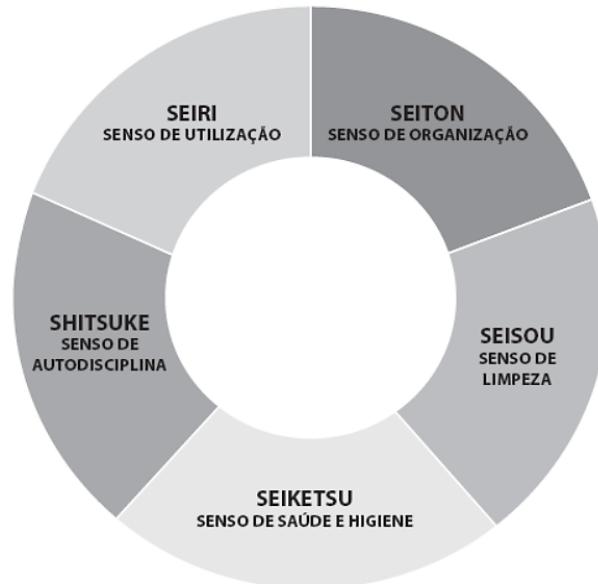
Em resumo, a ISO 9001 é uma norma de gestão da qualidade reconhecida internacionalmente, que fornece diretrizes e critérios para a implementação de um sistema de gestão da qualidade eficaz. Sua adoção ajuda as organizações a melhorar continuamente seus processos, produtos e serviços, visando a satisfação do cliente e a excelência operacional.

## 2.3 Ferramentas de Qualidade

### 2.3.1 Ferramenta 5S

Desenvolvido no Japão, o 5S é um método que provém das cinco palavras japonesas com a letra “S”, como pode-se observar na Figura 2:

Figura 2 – Listagem dos 5S com os respectivos significados.



Fonte: Paladini (2023).

De acordo com Lobo (2020) e Paladini (2023), os sentidos podem ser descritos da seguinte forma:

#### **Seiri (senso de utilização)**

*Seiri* é utilizar com discernimento os recursos disponíveis na empresa, tais como

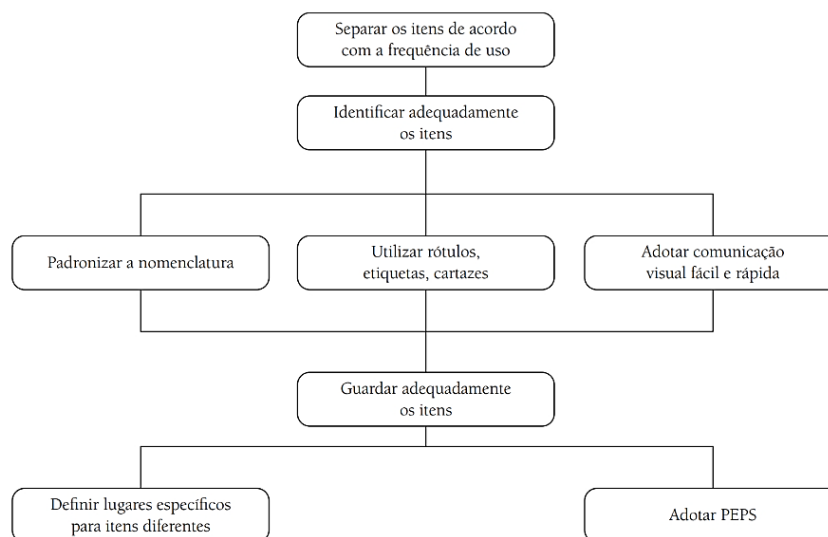
equipamentos, utensílios, informações e dados, descartando o que não atende à sua finalidade específica e eliminando fontes de desperdício, com o objetivo de aprimorar atividades e operações, é fundamental eliminar ações puramente burocráticas e estabelecer a utilização mais eficiente dos recursos.

### Seiton (Senso de organização)

“Um lugar para tudo e tudo no seu lugar” (DENNIS, 2008).

Como mostra na Figura 3, o segundo “S” dessa ferramenta é o que organiza tudo que sobrou de bens tangíveis (*layout*) e intangíveis (informações), para minimizar movimentos desperdiçados. Como consequência desse processo, se tem menor cansaço da movimentação, maior economia de tempo e maior agilidade nos processos.

Figura 3 – Separação por necessidade de utilização.



Fonte: Lobo (2020).

### Seiso (Senso de Limpeza)

Após as duas primeiras etapas, a etapa 3, o senso de limpeza, acaba ficando mais fácil de ser realizado, visto que implica em manter o local de trabalho ou ambiente, máquinas ou equipamentos e outros itens limpos e sem sujeira ou lixos espalhados. Visto que, essa etapa serve para informações e dados, tendo sempre que mantê-los atualizados, para se garantir uma correta tomada de decisão.

Identificar a fonte da sujeira e suas causas é crucial nesse conceito, pois o foco principal não reside na ação de limpar, mas sim no ato de não sujar. Essa abordagem visa prevenir ocorrências indesejáveis.

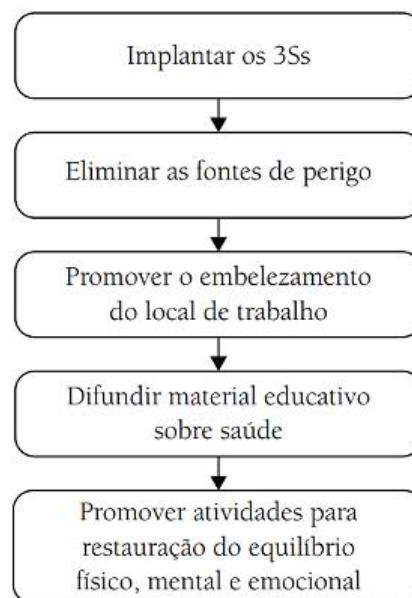
### **Seiketsu (Senso de saúde e higiene)**

Manter a área de produção após a organização e limpeza é de extrema importância. Por esse motivo, a organização estabelece procedimentos, regras e expectativas padronizadas para garantir a continuidade das operações em todas as áreas, em cada turno e com cada equipe. Essa abordagem busca criar métodos consistentes para a execução diária das tarefas mencionadas anteriormente.

Uma organização alcança a conformidade quando os funcionários reconhecem o valor do trabalho com base em uma métrica compartilhada, em vez de atuarem conforme suas preferências ou concepções pessoais sobre como o trabalho deve ser realizado.

Como mostra a Figura 4, o *Seiketsu* envolve estabelecer um ambiente propício para a saúde física e mental, livre de agressores e poluentes, mantendo condições sanitárias adequadas em áreas compartilhadas, como lavatórios, banheiros, cozinha, restaurante, entre outros. Também implica em promover a higiene pessoal e garantir que as informações e comunicações sejam claras, de fácil leitura e compreensão.

Figura 4 – Promoção da ordem e da limpeza do local.



Fonte: Lobo (2020).

### **Shitsuke (Senso de autodisciplina)**

A construção da autodisciplina pessoal e a incorporação do 5S como princípio fundamental são cruciais nesta etapa. Os benefícios das quatro fases anteriores do 5S são extremamente poderosos. Assim, é de extrema importância estabelecer essa cultura para

garantir a sustentabilidade do processo, tanto individualmente quanto dentro do ambiente organizacional.

Os pilares dessa ferramenta se encontram nesse último passo, que são disciplina e motivação, sem esses dois fatores, esse processo não passa de um manual sem funcionalidade alguma. Todo funcionário precisa entender a importância da segurança, ordem e limpeza e estar disposto a tomar as medidas necessárias etapas que garantem que os padrões prescritos sejam implementados.

### **2.3.2 Princípios Fundamentais do *Layout***

O arranjo físico ou *layout* em um ambiente produtivo se relaciona com a disposição estratégica dos recursos de transformação, incluindo instalações, máquinas, equipamentos e postos de trabalho. Um estudo minucioso e uma adaptação adequada do *layout* produtivo resultarão em melhorias significativas de produtividade. Agora, vamos explorar alguns desses ganhos (FERREIRA, 2021; MONDEN, 1984).

Os tipos de arranjo físico estão ligados à natureza do movimento existente na indústria, do produto, das máquinas ou do operário (LOBO, 2020).

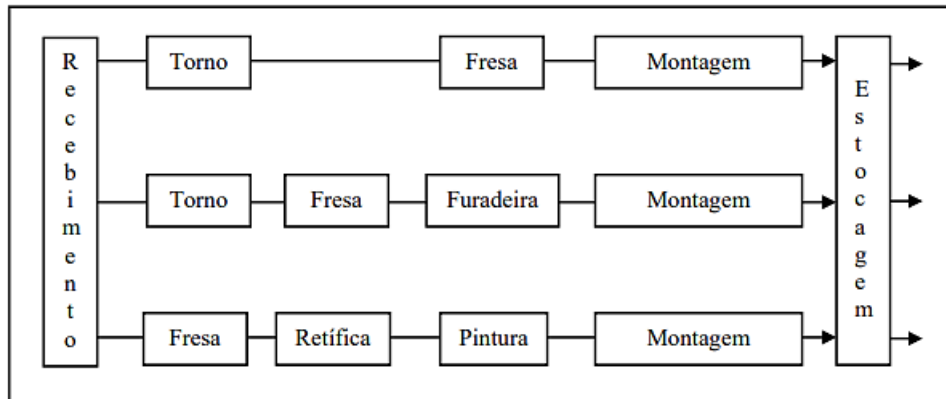
- Linear: *Layout* de produto
- Funcional: *Layout* por processo
- Fixo: *Layout* posicional

#### **Layout Linear**

Este tipo de *layout* tem disposição física voltada para o produto (Figura 5), em que os recursos produtivos transformadores são posicionados linearmente, levando em consideração a conveniência ideal para o recurso que está sendo transformado, possuindo, um fluxo de produtos, informações e clientes muito claro e previsível, tornando fácil controle (FERREIRA, 2021; PAOLESCHI, 2013).

