



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS - UNICHRISTUS**  
**CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ROGER LEE FIALHO FIGUEIREDO**

**FORTALEZA**

**2023**

ROGER LEE FIALHO FIGUEIREDO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA REDUÇÃO DE REFUGOS EM UMA  
FÁBRICA DE TAMPAS DE ALUMÍNIO PARA BEBIDAS LOCALIZADA EM  
MARACANAÚ-CE.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Curso de Engenharia de  
Produção do Centro Universitário Christus  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Bacharel em Engenharia de  
Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulo  
França Barbosa Neto.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus  
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do  
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F475a Figueiredo, Roger Lee Fialho.  
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA REDUÇÃO DE  
REFUGOS EM UMA FÁBRICA DE TAMPAS DE ALUMÍNIO PARA  
BEBIDAS LOCALIZADA EM MARACANAÚ-CE. / Roger Lee Fialho  
Figueiredo. - 2023.  
88 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro  
Universitário Christus - Unichristus, Curso de Engenharia de  
Produção, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Paulo França Barbosa Neto..

1. PDCA. 2. Refugos. 3. Redução de Desperdícios. 4. Lean  
Manufacturing. I. Título.

CDD 658.582

ROGER LEE FIALHO FIGUEIREDO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PDCA PARA REDUÇÃO DE REFUGOS EM UMA  
FÁBRICA DE TAMPAS DE ALUMÍNIO PARA BEBIDAS LOCALIZADA EM  
MARACANAÚ-CE

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao curso de Engenharia de  
Produção do Centro Universitário Christus,  
como requisito parcial para obtenção do título  
de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Paulo França Barbosa  
Neto.

Aprovado em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Me. Uiraquitan Tadeu Gomes  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Me. Gustavo Alencar Rolim  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

---

Prof. Dr. Paulo França Barbosa Neto  
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

## **AGRADECIMENTOS**

Quero expressar minha profunda gratidão, começando pela minha mãe, que demonstrou paciência e ofereceu apoio incondicional ao longo de toda a minha jornada acadêmica. À minha família, cujo constante estímulo me motivou a persistir e nunca desistir em cada etapa.

Um agradecimento especial aos meus amigos mais próximos, que de diversas maneiras me apoiaram com vigor e sempre me incentivaram a seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores.

À minha imensa gratidão se estende aos professores e orientadores que estiveram ao meu lado durante a elaboração deste trabalho. Sua paciência e sabedoria foram fundamentais, proporcionando uma orientação excepcional que contribuiu significativamente para o sucesso desta empreitada acadêmica.

Não posso deixar de reconhecer e agradecer aos gestores que tive ao longo dos estágios e trabalhos durante minha graduação. Sua contribuição direta foi vital para meu desenvolvimento profissional e pessoal, moldando de maneira positiva minha trajetória até o momento presente.

## RESUMO

Este estudo de caso buscou aplicar a metodologia PDCA com a finalidade de reduzir os níveis de refugo em uma fábrica de tampas de alumínio para bebidas. Iniciando com uma análise minuciosa do processo de fabricação de tampas de alumínio. Identificaram-se pontos críticos com elevadas taxas de desperdício durante a fase de planejamento, revelando causas como problemas de ajuste de máquinas, falhas na inspeção de qualidade e deficiências no treinamento dos operadores. Com base nessas conclusões, desenvolveu-se um plano de ação abrangente, alinhado às etapas do PDCA. Na etapa de execução, as ações corretivas foram implementadas conforme o planejado. Os operadores receberam treinamento para aprimorar suas habilidades, máquinas foram ajustadas e calibradas, e desenvolvido rotinas de controle no processo produtivo. A fase de verificação, por sua vez, envolveu a coleta de dados e indicadores para avaliar a eficácia das ações corretivas. Inspeções de qualidade, análises estatísticas e monitoramento contínuo das taxas de desperdício foram conduzidos ao longo do tempo, permitindo uma comparação objetiva dos resultados com as metas estabelecidas e proporcionando uma análise abrangente do desempenho do processo. Na fase de ação, com base nos resultados da verificação, foram realizadas correções adicionais e ajustes para otimizar ainda mais o processo. Introduziram-se a padronização de procedimentos, o monitoramento contínuo e a alteração no plano de manutenção das máquinas. Essas melhorias adicionais visaram garantir a sustentabilidade das reduções de desperdício e manter a eficiência operacional contínua. Os resultados finais, obtidos por meio da aplicação da metodologia PDCA, foram notáveis, refletindo uma redução substancial nas taxas de desperdício ao longo do tempo. A metodologia PDCA revelou-se não apenas eficaz na gestão da qualidade, mas também um instrumento valioso para promover a melhoria contínua em uma fábrica de tampas de alumínio para bebidas.

