

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GUILHERME BUASSALI FREDINI**

**APLICAÇÃO DO CICLO DMAIC PARA MELHORIA DA QUALIDADE EM UMA  
FÁBRICA DE BONÉ**

**LONDRINA**

**2025**

**GUILHERME BUASSALI FREDINI**

**APLICAÇÃO DO CICLO DMAIC PARA MELHORIA DA QUALIDADE EM UMA  
FÁBRICA DE BONÉ**

**Application of the DMAIC cycle for quality improvement in a cap factory**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Rafael Henrique Palma Lima

**LONDRINA**

**2025**



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

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

**GUILHERME BUASSALI FREDINI**

**APLICAÇÃO DO CICLO DMAIC PARA MELHORIA DA QUALIDADE EM UMA  
FÁBRICA DE BONÉ**

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

Data de aprovação: 14 de fevereiro de 2025

---

Rafael Henrique Palma Lima  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Erico Daniel Ricardi Guerreiro  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

José Luis Dalto  
Doutor  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA  
2025**

## RESUMO

A partir do crescimento da competitividade e da necessidade de melhorar continuamente a qualidade dos produtos e processos, as empresas têm buscado implementar metodologias que reduzam falhas e desperdícios, aumentando sua eficiência. Uma das metodologias mais eficazes nesse contexto é o Seis Sigma, que se apresenta como uma abordagem estratégica e estatística voltada à melhoria da qualidade e confiabilidade, gerando vantagens competitivas às organizações. Este trabalho apresenta um estudo de campo aplicado em uma fábrica de bonés, com o objetivo de encontrar as causas dos defeitos e retrabalhos nos produtos e a variabilidade entre lotes no processo produtivo. Para isso, utilizou-se o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), uma abordagem estruturada para a realização de ações de melhoria da qualidade dos processos. Inicialmente, foi definido como foco de análise os defeitos relacionados à costura do bico dos bonés, que impactavam significativamente na qualidade do produto final e geravam elevados índices de retrabalho. A partir dos dados coletados, analisados por meio de gráficos de controle p ficou evidente que o processo estava fora de controle estatístico, apresentando itens defeituosos, além de uma proporção fora de controle impactada por causas especiais. A partir do uso do Diagrama de Pareto e do Diagrama de Causa e Efeito, foram identificadas as principais causas dos defeitos. Planos de ação foram elaborados e implementados utilizando a ferramenta 5W1H, com soluções que incluíram treinamento de operadores, padronização de procedimentos, manutenção preventiva de máquinas e controle mais rigoroso dos materiais.

Palavras-chave: Seis Sigma, DMAIC, Controle Estatístico de Qualidade, Indústria Têxtil, Bonés.

## **ABSTRACT**

With the increasing competitiveness and the need for continuous improvement in product and process quality, companies have been seeking to implement methodologies that reduce failures and waste, thereby increasing efficiency. One of the most effective methodologies in this context is Six Sigma, which serves as a strategic and statistical approach aimed at improving quality and reliability, providing organizations with competitive advantages. This study presents a field research conducted in a cap manufacturing factory, with the objective of identifying the root causes of product defects, rework, and variability among production batches. To achieve this, the DMAIC cycle (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control) was applied as a structured approach for implementing quality improvement actions. Initially, the analysis focused on defects related to the cap brim stitching, which significantly impacted the final product quality and led to high rework rates. Based on the collected data, analyzed using p control charts, it became evident that the process was statistically out of control, exhibiting defective items and a proportion of defects influenced by special causes. By applying the Pareto Diagram and the Cause-and-Effect Diagram, the main causes of defects were identified. Subsequently, action plans were developed and implemented using the 5W1H tool, with solutions that included operator training, standardization of procedures, preventive machine maintenance, and stricter control of raw materials.

**Keywords:** Six Sigma, DMAIC, Statistical Quality Control, Textile Industry, Caps.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Dispersão dos resultados do processo com desvio-padrão de 3 g em relação à especificação de projeto. ....	13
Figura 2 - Ciclo DMAIC .....	14
Figura 3 - Ferramentas para cada etapa.....	18
Figura 4 - Diagrama de causa e efeito. ....	19
Figura 5 - Exemplo de gráfico de controle P .....	20
Figura 6 - Ciclo DMAIC do estudo.....	27
Figura 7 - Mapa de processos .....	29
Figura 8 - Voz do Cliente .....	30
Figura 9 - Exemplo de boné em processo.....	31
Figura 10 - Exemplo de boné costura torta .....	32
Figura 11 - Gráfico de Controle P .....	34
Figura 12 - Diagrama de Pareto.....	35
Figura 13 - Diagrama de Causa e efeito .....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados coletados.....	33
Tabela 2 - Parâmetros gráfico P.....	33
Tabela 3 - 5W1H .....	37

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 <b>Objetivo</b> .....	<b>11</b>
1.2 <b>Justificativa</b> .....	<b>11</b>
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>13</b>
2.1 <b>Seis Sigma</b> .....	<b>13</b>
2.2 <b>Ciclo DMAIC</b> .....	<b>14</b>
2.2.1 Define (Definir): .....	15
2.2.2 Measure (Medir) .....	15
2.2.3 Analyse (Analisar): .....	16
2.2.4 Improve (Melhorar): .....	16
2.2.5 Control (Controlar):.....	17
2.3 <b>Ferramentas Utilizadas</b> .....	<b>18</b>
2.3.1 Diagrama de causa e efeito.....	18
2.3.2 Carta de controle P.....	20
2.2.3 Brainstorming .....	22
2.2.4 Voz do Cliente .....	22
2.2.5 Mapeamento de Processos.....	23
2.2.6 Diagrama de Pareto .....	23
2.2.7 5W1H .....	24
<b>3. MÉTODO DE PESQUISA</b> .....	<b>26</b>
3.1 <b>Etapas para resolução do Problema</b> .....	<b>26</b>
3.2 <b>Descrição do problema</b> .....	<b>27</b>
3.3 <b>Descrição da Empresa</b> .....	<b>28</b>
<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>29</b>
4.1 <b>Etapa Definir</b> .....	<b>29</b>

<b>4.2</b>	<b>Etapa Medir</b> .....	<b>32</b>
<b>4.3</b>	<b>Etapa Analisar</b> .....	<b>34</b>
4.3.1	Diagrama de Pareto .....	35
4.3.2	Diagrama de Causa e Efeito .....	36
<b>4.4</b>	<b>Etapa Melhorar</b> .....	<b>37</b>
4.4.1	5W1H .....	37
<b>4.5</b>	<b>Etapa Controlar</b> .....	<b>41</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE A – Total de dados coletados</b> .....	<b>45</b>

## 1. INTRODUÇÃO

No setor têxtil, a busca pela excelência na qualidade dos produtos é uma prioridade constante. Em um mercado altamente competitivo, no qual a satisfação do cliente e a otimização dos processos são cruciais, as empresas de confecção de bonés enfrentam problemas relacionados à produção e controle de qualidade de seus produtos (ABIT, 2024).

A produção de bonés apresenta uma diferenciação de acordo com os nichos de mercado atendidos. Esta diferenciação é caracterizada pela qualidade, acabamento, acessórios e insumos utilizados na fabricação (SOATO, 2009). É um segmento importante do setor têxtil, conhecido por sua diversidade de estilos, materiais e aplicações. A produção de bonés abrange desde modelos esportivos até peças de moda e acessórios, atendendo a públicos variados. Além disso, a indústria de bonés tem se destacado pela capacidade de personalização, com a possibilidade de estampas exclusivas e edições limitadas, atendendo às demandas do mercado por produtos únicos e customizados.

A produção de bonés envolve várias etapas críticas, desde o design e a escolha dos materiais até a confecção e o acabamento. A qualidade dos bonés, que inclui aspectos como costura, ajuste e acabamento, é essencial para garantir a satisfação do cliente e uma vantagem competitiva no mercado. No entanto, problemas frequentes como defeitos na costura, variações na qualidade do material e inconsistências no acabamento podem impactar negativamente a qualidade final do produto e gerar custos adicionais devido a retrabalhos e desperdícios (SOATO, 2009).

Entre as metodologias utilizadas para diminuir os problemas relacionados à qualidade do produto, o Seis Sigma se destaca como uma estratégia eficaz para a redução de defeitos e a otimização dos processos produtivos. Utilizando o Ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), as organizações podem identificar de forma precisa as áreas problemáticas, coletar dados relevantes, realizar análises aprofundadas, implementar soluções eficientes e monitorar continuamente o progresso alcançado (PYZDEK, 2003)

Com a metodologia do ciclo DMAIC, este estudo pretende fornecer soluções práticas para os problemas identificados, promover uma produção mais eficiente, menor variabilidade nos processos e a quantidade de itens defeituosos.

## 1.1 Objetivo

Aplicar a metodologia DMAIC em uma fábrica de bonés, para verificar as causas que do retrabalho presente na linha de produção em peças já acabadas, e com isso e o objetivo de verificar a proporção de itens defeituosos, analisar e diminuir a quantidade de defeitos através da metodologia DMAIC.

## 1.2 Justificativa

Identificar as principais causas da variabilidade das peças nos processos de costura dos bonés tornou-se essencial para a garantia da qualidade na empresa.

Na literatura acadêmica existem vários autores que relatam a aplicação de ferramentas da qualidade na produção de bonés. Por exemplo, Rastelli (2022) aplicou as ferramentas diagrama de Pareto e *Check List* para priorizar e quantificar os problemas existentes na fábrica em que foi realizado o estudo. Foram necessárias a utilização dessas ferramentas para a investigação de problemas relacionados a costuras nas peças de bonés, que foram decorrentes das quebras de máquinas, desalinhamento da linha de costura e problemas relacionados ao material utilizado.

Com base nesses resultados, são propostas melhorias, tais como o controle de qualidade da espuma vinílica acetinada, planejamento de manutenção preventiva, análise do tipo ideal de agulha e implementação de ferramentas básicas da qualidade. Tais propostas visam aprimorar a qualidade e eficiência do processo de bordado, reduzindo não conformidades e aumentando a satisfação do cliente.

Outro exemplo de trabalho acadêmico, é o de Lima (2020), que utilizou do ciclo DMAIC e das ferramentas diagrama de Pareto e *Check List* para identificar as principais causas de desperdício na fábrica, relacionadas à matéria prima utilizada. Também utilizou do diagrama de Ishikawa, para investigar a causa raiz dos desperdícios e realizou análises de correlação entre diferentes variáveis dos processos produtivos.