Normalmente, nesse tipo de *layout*, possui fabricação de produto único ou de pequena variedade, com produtos em larga escala, visto que são necessários equipamentos especializados, agrupados em linha contínua, possuindo uma linha de montagem “restaurante self servisse” (FERREIRA, 2021; LUZZI, 2004).

Figura 5 – Exemplo do layout funcional em um setor de usinagem.



Fonte: Black (1998).

### Layout Fixo

Nesse modelo de *layout*, fica evidente que os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. Na maioria das vezes, esse arranjo é utilizado para processos de fabricação mais complexos, envolvendo grandes produtos, como navios e aviões. Sendo assim, máquinas, equipamentos e operadores movimentam até o produto ser montado (FERREIRA, 2021).

Na Figura 6, mostra a montagem de um avião para demonstrar o exemplo de layout físico, devido ao tamanho e complexidade da operação.

Figura 6 – Montagem de um avião (Exemplo de layout fixo).



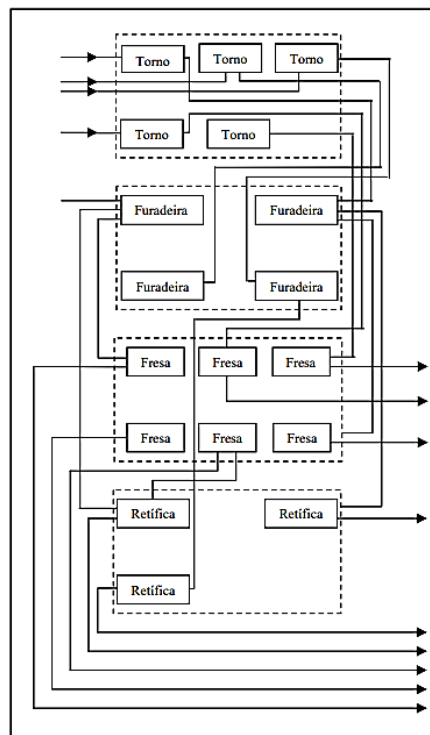
Fonte: GOUSSE, 2018

## Layout Funcional

De acordo com Monden (1984), o *layout* funcional é amplamente utilizado e se destaca pela presença de uma grande variedade de componentes e máquinas de uso genérico. Nesse tipo de *layout*, as máquinas ou postos de trabalho são agrupados de acordo com o tipo de operação que realizam, enquanto as peças são movimentadas em lotes de um setor para outro.

O *layout* funcional é altamente adequado para a produção em massa devido à sua capacidade de fabricar uma ampla variedade de produtos e à flexibilidade de se adaptar a alterações na demanda (Figura 7). Cada peça diferente, com sua própria sequência de operações específicas, pode ser encaminhada pelos departamentos na ordem adequada. Isso permite um fluxo eficiente de produção e facilita a produção de diferentes produtos de maneira organizada e eficaz (BLACK, 1998; DHONDT; BENDERS, 1998; FERREIRA, 2021; KANNAN; SOUMEN, 1996).

Figura 7 – Exemplo do layout funcional em um setor de usinagem.



Fonte: Black (1998).

### 2.3.3 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta estratégica da qualidade total, especialmente na área de produção, onde é necessário estabelecer um plano de ação tático em um curto período de tempo

quando algo não está indo conforme o planejado. Essa ferramenta funciona como um formulário para execução e controle de tarefas, atribuindo responsabilidades de acordo com os departamentos e prazos estabelecidos, levando em consideração os custos da operação (DANIEL; MURBACK, 2014; LOBO, 2010).

Esse plano deve ser elaborado de forma a possibilitar a identificação das etapas necessárias para a implementação das ações (LOBO, 2010). Assim, a sigla em inglês 5W2H significa:

- What (o que será feito);
- Who (quem será)
- When (quando será feito)
- Where (onde será feito)
- Why (por que será feito)
- How (como será feito)
- How Much (quanto custará)

No âmbito dos controles de segurança do trabalho, foi constatado que o uso dessa ferramenta proporcionou uma maior facilidade na identificação dos pontos que precisavam ser aprimorados, ao mesmo tempo em que aproximou os funcionários do processo, graças à sua simplicidade de compreensão (AVILA et al., 2016).

No mundo competitivo das empresas, o 5W2H é um método bastante utilizado, podendo trazer diversos ganhos de tempo e dinheiro, além de enxugar as perdas (GROSBELLI, 2014).

O processo de planejamento estratégico começa com a coleta de dados, que você pode realizar individualmente por meio de fluxogramas ou em reuniões com auxílio, como mostrado na Figura 8, um plano de ação bem fácil de ser criado, porém bastante útil para se entender como e quem irá executar as ações.

Figura 8 – Exemplo de um plano de ação utilizando 5W2H.

Ferramenta 5W2H com priorização GUT											
5W					2H		Status	Priorização			
What?	Why?	Where?	Who?	When?	How?	How much?		Situação	G	U	T
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?					
Realizar auditoria de 5S	Garantir os benefícios do programa	Almoxarifado	André	10/10/2017	Seguir roteiro de inspeção	R\$ 450,00	Pendente	5	4	5	100
Limpeza da área de produção	Garantir a qualidade do produto	Área de Produção	Nelson	25/10/2017	Com pano, balde, detergente e água	R\$ 150,00	Atrasada	5	5	3	75
Enviar molde para jateamento	Reduzir defeitos das peças	Jatex	Carlos	15/11/2017	Retirar molde de produção e enviar com nota para conserto	R\$ 5.450,00	Concluída	4	4	4	64

Fonte: Manica (2018).

### 2.3.4 Poka-Yoke

De acordo com Dennis (2008) e Dudek-Burlikowska (2009), a técnica Poka-Yoke tem a capacidade de ser aplicada tanto na prevenção de causas que podem resultar em ocorrências subsequentes de erros, como no controle de qualidade para determinar se um produto deve ser adotado ou rejeitado, de forma econômica. Embora nem sempre garanta uma eliminação de 100% da probabilidade de erros, em tais casos, os métodos Poka-Yoke têm a responsabilidade de detectar os erros o mais rápido possível.

Poka-Yoke é uma abordagem que visa minimizar erros humanos e falhas de processo, tornando os sistemas mais confiáveis e eficientes. Ao implementar dispositivos ou técnicas simples, é possível evitar ou corrigir erros antes que eles se tornem problemas maiores ou afetem a qualidade do produto final. No entanto, é importante destacar que o Poka-Yoke não é uma solução infalível para todos os problemas. Embora possa reduzir significativamente a ocorrência de erros, alguns erros podem escapar dos controles implementados. Portanto, é necessário combinar o uso de Poka-Yoke com outras estratégias de controle de qualidade, como inspeções e testes adicionais, para obter melhores resultados.

Ao adotar métodos Poka-Yoke, o objetivo principal é tornar o processo de produção mais robusto e confiável, minimizando erros e garantindo a satisfação do cliente. A detecção rápida de erros é uma parte fundamental dessa abordagem, permitindo que sejam corrigidos prontamente, evitando desperdícios de recursos e reduzindo o impacto negativo nos produtos finais.



Em resumo, a técnica Poka-Yoke desempenha um papel crucial na prevenção e detecção de erros, além de auxiliar no controle de qualidade. Embora não possa eliminar todos os erros, sua aplicação efetiva pode melhorar significativamente a eficiência e a confiabilidade dos processos de produção.

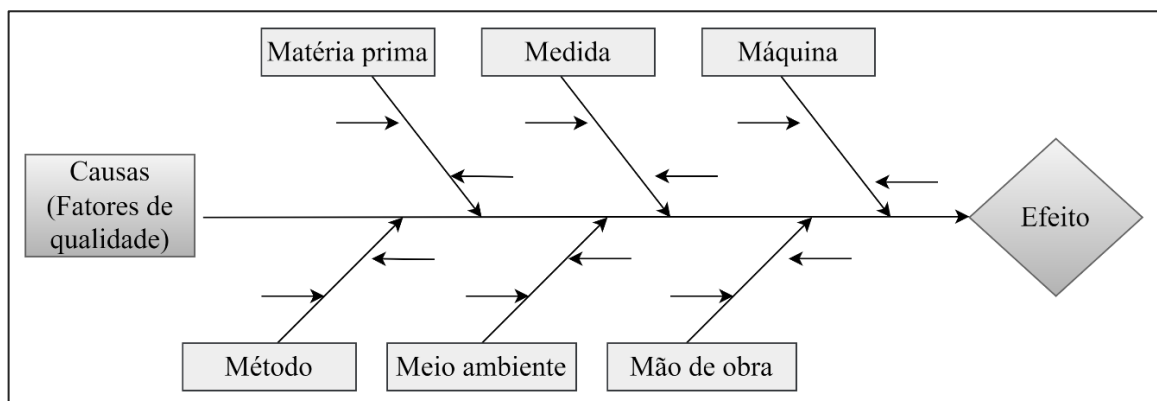
### 2.3.5 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta de controle estatístico de qualidade e foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa um engenheiro japonês, o mesmo afirmava que o uso das ferramentas de qualidades iria resolver 95% dos problemas de qualidade em qualquer organização seja ela industrial, comercial, de prestação de serviços ou de pesquisa (LOBO, 2020).

