

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PUBLIO ALESSANDRO KLEIN**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA MELHORIA DOS PROCESSOS  
DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

**PATO BRANCO**

**2023**

**PUBLIO ALESSANDRO KLEIN**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA MELHORIA DOS PROCESSOS  
DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

**Application of the PDCA methodology for improvement of the production  
processes of a metal mechanical industry**

Trabalho de conclusão de curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título  
de Bacharel em Engenharia Mecânica da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).  
Orientador: Pr. Dr. Giovanni Bratti

**PATO BRANCO**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**PUBLIO ALESSANDRO KLEIN**

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA MELHORIA DOS PROCESSOS  
DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22/Junho/2023

---

Giovanni Bratti  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Paulo Cezar Adamczuk  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Maria Nalu Verona Gomes  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**PATO BRANCO**

**2023**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, proteção e sabedoria nos momentos de dificuldade.

Por minha esposa Gabrielli Klein pelo apoio nesta minha jornada durante os anos para minha formação.

À minha mãe, Marivone e pelo meu pai Germano por todo os conselhos, incentivos, carinho, dedicação e confiança no decorrer de toda a minha vida. Sei que não mediu esforços para que esse nosso sonho pudesse se tornar realidade. Ao meu padrasto Renê, pela educação e apoio que sempre me deu.

Aos meus colegas de vida e da universidade pelos momentos de confraternização, amizade e recomendações (Paulo, Otávio, Hemerson, Jomerson, Pedro, Marco, Davi e Giovanni)

Minha gratidão ao Cesar Junio Chinelli, por compartilhar sua experiência na indústria e paciência nos momentos de ensinar. Seus ensinamentos serão levados para sempre na minha carreira profissional como um modelo a ser superado e sempre ser desafiado.

Ao meu professor Giovanni Bratti, pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho e pela sua sabedoria e paciência.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná e aos docentes do curso de Engenharia Mecânica, por me proporcionarem um curso superior de qualidade que me prepara para a vida profissional, além de terem feito parte ativa no meu amadurecimento pessoal.

A empresa pelo fornecimento dos dados para o desenvolvimento do trabalho.

## RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo que a empresa a Metodologia PDCA para Melhoria de Processos de Produção de Uma Indústria Metal Mecânica, com o objetivo de melhorar a eficiência de produção na montagem dos conjuntos de um picador florestal. O estudo utiliza ferramentas de qualidade, como o Diagrama de Causa e Efeito, Matriz GUT, Diagrama de Pareto e 5W1H, juntamente com a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), para desenvolver um plano de ação com base em diagnósticos obtidos por meio da execução do PDCA. O processo de montagem do picador florestal analisado envolve os seguintes conjuntos: transportador de saída, carenagem, acionamento e estrutura do picador, calha de alimentação e chassi. Os dados utilizados foram coletados entre os meses de fevereiro e abril de 2023, e foram fornecidos pela empresa fabricante do equipamento em estudo. Durante a análise, foram selecionados os principais problemas no processo produtivo, em que se encontram peças e conjuntos fora da cota projetada, além do desgaste excessivo de ferramentas de corte. Para determinar as causas desses problemas, foram utilizadas as ferramentas mencionadas anteriormente. Com base nas informações obtidas, foi desenvolvido um plano de ação utilizando a ferramenta 5W1H. No entanto, é importante ressaltar que a implantação e verificação das ferramentas de qualidade para a melhoria do processo produtivo é de interesse e responsabilidade da empresa. A decisão de adotar e implementar essas ferramentas deve levar em consideração os objetivos, recursos disponíveis e estratégias da organização.

**Palavras-chave:** PDCA. Qualidade. Processo Produtivo.

## **ABSTRACT**

This work presents a study that employs the PDCA methodology for Process Improvement in a Metal Mechanical Industry, with the aim of enhancing production efficiency in the assembly of forestry chipper units. The study utilizes quality tools such as the Cause and Effect Diagram, GUT Matrix, Pareto Chart, and 5W1H, along with the PDCA methodology (Plan, Do, Check, Act), to develop an action plan based on diagnoses obtained through the execution of PDCA. The analyzed assembly process of the forestry chipper involves the following units: output conveyor, casing, drive system and chipper structure, feeding chute, and chassis. The data used were collected between February and April 2023 and were provided by the equipment manufacturer under study. During the analysis, the main problems in the production process were identified, including parts and assemblies deviating from the specified dimensions, as well as excessive wear of cutting tools. The aforementioned tools were used to determine the causes of these problems. Based on the information obtained, an action plan was developed using the 5W1H tool. However, it is important to emphasize that the implementation and verification of quality tools for improving the production process are of interest and responsibility of the company. The decision to adopt and implement these tools should consider the organization's objectives, available resources, and strategies.

**Keywords:** PDCA. Quality. Productive Process.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Método PDCA .....	14
Figura 2 – Diagrama de Causa e Efeito .....	16
Figura 3 – Partes do Picador Florestal .....	23
Figura 4 – Picador Florestal .....	25
Figura 5 – Retrabalho gerado no processo produtivo .....	29
Figura 6 - Gráfico de Pareto .....	30
Figura 7 - Diagrama de Causa e Efeito (Peça fora de cota) .....	32
Figura 8 – Matriz GUT peça fora de cota .....	33
Figura 9 – Falta de inspeção durante a montagem da peça .....	35
Figura 10 – Plano de ação/ Inspeção de peças .....	36
Figura 11 - Desgaste Excessivo de Ferramentas de Corte .....	38
Figura 12 - Plano de ação: Desgaste excessivo de ferramentas de corte .....	39

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivo geral .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Justificativa.....</b>	<b>11</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Montagem de componentes mecânicos.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Ferramentas da qualidade na gestão de processos .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Método PDCA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 Diagrama de causa e efeito .....</b>	<b>15</b>
<b>2.5 Matriz GUT .....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Montagem da matriz GUT .....	17
<b>2.6 5W2H .....</b>	<b>18</b>
<b>2.7 Diagrama de Pareto.....</b>	<b>19</b>
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Área de estudo .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2 Descrição do objeto de estudo .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Coleta e organização dos dados.....</b>	<b>25</b>
<b>3.4 Diagnóstico e ferramentas de qualidade utilizadas .....</b>	<b>26</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Etapa planejamento.....</b>	<b>27</b>
4.1.1 Identificação do problema .....	27
4.1.2 Estabelecer a meta .....	27
4.1.3 Análise do problema do Gráfico de Pareto.....	29
4.1.4 Análise das causas (diagrama de causa e efeito) .....	31
4.1.5 Matriz GUT .....	32
4.1.6 Plano de ação 5W1H.....	35



<b>4.2 Etapa execução .....</b>	<b>41</b>
<b>4.3 Etapa verificação .....</b>	<b>41</b>
<b>4.4 Etapa de ação corretiva .....</b>	<b>41</b>
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>43</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, em um contexto onde a competitividade é uma questão de sobrevivência para as empresas, se torna crucial buscar aprimorar os processos internos e enfrentar os erros e problemas de maneira eficaz para garantir o crescimento e a lucratividade da empresa. Um dos caminhos para atender a essa expectativa é buscar constantemente melhorias na qualidade, tanto nos procedimentos adotados, quanto no produto final entregue. Essa abordagem não apenas permite reduzir os gastos, mas também possibilita um melhor gerenciamento dos obstáculos encontrados, e conseqüentemente, proporciona uma maior satisfação aos consumidores, que estão cada vez mais exigentes (SILVA et al, 2017).

Existem várias formas para administrar na indústria com diversas metodologias de programação, obtenção e disposição de dados. Essas metodologias, requeridas para solucionar um desafio, são conhecidas como técnicas de gestão da qualidade. As técnicas de gestão da qualidade são muito relevantes para instaurar um sistema da qualidade, que pode aprimorar o rendimento de serviços, produtos e procedimentos, além das condições laborais (QUINQUIOLO, 2002).

Segundo Neco (2011), o ciclo PDCA pode ser aplicado quando há metas ou projetos de melhorias com a finalidade de tornar mais claros e eficientes os processos envolvidos e assim atingir os resultados esperados pela organização. O ciclo PDCA pode ser implantando em todos os níveis da organização desde o chão de fábrica até áreas gerenciais. É um método que visa controlar e conseguir resultados eficazes e confiáveis nas atividades de uma organização. É um eficiente modo de apresentar uma melhoria no processo. Padroniza as informações do controle da qualidade, evita erros lógicos nas análises, e torna as informações mais fáceis de entender. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua.

A empresa em estudo trata-se de uma indústria de metal mecânica situada em Campos Novos, no estado de Santa Catarina. É uma empresa de médio porte, contando com 300 colaboradores. O estudo foi conduzido especificamente no setor de montagem final dos conjuntos de um picador florestal, utilizando o método PDCA como abordagem para aprimoramento dos processos.