Com os resultados obtidos nas aplicações das ferramentas, foram implementadas algumas melhorias nos processos, como a padronização das operações através de POPs (Procedimentos Operacionais Padrão). Treinamentos de funcionários, para conscientizar sobre a redução de desperdício e o correto manuseio dos materiais. Gestão de estoque, para implementação de controle mais rigoroso e sistematizado de entrada e saída de matéria prima, para evitar excessos e perdas. E

por fim, a criação de indicadores e relatórios para controlar o desempenho após as mudanças.

O uso de ferramentas como o DMAIC tem se mostrado eficaz na padronização e melhoria contínua de processos em diversos setores industriais, incluindo o setor têxtil, onde a variabilidade de processos, frequentemente, impacta a qualidade e a competitividade no mercado

Além disso, essa investigação contribui para o avanço acadêmico ao consolidar um estudo de campo que pode servir como base para futuras pesquisas na área de Engenharia de Produção. Este estudo busca reduzir a proporção de itens defeituoso, mas também os custos associados a defeitos e retrabalhos e com isso criar uma base sólida de dados para tomadas de decisão fundamentadas em controle estatístico, aumentando a previsibilidade e eficiência da produção.

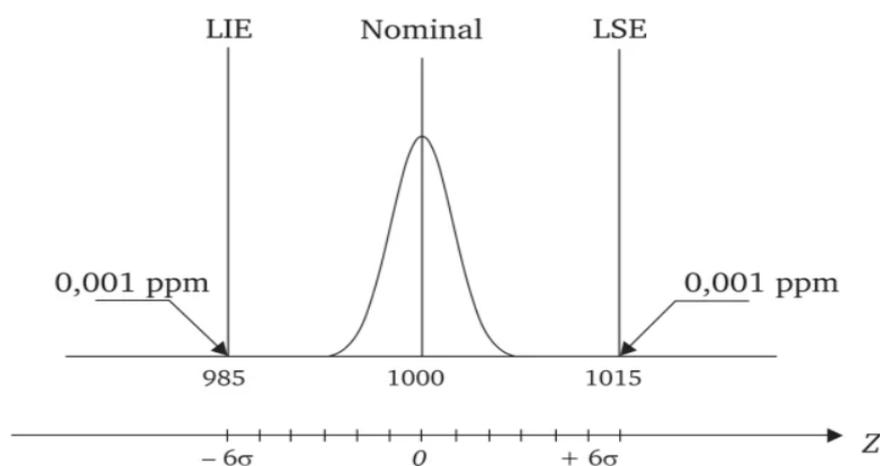
## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Seis Sigma

O Seis Sigma é uma metodologia de gestão da qualidade que tem desempenhado um papel crucial na melhoria dos processos e na eficiência operacional das organizações para diminuição de defeitos e variabilidade dos processos. Segundo Carpinetti (2016), o Seis Sigma é um programa de melhoria que tem visa a redução de desperdícios da não qualidade, consequentemente, a redução de custos e a melhoria no atendimento de requisitos de clientes, como qualidade de produto e confiabilidade da entrega.

De acordo com Reis (2016), o seis sigma estabelece uma abordagem estruturada para projetos de melhoria e de resolução de problemas, em que os métodos e ferramentas existentes aparecem organizados consoante os objetivos de cada fase. O Seis Sigma se baseia em alguns princípios fundamentais. Primeiro, o foco está na redução de variabilidade nos processos. A variabilidade, que se refere às flutuações nos resultados dos processos, pode levar a defeitos e insatisfação do cliente. O Seis Sigma busca minimizar essa variabilidade, tendo o controle mais rigoroso da produção e com o processo mais estável.

Figura 1 - Dispersão dos resultados do processo com desvio-padrão de 3 g em relação à especificação de projeto.



Fonte: Carpinetti (2016)

O segundo princípio é a coleta e uso de dados. Em vez de tomar decisões baseadas em suposições ou intuições, o Seis Sigma utiliza ferramentas estatísticas para compreender o desempenho dos processos e identificar as causas raízes dos problemas. Isso permite uma abordagem sistemática e científica para a resolução de problemas e implementação de melhorias.

A principal ferramenta utilizada para aplicação do Seis Sigma é o Ciclo DMAIC, visando redução de defeitos e soluções de problemas encontrados nos processos envolvidos.

## 2.2 Ciclo DMAIC

Na área da Engenharia da Produção, um dos principais objetivos é a constante busca por otimização dos processos presentes nos ambientes de trabalho. Uma metodologia utilizada para se alcançar esse objetivo é o ciclo DMAIC, uma abordagem de passo a passo para se chegar a uma melhoria.

Conforme Werkema (2002) o ciclo DMAIC, apresentado na figura 2, é dividido em 5 fases, sendo elas, Define (Definir), Measure (Medir), Analyse (Analisar), Improve (Melhorar) e Control (Controlar). Também é um método utilizado em muitas abordagens de gestão da qualidade em diversos setores industriais.

Figura 2 - Ciclo DMAIC



Fonte: Werkema (2013)

### 2.2.1 Define (Definir):

Na primeira etapa do ciclo, o foco está na identificação clara e precisa do problema a ser abordado. É necessário estabelecer metas para a melhoria e determinar quem serão os setores envolvidos no projeto para se ter continuidade das próximas etapas.

De acordo com Carpinetti (2016), é preciso definir claramente qual é o objeto de estudo, o problema e o efeito indesejável que se quer eliminar.

Uma ferramenta que pode ser útil para o auxílio dessa etapa é a construção de um gráfico de Pareto, que evidencia a maior taxa de defeito da linha estudada.

Segundo Werkema (2013), existem perguntas que devem ser respondidas para essa etapa do ciclo:

- Qual é o problema a ser abordado no projeto?
- Qual é a meta a ser atingida?
- Quais são os clientes/consumidores afetados pelo problema?
- Qual é o processo relacionado ao problema?
- Qual é o impacto econômico do projeto?

Após responder essas perguntas, levar em conta também, os possíveis benefícios que o estudo pode trazer, como redução de peças não conformes de produção ou redução de custos de não qualidade.

### 2.2.2 Measure (Medir)

Após definido o problema, é necessário medir sua extensão e impacto nos processos da empresa, ou no resultado final. Isso envolve a coleta de dados relacionados ao processo avaliado.

Segundo Carpinetti (2016), nesta etapa, uma vez definido qual será o objeto de estudo, ou seja, o problema a ser atacado, o objetivo é coletar dados que possam auxiliar na investigação das características específicas do problema; que forneçam informações para o processo de análise das causas do problema em estudo.

Ferramentas como Cartas de controle são empregadas para analisar esses dados e entender a variabilidade do processo. A identificação de indicadores de desempenho é essencial para avaliar as ações tomadas ao longo do ciclo DMAIC.

Outra ferramenta para essa etapa é a estratificação do problema, que pode ser realizada, de acordo com Werkema (2013), da seguinte maneira:

- Tempo: Os resultados são diferentes de manhã, à tarde, à noite, neste mês, no mês passado?
- Local: Os resultados são diferentes em regiões, cidades, fábricas ou linhas de produção diferentes? Em partes diferentes de um produto (porta, gabinete, console)?
- Tipo: Os resultados são diferentes dependendo do fornecedor, do produto, da embalagem, do consumidor, do tipo do ponto de venda?
- Sintoma: Os resultados são diferentes se o defeito é do tipo A ou do tipo B, se o sucateamento de produtos é por devolução, recusa ou avaria interna, se a parada de linha é por falta de material ou por manutenção?
- Indivíduo: Os resultados são diferentes dependendo do operador, da turma, do vendedor, do supervisor?

Após essas avaliações do problema para o estudo e a coleta de dados, é necessário identificar se os dados são suficientes, e os momentos que devem ser coletados.

### 2.2.3 *Analyse (Analisar):*

Nesta etapa, o foco está na investigação das causas raiz do problema identificado. O objetivo é obter informações sobre fatores que contribuem para o problema ocorrer.

Nesta etapa, de acordo com Carpinetti (2016), o objetivo é identificar as causas fundamentais do problema. Para isso, os dados coletados na fase anterior servirão de base para as análises e conclusões desta etapa; e novas coletas de dados podem ser necessárias.

Ferramentas como diagrama de causa e efeito são utilizadas para se aprofundar mais em cada causa que pode gerar os problemas estudados. Após verificar todas as causas, os envolvidos no estudo devem alinhar e selecionar a causa que mais gera o efeito.

### 2.2.4 *Improve (Melhorar):*

Com base na análise feita na etapa anterior, esse passo tem por objetivo, desenvolver e implementar soluções para as **causas raízes** encontradas, a fim de diminuir o impacto delas no efeito final.

Conforme Carpinetti (2016), nesta etapa, após concluídas a análise e a proposição de melhoria, deve-se planejar e executar a ação de melhoria. Esta etapa ainda pode requerer experimentos para validar as melhorias propostas.

Para encontrar possíveis melhorias, é possível realizar um *brainstorming* com as pessoas envolvidas no projeto para responder às seguintes perguntas propostas por Werkema (2013):

- Quais são as ideias sobre as formas para eliminação das causas fundamentais?
- Todas essas ideias podem ser transformadas em soluções de elevado potencial para implementação?
- Que soluções possivelmente levarão ao alcance da meta com menor custo e maior facilidade de execução?
- Como testar as soluções escolhidas, com o objetivo de se garantir o alcance da meta e a ausência de efeitos correlatos indesejáveis?

Uma ferramenta que pode ser utilizada nessa etapa é o 5W2H, que consiste em um conjunto de questões que ajudam a compor planos de ação na implementação de melhorias.

#### 2.2.5 Control (Controlar):

Após as melhorias implementadas, é necessário que haja controle sobre os processos para detectar possíveis desvios que podem aparecer e garantir as mudanças implementadas ao longo do ciclo.

Conforme Carpinetti (2016), esta etapa tem por objetivo garantir que as melhorias obtidas não se percam. Para isso, devem-se rever os procedimentos, incluindo novos controles sobre o processo, como instruções de trabalho, registros e outros meios.

Uma ferramenta que pode ser utilizada nessa etapa são as cartas de controle, que servem para monitorar o processo, podendo ser sobre os defeitos encontrados, tempos a serem seguidos.

O ciclo DMAIC oferece uma abordagem estruturada e baseada em dados para a melhoria contínua na Engenharia de Produção. Ao seguir as etapas do ciclo, as organizações podem identificar, analisar e resolver problemas de forma eficaz, resultando em processos mais eficientes, redução de desperdícios e melhoria da qualidade do produto ou serviço entregue. A aplicação do ciclo DMAIC pode ser um

diferencial significativo para empresas que buscam se destacar em um mercado cada vez mais competitivo.

As ferramentas que podem ser utilizadas em cada ciclo, estão descritas na Figura 3:

Figura 3 - Ferramentas para cada etapa.