Esta ferramenta também é denominada de Diagrama de causa e efeito ou Diagrama espinha de peixe. Consiste em uma estrutura gráfica utilizada como metodologia de análise para demonstrar os fatores de influência, que são as causas, sobre um determinado efeito, que representa o problema em questão. Essas causas principais podem ainda, por sua vez, ser ramificadas em causas secundárias e/ou terciárias (FORNARI, 2010).

Além disso, o diagrama de Ishikawa pode ser denominado de 6Ms, uma vez que em sua representação gráfica tem-se os fatores classificados em seis tipos diferentes e todos com a mesma inicial, sendo eles: método, matéria-prima, mão de obra, máquinas, medidas, meio ambiente (SILVA; TROMBINE; CORREA, 2019). A Figura 9 ilustra esta ferramenta de qualidade.

Figura 9 – Diagrama de Ishikawua.



Fonte: Dos Autores (2023).

A elaboração do diagrama compreende em estabelecer o problema a ser estudado, identificar as possíveis causas e registrá-las no diagrama, agrupando em 6Ms. Em seguida,

efetua-se a análise, a fim de determinar as causas verdadeiras e por fim, realizar a correção do problema (FORNARI, 2010).

A aplicação dessa ferramenta apresenta algumas contribuições à qualidade, tais como: a ênfase na importância da participação das pessoas para solucionar problemas; inicia a ideia dos círculos de controle de qualidade, o qual descreve que todas as pessoas que participam do desenvolvimento de um trabalho, independente dos níveis, são responsáveis pelo resultado final obtido e que entendam e conheçam a sua parcela de responsabilidade no produto final obtido, conscientizando-se de que a qualidade, de fato, está em suas mãos; além disso, o diagrama de Ishikawa é composto de técnicas estatísticas e de orientação para pessoas. Apesar das contribuições, essa abordagem é considerada um método de solução de problemas visto como simplista (LOBO, 2020).

### **2.3.6. Ferramenta 5G**

Os termos - Gemba, Gembutsu, Gensoku, Genri e Gentisu - fazem parte dos princípios do Sistema Toyota de Produção, uma abordagem de gestão e produção desenvolvida pela Toyota Motor Corporation. Esses princípios são frequentemente referidos como "Os 5 Gs". (MARTINS, 2019)

Esses cinco componentes do Sistema Toyota de Produção são inter-relacionados e trabalham em conjunto para promover uma cultura de melhoria contínua, eficiência e qualidade nos processos de produção e gestão. Cada conceito enfoca uma área específica de análise e ação, contribuindo para aprimorar a eficácia global da organização.

De acordo com Martins (2019) e Silva (2022) os 5G's podem ser descritos da seguinte forma:

#### **Gemba**

*Gemba* é um termo japonês que significa "local real". É uma filosofia que enfatiza a importância de ir ao local de trabalho para entender e melhorar os processos. O *Gemba* é o local onde a ação acontece, como uma fábrica, uma linha de produção, um escritório, entre outros. A ideia é que, ao ir diretamente ao *Gemba*, os gerentes e funcionários possam observar em primeira mão como o trabalho é realizado, identificar problemas, desafios e oportunidades de melhoria. Ao estar presente no *Gemba*, as pessoas podem tomar decisões mais informadas e promover uma cultura de resolução de problemas.

#### **Gembutsu**

*Gembutsu* significa "objeto real" em japonês. É o segundo componente do 5G e enfatiza

a importância de examinar e compreender os objetos e materiais envolvidos no processo de produção. Isso inclui produtos, componentes, equipamentos e ferramentas. Ao examinar o *Gembutsu*, os profissionais podem identificar possíveis falhas, analisar características e propor melhorias. A análise do *Gembutsu* é uma abordagem prática para entender a qualidade, a funcionalidade e os possíveis problemas relacionados aos objetos físicos envolvidos no processo de trabalho.

### **Gentijisu**

*Gentijisu*, também conhecido como "*Gentijutsu*", refere-se aos padrões de trabalho padronizados. Esses padrões são procedimentos documentados e estabelecidos que descrevem a melhor maneira de executar uma determinada tarefa. Os *Gentijisu* fornecem orientações claras sobre como realizar uma tarefa específica, desde o início até a conclusão, incluindo etapas, instruções detalhadas, métricas de desempenho e resultados esperados. Ao seguir os *Gentijisu*, os profissionais garantem a consistência, a qualidade e a eficiência em suas atividades.

### **Genri**

*Genri*, que significa "princípio" ou "teoria" em japonês, refere-se aos princípios fundamentais que orientam as práticas de produção e gestão. Esses princípios são baseados em filosofias de melhoria contínua, como o *Just-in-Time* (produção sob demanda), o *Jidoka* (automação com um toque humano) e o *Kaizen* (melhoria contínua). O *Genri* é a base filosófica subjacente aos métodos e práticas do Sistema Toyota de Produção. Ele fornece direção e orientação sobre como atingir eficiência, qualidade e excelência operacional.

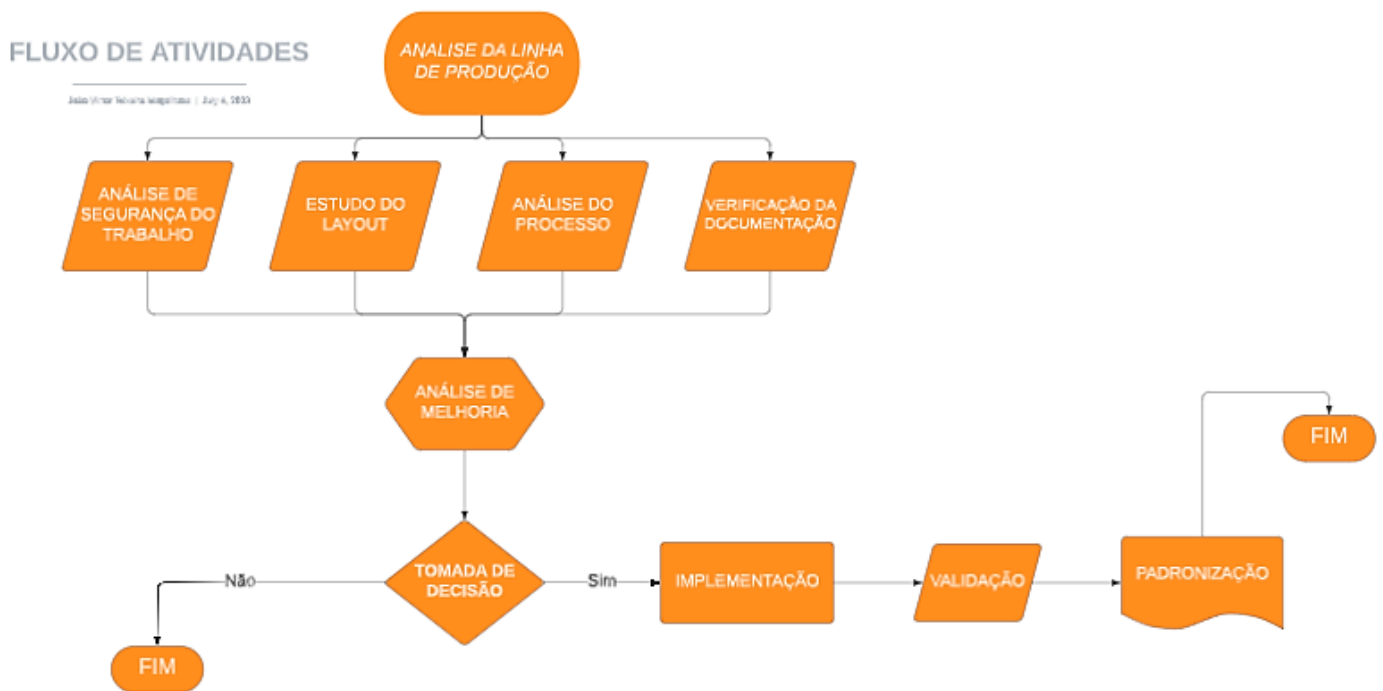
### **Gensoku**

*Gensoku* significa "regra" ou "padrão" em japonês. Refere-se às regras que regem o trabalho e o processo de produção. Essas regras estabelecem os parâmetros e os critérios a serem seguidos pelos profissionais para garantir consistência, qualidade e conformidade com os padrões estabelecidos. As "*Gensoku's*" podem abranger várias áreas, como segurança no trabalho, qualidade do produto, procedimentos operacionais e gestão de processos.