## **1.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é aplicar o método PDCA para identificar e propor melhorias de produção no setor de montagem final dos conjuntos de um picador florestal.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Organizar e analisar os dados encontrados;
- Usar ferramentas de qualidade para diagnosticar e classificar os principais problemas e causas;
- Elaborar plano de ação conforme os diagnósticos analisados.

## **1.3 Justificativa**

A qualidade dos serviços oferecidos e a satisfação dos clientes são aspectos cruciais e determinantes para as organizações empresariais. Portanto, as questões que impactam e prejudicam a qualidade dos serviços devem ser tratadas de maneira excepcional. Atualmente, várias empresas não alcançam êxito ou sofrem quedas em sua eficiência produtiva ao se afastarem progressivamente do mercado devido à sua incapacidade de lidar com seus problemas.

Para se transformar em um ramo competitivo e essencial dentro de uma empresa, diversas metodologias de gestão e técnicas estão sendo adotadas para criar um ambiente de trabalho mais competitivo e eficiente no setor de montagem de componentes. O desenvolvimento deste setor, bem como as variadas áreas da indústria, está sempre estimulando a investigação e a tecnologia para atingir a perfeição do campo fabril.

O resultado desse estudo será uma abordagem específica e direcionada para lidar com os problemas encontrados no setor de montagem. Essa metodologia ajudará a promover uma cultura de melhoria contínua, impulsionando a eficiência, qualidade e produtividade no processo ao longo do tempo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Montagem de componentes mecânicos**

A produção de produtos distintos está relacionada à fabricação de bens em linhas de montagem. No passado, a eficiência das linhas de montagem era alcançada unicamente por meio de altos volumes e elevado grau de padronização, conhecida como produção em massa. As transformações no mundo dos negócios em que a demanda é impulsionada pelo consumidor, têm incentivado as empresas a adotarem sistemas de fabricação baseados em montagem para atender à produção personalizada e à produção em lotes, com objetivo de oferecer maior variedade de produtos (UDDIN; SOTO; LASTRA, 2010).

No âmbito das linhas de montagem, é notável que o ambiente externo de mercado exerce uma influência considerável no ambiente interno das empresas. As configurações dessas linhas são concebidas de forma multidisciplinar, abrangendo estudos provenientes de diversas áreas, tais como gestão de recursos humanos, planejamento e controle da produção, ergonomia, automação industrial, pesquisa operacional, tecnologia da informação, qualidade, e áreas afins (SILVA; TUBINO; SEIBEL, 2014). Essas disciplinas desempenham um papel fundamental no design das configurações das linhas de montagem, as quais têm passado por mudanças e ajustes ao longo do tempo, visando atender às demandas do mercado e acompanhar os avanços tecnológicos, organizacionais e sociais.

### **2.2 Ferramentas da qualidade na gestão de processos**

Para realizar processos de forma precisa e tomar decisões com maior assertividade, é essencial se basear em dados e informações bem elaboradas, eliminando o empirismo. Nesse sentido, existem técnicas importantes e eficientes, conhecidas como ferramentas da qualidade, que possibilitam a coleta, o processamento e a apresentação clara das informações relacionadas aos processos gerenciados dentro das organizações.

As ferramentas da qualidade tornam-se extremamente úteis quando as pessoas que compõem a organização dominam e praticam o método PDCA (Plan, Do, Check, Act) de gerenciamento de processos, exigindo o uso e o domínio das técnicas de tratamento de informações denominadas ferramentas da qualidade no sistema de gestão da qualidade e produtividade.

Nas seções a seguir serão apresentadas as principais ferramentas de qualidade empregadas nas indústrias, as quais serão usadas neste trabalho.

### 2.3 Método PDCA

Segundo Campos (1992) o PDCA é um método de gerenciamento de processos ou de sistemas. Esta ferramenta permite que sejam atingidos os propósitos atribuídos aos produtos dos sistemas empresariais. Para isso é necessário se determinar uma meta para a utilização dessa metodologia.

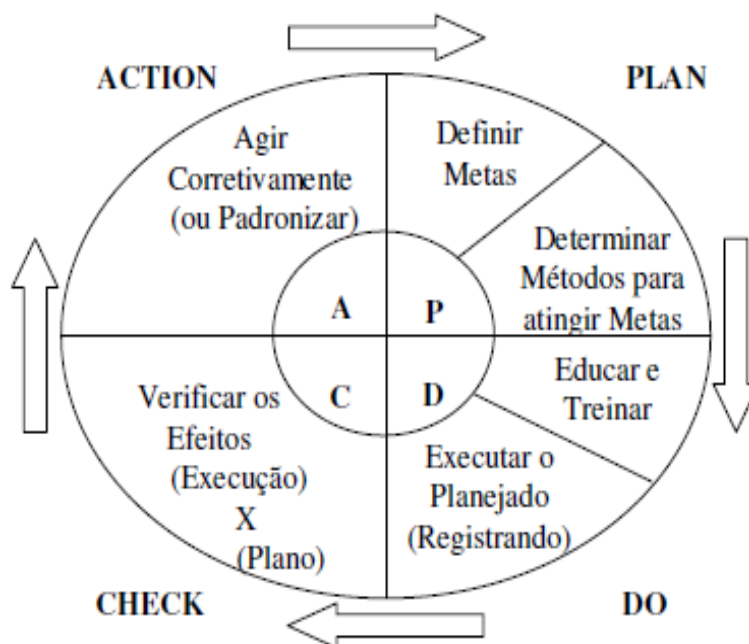
De acordo com Andrade (2003), o método PDCA, também chamado de ciclo PDCA mostrado na Figura 1, é projetado para ser usado como um modelo dinâmico em que a conclusão de um ciclo irá fluir no começo do próximo ciclo, e assim sucessivamente. Além disso, o mesmo afirma que, o processo sempre pode ter uma nova análise, o que implica em novo processo de mudança.

O Ciclo PDCA está dividido em quatro fases bem definidas e distintas, e que de acordo com Andrade (2003), pode ser descrito da seguinte forma:

- **Plan (Planejar):** estabelecer os objetivos e os processos necessários para fornecer resultados de acordo com os requisitos do cliente e políticas da organização. Esta etapa abrange a localização do problema, o estabelecimento de uma meta, a análise do fenômeno (utilizando diagramas estatísticos), a análise do processo (utilizando do diagrama de causa e efeito) e a elaboração do plano de ação;
- **Do (Fazer):** implementar os processos, ou seja, execução das ações estabelecidas no plano de ação definidas na fase anterior, sendo realizadas no cronograma determinado, tendo todas as ações registradas e supervisionadas;

- **Check (Checar):** nesta fase deve-se executar a verificação da eficácia das ações tomadas na fase anterior. Utilizando para a mesma a comparação dos resultados (planejados e executados), listagem dos efeitos secundários (oriundos das ações executadas), verificação da continuidade ou não do problema (eficácia das ações tomadas);
- **Action (Agir):** esta fase é responsável pela padronização dos procedimentos implantados na fase “Do”, ou seja, sendo o resultado satisfatório devem-se padronizar essas ações, transformando-as em procedimentos padrão. Para realizar essa padronização é feita a elaboração ou alteração do padrão, comunicação, treinamento e acompanhamento da utilização do padrão. A conclusão do projeto também ocorre nessa fase, sendo que poderão ser estipuladas novas metas futuras para que o processo de melhoria contínua possa ser desencadeado.

Figura 1 – Método PDCA



Fonte: Campos (1992, p. 30)

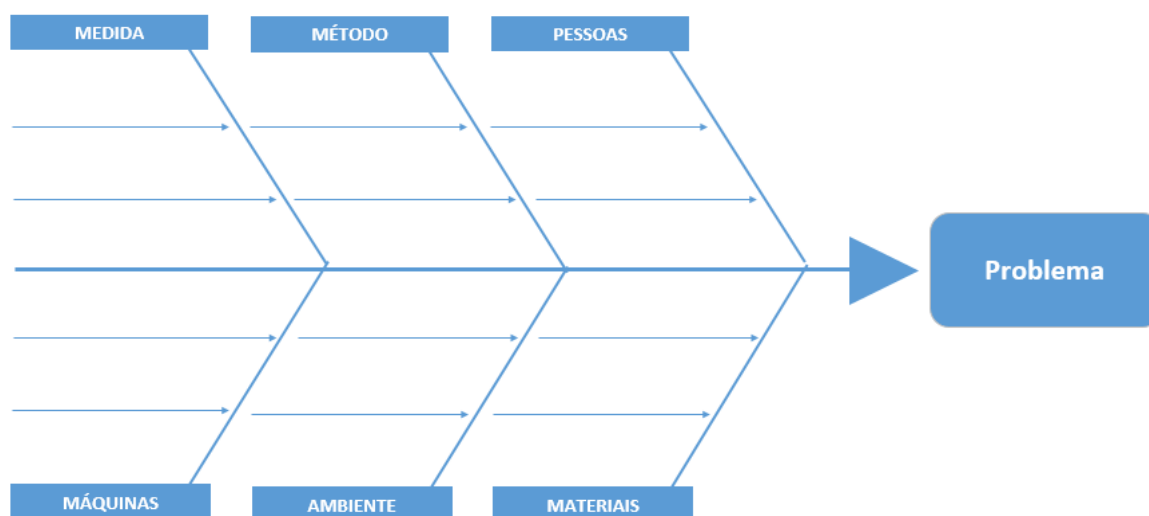
## 2.4 Diagrama de causa e efeito

Segundo Ishikawa (1993), criador desta ferramenta de qualidade, o diagrama de causa e efeito é utilizado para investigar fatores e causas de um processo mostrando suas relações entre si, que afetam o resultado da variabilidade. Esse diagrama também passou a ser conhecido por outros nomes, tal como: diagrama de Ishikawa ou diagrama espinha de peixe.