<b>Etapa</b>	<b>Ferramentas</b>
<b>Define</b>	Gráfico de Pareto
	Matriz GUT
<b>Measure</b>	Carta de controle
<b>Analyse</b>	Causa Raiz
	Diagrama de causa e efeito
	Mapeamento de processos
<b>Improve</b>	<i>Brainstorming</i>
	Diagrama de causa e efeito
	5w2h
<b>Control</b>	Cartas de controle
	Auditorias

Fonte: Próprio autor

## 2.3 Ferramentas Utilizadas

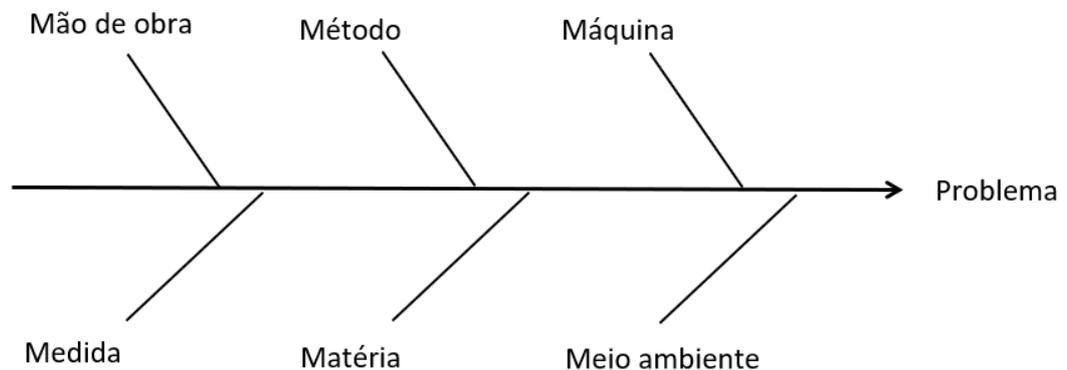
### 2.3.1 Diagrama de causa e efeito

De acordo com Behr (2008), o objetivo da ferramenta consiste em evidenciar e organizar as causas de determinado “problema”.

É uma representação semelhante a uma espinha de peixe, que ajuda a identificar e organizar as possíveis causas de um problema específico, permitindo a análise e compreensão entre todas as causas e efeitos observados. Mariani (2005) comenta que é uma técnica simples e eficaz na enumeração das possíveis causas de um determinado problema.

O diagrama segue a metodologia 6M, representada na Figura 4.

Figura 4 - Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Próprio autor

A mão de obra mostra as causas que envolvem as dificuldades encontradas pelo funcionário.

- A mão de obra é a parte que envolve as atividades e dificuldades dos colaboradores sobre o processo, verificar se o mesmo está corretamente preparado para desenvolver suas atividades.
- O método, são as causas relacionadas aos procedimentos utilizados nos processos produtivos. É importante verificar se existe algum tipo padrão nas operações realizadas.
- A máquina é a parte que envolve o maquinário utilizado na confecção do produto. Verificar se apresenta algum problema na produção, alguma falta de regulagem, se possui instruções para o funcionamento correto dele.
- A medida envolve os instrumentos de medida utilizados, indicadores, e os acompanhamentos da produção.
- A matéria, envolve a matéria utilizada nos processos, para confeccionar o produto final.
- O meio ambiente, envolve o ambiente do local de trabalho, podendo envolver layout, temperatura, ruídos, atitude dos colegas. Devemos nos questionar se houve alguma influência do meio ambiente na ocorrência do problema. (Camargo, 2019)

A seta central indica o problema e as partes laterais, superior e inferior, indicam as causas.

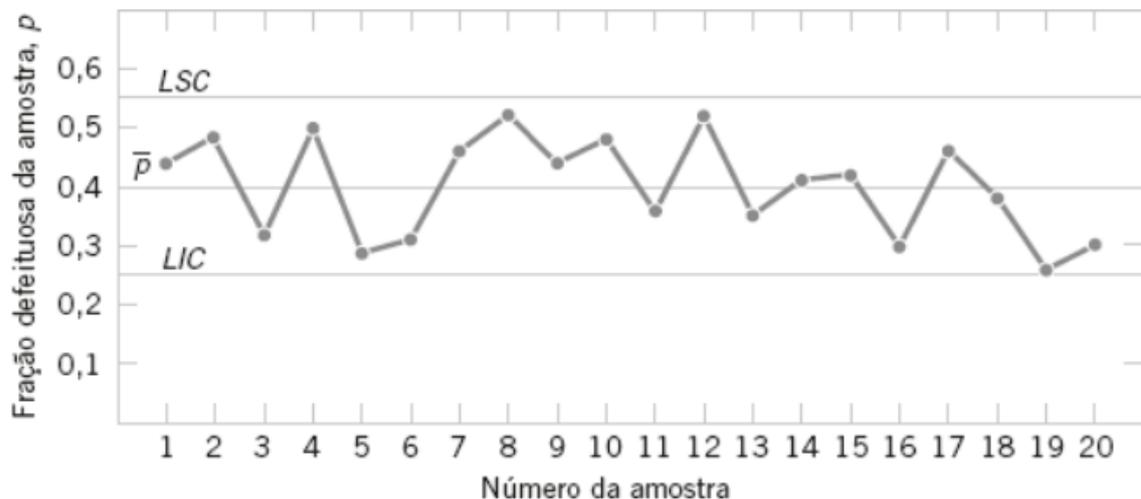
### 2.3.2 Carta de controle P

O controle estatístico da qualidade (CEQ), tem a função de monitorar a conformidade dos produtos ou serviços dentro de uma organização. Uma das ferramentas do CEQ é a carta de controle P.

De acordo com Montgomery (2021) A fração não conforme (ou gráfico p) é definida como a razão entre o número de itens não conformes em uma população e o total de itens naquela população. Os itens podem ter várias características da qualidade que são examinadas simultaneamente por um inspetor. Se o item não satisfaz o padrão em uma ou mais dessas características, é classificado como não conforme.

O gráfico de controle para a fração não conforme tem três parâmetros, que devem ser especificados: o tamanho da amostra, a frequência da amostragem e a largura dos limites de controle (MONTGOMERY, 2021). A Figura 5 mostra um exemplo de gráfico de controle:

Figura 5 - Exemplo de gráfico de controle P



Fonte: Montgomery (2021)

Os limites de controle, tem como objetivo demonstrar se as medições feitas com as amostras estão estáveis ou não. Para calcular os limites de controle, seguem as equações 1, 2 e 3.

$$LSC = p + 3 \times \sqrt{p \times (1 - p) \div n} \quad (1)$$

$$LM = p \quad (2)$$

$$LSC = p - 3 \times \sqrt{p \times (1 - p) \div n} \quad (3)$$

Onde:

p = Probabilidade de sucesso

n = Número de amostras

A aplicação da carta de controle de fração não conforme pode trazer vários benefícios para as organizações, tornando-se importante na busca pela excelência. A seguir, são descritos, em tópicos, razões pelas quais a Carta de Controle P é crucial para um sistema de gestão da qualidade.

1. **Monitoramento de Processos:** a Carta de Controle P é uma ferramenta eficaz para monitorar a estabilidade e a capacidade de um processo ao longo do tempo. Ao plotar a proporção de defeitos em unidades de produção consecutivas em um gráfico de controle, os engenheiros de produção podem identificar rapidamente qualquer desvio significativo do padrão esperado.
2. **Identificação de Tendências e Padrões:** ao analisar os pontos plotados na Carta de Controle P, os engenheiros podem identificar tendências, padrões ou ciclos sazonais nos dados. Isso permite uma compreensão mais profunda do comportamento do processo e ajuda na identificação de potenciais causas de variação.
3. **Tomada de Decisões Baseada em Dados:** a Carta de Controle P fornece uma base objetiva para a tomada de decisões relacionadas à melhoria do processo. Ao detectar qualquer desvio significativo do padrão esperado, os engenheiros podem investigar as causas subjacentes e implementar ações corretivas ou preventivas conforme necessário.
4. **Melhoria Contínua:** a Carta de Controle P é uma ferramenta fundamental na busca pela melhoria contínua da qualidade. Ao fornecer uma visão clara do

desempenho do processo ao longo do tempo, permite que as organizações identifiquem áreas de oportunidade e implementem medidas para alcançar níveis mais altos de qualidade e desempenho.

### 2.2.3 *Brainstorming*

O *brainstorming* é uma técnica utilizada para gerar ideias criativas e soluções inovadoras para problemas, de todos os tipos. É uma ferramenta fundamental para tomada de decisões no dia a dia.

*Brainstorming* ou tempestade de ideias é uma técnica criada pelo publicitário Alex Osborn, aplicada pela primeira vez em 1938 e em 1950 adotada em universidades, forças armadas, repartições públicas federais, indústrias e empresas comerciais e onde novas ideias estivessem sendo requisitadas (SANTO, 2015)

Osborn destaca alguns pontos para o uso da ferramenta:

- 1) foco na quantidade: quanto mais ideias, melhor;
- 2) evitar a crítica: ideias não devem ser criticadas durante a sessão de *brainstorming*;
- 3) apreciar ideias fora do comum, ou seja, ideias que fogem dos conceitos conhecidos ou esperados;
- 4) combinar e melhorar ideias ajuda a criar ideias inteiramente novas por associação;
- 5) colocar as ideias em ação, ou seja, as ideias levantadas precisam ser transformadas em realidade;
- 6) evolução dos resultados: o líder precisa mostrar a evolução das ideias para motivá-los ainda mais na busca por melhores ideias.

### 2.2.4 *Voz do Cliente*

A Voz do Cliente (Voice of the Customer - VOC) é uma metodologia utilizada para captar as expectativas, necessidades e percepções dos consumidores em relação a um produto ou serviço. Segundo Kano (1984), a aplicação da VOC auxilia na identificação dos atributos mais valorizados pelos clientes, permitindo que as empresas desenvolvam soluções mais alinhadas com suas preferências.

De acordo com Slack (2010), a coleta da Voz do Cliente pode ser realizada por meio de diversas técnicas, como entrevistas, pesquisas de satisfação, análise de reclamações e observação direta do comportamento dos consumidores. A

interpretação dessas informações permite que as empresas tomem decisões estratégicas para aprimorar a qualidade dos produtos e aumentar a satisfação do cliente.

A metodologia Seis Sigma utiliza a Voz do Cliente como uma ferramenta essencial para guiar projetos de melhoria contínua. Pyzdek e Keller (2014) explicam que a VOC é frequentemente empregada na fase de definição do ciclo DMAIC, ajudando a priorizar problemas e direcionar esforços para ações que gerem maior valor para o consumidor. No setor industrial, essa abordagem contribui para garantir que os produtos fabricados atendam aos padrões de qualidade esperados e reduzam as chances de insatisfação.