**Palavras-chave:** PDCA. Refugos. Redução de Desperdícios. Lean Manufacturing

## ABSTRACT

This case study aimed to apply the PDCA methodology to reduce scrap levels in a factory producing aluminum caps for beverages. Beginning with a thorough analysis of the aluminum cap manufacturing process, critical points with high waste rates were identified during the planning phase, revealing issues such as machine adjustment problems, quality inspection failures, and deficiencies in operator training. Based on these findings, a comprehensive action plan was developed, aligned with the PDCA stages. During the execution phase, corrective actions were implemented as planned. Operators received training to enhance their skills, machines were adjusted and calibrated, and control routines were established in the production process. The verification phase involved the collection of data and indicators to assess the effectiveness of corrective actions. Quality inspections, statistical analyses, and continuous monitoring of waste rates were conducted over time, allowing for an objective comparison of results against established goals and providing a comprehensive analysis of process performance. In the action phase, based on the verification results, additional corrections and adjustments were made to further optimize the process. Standardization of procedures, continuous monitoring, and alterations to machine maintenance plans were introduced. These additional improvements aimed to ensure the sustainability of waste reductions and maintain continuous operational efficiency. The final results, achieved through the application of the PDCA methodology, were remarkable, reflecting a substantial reduction in waste rates over time. The PDCA methodology proved to be not only effective in quality management but also a valuable tool for promoting continuous improvement in a factory producing aluminum caps for beverages.

**Keywords:** PDCA. Scrap. Waste Reduction. Lean Manufacturing

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Objetivos.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Justificativas .....</b>	<b>12</b>
<b>1.4 Justificativa do trabalho.....</b>	<b>13</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Lean Manufacturing.....</b>	<b>14</b>
2.1.1 Os sete desperdícios do <i>Lean Manufacturing</i> .....	15
2.1.2 <i>Lean thinking</i> .....	17
<b>2.2 Gestão da qualidade.....</b>	<b>20</b>
2.2.1 Histórico e contextualização da Gestão da Qualidade .....	21
<b>2.3 As ferramentas básicas da qualidade .....</b>	<b>24</b>
2.3.1 Folha de verificação.....	24
2.3.2 Diagrama de Pareto.....	25
2.3.3 Diagrama de Ishikawa.....	27
2.3.4 Histograma .....	28
2.3.5 Fluxograma.....	30
2.3.6 Carta de controle.....	32
2.3.7 5W2H.....	33
2.3.8 Metas SMART.....	33
<b>2.4 A metodologia PDCA.....</b>	<b>34</b>
2.4.1 Planejar ( <i>Plan</i> ).....	34
2.4.2 Fazer ( <i>Do</i> ).....	36
2.4.3 Checagem ( <i>Check</i> ).....	36
2.4.4 Agir ( <i>Act</i> ).....	37
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>38</b>
3.1 Quanto ao ambiente da pesquisa. ....	38
3.2 Quanto a natureza da pesquisa. ....	39
3.3 Tipo de pesquisa.....	39
3.4 Universo da pesquisa e amostra .....	39
3.5 Procedimentos.....	40
3.6 Coleta e análise de dados. ....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>41</b>
4.1 Análise dos dados de refugio .....	44
4.2 Tipos de refugio.....	46
4.3 Mapa do processo.....	48
4.4 Plano de coleta de dados.....	49



4.5 Definição da equipe do projeto . . . . .	<b>S . U M . Á . R . I . O</b> .....	50
4.6 Definição da meta .....		52
4.7 Estratificação do indicador .....		53
4.8 Análise de possíveis causas .....		55
4.9 Elaboração do plano de ação de melhoria .....		57
4.10 Divulgação do plano de ação .....		58
4.11 Execução do plano de ação .....		59
4.12 Comparação do indicadores após as ações .....		63
4.13 Ações de controle e rotinas padronizadas .....		64
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....		<b>66</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....		<b>67</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A busca constante pela eficiência e qualidade nos processos produtivos é uma preocupação cada vez mais presente nas empresas, visando aumentar a competitividade no mercado e atender às exigências dos clientes. Nesse sentido, a aplicação de metodologias de gestão tem se mostrado uma ferramenta valiosa para alcançar esses objetivos.