Segundo Campos (1992) o diagrama de Ishikawa é composto por um conjunto de causas (processo) e por um efeito (produto, resultado ou problema). As causas são divididas em 6 seguimentos, os quais indicam onde os problemas no processo que podem ocorrer, como é demonstrado na Figura 2. São eles:

- a. **Material:** São as matérias-primas ou insumos utilizados no processo. Nessa causa diversos fatores podem ser analisados, tais como: qualidade da matéria-prima (material em conformidade com especificação), fornecedores, condição de recebimento, propriedades, entre outros;
- b. **Mão de obra:** Esse item se refere às pessoas envolvidas no processo, fatores como qualificação, motivação, condição de saúde, treinamento, são analisados nessa causa;
- c. **Máquina:** Trata-se dos equipamentos utilizados. Verifica-se o dimensionamento correto da máquina, manutenção, depreciação, programação, operação, entre outros;
- d. **Medida:** Refere-se aos parâmetros utilizados no processo. Exemplos de variáveis analisadas nessa causa: temperatura, tempo, população amostral, peso, gênero, dimensão, entre outros;
- e. **Meio ambiente:** Essa causa considera o local onde ocorre o processo e/ou suas características: limpeza, iluminação, espaço físico, umidade, relevo, clima, entre outros.
- f. **Método:** Tem-se nessa causa os procedimentos utilizados para realização do processo, as metodologias adotadas para a realização de uma pesquisa, a seleção das variáveis a serem medidas, as técnicas a serem empregadas em um trabalho.

Figura 2 – Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: CORTIVO (2005)

## 2.5 Matriz GUT

A Matriz GUT, também chamada de matriz de Gravidade, Urgência e Tendência, é uma ferramenta de gestão que pode ser aplicada na análise e na priorização de problemas ou de ações de correção a serem implementadas (ALVES, 2017).

A matriz GUT pode ser utilizada na solução de problemas, estratégias, desenvolvimento de projetos, tomada de decisões conforme a Quadro 1. A grande vantagem em se utilizar a Matriz GUT é que a mesma auxilia o gestor a avaliar de forma quantitativa os problemas da empresa, tornando possível priorizar as ações corretivas e preventivas (PERIARD, 2011).



### 2.5.1 Montagem da matriz GUT

Quanto aos aspectos principais, Periard (2011) faz a seguinte classificação:

- **Gravidade:** Diz quanto o peso da dificuldade analisada caso ela venha a ocorrer. A classificação da gravidade na matriz GUT avalia o impacto potencial de uma dificuldade caso ocorra, levando em consideração diversas características, como tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações, entre outros. Essa análise considera os efeitos tanto a médio quanto a longo prazo, caso a dificuldade não seja solucionada previamente;
- **Urgência:** A quantidade de tempo que se tem ou necessita para resolução da tarefa. Se grande a urgência, menor é o tempo disponível para sanar tal problema. Recomenda-se o questionamento: “A solução desta causa pode aguardar ou necessita ser feita de imediato? ”;
- **Tendência:** Refere-se à possibilidade de aumento do problema, a circunstância da questão crescer ao decorrer do tempo. É recomendado questionar: “Caso não solucione tal problema logo, o mesmo piorará aos poucos ou bruscamente? ”.

**Quadro 1 - Fatores relevantes ao analisar-se a Matriz GUT**

<b>Nota</b>	<b>Gravidade</b>	<b>Urgência</b>	<b>Tendência</b>
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	... Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	É urgente	.. Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	... Irá piorar
2	Pouco Grave	Pouco urgente	.. Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	... Não irá mudar

Fonte: PERIARD (2011)

Para determinar os valores das prioridades na matriz GUT, basta realizar a multiplicação dos fatores G, U e T da seguinte forma: (G) x (U) x (T).

Como terceiro passo, depois de realizados os cálculos deve-se criar um ranking dos questionamentos, de forma que o de maior valor será classificado em primeiro lugar na lista de prioridades a serem sanadas. Descobertas as prioridades dos problemas para a empresa, segue-se o quarto passo que trata da análise dos problemas prioritários elaborando o mais rápido possível, planos de ação que visem solucionar ou diminuir os problemas enfrentados pela organização.

## 2.6 5W2H

O método 5W2H (Quadro 2) é uma ferramenta prática que permite identificar dados e rotinas mais marcantes de um projeto ou de uma unidade de produção (SEBRAE, 2008). Também possibilita identificar quem é quem dentro da organização, o que faz e porque realiza tais atividades.

Quadro 2 - Método 5W2H

Método 5W2H			
5W	<i>What</i>	O que?	Qual ação será executada?
	<i>Who</i>	Quem?	Quem irá executar e participar da ação
	<i>Where</i>	Onde?	Onde a ação será executada
	<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?	Quanto custa para executar a ação?

Fonte: SEBRAE (2008)

O método é constituído pelas sete perguntas, apresentadas a seguir:

1. **O quê?** Qual a atividade? Qual é o assunto? O que deve ser medido? Quais os resultados dessa atividade? Quais atividades são dependentes dela? Quais atividades são necessárias para o início da tarefa? Quais os insumos necessários?

2. **Quem?** Quem conduz a operação? Qual a equipe responsável? Quem executará determinada atividade? Quem depende da execução da atividade? A atividade depende de quem para ser iniciada?
3. **Onde?** Onde a operação será conduzida? Em que lugar? Onde a atividade será executada? Onde serão feitas as reuniões presenciais da equipe?
4. **Por quê?** Por que a operação é necessária? Ela pode ser omitida? Por que a atividade é necessária? Por que a atividade não pode fundir-se com outra atividade?
5. **Quando?** Quando será feito? Quando será o início da atividade? Quando será o término? Quando serão as reuniões presenciais?
6. **Como?** Como conduzir a operação? De que maneira? Como a atividade será executada? Como acompanhar o desenvolvimento dessa atividade?
7. **Quanto?** Quanto custa realizar a mudança? Quanto custa a operação atual? Qual é a relação custo/benefício? Quanto tempo está previsto para a atividade?

A técnica 5W2H é uma ferramenta simples, mas poderosa, para auxiliar na análise e no conhecimento de um processo, problema ou ações a serem efetivadas. Ela pode ser usada em três etapas diferentes no processo de solução de problemas (SEBRAE, 2008).

**a) Diagnóstico:** na investigação de um problema ou processo, para aumentar o nível de informações e buscar rapidamente as falhas;

**b) Plano de ação:** auxiliar na montagem de um plano de ação sobre o que deve ser feito para eliminar um problema;

**c) Padronização:** auxilia na padronização de procedimentos que devem ser seguidos como modelo, para prevenir o reaparecimento de modelos.

## 2.7 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto foi criado pelo engenheiro e economista italiano Vilfredo Pareto, que realizou um estudo sobre a distribuição de riqueza em seu país com o objetivo de descrevê-la estatisticamente. Durante suas análises, ele descobriu que aproximadamente 20% da população detinha a maior parte da riqueza.

Para representar essa distribuição, Pareto criou uma curva cumulativa conhecida como a curva de Pareto. Essa curva visualmente ilustra como a riqueza está concentrada em uma parcela relativamente pequena da população, enquanto a maioria detém uma proporção menor da riqueza (BROPHY; COULLING, 1996).

Posteriormente a mesma ideia foi levada pelos estatísticos ao contexto produtivo e dos serviços, mostrando-se aplicável também nesses ambientes (VERGUEIRO, 2002).

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que ordena as frequências das ocorrências, da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas. Serve para visualizar e identificar as causas ou problemas mais importantes.