### 3 MATERIAIS E METODOS

Para realização do presente trabalho, primeiramente foram realizadas pesquisas em diversas fontes como legislação aplicada, artigos científicos, livros e periódicos a respeito da utilização de ferramentas de qualidade, a fim de obter um embasamento teórico bem fundamentado para auxiliar nas tomadas de decisão. A empresa, objeto de estudo é voltada ao setor automotivo, está localizada no sul de Minas Gerais. Com este estudo, buscou-se a otimização de uma linha de produção, e de outras linhas semelhantes na mesma planta. A Figura 10 mostra o fluxograma de atividades realizadas.

Figura 10 – Fluxograma de atividades.



Fonte: Dos Autores (2023).

#### 3.1 Análise de Segurança do Trabalho

Inicialmente foi realizada uma observação na área de trabalho as condições de trabalho dos operadores, equipamentos de segurança na máquina, utilização de EPIs, procedimento em situações emergência entre outros aspectos relacionados à segurança no posto de trabalho.

#### 3.2 Estudo de *Layout*

A etapa de análise de *layout* da linha foi referente a verificação da disposição das

máquinas e dos operadores correspondia ao layout proposto. Além disso foi observado se o fluxo de componentes e do produto final estava em acordo com as políticas de otimização de *layout*.

### **3.3 Análise do processo**

Tomando como base uma importante ferramenta de análise, o 5G foi realizado um detalhamento do processo executado em uma das linhas de produção em funcionamento. Desta forma, foi feita a verificação da documentação relativa à área em análise. Foram analisados planos de controle, padrões de qualidade, procedimentos operacionais, planos de reação, cartas de controle, entre outros. O principal objetivo dessa etapa foi comparar os dados obtidos na etapa anterior com a documentação e validar se o processo documentado era realmente o realizado.

### **3.4 Verificação da Documentação**

Após o primeiro passo, já com informações importantes a respeito do processo produtivo em funcionamento, foi feita a verificação da documentação relativa à área em análise. Foram analisados planos de controle, padrões de qualidade, procedimentos operacionais, planos de reação, cartas de controle entre outros.

### **3.5 Análise de Dados**

Com os dados obtidos nas etapas anteriores, foi realizada uma comparação entre os processos documentados e os que foram observados na linha de produção. A partir da comparação buscou-se analisar possibilidades de melhorias no processo e possíveis necessidades de atualização na documentação de cada processo.

Afim de encontrar pontos que poderiam ser melhorados na nova linha de produção em relação a linha antiga, buscou-se embasamento no histórico de alguns indicadores da área. O principal indicador utilizado foi relacionado a peças que não atendem o padrão de qualidade exigido, conhecidas como “refugo”. Assim, foram analisados os principais motivos dos refugos gerados pela linha de produção tratada, e a partir desses dados foram avaliadas as ações para evitar a ocorrência de novos casos.

Além disso, foram levantadas as reclamações dos clientes referentes aos amortecedores que eram produzidos e identificando os problemas relacionados as atividades realizadas na linha de produção analisada. Após esse levantamento buscou-se informações a respeito das causas raiz dos problemas e ações tomadas, a fim de inserir no processo produtivo aspectos que

impedissem novas ocorrências não desejadas. Assim, foi utilizada uma ferramenta chamada de “lições aprendidas”, que consiste nas ações relacionadas aos problemas que já ocorreram na empresa.

Após as análises, foram feitas indagações aos colaboradores da área que atuavam em diferentes funções, afim de buscar informações com as pessoas que estão inseridas no processo no dia a dia. Foi levantado as principais forças e fraquezas identificadas pelos colaboradores. A partir disso, procurou-se o supervisor da área para entender quais intercorrências poderiam ser resolvidas.

### **3.6 Tomada de Decisão**

A partir da análise dos dados levantados e com o embasamento teórico realizado com as pesquisas iniciais, foi feita a separação dos processos e decidiu-se os pontos de melhorias. Assim, caso o processo analisado não houvesse possibilidades de melhorias dentre os pontos analisados, a operação permaneceria sem alteração, uma vez que demonstrou eficácia e quando confrontada com a documentação não apresentou divergências. No caso de possibilidade de melhoria, foram realizados o estudo particular mais aprofundado de cada caso, para buscar a implantação de ações robustas para correção de problemas ou melhoria do processo.

### **3.7 Implementação**

Utilizou-se de ferramentas da qualidade para análise detalhada dos fenômenos identificados nas fases anteriores como pontos de melhoria. Fazendo o uso de ferramentas como 5W2H, 4M, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, para detalhamento do fenômeno, análise da causa raiz. Após a identificação da causa raiz dos problemas foi tomado a decisão das ações para correção dos problemas e definido os responsáveis e prazos.

### **3.8 Validação de Dados**

Após a implementação das ações foi feito o acompanhamento diário de cada ação. Utilizou-se o QUALITY FOCUS, um documento para acompanhamento de implementação de ações corretivas e preventivas. Esse acompanhamento é feito diariamente durante um mês.

### **3.9 Padronização**

Com base nos dados após a implementação das ações, foi analisado o impacto das ações nos indicadores da área e por fim verificou-se a necessidade de padronização das ações.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise da linha de produção.

Tomando como base o fluxo de atividades, na Figura10, foi realizada uma análise do processo produtivo da linha de produção. A Tabela 1 mostra as máquinas presentes na linha e a operação realizada. Existem procedimentos anteriores e posteriores aos processos realizados na linha de produção, esses processos serão comentados na sequência.

Tabela 1 – Descrição dos processos e numeração das máquinas presentes na linha de produção.

OPERAÇÃO	MÁQUINA
SOLDAR FIXAÇÃO INFERIOR, COPO, TUBO, RESERVATÓRIO E ASSENTO DA MOLA	MA92070
TESTAR ESTANQUEIDADE	MMC0440
FURAR E PLANIFICAR FIXAÇÃO INFERIOR	MA92046
SOLDAR STEG	MA92067
INSPEÇÃO 100%	BANCADA
LAVAR INTERNO	MMC02196

Fonte: Dos Autores (2023).

### 4.2. Análise de segurança do trabalho

Tomando como base a Tabela 2, foi analisado os processos e a documentação para realização de uma análise da segurança do operador no posto de trabalho. Os principais pontos evidenciados estão a seguir.

Tabela 2 – Processo e análise de segurança.

OPERAÇÃO	RISCO DE SEGURANÇA
SOLDAR FIXAÇÃO INFERIOR, COPO, TUBO RESERVATÓRIO E ASSENTO DA MOLA	USO INCORRETO DE EPI
TESTAR ESTANQUEIDADE	USO INCORRETO DE EPI
FURAR E PLANIFICAR FIXAÇÃO INFERIOR	USO INCORRETO DE EPI; CORTINA DE LUZ INOPERANTE
SOLDAR STEG	USO INCORRETO DE EPI
INSPEÇÃO 100%	OK
LAVAR INTERNO	OK

Fonte: Dos Autores (2023).

A Tabela 2 nos mostra a verificação de alguns pontos relacionados a segurança de trabalho que não estavam sendo seguidos conforme o previsto. A principal ocorrência

evidenciada foi a utilização de EPI incorreta. No procedimento operacional é especificado os tipos de EPIs que devem ser utilizado para a realização de cada operação, assim como a presença de equipamentos de segurança, como a cortina de luz. Após observação desses pontos, foi repassado ao setor responsável (EHS - Environment, Health and Safety) e foram impostas as ações a serem realizadas e os prazos definidos. As ações para resolução dos problemas evidenciados estão na Tabela 3.

Tabela 3 - Riscos identificados, causas e ações a serem tomadas.

<b>RISCO DE SEGURANÇA</b>	<b>CAUSA RAÍZ</b>	<b>AÇÃO</b>
USO INCORRETO DE EPI	OPERADOR SEM TREINAMENTO	TREINAMENTO DOS OPERADORES
USO INCORRETO DE EPI	DISPONIBILIDADE DE EPI	DISPONIBILIZAR EPI
CORTINA DE LUZ INOPERANTE	FALTA DE MANUTENÇÃO	MANUTENÇÃO CORRETIVA

Fonte: Dos Autores (2023).

Com os dados da Tabela 3, iniciou-se um acompanhamento das ações a serem implementadas e verificou-se a correção dos problemas evidenciados anteriormente.

#### 4.3. Análise do layout.

Além, dos pontos observados a segurança dos operadores, foi feita uma análise da ergonomia dos operadores no posto de trabalho e verificação do layout. Os principais pontos de melhoria estão mostrados na Tabela 4, assim como o setor responsável pela ação corretiva.

Tabela 4 - Indicação do problema com o setor responsável.

<b>PROBLEMA OBSERVADO</b>	<b>SETOR RESPONSÁVEL</b>
COMPONENTES SEM IDENTIFICAÇÃO PADRÃO	ALMOXARIFADOS / LOGISTICA
DISPOSIÇÃO DOS COMPONENTES	PRODUÇÃO / QUALIDADE / ENGENHARIA DE PROCESSO
PRODUTOS ACABADOS NO LOCAL INCORRETO	PRODUÇÃO / QUALIDADE / ENGENHARIA DE PROCESSO
DESORGANIZAÇÃO DA ÁREA	PRODUÇÃO

Fonte: Dos Autores (2023).