Entre essas metodologias, destaca-se o PDCA (Planejar, Fazer, Checar, Agir, do inglês *Plan, Do, Check, Act*), um ciclo de melhoria contínua que busca identificar oportunidades de aprimoramento, implementar soluções, avaliar os resultados e, em seguida, ajustar o processo para manter a melhoria contínua.

Segundo Ikeziri (2020), a crescente globalização e competitividade no mercado atual, fez com que as indústrias de manufatura enfrentassem desafios constantes, e dessa forma são obrigadas a passar por mudanças constantes. O aumento da necessidade por níveis mais altos de produtividade com custos menores, bem como a crescente participação do cliente ao longo da cadeia de suprimentos, são apenas alguns dos obstáculos que as empresas precisam superar diariamente.

Morais (2020) afirma que, com a intensificação da competição e a crescente demanda de mercado, empresas estão cada vez mais em busca de formas de otimizar seus processos, visando alcançar uma estabilidade competitiva em seus negócios. Para isso, é necessário empregar ferramentas que permitam aproveitar eficientemente os recursos disponíveis, com o objetivo de aumentar a produção, reduzir custos e garantir a qualidade do produto. Dentre as principais ferramentas utilizadas para alcançar esses objetivos está o *Lean Manufacturing*.

Muitas empresas se auto definem como líderes no desenvolvimento de produtos e serviços de excelência para seus clientes. Ao fazê-lo, conseguiram superar o desempenho daquelas que não o fizeram. Esse desempenho está intimamente relacionado não somente à qualidade dos seus produtos e serviços, mas também ao sucesso de seus negócios, resultando em mais vendas, menor custo e um ambiente corporativo mais saudável, graças à satisfação de seus clientes. Por fim, esse sucesso no mercado traz benefícios para todas as partes envolvidas (JURAN; DEFEO, 2015).

Para Fujimoto (2017) as organizações estão cada vez mais reconhecendo a importância das ferramentas da qualidade para manterem seus resultados competitivos. Para melhorar suas margens de lucro, as empresas procuram reduzir e

eliminar desperdícios, o que requer uma análise cuidadosa de cada situação para identificar suas possíveis causas e desenvolver um plano de ação para combatê-las. Por isso, as ferramentas da qualidade deixaram de ser apenas um suporte institucional e se tornaram artigos essenciais para a sobrevivência das empresas.

As perdas nos processos produtivos de qualquer fábrica é inevitável e está presente no dia a dia das empresas. Sabendo disso, este trabalho tem como problemática, a alta geração de refugos no processo de aplicação de vedante na tampa de alumínio em relação ao percentual total de perdas da fábrica, em uma linha de produção de tampas de alumínio para bebidas, localizada em Maracanaú-CE.

Por se tratar de um produto que será utilizado para embalar alimentos (refrigerantes, cervejas, etc.), o processo de fabricação da tampa de alumínio passa por várias etapas de processamento. Dentre todos os processos de formação da tampa, existe um processo em específico, foco deste trabalho, que é o de aplicação de vedante ao redor da reborda da tampa de alumínio, que tem como finalidade garantir que a tampa fique hermeticamente vedada quando for recravada na lata de alumínio.

A motivação para este projeto veio através de um levantamento realizado em toda a fábrica, através de relatórios de produção, onde verificou-se todo o histórico de perdas (em quilogramas, quantidade de peças e porcentagem), em todas as fases do processo produtivo, de Setembro de 2021 a Fevereiro de 2022 e nisso identificou-se que as perdas no processo de aplicação chegavam num índice médio de 0,42% do total de perdas da fábrica por mês.

## **1.1. Objetivos**

### *1.1.1. Objetivo geral*

Reduzir refugos no processo de fabricação de tampas de alumínio para bebidas utilizando a metodologia PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

### *1.1.2. Objetivos específicos*

Os objetivos específicos deste trabalho são:

1.1.2.1. Avaliar os métodos de trabalho no processo de fabricação de tampas de alumínio, com foco no processo de aplicação do vedante.

1.1.2.2. Padronizar os processos de produção e inspeção na máquina aplicadora de vedante através de planos de ação propostos;

1.1.2.3. Aplicar a metodologia PDCA para reduzir o percentual de refugo no processo de aplicação de vedante na tampa de alumínio.