### *2.2.5 Mapeamento de Processos*

O Mapeamento de Processos é uma ferramenta utilizada para compreender, documentar e otimizar as atividades que compõem um fluxo de produção. Segundo Harrington (1991), essa técnica permite uma visão clara das interações entre os processos, facilitando a identificação de gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria.

A gestão eficiente dos processos produtivos depende de uma análise detalhada do fluxo operacional. Para Paim (2009), o mapeamento auxilia na padronização das atividades, melhorando a eficiência e permitindo a aplicação de estratégias como Lean Manufacturing e Seis Sigma.

No contexto deste estudo, o Mapeamento de Processos foi aplicado para analisar o fluxo produtivo da fábrica de bonés. Segundo Campos (2004), a aplicação dessa técnica é essencial para a busca da excelência operacional, pois permite uma abordagem estruturada para a resolução de problemas e a melhoria contínua.

### *2.2.6 Diagrama de Pareto*

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta gráfica utilizada para identificar e priorizar os principais problemas dentro de um processo, seguindo o princípio de que 80% dos efeitos advêm de 20% das causas. Esse conceito, conhecido como Princípio de Pareto, foi desenvolvido pelo economista Vilfredo Pareto no século XIX e aplicado à gestão da qualidade por Joseph Juran, que destacou sua relevância para a resolução de problemas industriais (MONTGOMERY; RUNGER, 2021).

Segundo Reis (2016), o Diagrama de Pareto permite visualizar de forma clara a distribuição das falhas em um processo produtivo, auxiliando na tomada de decisões baseadas em dados. A técnica é amplamente utilizada em programas de melhoria contínua, como o Seis Sigma, e na metodologia DMAIC, sendo aplicada na fase de Análise para determinar quais problemas devem ser tratados com prioridade. A construção do diagrama ocorre por meio dos seguintes passos:

1. Coleta de dados – Identificação das categorias de defeitos ou problemas.
2. Classificação das ocorrências – Contagem da frequência de cada categoria.
3. Ordenação dos dados – Organização das falhas em ordem decrescente de ocorrência.
4. Cálculo do percentual acumulado – Definição do impacto relativo de cada problema.
5. Elaboração do gráfico – Representação visual dos dados com um eixo de frequência absoluta e uma linha de porcentagem acumulada.

#### 2.2.7 5W1H

A ferramenta 5W1H é um método utilizado para estruturar e planejar ações de forma clara e objetiva, respondendo às perguntas fundamentais What (O quê?), Why (Por quê?), Who (Quem?), Where (Onde?), When (Quando?) e How (Como?) (WERKEMA, 2022). Essa abordagem proporciona uma visão sistemática sobre a execução de tarefas, sendo amplamente empregada na gestão de qualidade e na resolução de problemas operacionais.

Segundo Rodrigues (2014), o 5W1H é uma ferramenta essencial para a definição de planos de ação, pois garante que todas as informações relevantes sejam consideradas antes da implementação de uma melhoria. Essa metodologia é frequentemente utilizada em conjunto com outras ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Ishikawa, o Diagrama de Pareto e o PDCA, para estruturar ações corretivas e preventivas.

A aplicação do 5W1H ocorre da seguinte forma:

- What (O quê?) – Qual é o problema que precisa ser resolvido?
- Why (Por quê?) – Qual a justificativa para a ação?
- Who (Quem?) – Quem será responsável pela implementação?
- Where (Onde?) – Em qual setor ou área a ação será realizada?
- When (Quando?) – Qual o prazo de execução?

- How (Como?) – De que forma será implementada a solução?

De acordo com Mariani, Pizzinatto e Farah (2005), a simplicidade e objetividade do 5W1H fazem com que ele seja um dos métodos mais eficazes na formulação de planos de ação estruturados dentro de projetos de melhoria contínua.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

A natureza desta pesquisa é qualitativa e quantitativa, pois foram coletados dados de forma estatística que auxiliaram a análise, interpretação e compreensão dos processos e defeitos da empresa (Günther, 2006).

O objetivo desta pesquisa é explicativo, por conta de análises, interpretações e registros sobre as principais causas e problemas relacionados aos processos para verificar suas perdas e retrabalhos.

O método utilizado foi aplicação de uma pesquisa-ação, visto que o trabalho realizado propõe planos de ação para melhoria dos processos estudado e para diminuir a variabilidade de defeitos entre lotes e os retrabalhos necessários dos produtos acabados, utilizando a metodologia DMAIC. Foram realizadas medições *in loco*.

#### 3.1 Etapas para resolução do Problema

Para a realização desse estudo, que tem a finalidade de diminuir a proporção de itens defeituosos, inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica em artigos e estudos nacionais e internacionais, sobre aplicação do Seis Sigma, ferramenta DMAIC e estudos que tem como base o ramo de confecção têxtil, principalmente, na área de indústrias de bonés. Essa etapa teve o intuito de enriquecer o conhecimento sobre as ferramentas utilizadas e os principais desafios envolvidos nas empresas desse setor.

Após essa pesquisa bibliográfica, foi realizada a coleta de dados históricos da empresa, referente aos defeitos de cada setor. Também foi realizada a carta de controle para verificar como o processo estava antes da aplicação dos planos de ação.

A aplicação de DMAIC para esta fábrica irá ajudá-la ter um controle sobre a quantidade de defeitos que surgem por setor, verificar os maiores causadores das peças reprovadas, entender e diminuir a causa dos defeitos, diminuir a variabilidade existente entre diferentes lotes do mesmo produto e diminuir os defeitos e consequentemente o retrabalho.

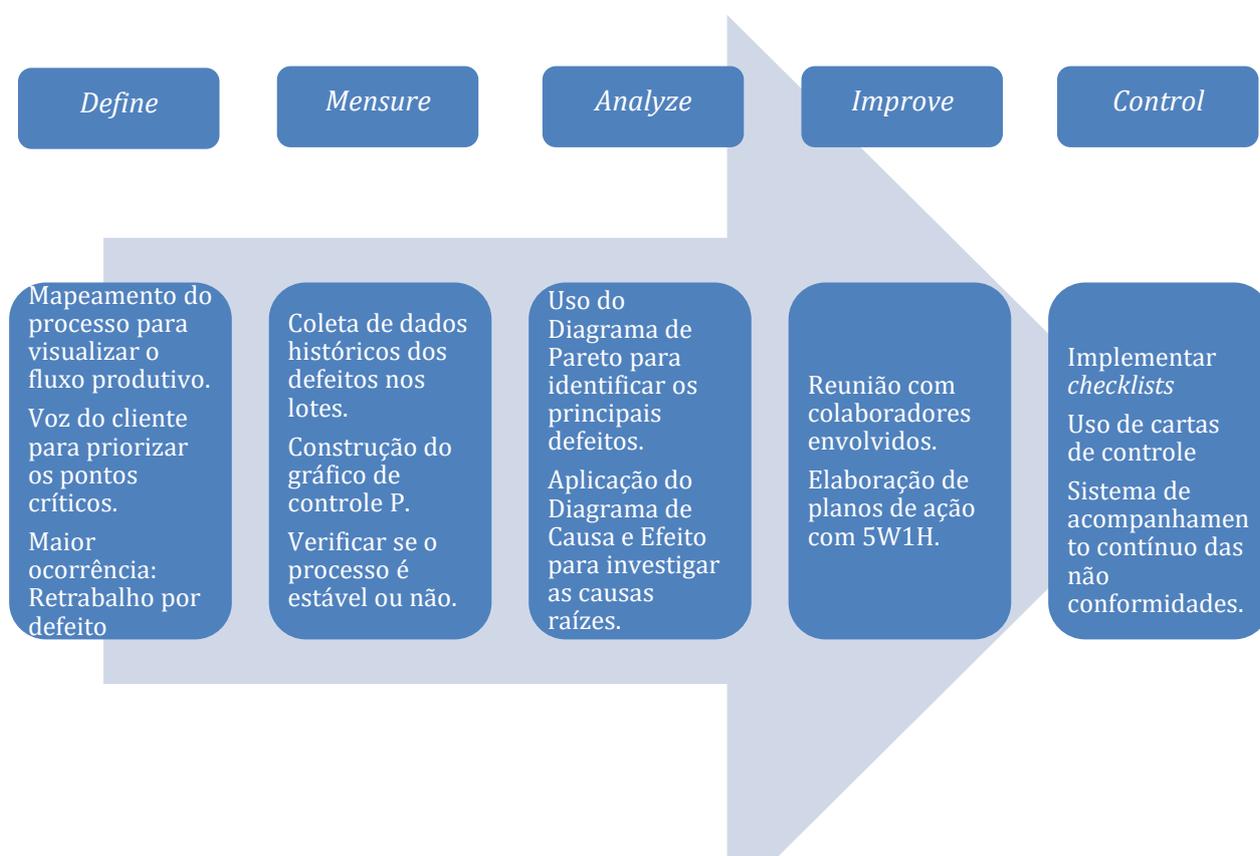
Foram realizados *brainstormings*, na etapa “Analisar”, com os colaboradores envolvidos nos processos que geram defeitos na produção. Durante esses encontros, também foi utilizado o Diagrama de causa e efeito para investigar e identificar possíveis causas raízes dos problemas de qualidade encontrados.

O objetivo do uso da carta de controle p, nas etapas “Medir” e “Controlar” foi de identificar se o processo de fabricação é estável, ou seja, a variabilidade ficará dentro

dos limites de controle da carta e quantificar os defeitos encontrados no produto final. Na etapa “Controlar” será utilizado com a função de verificar se, após a implementação dos planos de ação, surtiram efeitos positivos na produção. - confuso

Para uma melhor representação do texto, segue a Figura , com as etapas do ciclo DMAIC e o que foi feito em cada uma.

Figura 6 - Ciclo DMAIC do estudo



Fonte: Autoria própria, 2024

### 3.2 Descrição do problema

Cada atividade é realizada por um operador em uma máquina específica, sendo esse colaborador responsável tanto pela execução do processo quanto pela

inspeção inicial do produto acabado. Após a conclusão dessa etapa, a peça passa por uma nova inspeção no setor de acabamento, garantindo que esteja dentro dos padrões de qualidade estabelecidos.