Identificado os principais problemas relacionados à disposição da área e os setores responsáveis pelas ações estudou-se as causas raiz de cada uma das ocorrências para



posteriormente, implementar a decisão de cada ação corretiva.

Após a análise, foi verificado que os componentes chegavam na linha de produção sem a identificação correta, constatando, que saíam do almoxarifado sem. Visto isso, foi repassado aos colaboradores responsáveis, a padronização dos contenedores com os componentes devidamente identificados.

Definido o padrão, foi elaborado um documento evidenciando a forma correta e incorreta de saída de componentes do almoxarifado. Como mostra na Figura 11, as etiquetas incorretas, em vermelho, são aquelas sem identificação ou com identificação fora do padrão e em verde, as corretas, o padrão a ser utilizado.

Figura 11 – Padrão de etiquetas.

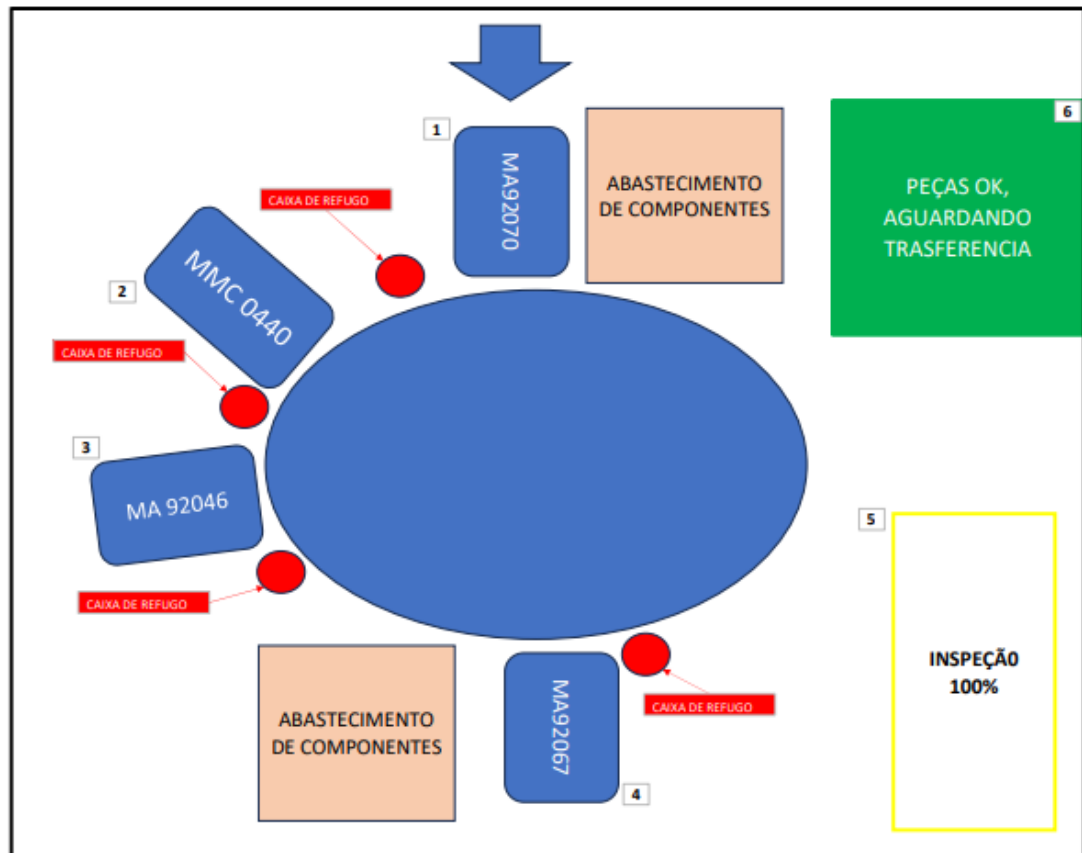


Fonte: Dos Autores (2023).

Para correção dos demais problemas, verificou que não havia um local determinado para alocar cada tipo de material – componentes e produtos acabados. Em conjunto com a engenharia de processos, buscou-se padronizar regiões, em que cada tipo de componente deveria ser alocado.

Definido isso, e tomando como base o layout das máquinas foi determinado a área demarcada para cada tipo de componente ser alocado, de acordo com a operação em que será utilizado. Com os locais no layout proposto, foi implementado a demarcação dessas áreas destinadas a cada componente no posto de trabalho. A Figura 12 mostra o novo layout proposto com as demarcações e a evidência das demarcações na área. Outro contendor que também deveria ser identificado são as caixas de refugio.

Figura 12 – Layout proposto.

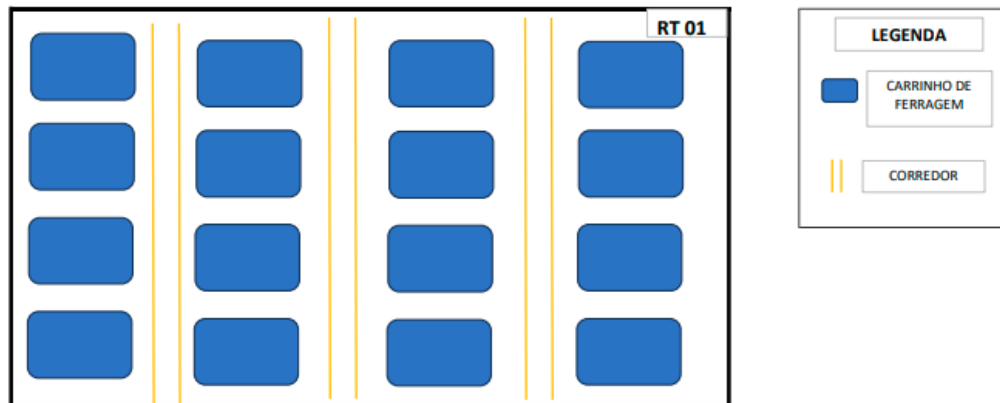


Fonte: Dos Autores (2023).

A tratativa para o material acabado foi diferente, foi colocado que o mesmo, não deveria permanecer no local de produtos ainda em processo. Com isso, foi proposto uma área para os produtos acabados serem alocados. Definiu-se que só poderia ser alocado nessa área, as ferragens já declaradas como prontas, que estão aguardando para a entrada no próximo processo. Outro ponto importante definido foi que essa área deveria ficar próximo a área de pintura, uma vez que as ferragens ali alocadas estão apenas aguardando para entrar no fluxo seguinte.

O layout da área denominada como RT01 está demonstrado na Figura 13, assim como a evidencia da área já em funcionamento, na Figura 14.

Figura 13 – Layout da área, denominado RT01.



Fonte: Dos Autores (2023).

Figura 14 – RT01 em funcionamento.



Fonte: Dos Autores (2023).

Como dito anteriormente, ficou definido que apenas componentes identificados e já transferidos para a etapa de pintura poderiam dar entrada na área RT01. O controle das ferragens que estão na área é feito através de uma planilha eletrônica que é abastecida por um colaborador sempre que algum material entrada no local. Na planilha, deve-se identificar a data de entrada, o código da ferragem, a ordem de produção, quantidade de peças. Vale se destacar que a quantidade de peças deve ser sempre um número múltiplo de 48, uma vez que na pintura os

carrinhos são abastecidos sempre com esse número. A Figura 15 mostra o modelo de planilha eletrônica utilizada para o controle de peças na área RT 01.

Figura 15 – Planilha para controle e peças na RT01.

<b>CONTROLE RT 01</b>				
<b>CÓDIGO DO AM</b>	<b>DATA</b>	<b>PEÇAS PRODUZIDAS</b>	<b>SOBRA DE PROGRAMA</b>	<b>FICHA DE DECLARAÇÃO</b>

Fonte: Dos Autores (2023).

Outro ponto analisado em relação a quantidade de peças transferidas da linha de produção de ferragens para a pintura era a divergência entre o número de peças produzidas e peças declaradas. Já era definido que as transferências entre as áreas eram sempre feitas utilizando múltiplos de 48, porém devido as ordens de produção com números não múltiplos ocorrem, além de peças refugadas ao longo do processo impedem a padronização desse número. Identificado isso, foi elaborado um sistema de auditorias, denominadas auditoria de declaração, que tinham como propósito, a validação entre o número de peças transferidas no sistema, e o número de peças físicas. Foi definido as auditorias com uma frequência semanal.