## **1.2. Justificativa**

O presente trabalho busca contribuir para a redução de refugos no processo de aplicação de vedante em uma fábrica de tampas de alumínio para bebidas, utilizando a metodologia PDCA como ferramenta para a melhoria contínua do processo produtivo. Espera-se que os resultados obtidos possam ser úteis não só para a empresa em questão, mas para outras organizações que buscam aprimorar seus processos produtivos e aumentar sua eficiência e competitividade no mercado.

A aplicação também servirá como base para outras empresas do ramo industrial aprimorarem seus conhecimentos acerca da aplicação da metodologia PDCA, aplicação de ferramentas estatísticas de controle e de ferramentas da qualidade, para a obtenção de êxito em projetos de melhoria contínua.

A nível acadêmico, o desenvolvimento deste trabalho irá contribuir diretamente para estudantes e professores do curso de Engenharia de Produção, com toda a revisão de literatura que será desenvolvida ao longo do trabalho, e também com o caso real do projeto produtivo que foi aplicado em uma indústria multinacional consolidada no mercado, utilizando ferramentas e métodos de análise que são bastante divulgadas no mundo acadêmico e durante o processo de graduação de um Engenheiro de Produção.

## **1.3. Estrutura do Trabalho**

Este projeto de pesquisa está dividido em cinco seções, que são:

A primeira seção apresenta a introdução, na qual é feita a contextualização do tema, a problemática é identificada, a justificativa é apresentada e os objetivos são delineados.

A segunda seção aborda o referencial teórico, trazendo considerações fundamentais sobre conhecimento e aprendizagem. Os tópicos estudados incluem a manufatura enxuta, considerações fundamentais sobre gestão da qualidade, metodologia PDCA e o processo produtivo de fabricação da tampa de alumínio para

bebidas.

A terceira seção descreve a metodologia de pesquisa aplicada para a realização do estudo, que consistiu inicialmente em uma pesquisa bibliográfica de natureza descritiva, para a obtenção e análise de resultados relacionados ao estudo de caso.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Manufatura Enxuta foi descrita por Dennis (2011) como uma filosofia de produção que busca a eliminação de desperdícios e a maximização da eficiência em todos os processos produtivos. Para alcançar esses objetivos, é necessário o uso de ferramentas de qualidade, que auxiliam na identificação e solução de problemas. A gestão da qualidade, por sua vez, é essencial para garantir a satisfação dos clientes e a competitividade no mercado.

Werkema (2012), ressalta que o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) é uma metodologia de gestão que permite a melhoria contínua dos processos por meio da definição de metas, execução de ações, monitoramento dos resultados e ajustes necessários. Juntos, esses conceitos formam uma base sólida para a implementação de práticas eficientes de gestão na indústria, resultando em um aumento da produtividade, redução de custos e maior satisfação do cliente.

### 2.1. Lean Manufacturing

Para Batalha (2019) a abordagem da Manufatura Enxuta teve origem no Japão após a Segunda Guerra Mundial, e sua aplicação mais proeminente foi na Toyota Motor Company. O Japão, que sofreu enormes danos durante a guerra, não possuía os recursos necessários para investimentos elevados que eram exigidos para a implementação da produção em massa, que era o sistema utilizado pela Henry Ford e pela General Motors.

Batalha (2019) também enfatiza que o país enfrentava diversas dificuldades e obstáculos a serem superados, tais como: um mercado interno restrito que demandava uma ampla variedade de produtos; uma força de trabalho bem organizada; a presença de diversos fabricantes de veículos internacionais que tinham interesse em entrar no mercado japonês, dentre outras questões.

Os engenheiros Taichii Ohno (1997) e Shigeo Shingo (1996) foram incumbidos de criar um sistema de produção revolucionário para a Toyota Motor Company, levando em consideração a escassez de recursos financeiros, matéria-prima e mão de obra que o país enfrentava na época.

Liker e Ross (2019), enfatizam que, depois da Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentou sérios desafios econômicos e a Toyota, como muitas outras empresas, precisou encontrar formas de superar a crise. Foi então que a Toyota

identificou sete tipos de desperdícios e decidiu implementar uma estratégia para eliminá-los.