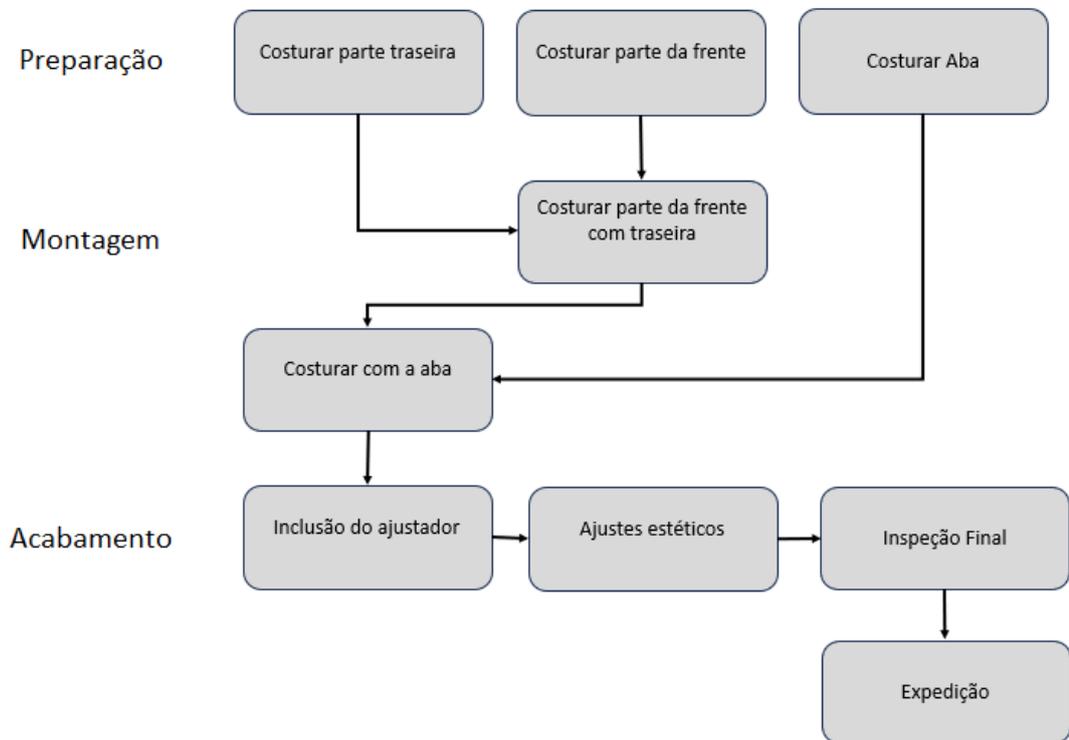
A maioria dos defeitos identificados na inspeção está relacionada a problemas na costura, como desalinhamento das linhas, costuras fora do padrão e diferenças significativas entre as peças. Além disso, algumas unidades apresentam falhas estruturais, como costuras incompletas que resultam em linhas tortas e defeitos no topo dos bonés. A variabilidade de defeitos entre diferentes lotes de um mesmo produto também é um aspecto crítico a ser analisado, pois influencia diretamente a padronização e a qualidade final da produção.

### **3.3 Descrição da Empresa**

O estudo foi realizado em uma indústria de médio porte, com cerca de 150 funcionários, localizada no norte do Paraná, região que é referência nacional no setor têxtil, mais precisamente na fabricação de bonés. Fundada em 1982, tem em seu portfólio produtos como boné com e sem tela, bordado ou silkado, viseiras e chapéus.

O processo produtivo consiste em realizar a distribuição da matéria prima como aviamento para o setor de preparação. A próxima etapa é no setor de montagem, em que se faz a costura das peças confeccionadas na etapa anterior. Após a montagem, o produto vai para o setor de acabamento no qual são feitos os ajustes finais e a inspeção de todas as peças produzidas. Depois, o que é aprovado, é direcionado para a expedição, e o que é reprovado, volta para o setor responsável pela falha, no qual é realizado o ajuste. O mapeamento está representado na Figura 7.

Figura 7 - Mapa de processos



Fonte: Autoria própria, 2024

Os processos de preparação, montagem e acabamento é feito dentro da empresa, o único processo realizado externamente é o de lavagem e pintura das peças, já acabadas.

Reconhecida como uma das líderes do setor, possui as certificações ISO 9001, 14001 e 45001. Possui licenças para fornecer produtos para os principais distribuidores de peças têxteis do mercado nacional e internacional.

#### 4. ESTUDO DE CASO

Para o início do estudo de caso melhoria dos processos, utilizando Seis Sigma, a partir do DMAIC, foram utilizadas as ferramentas Voz do Cliente e Mapeamento de processos.

##### 4.1 Etapa Definir

Nessa etapa, o intuito era entender como é o fluxo do produto dentro da fábrica e verificar os pontos críticos dos processos.

A primeira parte foi realizar o mapeamento de processos, com o objetivo de deixar claro e a vista como se comporta o fluxo de produto, em cada setor, ou seja, as atividades subsequentes que podem afetar a qualidade de produção de determinada atividade. O objetivo principal foi determinar com clareza o fluxo e possíveis causas finais de defeitos.

O setor de preparação é referente à distribuição das peças do estoque de aviamento necessárias para o início das costuras das peças finais. Essa etapa é responsável pelo início da estrutura do boné, com a necessidade de garantir a firmeza do boné.

A etapa de montagem é a continuação da preparação, onde os processos são continuação das peças produzidas anteriormente. É responsável, principalmente, pelo acabamento estrutural da peça, ou seja, finalização do molde da peça.

O próximo setor é o de acabamento, que recebe as peças já montadas, mas que necessitam da inclusão de ajustador, ajustes estéticos e da inspeção final. É o setor responsável pela inspeção de todas as peças produzidas e se necessário, realiza ajuste de alguns fios soltos.

A ferramenta utilizada foi a voz do cliente, utilizando as variáveis de produção como tempo, qualidade e custo, o cliente interno como as próximas etapas do processo e clientes externos, como o setor final de inspeção e reclamações externas. O resultado está apresentado na Figura 7.

Figura 8 - Voz do Cliente

<b>Tempo</b>	<b>Qualidade</b>	<b>Custo</b>
Atrasos no processo para ajuste de máquina	Retrabalho por defeito	Desperdício de aviamento
Retrabalho por defeito	Variação no lote	Retrabalho por defeito
Muito tempo gasto na inspeção	Falta de padronização na atividade	Terceirização

Fonte: Autoria própria, 2024

Após visualizar a voz do cliente, percebemos que a ocorrência “Retrabalho por defeito” ocorre nas três variáveis, indicando que esse é o principal foco da aplicação do DMAIC nesse estudo.

Após passar pelas primeiras etapas no setor de costura, que são processos mais simples e com menos chances de ocorrer defeitos, as peças chegam no setor de montagem. Nesse setor, todos os processos são de junção de duas peças

costuradas no primeiro setor, ou costurar uma peça já feita com uma outra nova. Como é um setor de maior complexidade, demanda de um conhecimento técnico maior do operador e um tempo maior também para a realização da atividade. A Figura 8 mostra uma representação de atividade feita no setor da produção.

Figura 9 - Exemplo de boné em processo



Fonte – Autoria própria, 2024

Uma das ocorrências reportadas nesse processo, é da linha de costura torta ou linha para fora da costura. Representada na Figura 9. Como é um processo manual, dificilmente, o operador repara nesse defeito na hora da costura ou na revisão da peça, que é feita após finalizar a atividade, por conta de diversos motivos, como alta demanda de produtos, cansaço, dificuldade na visualização, falta de atenção sujeira que pode impedir de visualizar.

Figura 10 - Exemplo de boné costura torta



Fonte – Autoria própria, 2024

Esse tipo de defeito, dificilmente será identificado durante o processo de fabricação, principalmente pela linha ser, na maioria das vezes, da mesma cor do restante do boné.

#### **4.2 Etapa Medir**

O intuito da segunda etapa do ciclo foi avaliar como está o processo e verificar sua variabilidade antes da implementação dos planos de ação. Também se construiu o gráfico de controle, para verificar a conformidade das peças e a variação do processo. Foi utilizado o gráfico P, que verifica a fração de itens não conforme em uma amostra.

Os dados, que foram coletados diariamente, após o fim do dia de trabalho, estão representados na Tabela 1, que mostra uma parcial de 20 amostras analisadas, de um total de 185, o restante dos dados está disponível no Apêndice A. A primeira coluna, mostra o número da amostra, a segunda o número da ordem de produção

utilizada pela empresa, a terceira coluna representa o tamanho da amostra e a quarta o número de defeitos encontrados na ordem de produção.

Tabela 1 - Dados coletados

Amostra	OP	n	Não Conformes	Pi
1	14561	104	8	0,000477612
2	14606	170	4	0,000238806
3	13155	6988	80	0,004776119
4	13225	3088	56	0,003343284
5	14017	4500	21	0,001253731
6	14026	414	6	0,000358209
7	14027	208	4	0,000238806
8	14029	200	2	0,000119403
9	14857	16750	63	0,003761194
10	14292	240	1	5,97015E-05
11	14304	296	2	0,000119403
12	14327	1000	23	0,001373134
13	14331	300	16	0,000955224
14	14337	600	13	0,000776119
15	14338	210	8	0,000477612
16	14416	2154	8	0,000477612
17	14482	850	27	0,00161194
18	14513	208	4	0,000238806
19	14523	670	11	0,000656716
20	14537	1240	17	0,001014925

Fonte: Autoria própria, 2024

Segue abaixo os parâmetros encontrados, a partir dos dados coletados, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Parâmetros gráfico P