Segundo VIEIRA (2014), sua elaboração decorre dos seguintes passos:

- a) Selecionar os problemas a serem comparados e estabelecer uma ordem de prioridades para sua análise;
- b) Selecionar um padrão de comparação;
- c) Selecionar um período de tempo para ser analisado;
- d) Reunir os dados necessários dentro de cada categoria;
- e) Comparar a frequência ou custo de cada categoria com relação a todas as outras;
- f) Listar as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal, em ordem decrescente.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

Para este estudo, foi realizado uma avaliação da montagem final dos picadores florestais de uma empresa metal mecânica, com a o objetivo de verificar a eficiência dos processos produtivos já estabelecidos e identificar possíveis melhorias.

A metodologia adotada inclui um estudo de campo, onde foram observados e registrados os processos de montagem dos picadores florestais em tempo real. Durante essa etapa, foram identificados problemas e falhas nos processos existentes, aos quais foram compartilhados com a equipe de melhorias para que fossem corrigidos.

De forma geral, foram coletados dados relevantes para cada situação problemática identificada, a fim de obter uma visão abrangente dos desafios enfrentados e do impacto deles nos resultados finais. Os dados que foram coletados e analisados abrangeram: registros de tempo gasto em cada etapa da montagem, quantidade de retrabalho necessário, ocorrência de falhas, e feedback dos operadores envolvidos.

Após a coleta de dados, foi realizada uma análise detalhada para identificar as principais áreas problemáticas e oportunidades de melhoria. Com base nessa análise, foram propostas soluções e melhorias específicas para cada processo identificado, as quais serão apresentadas no Capítulo 4.

#### **3.1 Área de estudo**

Este estudo foi realizado em uma indústria metalomecânica especializada no desenvolvimento e fabricação de maquinário para o setor de biomassa. A empresa opera em todo o território nacional e exporta seus equipamentos para países da América do Sul, Europa, Ásia, Oceania e Estados Unidos.

Trata-se de uma empresa de médio porte, com um total de 320 colaboradores e um complexo industrial composto por um escritório corporativo e quatro plantas de produção: Fábrica 01, Fábrica 02, Fábrica 03 e Fábrica 04. Localizada na região Oeste de Santa Catarina, na cidade de Campos Novos, a empresa se destaca pela sua atuação no setor.

A empresa oferece uma variedade de serviços especializados, sendo os principais:

- **Caldeiraria:** Abrange a fabricação e montagem de estruturas metálicas, englobando processos como soldagem, corte a plasma, serra, calandragem e dobramento
- **Usinagem:** Compreende processos de usinagem precisos para a produção de componentes e peças metálicas. Entre os serviços de usinagem disponíveis estão o fresamento, torneamento, retificação e furação.
- **Pintura:** Inclui a aplicação de revestimentos protetores e estéticos nas peças e equipamentos fabricados.
- **Balanceamento:** Realiza-se a análise e correção do equilíbrio de peças rotativas, como rotores e eixos, a fim de minimizar vibrações e garantir o desempenho adequado dos equipamentos.

Esses serviços desempenham um papel fundamental na fabricação de maquinário para o setor da biomassa, possibilitando o desenvolvimento de equipamentos eficientes e de alta qualidade, que atendem às necessidades dos clientes tanto no mercado interno quanto nos mercados internacionais.

### **3.2 Descrição do objeto de estudo**

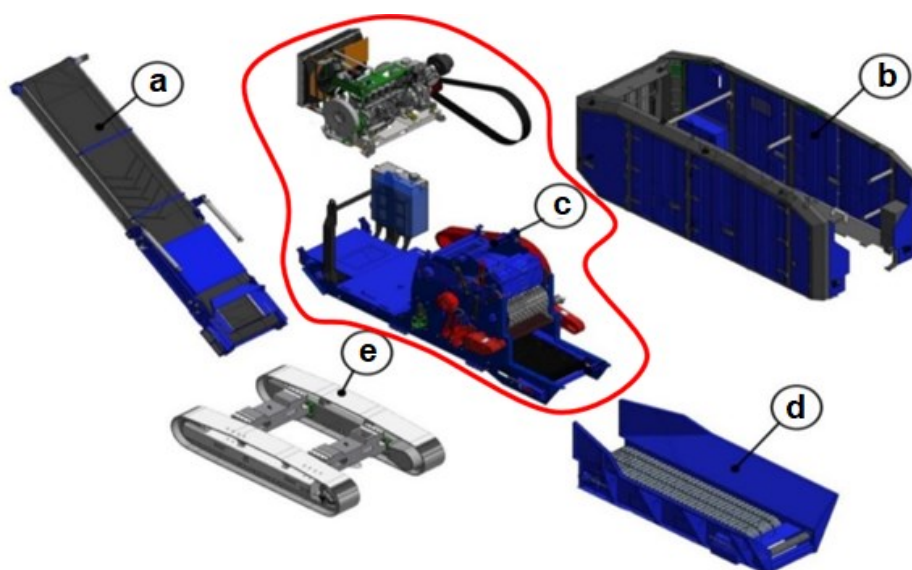
Um picador florestal é um equipamento utilizado para triturar e processar materiais lenhosos, como árvores, galhos e troncos, em pequenos pedaços conhecidos como cavacos. Essa máquina é amplamente utilizada na indústria florestal e em atividades relacionadas à silvicultura e manejo de resíduos vegetais.

O picador florestal desempenha um papel fundamental no processamento de biomassa florestal, permitindo a transformação eficiente e produtiva de troncos e resíduos de madeira em cavacos uniformes. Esses cavacos podem ser posteriormente utilizados para diversas finalidades, como produção de energia em usinas de biomassa, fabricação de papel e celulose, compostagem, produção de adubo orgânico e fabricação de produtos de madeira, como painéis de aglomerado.

Além disso, o picador florestal auxilia na limpeza e remoção de resíduos em áreas florestais, contribuindo para a redução de riscos de incêndios, manejo sustentável de florestas e aproveitamento integral dos recursos naturais. Sua capacidade de processar grandes volumes de material lenhoso de forma rápida e eficiente torna-o uma ferramenta essencial na cadeia produtiva da indústria florestal.

Na Figura 3 são ilustradas as partes que compõe um picador florestal, as quais são descritas a seguir.

**Figura 3 - Partes do Picador Florestal**



Fonte: Figura cedida pela empresa (2023)

#### **a) Transportador de Saída**

O transportador de saída é um conjunto mecânico que possui uma correia transportadora articulada, e esta é responsável pelo transporte do cavaco, que descarrega o material para outro processo de acordo com necessidade de cada cliente.

## **b) Carenagem**

A carenagem é uma proteção do picador, fabricada de acordo com a norma NR 12. Esta estrutura é composta por estruturas laterais e portas para permitir que sejam realizadas as lubrificações ou manutenção de peças dos componentes do picador.

## **c) Acionamento e Estrutura do Picador**

A estrutura do picador é a parte mais importante do conjunto. Ela é dividida pelo conjunto da estrutura do picador, conjunto do rotor, conjunto da peneira, bigorna, conjunto da alimentação inferior, conjunto do basculante, conjunto do tanque hidráulico, conjunto da capota e o conjunto do transportador inferior.

Os conjuntos do basculante e alimentação inferior são responsáveis por comprimir e arrastar as toras para facilitar sua transformação em cavacos, sendo que o basculante permite a entrada das toras na abertura de alimentação.

Tanto o conjunto do basculante quanto da alimentação inferior são acionados por motores hidráulicos dimensionados para fornecer a força necessária para comprimir e arrastar as toras. Após a passagem da tora pela alimentação inferior, ela chega ao rotor onde corre o corte da madeira, sendo que esse dispositivo possui um rotor com duas lâminas acopladas.

Logo após, a peneira desempenha a função de separar o material, permitindo passar apenas os cavacos com dimensões especificadas pelo cliente, determinado pela sua produção. Como elemento intermediário entre a peneira e o transportador de saída, se têm o transportador inferior, encarregado de movimentar o material desde a saída da peneira até o transportador de saída.

O acionamento do equipamento, ocorre por meio de um motor a diesel, que transmite torque ao rotor por meio do conjunto de correias e polias. Além disso, o equipamento conta com um radiador para resfriar o motor e um sistema hidráulico responsável por controlar todo o sistema operacional da máquina.

## **d) Calha de Alimentação**

A calha de alimentação é responsável por transportar o material até o picador por meio de um conjunto de correntes.