As ferragens que não tinha a quantidade para a transferência eram deixadas em espera na linha de produção, aguardando outra ordem de produção da mesma ferragem para darem sequencia no processo, isso causava desorganização na área, uma vez que haviam ferragens sem a devida identificação, e em locais que dificultavam o trânsito, além disso, não era feito um controle efetivo da quantidade dessas peças em espera, o que era responsabilidade do líder

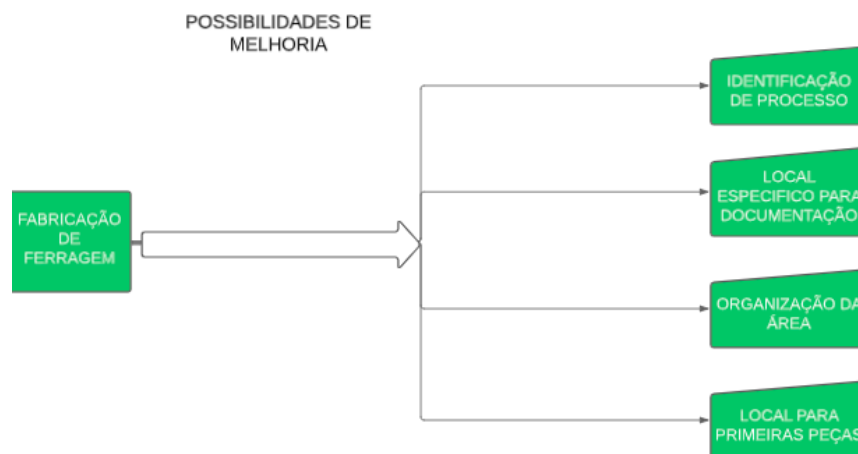
de cada linha. Com a criação da RT01, elaborou-se um controle efetivo dessas peças, além de um local específico para esses componentes não estejam em locais inapropriados impedindo o fluxo no setor.

#### 4.4. Análise do processo e verificação da documentação.

Realizou-se a análise detalhada do processo produtivo, observando cada operação da Tabela 5 individualmente, afim de obter o maior detalhamento possível pra visualização das fraquezas e forças de cada operação e posteriormente confrontar com a documentação e verificar a sua efetividade. Também foi feita uma análise geral do processo, com o objetivo de visualizar a fluência de cada etapa e qualidade do processo final.

Os principais pontos de melhoria visualizados na Figura 16.

Figura 16 – Fluxograma de melhorias.



Fonte: Dos Autores (2023).

O primeiro ponto identificado foi a identificação das máquinas em relação ao processo. Alguns processos possuem uma caracterização especial. Essa caracterização é feita com base nas especificações do cliente, que considera algumas características como crítica, de segurança, ou funcional. Essa caracterização é feita com base nas características do produto. A característica crítica é definida como uma característica do produto que interfere diretamente na montagem do produto final, ou seja, caso o processo não consiga atingir as especificações do desenho não é possível a realização da montagem do produto. Já a característica funcional está relacionada ao funcionamento efetivo do produto, ou seja, uma característica que, se não estiver dentro dos padrões especificados afeta o perfeito funcionamento do produto final. Por fim, a característica de segurança está ligada à segurança de quem irá utilizar o produto, caso

essa característica esteja fora do especificado a confiabilidade do produto final é comprometida, podendo causar acidentes durante o uso.

A identificação dos processos tem o intuito de alertar os operadores a respeito da importância da operação a ser realizada. A Tabela 5 mostra a classificação de cada uma das etapas do processo analisado.

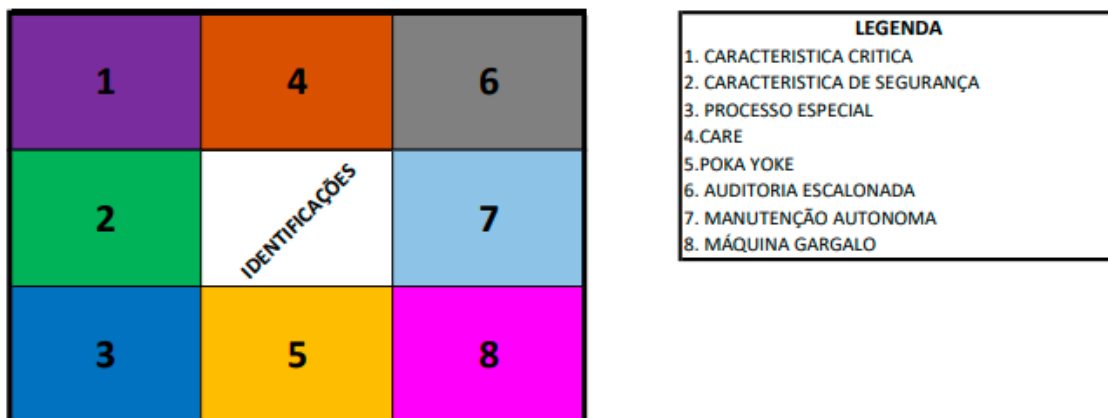
Tabela 5 – Classificação das etapas do processo em análise.

OPERAÇÃO	CARACTERISTICA
SOLDAR FIXAÇÃO INFERIOR, COPO, TUBO RESERVATÓRIO E ASSENTO DA MOLA	CRITICA
TESTAR ESTANQUEIDADE	CRITICA
FURAR E PLANIFICAR FIXAÇÃO INFERIOR	FUNCIONAL
SOLDAR STEG	SEGURANÇA
INSPEÇÃO 100%	-
LAVAR INTERNO	-

Fonte: Dos Autores (2023).

Para a identificação das máquinas foi utilizado um cartão de identificação que já era utilizado nas máquinas para identificação de outras características, como manutenção autônoma, presença de Poka-yoke, entre outros. Esse cartão identificava o processo, quando possuía alguma característica especial, sem especificar qual. Realizou-se uma revisão no documento, mantendo os campos que já existentes e adicionando 3 novos quadros referentes as características critica, de segurança e funcional. O modelo criado pode ser visto na Figura 17 e deve ser colocado em um local visível na máquina.

Figura 17 - Modelo para ser utilizado nas máquinas



Fonte: Dos Autores (2023).

#### 4.5. Implementação de ferramentas da qualidade

Para identificação de melhorias no processo produtivo, analisou-se os índices de refugo da área e foi levantados o principal motivo a ser atacado. O motivo, seguindo da área onde é causado está evidenciado na Tabela 6.

Tabela 6 – Principal motivo de refugo

MOTIVO	ÁREA
ANGULO DO ASSENTO DA MOLA ACIMA DO ESPEC	FERRAGEM ESTRUTURAL

Fonte: Dos Autores (2023).

Analisou-se detalhadamente, indo ao local, e utilizando a ferramenta 5G para entendimento do fenômeno ocorrido. Na Tabela 7 é mostrado o problema gerado, em qual operação ocorre e a respectiva máquina.

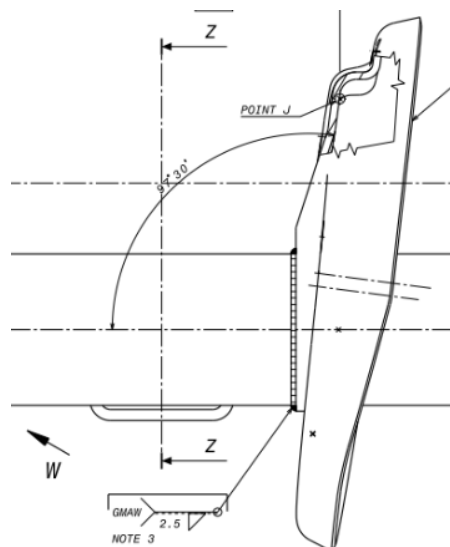
Tabela 7 – Identificação de máquina e processo

MOTIVO	OPERAÇÃO	MÁQUINA
ANGULO DO ASSENTO DA MOLA ACIMA DO ESPEC	SOLDAR FIXAÇÃO INFERIOR, COPO, TUBO RESERVATÓRIO E ASSENTO DA MOLA	MA92070

Fonte: Dos Autores (2023).

A máquina MA92070 realiza as soldas de maneira simultânea. O problema encontrado é relacionado a posição do assento da bola em relação ao tubo. A especificação está mostrada na Figura 18.

Figura 18 – Desenho com ângulo especificado



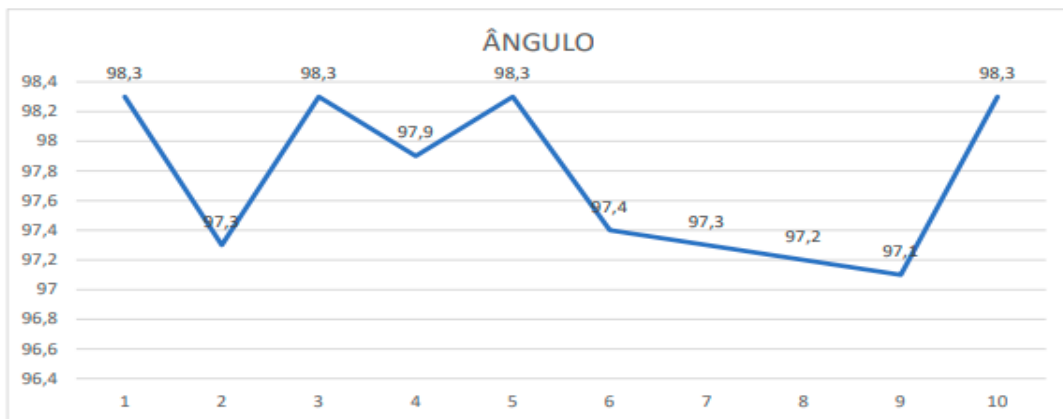
Fonte: Adaptado Indústria Estudada em Questão (2023).

O ângulo especificado pelo desenho do produto é de  $97,30^\circ$ . Ao fazer a análise dos ângulos de uma amostra de 10 peças que foram refugadas por esse motivo verificou-se a ocorrência que haviam peças que estavam com o ângulo dentro do especificado, e peças com o ângulo maior ou menor que a especificação. Os dados referentes a amostra e o ângulo estão na Tabela 8 e na Figura 19.