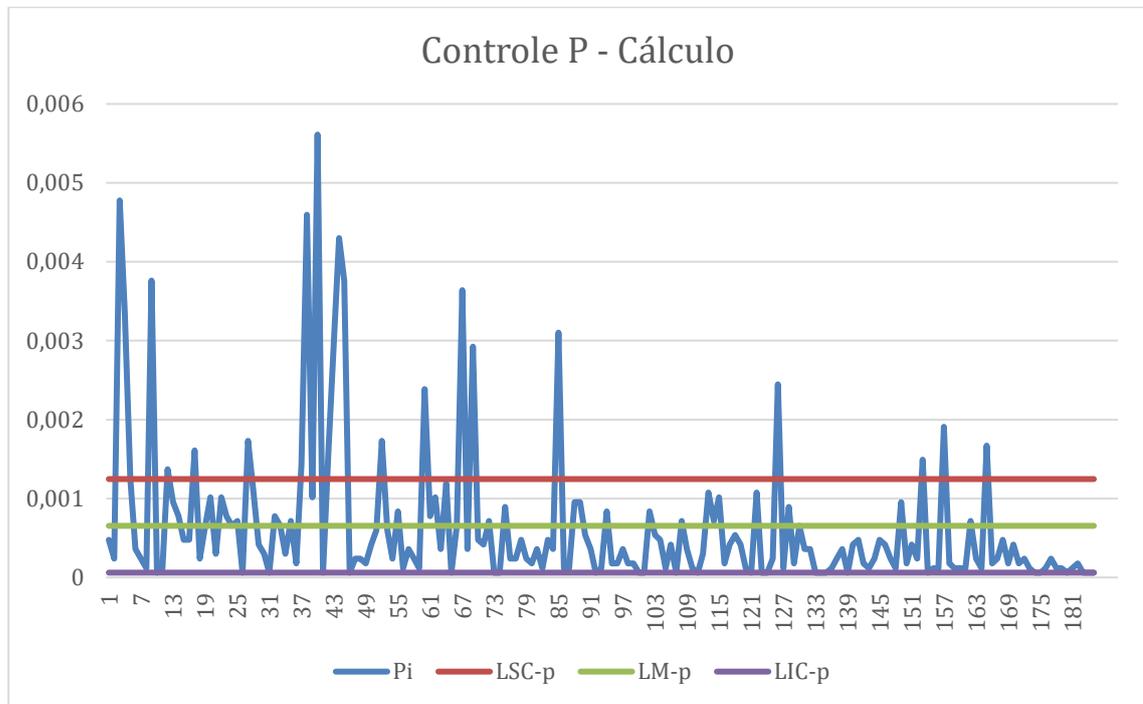
p-barra	0,000654
Total Defeitos	2028
Quantidade Amostras	185
Tamanho Amostra	16750
Total Itens	3098750

LSC-p	0,001247
LM-p	0,000654
LIC-p	6,17E-05

Fonte: Autoria própria, 2024

A partir dos valores calculados para os parâmetros e tendo-se os limites de controle, o gráfico P está apresentado na Figura 11.

Figura 11 - Gráfico de Controle P



Fonte: Autoria própria, 2024

Com a representação gráfica dos dados coletados, podemos perceber que diversas amostras estão fora dos limites de controle, mostrando que a proporção de defeitos não é estável ao longo do tempo, indicando que o processo está fora de controle estatístico, ou seja, existe uma alta variabilidade da quantidade de defeitos entre diferentes lotes. Assim, confirma-se a alta ocorrência de defeitos nas peças, que geram os retrabalhos destacados na primeira etapa do ciclo.

### 4.3 Etapa Analisar

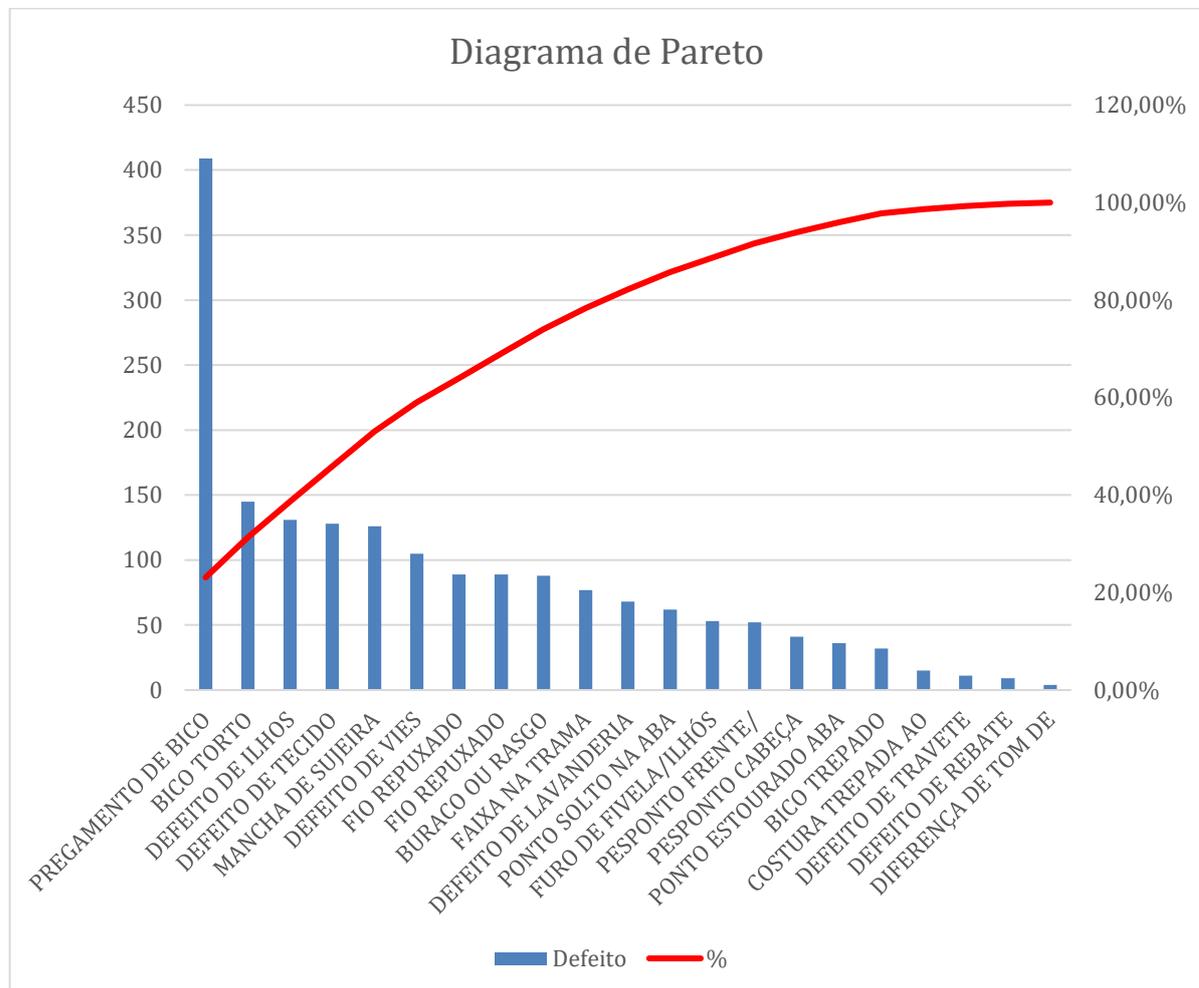
Com os resultados encontrados na etapa anterior, verificamos que existe uma alta variabilidade de defeitos entre os lotes. Com o objetivo de identificar a causa dessa variabilidade e dos defeitos, construiu-se o Diagrama de Pareto e Diagrama de causa e efeito. Com essas ferramentas, buscou-se quais são os melhores projetos para a diminuição dos defeitos e variação entre lotes.

### 4.3.1 Diagrama de Pareto

O diagrama é um gráfico de barras, que analisa quais são as principais causas de determinadas não conformidades. Com Pareto é possível priorizar pela relação 20/80 quais são as causas que mais impactam na redução de problemas no processo analisado, ou seja, 20% das causas impactam em 80% dos problemas (RODRIGUES, 2014).

O Diagrama referente aos defeitos encontrados nas Ordens de Produção está representado na Figura 12, em que foi listado as 10 principais ocorrências.

Figura 12 - Diagrama de Pareto



Fonte: Autoria própria, 2024

Quando visualizamos o diagrama acima, percebemos que as duas maiores ocorrências são relacionadas a atividade da costura do bico, seguidos de defeitos ilhós, tecido, viés e problemas relacionados com sujeira, fio repuxado e buraco ou

rasgo, que são defeitos muito evidentes na peça e por fim, problemas na faixa da trama e defeitos na parte de lavanderia que lava e pinta as peças. Assim, seguindo o princípio de Pareto, focando em 20% das causas, 32% dos problemas são resolvidos.

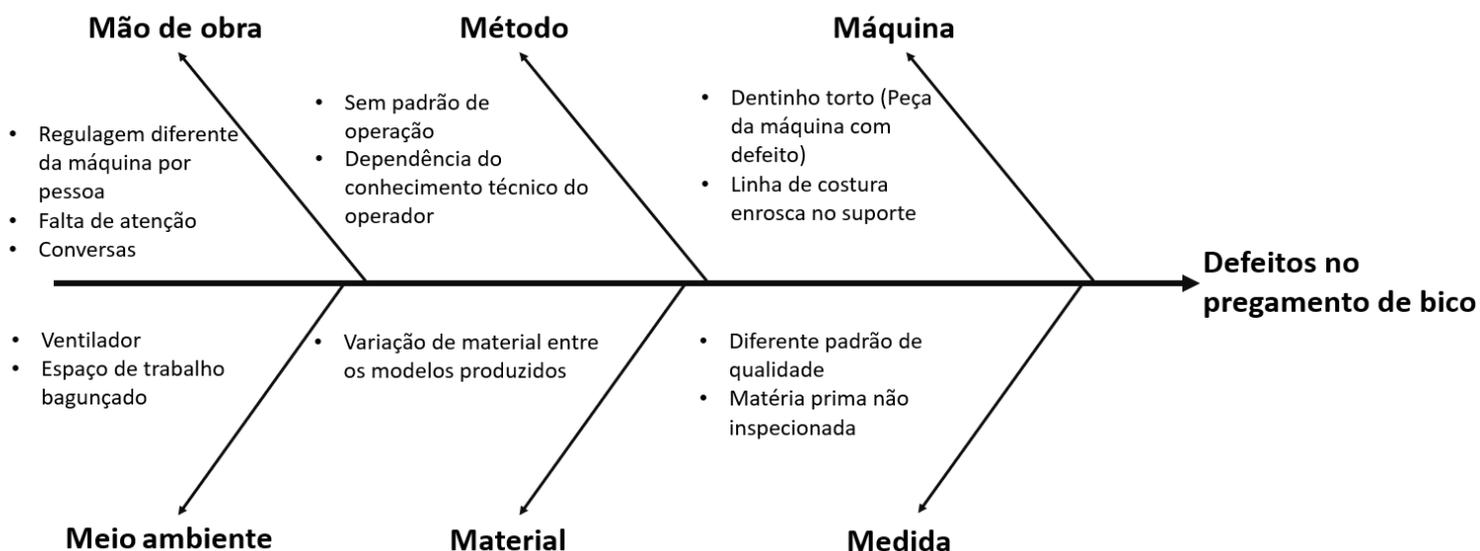
Após a análise do Pareto, reuniu-se os colaboradores envolvidos no projeto, para a realização do Diagrama de Causa e Efeito (Figura 13), considerando apenas os problemas relacionados ao bico

### 4.3.2 Diagrama de Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, ou Diagrama de Ishikawa tem esse nome por conta de seu criador, Kaoru Ishikawa em 1943, é uma ferramenta de gestão e qualidade que tem o objetivo determinar as causas raízes de problemas definidos. A finalidade do diagrama é identificar, organizar e analisar de maneira estruturada as possíveis causas de um problema ou efeito específico, agrupando em categorias como Método, Máquina, Mão de Obra, Materiais, Meio Ambiente e Medidas, auxiliando na compreensão de suas origens e no planejamento de soluções eficazes.