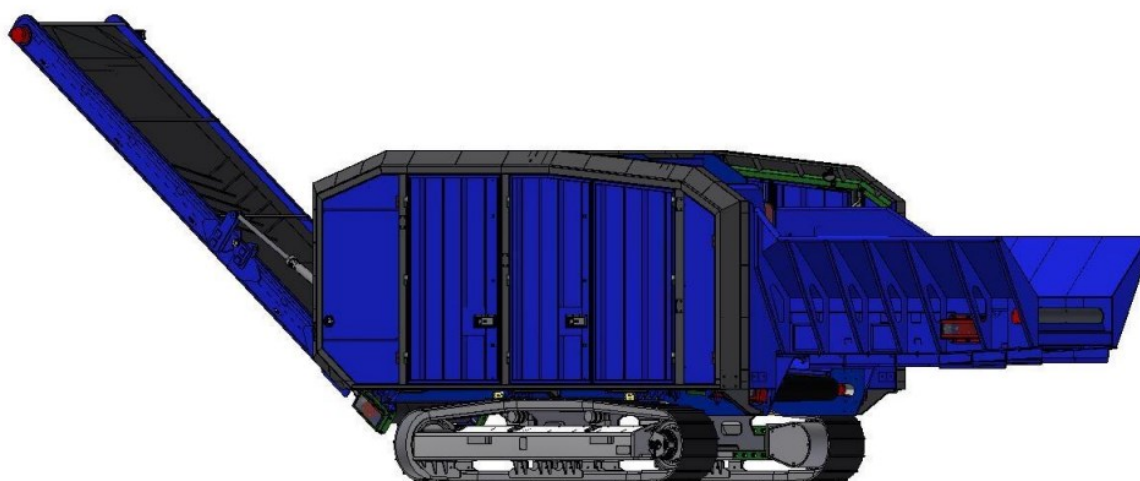
### e) Chassi

O picador possui um chassi auto propelido, acionado pelo sistema hidráulico capaz de mover o equipamento pela operação de rádio controle remoto.

Além disso, o acionamento da calha de alimentação, rolos de alimentação e transportador de saída, é feita por motores hidráulicos, e o equipamento todo possui um sistema de comando via rádio controle permitindo ao operador comandar o equipamento a uma distância segura e confortável.

Na Figura 4, é representado o picador florestal completo, com todas as partes mencionadas anteriormente.

**Figura 4 - Picador Florestal**



Fonte: Figura cedida pela empresa (2023)

### 3.3 Coleta e organização dos dados

Os dados foram coletados durante o período de fevereiro a abril de 2023, sendo fornecidos pela empresa durante o processo de fabricação do equipamento em estudo. A coleta de dados envolveu a captura de fotos e a realização de um levantamento dos problemas diários nos setores responsáveis, bem como a identificação das não conformidades geradas e sua respectiva quantidade.

Utilizou-se também do método de entrevista não estruturada para levantamento de mais informações sobre o equipamento e do processo de produção, com líderes e operadores de máquinas, buscando identificar as maiores dificuldades e problemas encontrados nos processos atuais.

### 3.4 Diagnóstico e ferramentas de qualidade utilizadas

Os dados coletados durante o processo de fabricação do equipamento em estudo foram analisados através da metodologia PDCA (Plan-Do-Check-Act).

O resumo das etapas do método, são:

- **Plan (Planejar)**: Define as metas ideais (itens de controle) do processo analisado, estabelecendo os métodos para a sua execução;
- **Do (Executar)**: Compreende a execução das ações planejadas;
- **Check (Verificar)**: Têm como objetivo a comparação da execução e do planejamento
- **Act (Agir)**: Nesta etapa, a partir dos resultados alcançados, têm-se dois caminhos a seguir: se a verificação mostrou que não foi possível atingir os resultados propostos, deve-se retomar o PDCA desde seu início; porém se os resultados propostos foram atingidos, deve-se então padronizar o processo, assegurando sua continuidade.

Adicionalmente, para identificação e ranqueamentos dos principais problemas, foram também utilizadas as seguintes ferramentas:

- Diagrama de causa e efeito;
- Matriz GUT;
- 5W2H;
- Gráfico de Pareto.

Essas ferramentas de qualidade foram integradas à metodologia PDCA visando identificar os principais problemas e propor melhorias no processo de montagem do picador florestal.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste Capítulo são apresentados os resultados e discussões relacionadas à metodologia apresentada no Capítulo 3.

### **4.1 Etapa planejamento**

#### **4.1.1 Identificação do problema**

Foram identificados que os principais problemas gerados na produção de um picador florestal são na montagem das peças, quando as peças são montadas de forma incorreta ou estão fora das especificações definidas. Isto geralmente resulta em retrabalho, desperdício de recursos e atrasos na produção.

#### **4.1.2 Estabelecer a meta**

Para estabelecer uma meta, é essencial contar com registros e relatórios de dados completos e confiáveis. A disponibilidade de informações precisas e atualizadas é fundamental para obter os resultados desejados e tomar decisões informadas. Além disso, é importante analisar esses dados de maneira criteriosa, identificando tendências e padrões que possam impulsionar o alcance da meta estabelecida.

Ao ter acesso a informações confiáveis, é possível realizar uma avaliação precisa do progresso em relação à meta. Isso permite ajustar as estratégias e alocar recursos de forma adequada, otimizando, assim, as chances de sucesso. Os dados também são úteis para identificar possíveis obstáculos ou gargalos, permitindo que sejam tomadas medidas corretivas e preventivas para superá-los.

Além disso, a coleta contínua de dados ao longo do tempo proporciona um histórico valioso, possibilitando a análise de desempenho em diferentes períodos e a comparação de resultados. Com base nessa análise, é possível identificar oportunidades de melhoria e ajustar as abordagens para maximizar a eficiência e a eficácia na busca dos objetivos.

Por fim, é importante ressaltar que a confiabilidade dos dados é crucial para a tomada de decisões embasadas. Garantir a integridade, precisão e consistência dos dados requer a adoção de boas práticas de coleta, armazenamento e análise, bem como o uso de tecnologias adequadas para garantir a segurança e a confidencialidade das informações.

Em resumo, estabelecer metas requer a disponibilidade de registros e relatórios de dados confiáveis, que permitam uma análise criteriosa e embasada. Essa abordagem orientada por dados proporciona uma base sólida para tomar decisões informadas, ajustar estratégias e maximizar as chances de alcançar os resultados desejados.

Ao estabelecer metas focadas na análise de problemas a curto prazo e na obtenção de informações confiáveis, é possível direcionar esforços para metas de melhoria no médio e longo prazo. Essa abordagem envolve identificar as áreas que necessitam de atenção e intervenção, compreendendo suas causas e padrões. Com informações confiáveis em mãos, as decisões embasadas são facilitadas, permitindo estabelecer metas realistas e alcançáveis. É essencial monitorar e revisar constantemente os resultados, ajustando as estratégias conforme necessário para garantir o progresso em direção aos objetivos estabelecidos.

Resumindo, ao focar na análise dos problemas e obter informações confiáveis a curto prazo, é possível estabelecer metas de melhoria a médio e longo prazo. Com base nos dados analisados, as decisões são embasadas e as metas são definidas de maneira realista. É importante acompanhar e revisar constantemente os resultados para garantir que os esforços estejam alinhados com os objetivos estabelecidos.

#### 4.1.3 Análise do problema do Gráfico de Pareto

A Figura 5 demonstra os principais retrabalhos gerados no processo produtivo de um picador registrados na montagem final, onde foram divididos pelo setor responsável, conjunto, quantidade e problema encontrado.

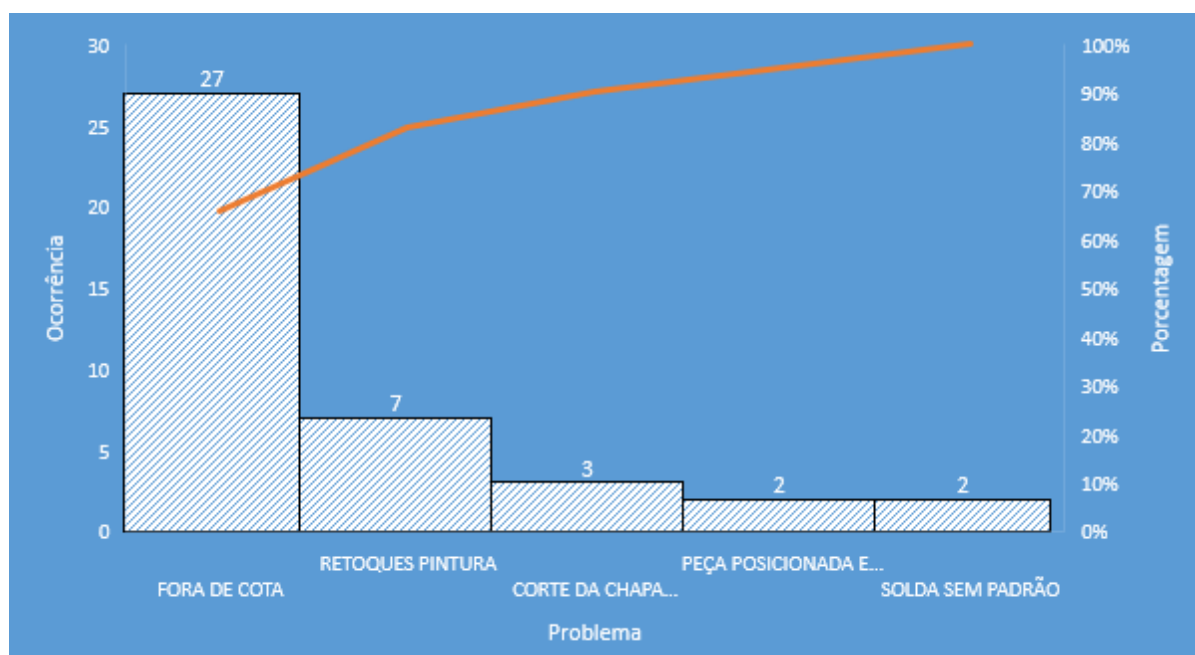
**Figura 5 – Retrabalho gerado no processo produtivo**