Tabela 8: Dados dos ângulos das medições

ESPECIFICAÇÃO = $97^\circ 30'$		
AMOSTRA	ÂNGULO	CONDIÇÃO
1	$98^\circ 30'$	NOK
2	$97^\circ 30'$	OK
3	$98^\circ 30'$	NOK
4	$97^\circ$	NOK
5	$98^\circ 30'$	NOK
6	$97^\circ 40'$	NOK
7	$97^\circ 30'$	OK
8	$97^\circ$	NOK
9	$97^\circ$	NOK
10	$98^\circ 30'$	NOK

Figura 19 – Variação dos ângulos medidos.



Fonte: Dos Autores (2023).

Outra importante ferramenta utilizada foi o 5W2H para uma realização de um detalhamento do fenômeno ocorrido, utilizando-se de perguntas chaves para o real entendimento do fenômeno. A implementação da ferramenta para o problema em análise está evidenciada na Figura 20.



Figura 20 – 5W2H.

5W					2H	
O QUE?	POR QUE?	ONDE	QUEM	QUANDO	COMO	QUANTO CUSTA
ÂNGULO DO ASSENTO DA MOLA ACIMA DO ESPECIFICADO	MÁQUINA REALIZA A SOLDA DO ASSENTO DA MOLA COM O ÂNGULO FORA DO ESPECIFICADO	FERRAGEM ESTRUTURAL	PROBLEMA IDENTIFICADO PELO OPERADOR DA MÁQUINA MA92070	O PROBLEMA TEM OCORRÊNCIA EM TODOS OS MESES, NÃO É ALGO ALEATORIO	O PRODUTO CONFORME É ESPECIFICADO CONFORME DESENHO XXXX	VALOR DO REFUGO EM 2023

Fonte: Dos Autores (2023).

A partir dos dados obtidos com as medidas realizadas pode-se identificar que os parâmetros da máquina não estavam corretos, uma vez que máquina reprovou peças com o ângulo especificado. Visto isso, foi levantado com o setor de engenharia e manutenção possíveis causas que alterassem os parâmetros da máquina. As possíveis causas identificadas para o problema estão listadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Possíveis causas do problema encontrado

PROBLEMA ENCONTRADO	POSSIVEL CAUSA
Máquina reprova peças que estão dentro do especificado	Perda de referencia Setup incorreto Assento da mola não conforme

Fonte: Dos Autores (2023).

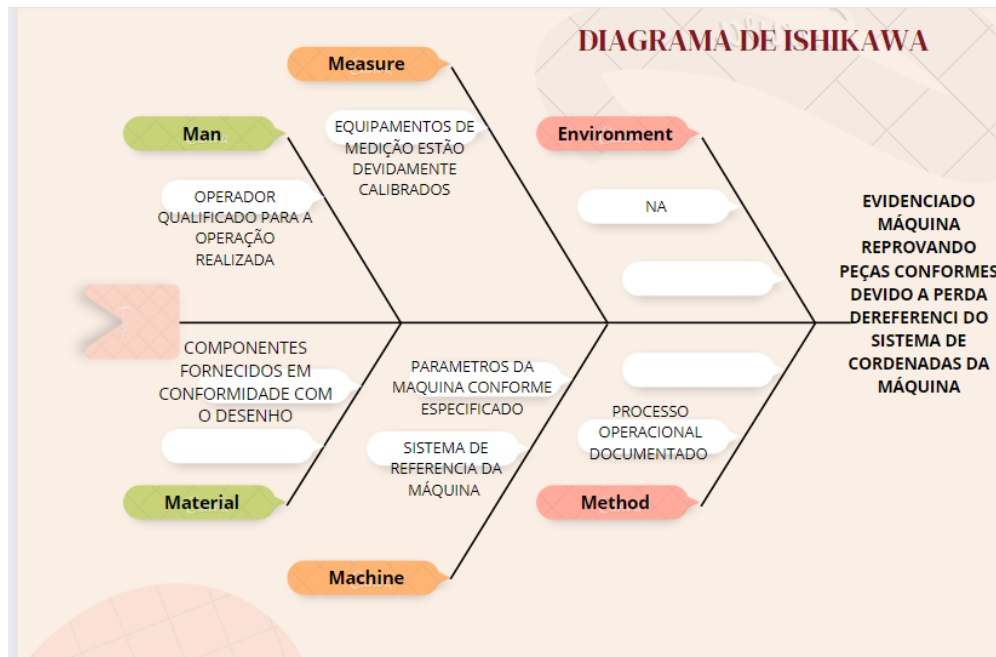
Levantado as possíveis causas, fez-se o acompanhamento da produção para tentar identificar no local a causa raiz do problema. Foi identificado que, nas operações de setup, os parâmetros eram coletados corretamente o que elimina a possibilidade de segunda opção. A terceira opção também foi excluída a partir da análise do componente assento da mola. Foram feitas medições em componentes aleatórios de um certo lote, e todas as peças analisadas tinham as dimensões controladas dentro da especificação. Feito isso, buscou-se validar a primeira opção – perda de referência – como a causa raiz do problema.

Acompanhando a produção de um lote de 400 peças, definiu-se a verificação dos parâmetros da máquina a cada 20 peças. Após esse passo, foi verificado que nas 200 primeiras peças não houve nenhuma peça reprovada pelo ângulo do assento da mola. Para essa afirmação, foram escolhidas 3 peças aleatórias, dentro dessas 200 peças para posteriormente fazer verificação do ângulo, e foi validado que o ângulo estava conforme o especificado.

Das outras 200 peças produzidas, foram refugadas 3 peças pelo motivo de ÂNGULO DO ASSENTO DA MOLA ACIMA DO ESPECIFICADO. Fazendo a análise dessas peças verificou que das 3 peças refugadas, apenas uma estava com o ângulo fora do especificado, o que validou a identificação da causa raiz.

Outra ferramenta utilizada para identificação da causa raiz foi a implementação do diagrama de Ishikawa. A implementação da ferramenta para o problema encontrado está mostrada na Figura 21.

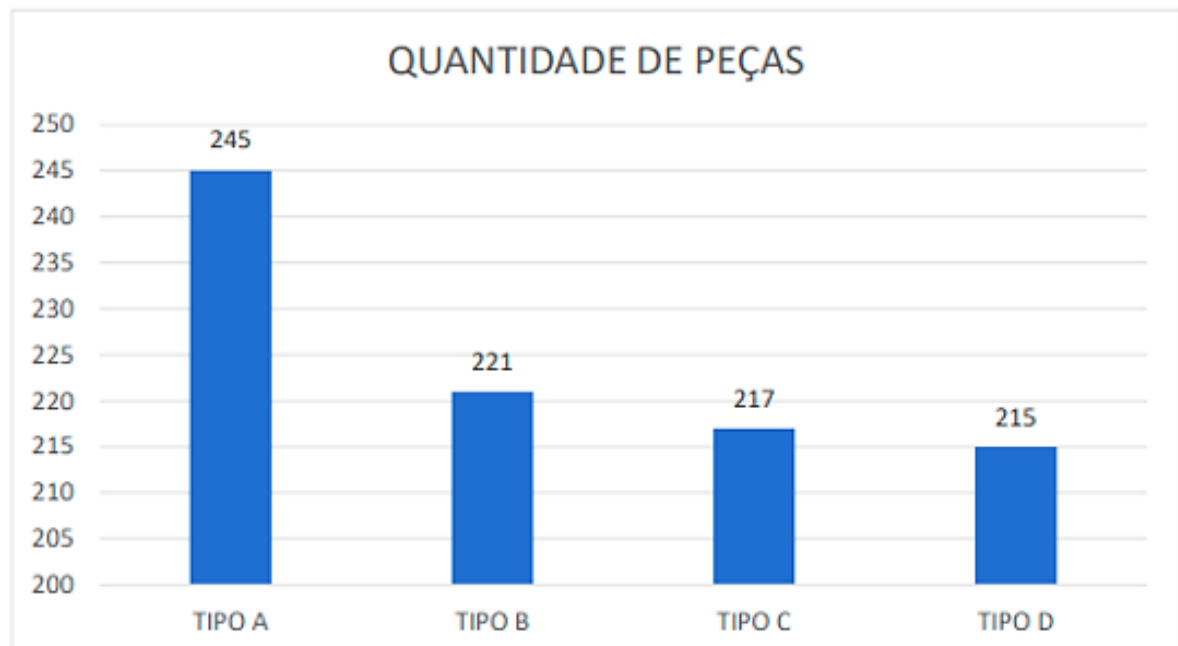
Figura 21 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Dos Autores (2023).

A partir, da identificação da causa raiz, o próximo passo seria definir as ações para correção do problema. Identificou-se que a perda de referência da máquina é algo inerente no processo, ou seja, é algo que ocorre de acordo com a quantidade de peças produzidas. Tendo isso como base, foi realizado um estudo da quantidade de peças que são produzidas sem alterar o recalibramento utilizou-se diferentes tipos de ferragens para levantamento desse número e definição de uma quantidade de peças específicas para revalidar o recalibramento da máquina. Os dados referentes a esse estudo estão contidos na Figura 22.

Figura 22 – Quantidade de peças.