No livro “Sistema Toyota de Produção” escrito por Ohno em 1997, destaca-se o Sistema de Produção da Toyota, surgiu com o propósito de atender às necessidades do cliente com a mais alta qualidade, aproveitando ao máximo os recursos disponíveis por meio da eliminação de desperdícios: aqueles processos que não agregam valor ao produto e prejudicam o *lead time*, ou em outras palavras, o tempo total necessário para que um produto ou serviço seja entregue ou produzido, desde o momento em que é solicitado até o momento em que é entregue ao cliente (SLACK *et al.*, 2018)

Pinheiro (2021), ressaltou que, em virtude do Sistema Toyota de Produção estar fortemente ligado à uma corporação específica, foi identificada a necessidade de estabelecer um nome mais abrangente para descrever essa filosofia. No ano de 1990, James Womack, após a publicação de seu livro intitulado "*A máquina que mudou o mundo*", que se popularizou pelo impacto que teve ao disseminar o Sistema Toyota de Produção, adotou o termo "*Lean Manufacturing*". A partir da ampla repercussão alcançada pela obra, o termo passou a ser extensamente aceito por todos os envolvidos no meio industrial.

### 2.1.1. Os sete desperdícios do *Lean Manufacturing*

O conceito de "desperdício" é central na filosofia do *Lean manufacturing*, e é amplamente estudado e discutido na literatura sobre o assunto. Segundo Womack e Jones (2003), existem sete tipos de desperdícios que devem ser evitados em qualquer processo produtivo: superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, excesso de estoque, movimentação e defeitos.

Para Womack e Jones (2003), esses desperdícios não apenas geram custos desnecessários, mas também podem prejudicar a qualidade do produto ou serviço final, bem como a eficiência e a produtividade da empresa como um todo. Por isso, a eliminação desses desperdícios é considerada um dos principais objetivos do *Lean manufacturing*, e pode resultar em uma série de benefícios, incluindo redução de custos, aumento da qualidade e melhoria do desempenho.

Ohno (1998), detectou e documentou os sete desperdícios que poderia afetar diretamente a produção, e podem ser interpretados da seguinte forma:

A “superprodução” significa produzir em excesso, seja produzindo mais do que

a demanda do cliente ou produzindo antecipadamente em grande quantidade, não está alinhado com os princípios do Lean manufacturing e pode trazer custos desnecessários. Além disso, essa prática pode resultar em um acúmulo de estoque e ultrapassar os seis tipos de desperdícios identificados pela filosofia, tais como superprodução, inventário e excesso de processamento.

O desperdício relacionado à “espera” é o mais simples e fácil de ser detectado, pois representa a espera de algum processo ou material por parte dos colaboradores ou por parte do maquinário.

Ikari *et al.* (2020) destacaram que o desperdício relacionado à “transporte” está diretamente ligado ao movimento excessivo de matérias-primas, produtos semiacabados e finais, e pode ser considerado como um desperdício, pois não agrega valor ao produto e ainda pode aumentar a possibilidade de danos. Esse tipo de desperdício é frequentemente causado por grandes distâncias percorridas pelos materiais durante o processo produtivo, muitas vezes devido a um *layout* mal planejado. Por isso, é importante que as empresas avaliem cuidadosamente o fluxo de materiais em sua produção, buscando minimizar as movimentações desnecessárias e otimizando o *layout* de acordo com os princípios do *Lean Manufacturing*.

O termo "excesso de processamento" também foi descrito por Ikari *et al.* (2020) e se refere às operações e processos desnecessários que não agregam valor ao produto durante sua execução. Essas atividades podem incluir retrabalho, inspeções excessivas, movimentação desnecessária de materiais, entre outras. A filosofia *Lean Manufacturing* preconiza a eliminação de desperdícios de processamento, buscando simplificar e otimizar os processos produtivos, de modo a aumentar a eficiência e reduzir os custos, sem comprometer a qualidade do produto final.

Segundo Womack (2004) o “excesso de estoque” é considerado um desperdício no sistema *Lean Manufacturing*, pois representa um investimento desnecessário de recursos da empresa, além de ocupar espaço e aumentar os custos de armazenagem e manuseio. Esse tipo de desperdício pode ser causado por diversos fatores, como produção excessiva, prazos de entrega longos e imprecisão na previsão da demanda do mercado.

Para Shingo (1996), o tempo de espera ocorre quando uma máquina ou um operador é forçado a aguardar pela chegada de materiais, informações ou outras entradas necessárias para a realização de sua tarefa. Ele argumenta que esse tipo de



desperdício pode ser eliminado através do sistema puxado, que busca produzir somente o necessário para atender à demanda do cliente.