FEVEREIRO/MARÇO/ABRIL			
SETOR	CONJUNTO	QUANTIDADE	PROBLEMA
PINTURA	GERAL	7	RETOQUES PINTURA
CALDEIRARIA	CHASSI	3	FORA DE COTA
CALDEIRARIA	TCC DE SAÍDA	7	FORA DE COTA
CALDEIRARIA	TCC DE SAÍDA	2	CORTE DA CHAPA INCORRETA
CALDEIRARIA	ESTRUTURA	2	PEÇA POSICIONADA E SOLDADA INCORRETAMENTE
CALDEIRARIA	CALHA DE ENTRADA	2	SOLDA SEM PADRÃO
CALDEIRARIA	ESTRUTURA	1	CORTE DA CHAPA INCORRETA
CALDEIRARIA	ESTRUTURA	8	FORA DE COTA
USINAGEM	CALHA DE ENTRADA	3	FORA DE COTA
USINAGEM	ESTRUTURA	2	FORA DE COTA
USINAGEM	CHASSI	3	FORA DE COTA
MONTAGEM FINAL	CARENAGEM	1	FORA DE COTA

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Foi utilizado o Gráfico de Pareto conforme a Figura 6, uma ferramenta de análise que permite identificar e priorizar as causas ou problemas mais significativos com base em sua frequência ou impacto. Essa ferramenta auxilia na tomada de decisões, direcionando os esforços para resolver as questões que têm maior impacto no processo.

Figura 6 - Gráfico de Pareto



Fonte: Autoria própria (2023)

Com base na análise do Gráfico de Pareto, foram verificados os principais defeitos que acontece na produção de um picador no setor da montagem final. De acordo com a apresentação do gráfico, é visualizado as causas em ordem decrescente de frequência:

- **Peças fora de cota:** Essa é a causa mais recorrente dos problemas e deve receber uma atenção especial. As principais causas são variações no processo de fabricação, desgaste ou mal funcionamento das peças e falha no processo de montagem.
- **Retiques de pintura:** A necessidade de retoques de pintura é a segunda causa mais frequente. Isso pode indicar falhas no processo de pintura, falta de controle de qualidade ou problemas na aplicação da tinta.
- **Corte na chapa:** Esse problema indica possíveis erros no processo de corte das chapas, como configuração inadequada da máquina ou desgaste da ferramenta de corte

- **Peça posicionada e soldada incorretamente:** A posição e a soldagem incorretas das peças podem resultar em defeitos e problemas estruturais. É necessário analisar os processos de montagem e soldagem, fornecer treinamento adicional aos operadores e soldadores, além de implementar rigorosas inspeções de qualidade para garantir que as peças sejam corretamente posicionadas e soldadas, conforme solicitado os projetos.
- **Solda sem padrão:** Soldas inadequadas ou sem um padrão definido podem comprometer a qualidade e a resistência das peças. É fundamental revisar os procedimentos de soldagem, fornecer treinamento aos soldadores e realizar inspeções de solda para garantir a conformidade com os padrões exigidos.

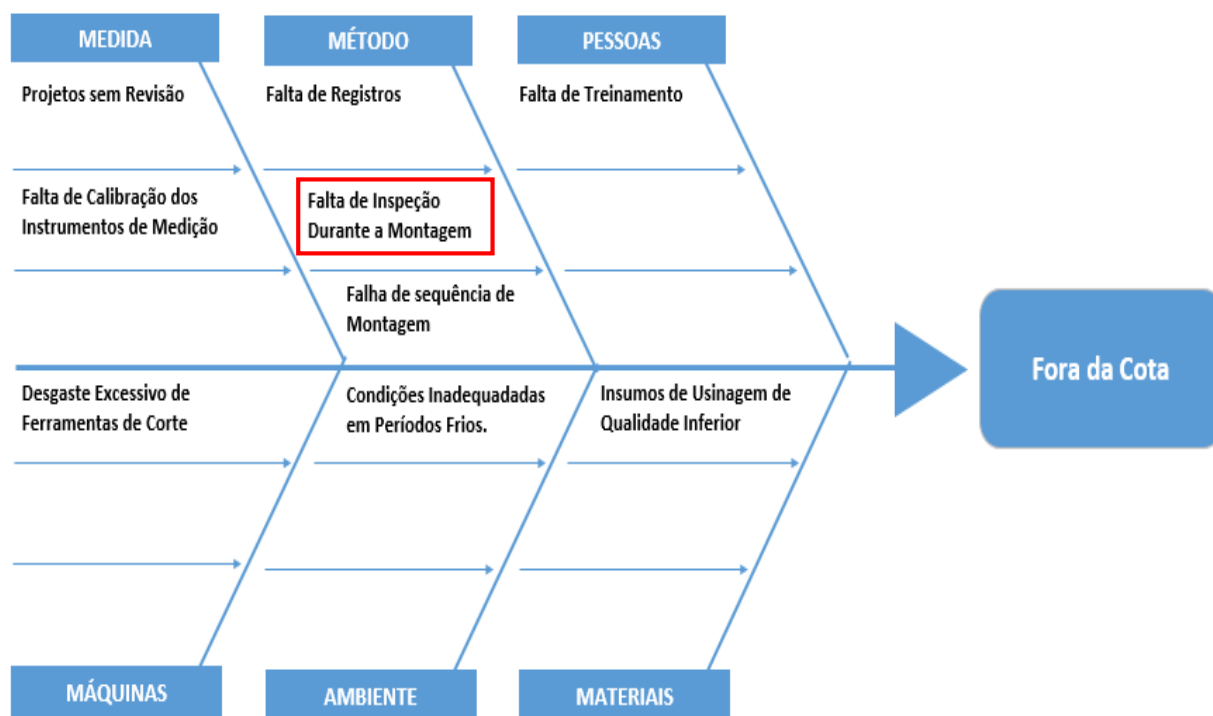
#### 4.1.4 Análise das causas (diagrama de causa e efeito)

Foram verificadas e analisadas as causas do problema que apresentou maior ocorrência no Diagrama de Pareto, que consiste em peças ou conjuntos fora das especificações. Para essa análise, utilizou-se o diagrama de causa e efeito, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa.

Ao empregar o Diagrama de Causa e Efeito, identificaram-se as principais causas possíveis de um problema específico que ocorre na linha de produção, resultando em peças ou conjuntos fora das especificações e, conseqüentemente, gerando retrabalho. Na Figura 7, mapearam-se as causas da falha para os principais problemas encontrados, possibilitando a identificação de áreas de melhoria para minimizar a ocorrência desse problema no futuro.

Conforme ilustrado na Figura 7, verificou-se que as peças fora das especificações decorriam de problemas identificados em diferentes áreas críticas do setor de montagem final, sendo que muitas vezes a origem do problema estava relacionada a outros setores. Dado que o setor de montagem final é fundamental para a conclusão do conjunto do picador florestal, essas questões têm um impacto direto na qualidade e no desempenho do produto final. A análise detalhada dessas causas por meio do diagrama de causa e efeito proporcionou uma compreensão mais clara dos problemas e de suas inter-relações.

Figura 7 - Diagrama de Causa e Efeito (Peça fora de cota)



Fonte: Autoria própria (2023)

#### 4.1.5 Matriz GUT

Para verificar o problema foi utilizada a matriz GUT que permite classificar os problemas ou ações com base em três critérios: **Gravidade, Urgência e Tendência**. É uma ferramenta simples e eficaz para auxiliar na priorização de problemas ou ações, permitindo que a empresa concentre seus esforços nas questões mais relevantes e urgentes.

De acordo com a Figura 8, após verificar a avaliação de cada critério, é possível calcular um valor total para cada problema ou ação, multiplicando as pontuações de gravidade, urgência e tendência. Quanto maior o valor total, maior a prioridade atribuída ao problema ou ação de melhoria.

Foram identificados e analisados os dois principais problemas deste estudo de caso: a falta de inspeção durante a montagem e o desgaste excessivo das ferramentas de corte.