Fonte: Dos Autores (2023).

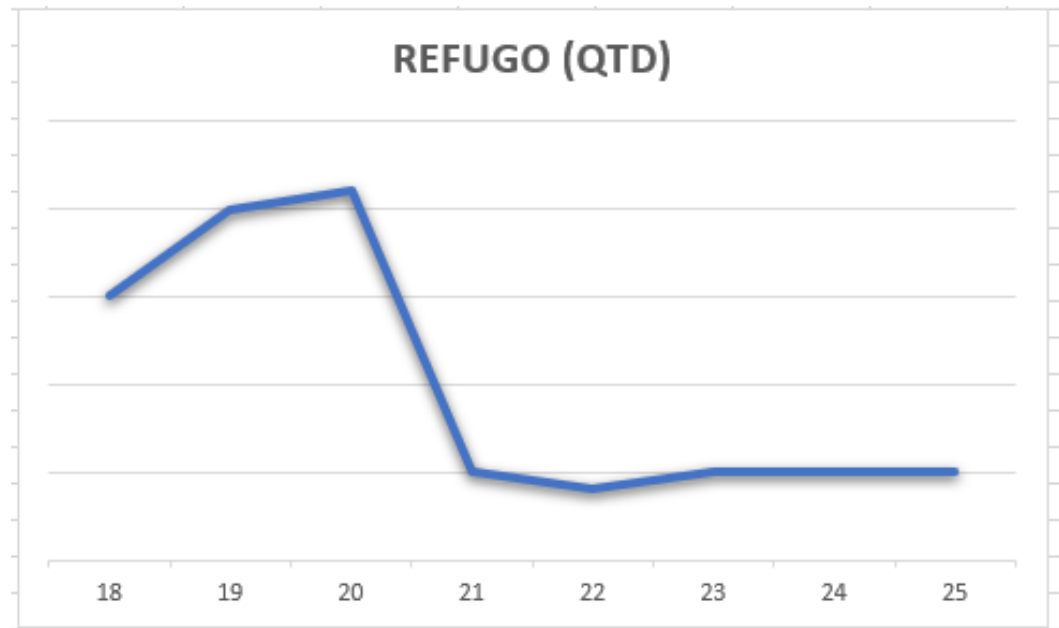
A Figura 22 mostra os valores da quantidade de peças produzidas até a primeira peça reprovada na máquina pelo motivo de ângulo do assento da mola fora do especificado para os 4 tipos diferentes de ferragem que são produzidos na linha de montagem. Utilizando desses resultados, definiu-se uma quantidade específica de peças para refazer o referenciamento da máquina. Ficou definido a quantidade de 200 peças. A máquina de solda possui um contador de peças soldadas e a contagem de peças produzidas é facilitada por isso. A princípio o operador deve acompanhar a contagem da máquina e ao produzir as 200 peças definidas, deve parar a produção, refazer o referenciamento da máquina, e voltar a operação.

Adotando-se o controle verificou-se a efetiva correção do problema, uma diminuição considerável no índice de refugo desse motivo, e a máquina parou de reprovar peças com o ângulo especificado.

Logo, esse controle foi adicionado no plano de controle da máquina MA92070 e na carta de registros da operação foi adicionado um campo para marcação do operador sempre que ele fizesse o referenciamento da máquina.

Fazendo o acompanhamento dos resultados da implementação do projeto, utilizou-se de um documento denominado Quality Focus, que prevê o acompanhamento diário, em todos os turnos de trabalho, da implementação das ações corretivas. Foi feito esse acompanhamento durante 30 dias, verificando assim a implementação e execução da ação. Com isso, verificou-se o impacto da ação no indicador de refugo, conforme pode ser visualizado na Figura 24.

Figura 23 – Comportamento do indicador de refugo.



Fonte: Dos Autores (2023).

O gráfico acima mostra o comportamento do indicador de refugo por semana. Os dados de acompanhamento confirmam o impacto da implementação das ações corretivas na quantidade de peças refugadas pelo motivo de ângulo do assento da mola acima do especificado.

## **5 CONCLUSÃO**

Constatou-se melhorias operacionais, em que os colaboradores passaram a padronizar os processos que, antigamente, estavam desorganizados. Além disso, a identificação de procedimentos especiais dentro da linha produtiva trouxe melhorias na qualidade de trabalho, produção, além de uma maior segurança para os operadores. Outro ponto importante, foi o aumento da autonomia dos funcionários, passando a mostrar as causas raiz dos problemas ocorridos no “chão de fábrica”.

Por fim, os resultados comprovam que a utilização das ferramentas de qualidade, de maneira correta, auxilia muito na linha produtiva. Dessa forma, o estudo contribuiu para o entendimento dos fenômenos que geram problemas no processo e na identificação das causas dos contratemplos de produção, além de colaborar no tratamento eficaz dos mesmos.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRAHARI, R. S.; DANGLE, P. A.; CHANDRATRE, K. V. Implementation of 5S Methodology in the Small Scale Industry: a Case Study. **International Journal of Advance Research and Innovation**, v. 3, n. 1, p. 254–264, 2015.
- ASSIS, K. S. D. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA. [s.d.].
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001: 2015**. Rio de Janeiro: [s.n.].
- AVILA, C. A. et al. Aplicação do 5W2H para criação do manual interno de segurança do trabalho. 2016.
- BLACK, J. T. **O Projeto da Fábrica com Futuro**. [s.l.] Bookman, 1998.
- CASOTTI, B.; GOLDENSTEIN, M. **BNDES - Panorama do setor automotivo: as mudanças estruturais da indústria e as perspectivas para o Brasil**. , 2008.
- DANIEL, É. A.; MURBACK, F. G. R. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO DO USO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE. 2014.
- DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DHONDT, S.; BENDERS, J. Production structures and quality of working life in the clothing industry. 1998.
- DIKESCH, L. E.; MOZZATO, A. R. Gestão da produção: um estudo das indústrias do vestuário no Rio Grande do Sul. **ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO**, 2004.
- DUDEK-BURLIKOWSKA, M.; SZEWIECZEK, D. The Poka-Yoke method as an improving quality tool of operations in the process. **Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering**, v. 36, 1 set. 2009.
- FERREIRA, L. **Gestão da Qualidade e Produtividade**. 1. ed. São Paulo: Platos Soluções Educacionais S.A, 2021.
- FISHER, M. Process improvement by poka-yoke. Em: **Work Study**. [s.l: s.n.]. v. 48p. 264–266.
- FORNARI, C. Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde. 2010.
- GROSELLI, A. C. PROPOSTA DE MELHORIA CONTÍNUA EM UM ALMOXARIFADO UTILIZANDO A FERRAMENTA 5W2H. 2014.
- KANNAN, V. R.; SOUMEN, G. Cellular manufacturing using virtual cells. 1996.

LIMA, J. C. D. S. **Um estudo sobre a reconfiguração da função compras em empresas do setor automotivo**. Doutorado em Engenharia de Produção—São Paulo: Universidade de São Paulo, 22 mar. 2004.

LISBÔA, M. G. P.; GODOY, L. P. Aplicação do Método 5W2H no Processo Produtivo do Produto: A Joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 4, n. 7, p. 32–47, 30 jun. 2012.

LOBO, R. **Gestão de Produção**. 1. ed. São Paulo: érica, 2010.

LOBO, R. **Gestão da Qualidade**. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: érica, 2020.

LUZZI, A. A. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL ESCOLA DE ENGENHARIA MESTRADO PROFISSIONALIZANTE EM ENGENHARIA. 2004.

MARTINS, T. **5G – Gemba, Gembutsu, Gentijisu, Genri, Gensoku**. , 2019. Disponível em: <<https://tuliomartins.com.br/5g/>>. Acesso em: 5 maio. 2023

MONDEN, Y. Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota. 1984.

NUGRAHA, A. S.; DESRIANTY, A.; IRIANTI, L. USULAN PERBAIKAN BERDASARKAN METODE 5S (SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU, SHITSUKE) UNTUK AREA KERJA LANTAI PRODUKSI DI PT.X. 2015.

OLIVEIRA, D. F. D. MENSURANDO O VALOR DA MARCA, A REPUTAÇÃO E A IDENTIDADE NO SETOR AUTOMOTIVO. 2006.

PALADINI, E. **Gestão da Qualidade - Teoria e Prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas LTDA, 2023.

PAOLESCHI, B. **Logística Industrial Integrada - Do Planejamento, Produção, Custo e Qualidade à Satisfação do Cliente**. 3. ed. São Paulo: érica, 2013.

SILVA, A. **METODOLOGIA KAIZEN NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: Um estudo de caso em uma fábrica metalúrgica**. Pernambuco: Universidade Federal de Pernambuco, 2022.

SILVA, B.; TROMBINE, J.; CORREA, R. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DIAGRAMA DE ISHIKAWA E 5W2H:um estudo de caso em uma microempresa de móveis no sul de minas. 2019.

TARÍ, J. J.; MOLINA-AZORÍN, J. F.; HERAS, I. Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 5, n. 2, p. 297–322, 29 dez. 2012.

ZUNIAWAN, A. et al. Did Seiri Seiton Seiso Seiketsu And Shitsuke Affected Medical Health Industry Business Performance? **Clinical Medicine**, v. 07, n. 07, 2020.