Após reunião com os colaboradores envolvidos no projeto, o diagrama feito está representado na Figura 13.

Figura 13 - Diagrama de Causa e efeito



Fonte: Autoria própria, 2024

Visualizando o Diagrama de Causa e Efeito, foi possível identificar os motivos que causam os defeitos no pregamento de bico e, conseqüentemente, a variabilidade das peças entre os lotes. Na quarta etapa, será elaborado os planos de ação para cada problema elencado no diagrama.

#### 4.4 Etapa Melhorar

A quarta etapa do ciclo é a fase voltada para desenvolvimento das ações de melhorias para os problemas e ocorrências encontrados nas etapas anteriores, com o objetivo de diminuir ou eliminar por completo os mesmos, atuando em cima das causas raízes encontradas. Assim, os planos de ação criados foram voltados para atuar nos problemas relacionados a atividade da costura do bico do boné, apontadas no Diagrama de Causa e Efeito (Figura 13) realizado na etapa anterior. Para a criação dos planos de ação, foi utilizada a ferramenta 5W1H.

##### 4.4.1 5W1H

A ferramenta 5W1H é uma técnica de análise e planejamento utilizada para compreender e resolver problemas ou estruturar informações de forma objetiva. Seu nome deriva das iniciais em inglês de seis perguntas essenciais: What (O quê?), Who (Quem?), When (Quando?), Where (Onde?), Why (Por quê?) e How (Como?).

O uso da ferramenta está apresentado na Tabela 3, utilizando os problemas e causas apontados anteriormente.

Tabela 3 - 5W1H

	What? (O quê?)	Why? (Por quê?)	Where? (Onde?)	When? (Quando?)	Who? (Quem?)	How? (Como?)
<b>Mão de obra</b>	Melhorar a atenção e padronização no trabalho dos operadores.	Falta de atenção, regulação diferente da máquina e conversas reduzem a qualidade do	Chão de fábrica	Semanalmente	Operadores, supervisores e qualidade	Treinamentos, demonstração das conseqüências dos defeitos e feedbacks.

		pregamento.				
<b>Método</b>	Padronizar os procedimentos operacionais.	Ausência de padrões claros e dependência do conhecimento individual dos operadores gera inconsistências.	Etapa do pregamento de bico	Acompanhamento contínuo	Supervisores de produção e equipe de qualidade.	Desenvolver procedimentos operacionais padrão (POP), treinar operadores, acompanhamento regular das não conformidades (carta de controle)
<b>Máquina</b>	Realizar manutenção preventiva e corretiva nas máquinas	Peças defeituosas, como "dentinhas tortas", e enrosco de linha afetam o pregamento.	Máquinas com maior índice de defeito	A cada 15 dias para manutenção preventiva.	Equipe de manutenção e operadores.	Implementar um plano de manutenção preventiva, substituir peças defeituosas imediatamente e inspeção rápida e diária das máquinas
<b>Material</b>	Garantir a qualidade uniforme do material utilizado.	Variações nos materiais e matéria-prima não inspecionada resultam em defeitos	No setor de recebimento de materiais e controle de qualidade.	Sempre que receber matérias primas novas	Equipe de controle de qualidade e fornecedores.	Rejeitar materiais que não atendam aos padrões estabelecidos, implementar inspeções rigorosas na entrada dos materiais.
<b>Meio Ambiente</b>	Organizar e melhorar o ambiente de trabalho.	Espaço bagunçado e ventiladores mal posicionados causam distração e afetam a eficiência.	Todos as ilhas de costura	Reorganização imediata e manutenção diária.	Supervisores e operadores.	Realizar 5S, posicionar os ventiladores de maneira correta, realizar verificações semanais da organização do ambiente.

<b>Medida</b>	Padronizar os critérios de medição e inspeção de qualidade.	Padrões de qualidade diferentes e ausência de inspeção levam a inconsistências.	Na área de controle de qualidade e inspeção.	Semanalmente no início e depois mensalmente.	Equipe de qualidade e operadores.	Definir e documentar critérios de qualidade claros, treinar a equipe de inspeção, implementar checklists de controle de qualidade para cada lote produzido.
---------------	---	---	--	--	-----------------------------------	---

Fonte: Autoria própria, 2024

Com a construção da Tabela 3, foram criados os Planos de ação, em conjunto com colaboradores da empresa envolvidos no estudo, como gerente de produção, supervisor de produção, analista de PCP, membro da Manutenção e alguns operadores de linha considerados essenciais na produção, descritos na coluna How. Na parte da Mão de Obra, o treinamento de padronização das atividades para os operadores pode ser um ponto de melhoria muito importante, visto que, hoje em dia, cada colaborador faz seu papel com base em seu conhecimento já adquirido anteriormente, que pode ter sido em uma máquina diferente, com regulagens e padrões de qualidade diferentes da atuais. Os feedbacks podem ajudar o operador a entender se o que ele está fazendo está conforme ou não e se ele deve seguir o modo que trabalha. E a parte da conscientização, ajuda o colaborador a entender a consequência de um pequeno detalhe que ele pode ter deixado passar, ajudando a aumentar o foco durante o processo.

Para a linha de Métodos, o ponto principal é criar procedimentos padronizados para auxiliar o operador a realizar sua atividade. Como quase todos os processos são manuais, as regulagens de máquina, o padrão de costura, o abastecimento de linha pode ser diferente entre os operadores, então, o objetivo é padronizar as atividades envolvidas no processo para tentar diminuir a variabilidade do produto confeccionado. Com os treinamentos sobre os procedimentos já realizados com os colaboradores, será necessário verificar se os mesmos estão produzindo de acordo com o padrão

estabelecido, então, o acompanhamento das não conformidades deverão ser mais rigoroso que atualmente.

Para a Máquina, o objetivo é garantir que os equipamentos estejam em perfeito funcionamento, minimizando defeitos como "dentinhas tortas" e enrosco de linha. Esses problemas ocorrem quando as peças apresentam desgaste ou falhas, afetando a qualidade da costura e a eficiência do processo produtivo. O plano apresentado para solucionar essas questões, é de implementar um cronograma de manutenção preventiva e corretiva, assegurando que peças críticas sejam verificadas regularmente. Também será necessário instruir os operadores, para, diariamente no início do turno, conseguir identificar qualquer erro nas máquinas, além de realizar treinamentos para realizar pequenos ajustes, como troca de agulhas e regulação da tensão da linha.

No Material, o principal é garantir que os materiais utilizados no processo produtivo tenham qualidade uniforme e consistente, evitando variações que comprometam o produto final. Para diminuir os problemas de variação, será necessário implementar um controle na entrada dos materiais, onde cada lote passará por inspeção antes de ser liberado para produção. Além disso, serão definidas especificações claras para os materiais, assegurando que atendam às exigências de fabricação. A equipe de controle de qualidade será devidamente treinada para aplicar critérios padronizados durante a inspeção e para registrar possíveis falhas de forma sistemática. Essas ações visam reduzir a variabilidade no processo, garantindo maior consistência no produto final e melhorando a eficiência da produção.

Para o M de Meio Ambiente, o objetivo é criar um ambiente de trabalho organizado e livre de distrações que possam afetar a qualidade da atividade. Para resolver essas questões, será implementado o método 5S, que envolve classificar, organizar, limpar, padronizar e manter a ordem no ambiente de trabalho. Além disso, os ventiladores serão reposicionados para que não interfiram no trabalho dos operadores, garantindo um fluxo de ar adequado sem prejudicar a concentração. Serão realizadas inspeções semanais para assegurar a manutenção da organização e da limpeza do local.

Para a Medida, o foco é padronizar os critérios de qualidade e assegurar que as inspeções sejam consistentes em todas as etapas do processo produtivo. Para solucionar isso, serão definidos critérios objetivos de qualidade, detalhando as especificações que o produto deve atender, como o padrão de costura e acabamento.

Podem ser implementados checklists padronizados para garantir que todas as inspeções sigam os mesmos parâmetros. Além disso, a equipe de controle de qualidade será treinada para aplicar esses critérios de forma consistente. Também será realizado um acompanhamento contínuo das não conformidades, registrando e analisando cada ocorrência para implementar melhorias quando necessário.

Com a aplicação desses planos de ações, é esperado que os problemas que afetam indiretamente a qualidade do produto diminuam e, conseqüentemente, a variabilidade e defeitos no produto final diminuam também.

#### **4.5 Etapa Controlar**

Como visto anteriormente, o objetivo dessa etapa é controlar os processos após a implementação das ações, como um *Check List* para os operadores utilizarem no momento que forem realizar a verificação diária da máquina. Como deve ser um processo rápido e simples, foi acordado que a melhor opção é deixar um *Check List* pequeno, que deve ser distribuído semanalmente, com um campo aberto se ocorrer algo que não está descrito na lista, ao lado de cada máquina. Seguindo na etapa da Máquina, a equipe de manutenção deverá, mensalmente, disponibilizar para a outras equipes, os planos de manutenção preventivos, seus cronogramas e a realização dos mesmos.

Será implementada uma carta de controle física na etapa de inspeção final das peças, inicialmente, com atualização diária da quantidade de defeitos encontradas. Diferente do que é feito hoje, em que se realiza semanalmente encontros para a discussão sobre os problemas encontrados. Após o preenchimento da carta, os dados serão lançados em uma planilha do Excel, que irá conter a carta com os cálculos dos limites e a quantidade de cada problema encontrado. Com essa implementação, a identificação das causas dos defeitos será mais ágil, diminuindo a quantidade final de refugos.

Para garantir que os procedimentos operacionais padrão estarão sempre atualizados, será necessário um colaborador ficar responsável por essa atividade, com um controle próprio, mas com o histórico disponível para a equipe de produção.

## 5 CONCLUSÃO

O estudo se fundamentou em utilizar a metodologia do Seis Sigma, com o objetivo na redução de defeitos encontrados nos processos e a melhoria dos mesmos. A principal ferramenta utilizada foi o ciclo DMAIC.

O objetivo da ferramenta nesse estudo foi de reduzir a quantidade de defeitos por lote e a variabilidade entre os mesmos. O primeiro passo foi entender qual era a maior ocorrência de problema na fábrica, e utilizando a ferramenta Voz do Cliente, percebemos que o retrabalho por defeito é o que mais ocorre. Após isso, foram coletados dados utilizando diferentes lotes e quantidade de defeitos dentro de cada um deles, e em cima desses dados, foi construído o gráfico de controle P, demonstrando que é um processo fora de controle, ou seja, existe uma alta variação da quantidade de defeitos entre os lotes.