Figura 8 – Matriz GUT peça fora de cota

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Total	Colocação
Projeto sem revisão	3	2	4	24	6º
Falta de Calibração dos Instrumentos de Medição	4	2	3	24	6º
Falta de Registros	3	2	2	12	7º
Falta de Inspeção Durante a Montagem	4	4	4	64	1º
Falha de Sequência de Montagem	3	3	3	27	5º
Falta de treinamento	4	4	2	32	4º
Desgaste Excessivo de Ferramentas de Corte	4	3	4	48	2º
Condições inadequadas em períodos frios.	5	4	2	40	3º

Fonte: Autoria própria (2023)

Com base nos resultados da matriz GUT, fica evidente que a falta de inspeção durante o processo de montagem é a causa principal dos problemas relacionados à peça fora de cota. A ausência de uma inspeção adequada pode permitir que peças com dimensões incorretas passem despercebidas e sejam utilizadas na montagem do produto final.

A falta de inspeção durante a montagem compromete a qualidade e confiabilidade do picador florestal, o que pode resultar em danos à máquina, interrupções na produção e custos adicionais com reparos e substituições de peças. Além disso, a segurança dos operadores e demais envolvidos fica comprometida devido à possibilidade de falhas não detectadas durante a montagem.

Diante dessa análise, é imprescindível que sejam implementadas medidas corretivas imediatas para garantir a realização de inspeções rigorosas durante o processo de montagem do picador florestal. Dessa forma, será possível evitar falhas, assegurar a qualidade do equipamento e promover um ambiente de trabalho seguro para todos os envolvidos.

O desgaste excessivo de ferramentas de corte é um problema comum em diversas indústrias que envolvem processos de usinagem, como metalurgia, fabricação de peças e construção. Esse desgaste pode resultar em uma redução da vida útil das ferramentas, aumentar os custos de produção e afetar negativamente a qualidade das peças usinadas.

Os principais motivos para o desgaste excessivo de ferramentas de corte ocorrem:

- **Condições de corte inadequadas:** Parâmetros de corte mal ajustados, como velocidade de corte, avanço e profundidade de corte, podem levar a altas temperaturas e desgaste acelerado das ferramentas.
- **Materiais de trabalho difíceis de usinar:** Certos materiais, como ligas de alta resistência, aços endurecidos e materiais com alto teor de abrasivos, podem ser especialmente desafiadores para as ferramentas de corte, resultando em desgaste mais rápido.
- **Falta de lubrificação adequada:** A falta de lubrificação adequada ou uso de refrigerantes de baixa qualidade pode aumentar o atrito e o desgaste nas ferramentas de corte.
- **Qualidade das ferramentas:** Ferramentas de baixa qualidade, feitas de materiais inferiores ou com revestimentos inadequados, tendem a desgastar-se mais rapidamente.
- **Falta de manutenção preventiva:** A falta de inspeção regular das ferramentas de corte e a falta de substituição ou afiação adequada quando necessário podem levar ao desgaste excessivo.

#### 4.1.6 Plano de ação 5W1H

Para criar o plano de ação detalhado foi utilizado a ferramenta 5W2H, no entanto, o segundo "H" de "Quanto" não foi utilizado, uma vez que a definição dos recursos necessários é de responsabilidade da empresa. Portanto, foi adotado o formato 5W1H (Who, What, When, Where, Why, How) para desenvolver o plano de ação.

Com base na matriz GUT, foram identificados os dois principais problemas: a falta de inspeção durante a montagem e o desgaste excessivo de ferramentas de corte. Diante desses desafios, foram desenvolvidos dois planos de ação detalhados, utilizando a ferramenta de qualidade 5W1H, conforme descrito nas Figuras 9 e 11, com o objetivo de abordar essas questões de forma efetiva.

**Figura 9 – Falta de inspeção durante a montagem da peça**

O que?	Quem?	Quando?	Porque?	Onde?	Como?
Falta de inspeção durante os processos de criação de um picador florestal.	Colaboradores, supervisores, gerente e equipe da qualidade.	Ao longo de todo o processo do picador florestal, desde a seleção e inspeção dos materiais utilizados, até o produto finalizado.	Produção de picadores florestais com defeitos, baixa qualidade, falhas de segurança, retrabalho, custos adicionais e insatisfação dos clientes.	Ocorre nos diferentes processos de criação do picador florestal. Montagem, pintura, caldeiraria e usinagem.	De acordo com a Figura 10

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Na Figura 10, é possível visualizar o plano de ação detalhado que será executado na empresa, fornecendo uma visão clara de como as etapas serão implementadas.

**Figura 10 - Plano de ação/ Inspeção de peças**

<b>Plano de ação/ Falta de inspeção de peças durante a montagem</b>			
<b>Contra Medidas</b>	<b>Duração</b>	<b>Responsavel</b>	<b>Situação</b>
Criar um plano para inspeção de peças	2 Semanas	Supervisor dos setores de Caldeiraria, Usinagem, Montagem e Pintura	Andamento
Treinamento dos colaboradores	Semestral	Supervisor dos setores de Caldeiraria, Usinagem, Montagem e Pintura	Andamento
Implementar check-lists e procedimentos	2 Meses	Equipe dos setores de Qualidade e Processos	Andamento
Realizar Auditorias internas	Mensal	Equipe do setor da Qualidade	Andamento
Monitoramento e feedback	Mensal	Um responsável de cada setor da produção	Andamento

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Com a explicação logo abaixo, é possível compreender de maneira mais clara o plano de ação que delinea as ações a serem tomadas pela empresa daqui para frente

- Estabelecer um plano de inspeção: Definir os pontos críticos em cada etapa de produção que requerem inspeção e estabelecer um cronograma de verificação.

- Treinamento e conscientização: Fornecer treinamento adequado aos funcionários envolvidos para que eles possam realizar as inspeções corretamente. Também é importante conscientizar sobre a importância da inspeção para a qualidade do produto.
- Implementar checklists e procedimentos: Desenvolver checklists de inspeção detalhados e procedimentos padronizados para garantir que todas as etapas de produção sejam verificadas adequadamente.
- Auditorias internas: Realizar auditorias internas regulares para verificar a conformidade com os processos de inspeção e identificar oportunidades de melhoria.
- Monitoramento e feedback: Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo para identificar problemas e receber feedback dos clientes, funcionários e outras partes interessadas.

Além disso, é fundamental destacar a importância da inspeção adequada das peças ao longo do processo de produção. A falta de inspeção pode levar a uma série de problemas, como a utilização de peças defeituosas, retrabalho e até mesmo falhas nos produtos finais.

Portanto, é necessário implementar procedimentos rigorosos de inspeção de qualidade para garantir que apenas as peças conformes sejam utilizadas, evitando retrabalho e desperdício de recursos. A inspeção regular das peças também pode identificar padrões ou tendências de falhas, permitindo que medidas corretivas sejam tomadas precocemente. Isso resulta em uma redução de custos e um aumento da eficiência geral do processo produtivo.

É essencial a criação de registros e relatórios abrangentes das ocorrências ao longo da implementação do plano de ação estabelecido. Através desse monitoramento cuidadoso, torna-se possível estabelecer metas concretas para impulsionar melhorias na produção e reduzir os custos em um período determinado.

É importante ressaltar que essas metas devem ser embasadas em levantamentos próximos da realidade, evitando especulações ou informações imprecisas. Ao basear as decisões em dados concretos e precisos, é possível tomar medidas mais eficazes e direcionadas, maximizando os resultados alcançados.

Dessa forma, o registro adequado das ocorrências e a definição de metas embasadas em informações confiáveis são elementos fundamentais para impulsionar a eficiência operacional e a tomada de decisões embasadas na realidade.

**Figura 11 - Desgaste Excessivo de Ferramentas de Corte**

O que?	Quem?	Quando?	Porque?	Onde?	Como?
Identificar as causas do desgaste das ferramentas de corte	Setor de processos, operadores de centro de usinagem, torno convencional e CNC, equipe de manutenção	Plano de ação implementado imediatamente, onde a análise será realizada após um período (Ex.: três meses) para avaliar os resultados implementados.	Resulta em baixa eficiência de produção, aumento de custos de manutenção e menor qualidade das peças usinadas.	No setor de usinagem	De acordo com a Figura 12

**Fonte: Autoria própria (2023)**

A Figura 12 apresenta de forma clara e concisa o plano de ação detalhado que será executado na empresa, oferecendo uma visão precisa e compreensível da forma como as etapas serão implementadas. Sendo elas:

- Coleta de dados e análise das condições de trabalho, incluindo velocidade de corte, alimentação, refrigeração e materiais usinados.
- Análise das características das ferramentas de corte utilizadas.
- Identificação das causas do desgaste excessivo, como velocidade de corte inadequada, falta de refrigeração adequada, materiais inadequados para as ferramentas, entre outros.
- Desenvolvimento de um plano de manutenção preventiva para as ferramentas de corte, incluindo intervalos de troca, limpeza e afiação.

**Figura 12 – Plano de ação: Desgaste excessivo de ferramentas de corte**

<b>Plano de ação/Desgaste Excessivo de Ferramentas de Corte</b>			
<b>Contra Medidas</b>	<b>Duração</b>	<b>Responsável</b>	<b>Situação</b>
Coleta de dados e análise dos parâmetros de usinagem	Semanal	Um responsável de setor de Processos	Andamento
Análise das ferramentas de corte utilizadas	Mensal	Um responsável de setor de Processos	Andamento
Identificação das causas do desgaste excessivo	2 Meses	Equipe dos setores de Qualidade, Processos e Usinagem	Andamento
Plano de manutenção preventiva	3 Meses	Supervisor da Usinagem, equipe de Processos e Manutenção	Andamento
Treinamento dos operadores de centro de usinagem, torno convencional e CNC	Semestral	Um responsável de setor de Usinagem	Andamento
Monitoramento contínuo do desgaste das ferramentas de corte e avaliação dos resultados	Semanal	Um responsável de setor de Usinagem e Processos	Andamento

**Fonte: Autoria própria (2023)**

- Treinamento dos operadores de máquinas CNC e torno convencional sobre o uso adequado das ferramentas de corte e melhores práticas de usinagem.
- Monitoramento contínuo do desgaste das ferramentas de corte e avaliação dos resultados do plano de ação implementado.

É importante observar que esse plano de ação pode ser adaptado de acordo com as necessidades específicas da empresa e das ferramentas de corte utilizadas. Da mesma forma, é crucial ressaltar a importância da monitorização adequada do desgaste das ferramentas de corte ao longo do processo de produção.

O desgaste excessivo das ferramentas pode acarretar uma série de problemas, tais como redução da qualidade do corte, aumento dos tempos de produção e até mesmo danos às peças sendo processadas. Portanto, é imprescindível implementar práticas de inspeção regular das ferramentas de corte, a fim de identificar precocemente o desgaste e tomar medidas corretivas adequadas. Isso permite a substituição oportuna das ferramentas desgastadas, evitando problemas futuros e maximizando a eficiência do processo.

Ademais, ao acompanhar o desgaste das ferramentas de corte de forma constante, é possível também identificar padrões de desgaste e tendências, auxiliando na melhoria contínua do processo produtivo. Com base nessas informações, pode-se adotar medidas preventivas, como a otimização dos parâmetros de corte ou a escolha de materiais de ferramentas mais duráveis, visando a redução de custos e o aumento da vida útil das ferramentas.

Nas etapas a seguir a capacitação, implantação e verificação das ferramentas de qualidade para melhorar o processo produtivo fica a critério da empresa. A decisão de adotar e implementar as ferramentas é de responsabilidade da organização, considerando seus objetivos recursos disponíveis e estratégias.



## **4.2 Etapa execução**

A etapa seguinte é o DO (executar), onde segundo Araújo (2017), nela encontramos todos os objetivos e metas a serem alcançados; traçado em um plano de ação que deve ser muito bem estruturado, e que deverá ser posto em prática na organização escolhida. Para a melhor eficiência desta fase, Campos (2001) subdivide-a em duas etapas principais: Treinamento e Execução da ação.

## **4.3 Etapa verificação**

A terceira fase do ciclo PDCA é conhecida como Check (verificar), onde ocorre a avaliação do que foi realizado na fase anterior (DO). Para garantir uma verificação eficiente, essa etapa se baseia nas ações estabelecidas durante o planejamento, sendo fundamental monitorar e documentar todas as atividades na fase de execução.

Essa fase pode ser subdividida em três etapas visando uma organização mais eficiente: reconhecimento dos impactos secundários, avaliação da persistência do problema e comparação dos resultados. Assim, a fase de Check é estruturada de forma a maximizar a efetividade das ações executadas.

## **4.4 Etapa de ação corretiva**

Na etapa do Act (agir), busca-se estabelecer procedimentos, instruções de trabalho ou normas para garantir que as melhorias implementadas sejam mantidas e incorporadas à rotina da organização. Essa etapa visa evitar a reincidência de problemas e manter os processos alinhados aos padrões estabelecidos.

Para realizar a padronização, é necessário documentar os novos procedimentos ou atualizar os procedimentos existentes, de acordo com as alterações realizadas durante a etapa de Ação. Essa documentação deve ser clara, objetiva e de fácil acesso a todos os envolvidos nos processos.

Quando a meta estabelecida não é alcançada, especialmente no que diz respeito ao registro de dados, é necessário retornar ao início do ciclo PDCA. Nesse momento, é crucial realizar um novo planejamento e analisar cuidadosamente as causas que levaram à não realização da meta.

## 5 CONCLUSÕES

Para concluir, a obtenção de uma meta efetiva requer o uso do método PDCA (Plan-Do-Check-Act) em conjunto com registros e dados das ocorrências dos problemas. É importante destacar que a maioria das empresas, mesmo com experiência no mercado, frequentemente carece de registros ou informações sobre seus problemas, custos ou eficiência de produção.

O método PDCA, aliado ao uso das ferramentas de qualidade adequadas, é uma abordagem desenvolvida para promover a melhoria contínua dos processos e produtos em uma organização. Por meio desse ciclo repetitivo de planejamento, execução, verificação e ação corretiva, é possível obter resultados significativos e sustentáveis.

A aplicação das ferramentas de qualidade desempenha um papel fundamental na obtenção de resultados positivos juntamente com o método PDCA. Essas ferramentas fornecem uma estrutura e uma abordagem sistemática para coletar dados, analisar problemas, identificar oportunidades de melhoria e tomar decisões embasadas em fatos.

Ao implementar o PDCA e utilizar as ferramentas de qualidade na empresa, a organização pode experimentar diversos benefícios, tais como redução de custos, aumento da eficiência operacional, melhoria da qualidade do produto e serviço, maior satisfação do cliente e desenvolvimento da melhoria contínua.

Portanto, é altamente recomendado que a organização adote o método PDCA, incorporando as ferramentas de qualidade em seus processos e estratégias. Ao fazer isso, ela estará se capacitando para enfrentar os desafios do mercado, obter uma meta efetiva, impulsionar a excelência operacional e alcançar o sucesso sustentável a longo prazo.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, Rosângela et al. Aplicabilidade da matriz gut para identificação dos processos críticos: o estudo de caso do departamento de direito da universidade federal de Santa Catarina. 2017.
- ANDRADE, F. F. O Método de Melhorias PDCA (dissertação). São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2003.
- ARAUJO, Fernando de et al. Aplicação do método PDCA para solução de problemas: estudo de caso em uma alimentícia no triângulo mineiro. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, v. 37, p. 12-27, 2017.
- BROPHY, Peter. COULLING, Kate. Quality Management for Information and Library Managers. Brookfield: Aslib Gower, 1996.
- CAMPOS, Vicente Falconi. TQC: Controle da qualidade no estilo japonês. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.
- ISHIKAWA, Kaoru. Controle de qualidade total à maneira japonesa. In: Controle de qualidade total à maneira japonesa. 1993. p. 221-221.
- NECO, Marilis Rocha Albuquerque. Melhoria contínua: um estudo de caso sobre a implantação na área administrativa de uma empresa e os seus resultados. Monografia (Pós-graduação) -Programa de Especialização em Gestão de Negócios. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2011.
- PERIARD, Gustavo. Matriz Gut - Guia Completo. Disponível: <<http://www.sobreadministracao.com/matriz-gutguia-completo/>> Acesso em 01 de maio de 2023.
- QUINQUIOLO, José Manoel. Avaliação da eficácia de um sistema de gerenciamento para melhorias implantado na área de carroceria de uma linha de produção automotiva. 2002. 107f. 2002. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional)-Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado, Universidade de Taubaté.
- SEBRAE. Ferramenta 5W2H. 2008. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/5W2H.pdf>>. Acesso em 02 de maio de 2023.
- SILVA, Cleiton Oliveira; SOUZA, Ícaro AGOSTINO. A utilização do método PDCA para melhoria dos processos: um estudo de caso no carregamento de navios. Revista Espacios, v. 38, n. 27, p. 9, 2017.
- SILVA, Glauco Garcia Martins Pereira da; TUBINO, Dalvio Ferrari; SEIBEL, Silene. Linhas de montagem: revisão da literatura e oportunidades para pesquisas futuras. Production, v. 25, p. 170-182, 2014.

UDDIN, Mohammad Kamal; SOTO, Marian Cavia; LASTRA, Jose L. Martinez. An integrated approach to mixed-model assembly line balancing and sequencing. *Assembly Automation*, v. 30, n. 2, p. 164-172, 2010.

VERGUEIRO, Waldomiro. *Qualidade em serviços de informação*. São Paulo: Arte & Ciência, 2002.

VIEIRA, Sonia. *Estatística para a qualidade*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. In: *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos*. p. 128-128, 1995.