Após a demonstração de que o processo está fora de controle, através do Diagrama de Pareto, foram especificadas as maiores ocorrências de defeitos, sendo problemas com o bico a maior parte deles. Com isso, em conjunto com colaboradores da empresa, foi feito um encontro para fazer o Diagrama de Causa e Efeito. Após discutir as causas, foi realizado 5WH1 de cada M com as principais causas encontradas. E com isso foram criados os planos de ações.

Uma das dificuldades encontradas foi o fato de o autor do estudo não trabalhar na empresa analisada, o que trouxe desafios na coleta de dados e na compreensão inicial dos processos internos. Essa limitação exigiu um esforço adicional para construir uma relação de confiança com os colaboradores e obter acesso às informações necessárias.

Trabalhos futuros poderiam explorar casos de implementação de monitoramento em tempo real dos processos e avaliar como esse controle maior pode interferir na redução de defeitos e diminuição da variabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIT. **Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção**. Perfil do setor. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 27 jul. 2024.

CAMARGO, R. **Diagrama de causa e efeito: conheça a eficiente metodologia dos 6Ms**. 2019. Disponível em: <https://robsoncamargo.com.br/blog/Diagrama-de-causa-e-efeito-como-usar-a-metodologia-dos-6Ms>. Acesso em: 10 jun. 2024.

CARPINETTI, Luiz Cesar R. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GÜNTHER, H. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?** Psicologia: Teoria e Pesquisa, v. 22, n. 2, p. 201-210, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/>.

HARRINGTON, H. James. **Business Process Improvement: The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, and Competitiveness**. New York: McGraw-Hill, 1991.

KANO, Noriaki. **Attractive quality and must-be quality**. Journal of the Japanese Society for Quality Control, v. 14, n. 2, p. 39-48, 1984.

LIMA, Guilherme E. **Método DMAIC aplicado à redução de desperdícios de aviamentos em uma indústria de confecção**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul, 2020.

MARIANI, Celso Antonio; PIZZINATTO, Nadia Kassouf; FARAH, Osvaldo Elias. **Método PDCA e Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais: Um estudo de caso**. XII SIMPEP – Bauru SP, 2005.

MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021.

PAIM, Roberto; CAULLIRUX, José Gilberto; LOPES, Cleber Pacheco. **Gestão por Processos: Fundamentos, Técnicas e Modelos de Implementação**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PYZDEK, Thomas. **The Six Sigma Project Planner**. US: McGraw-Hill, 2003.

RASTELLI, João V. **Proposta de implantação de práticas da qualidade no setor de bordado em uma indústria de confecção**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Têxtil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2022.

REIS, Marcos S. **Estatística para a melhoria de processos: a perspectiva seis sigma**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2016.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo qualidade padrão seis sigma**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SANTO, Rui. **Brainstorming – Tempestade de ideias (BS - TI) ou Como tirar seu time do “cercadinho mental”**. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS\\_CHRONUS/bds/bds.nsf/741A876FE828908203256E7C00614A23/\\$File/NT00002206.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/741A876FE828908203256E7C00614A23/$File/NT00002206.pdf). Acesso em: 15 ago. 2024.

SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

SOATO, Jean Marcelo A. **A indústria do boné em Apucarana – Estudo de caso**. Dissertação (Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Seis Sigma**. s.l.: Werkema Editora, 2004.

WERKEMA, Cristina. **Perguntas e Respostas Sobre o Lean Seis Sigma**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro: Atlas, 2022.

**APÊNDICE A – Total de dados coletados**

21	14560	208	5	0,0002985 07
22	14564	205	17	0,0010149 25
23	14565	206	13	0,0007761 19
24	14574	704	11	0,0006567 16
25	14616	518	12	0,0007164 18
26	14670	30	1	5,97015E- 05
27	14675	1240	29	0,0017313 43
28	14680	372	18	0,0010746 27
29	14681	248	7	0,0004179 1
30	14682	126	5	0,0002985 07
31	14727	64	1	5,97015E- 05
32	14792	400	13	0,0007761 19
33	14063	550	11	0,0006567 16
34	14858	880	5	0,0002985 07
35	14860	3114	12	0,0007164 18
36	14976	144	3	0,0001791 04
37	15171	1250	24	0,0014328 36
38	15238	15180	77	0,0045970 15
39	15239	555	17	0,0010149 25
40	14615	5206	94	0,0056119 4
41	10841	400	1	5,97015E- 05
42	13150	7760	27	0,0016119 4
43	13154	7280	49	0,0029253 73
44	13158	6400	72	0,0042985 07

45	13159	6328	63	0,0037611 94
46	14059	82	1	5,97015E- 05
47	14060	360	4	0,0002388 06
48	14064	520	4	0,0002388 06
49	14329	300	3	0,0001791 04
50	14330	160	7	0,0004179 1
51	14339	450	10	0,0005970 15
52	14573	1576	29	0,0017313 43
53	14590	457	10	0,0005970 15
54	14602	250	4	0,0002388 06
55	14614	2730	14	0,0008358 21
56	14657	156	2	0,0001194 03
57	14674	504	6	0,0003582 09
58	14810	200	4	0,0002388 06
59	14016	1000	2	0,0001194 03
60	14419	12510	40	0,0023880 6
61	14558	482	13	0,0007761 19
62	14593	256	17	0,0010149 25
63	14604	252	6	0,0003582 09
64	14722	171	20	0,0011940 3
65	14030	210	1	5,97015E- 05
66	14032	224	11	0,0006567 16
67	14415	2265	61	0,0036417 91
68	14571	512	6	0,0003582 09

69	14613	512	49	0,0029253 73
70	14805	252	8	0,0004776 12
71	14806	200	7	0,0004179 1
72	14807	304	12	0,0007164 18
73	14843	152	1	5,97015E- 05
74	14912	1032	1	5,97015E- 05
75	13218	826	15	0,0008955 22
76	14522	352	4	0,0002388 06
77	14623	512	4	0,0002388 06
78	14626	512	8	0,0004776 12
79	14716	30	4	0,0002388 06
80	14767	24	3	0,0001791 04
81	14546	216	6	0,0003582 09
82	14980	48	2	0,0001194 03
83	14587	140	8	0,0004776 12
84	14760	328	6	0,0003582 09
85	14804	507	52	0,0031044 78
86	14809	104	2	0,0001194 03
87	14053	72	2	0,0001194 03
88	14481	960	16	0,0009552 24
89	14486	1072	16	0,0009552 24
90	14508	104	9	0,0005373 13
91	14733	128	6	0,0003582 09
92	14979	48	1	5,97015E- 05

93	14595	252	2	0,0001194 03
94	14619	1288	14	0,0008358 21
95	15054	100	3	0,0001791 04
96	14981	48	3	0,0001791 04
97	14621	512	6	0,0003582 09
98	14601	84	3	0,0001791 04
99	14660	156	3	0,0001791 04
100	14050	152	1	5,97015E- 05
101	14298	300	1	5,97015E- 05
102	14336	230	14	0,0008358 21
103	14545	224	9	0,0005373 13
104	14605	220	8	0,0004776 12
105	14487	250	2	0,0001194 03
106	14624	512	7	0,0004179 1
107	14715	30	1	5,97015E- 05
108	14781	152	12	0,0007164 18
109	14982	48	6	0,0003582 09
110	14589	250	2	0,0001194 03
111	14664	36	1	5,97015E- 05
112	14665	36	5	0,0002985 07
113	14778	232	18	0,0010746 27
114	14679	252	12	0,0007164 18
115	14576	1680	17	0,0010149 25
116	14620	512	3	0,0001791 04

117	14661	156	7	0,0004179 1
118	14763	84	9	0,0005373 13
119	14808	200	7	0,0004179 1
120	14986	48	2	0,0001194 03
121	15001	48	1	5,97015E- 05
122	14506	112	18	0,0010746 27
123	13436	1052	1	5,97015E- 05
124	14014	156	1	5,97015E- 05
125	14028	216	4	0,0002388 06
126	14172	170	41	0,0024477 61
127	14340	360	2	0,0001194 03
128	14515	232	15	0,0008955 22
129	14580	400	3	0,0001791 04
130	14591	456	11	0,0006567 16
131	14618	518	6	0,0003582 09
132	14622	512	6	0,0003582 09
133	14669	32	1	5,97015E- 05
134	14671	30	1	5,97015E- 05
135	14730	63	1	5,97015E- 05
136	14764	174	2	0,0001194 03
137	14780	153	4	0,0002388 06
138	15055	100	6	0,0003582 09
139	14328	290	1	5,97015E- 05
140	14505	306	7	0,0004179 1

141	14653	42	8	0,0004776 12
142	14588	152	3	0,0001791 04
143	14594	70	2	0,0001194 03
144	14761	215	4	0,0002388 06
145	14991	48	8	0,0004776 12
146	14603	329	7	0,0004179 1
147	14676	376	4	0,0002388 06
148	13940	756	2	0,0001194 03
149	14018	1000	16	0,0009552 24
150	14477	70	3	0,0001791 04
151	14022	216	7	0,0004179 1
152	14547	126	4	0,0002388 06
153	14596	81	25	0,0014925 37
154	14046	84	1	5,97015E- 05
155	14385	260	2	0,0001194 03
156	14548	100	2	0,0001194 03
157	14579	100	32	0,0019104 48
158	14597	80	3	0,0001791 04
159	14625	512	2	0,0001194 03
160	14659	153	2	0,0001194 03
161	14757	124	2	0,0001194 03
162	15318	208	12	0,0007164 18
163	13224	1064	4	0,0002388 06
164	14677	128	2	0,0001194 03

165	14883	165	28	0,0016716 42
166	14056	144	3	0,0001791 04
167	14061	344	4	0,0002388 06
168	14617	1204	8	0,0004776 12
169	14735	63	3	0,0001791 04
170	14777	152	7	0,0004179 1
171	14507	108	3	0,0001791 04
172	14020	158	4	0,0002388 06
173	14556	264	2	0,0001194 03
174	14578	200	1	5,97015E- 05
175	14762	136	1	5,97015E- 05
176	14776	80	2	0,0001194 03
177	14803	250	4	0,0002388 06
178	14281	408	2	0,0001194 03
179	14577	400	2	0,0001194 03
180	14779	310	1	5,97015E- 05
181	14021	144	2	0,0001194 03
182	13944	52	3	0,0001791 04
183	14678	124	1	5,97015E- 05
184	14488	850	1	5,97015E- 05
185	14062	280	1	5,97015E- 05