De acordo com Womack (2004) em seu livro "A Máquina que Mudou o Mundo", o desperdício relacionado a “defeitos” pode ser causado por várias razões, incluindo projetos mal feitos, máquinas mal ajustadas, operadores mal treinados e falta de inspeções de qualidade. Ele argumenta que a eliminação deste desperdício mencionado é fundamental para a eficiência do processo produtivo, pois reduz os custos de retrabalho e aumenta a satisfação do cliente.

O Quadro 1, resume de forma simples e visual os sete tipos de desperdícios comentado ao longo da sub sessão, com a descrição de cada um, respectivamente.

Quadro 1 - Os 7 desperdícios do Lean Manufacturing

7 desperdícios do Lean Manufacturing	
Tempo de espera	Tempo de espera por materiais, pessoas, equipamentos, informações
Defeito	Qualquer defeito no produto trará prejuízos à Organização, ou seja, retrabalho.
Transporte	Todo deslocamento de material, que não agregue valor ao produto.
Movimentação	Todo movimento de pessoas que não agregue valor ao produto, como buscar ferramentas, informações.
Excesso de Estoque	Ter matéria-prima a mais do que o necessário, seja por falta de confiança do fornecedor, problemas de qualidade.
Superprodução	Produção que não é requerida pelo cliente
Excesso de processamento	São operações que não agregam valor ao produto e não é percebido pelo cliente

Fonte: SILVA *et al.* (2018) Adaptado pelo autor.

### 2.1.2. *Lean thinking*

O *Lean Thinking* tem como objetivo maximizar o valor entregue ao cliente, minimizando ao máximo os 7 desperdícios propostos na filosofia do *Lean Manufacturing* e otimizando o fluxo de trabalho. A abordagem é amplamente utilizada

em processos de manufatura, mas também pode ser aplicada em outros setores, como serviços, saúde e construção (WOMACK, 2004).

Ademais, também pode ser compreendido como um modelo de gestão que busca eliminar desperdícios e aumentar a eficiência dos processos, com o objetivo de entregar valor aos clientes de forma mais rápida e com maior qualidade. A metodologia foi desenvolvida por James P. Womack e Daniel T. Jones em 1990, e tem suas raízes na indústria automotiva japonesa, em particular na Toyota.

De acordo com Pacheco (2022), as empresas que adotam o *Lean Thinking* devem se concentrar em cinco princípios-chave: especificar o valor desejado pelo cliente, mapear o fluxo de valor, criar fluxo contínuo, estabelecer sistemas puxados e buscar aperfeiçoamento contínuo.

Segundo Womack e Jones (2003), o princípio de “especificação do valor desejado para o cliente” é fundamental para que as empresas possam oferecer produtos e serviços que atendam às necessidades dos consumidores, agregando valor e criando diferenciais competitivos no mercado. Para tanto, é importante que as empresas conheçam bem o perfil de seus clientes, suas preferências e necessidades, de forma a serem capazes de oferecer soluções personalizadas e que satisfaçam plenamente as demandas do mercado.

O princípio de “mapear o fluxo de valor” segundo Ikari *et al.* (2020), pode ser definido como o conjunto de etapas necessárias para a criação de um produto ou serviço, visando a satisfação dos clientes e a viabilidade do negócio. Essas etapas envolvem desde a concepção e design do produto ou serviço, até a fabricação, distribuição, entrega e suporte pós-venda.

Um processo de produção eficiente e bem estruturado é fundamental para garantir a qualidade do produto ou serviço oferecido, a satisfação do cliente e a competitividade da empresa no mercado. Por isso, é importante que as etapas do processo sejam bem definidas, documentadas e monitoradas continuamente, buscando sempre a melhoria contínua e a eliminação de desperdícios (SLACK *et al.*, 2018).

O terceiro princípio do *Lean Thinking* é "criar fluxo contínuo", que consiste em organizar as atividades do processo produtivo de forma a eliminar gargalos e interrupções, permitindo que o fluxo de produção seja constante e ininterrupto, desde a concepção até a entrega do produto ou serviço ao cliente (WOMACK; JONES, 2003).

Segundo Rother e Shook (2007), criar um fluxo contínuo é importante para garantir a eficiência do processo produtivo, reduzindo o tempo de espera, os estoques e os custos envolvidos na produção. Para tanto, é necessário que as empresas identifiquem e eliminem os gargalos do processo, assegurando que o fluxo de produção ocorra de forma suave e constante.

O quarto princípio do *Lean Thinking* para Womack e Jones (2003), é "estabelecer sistemas puxados", que consiste em produzir apenas o necessário, de acordo com a demanda real do cliente, eliminando a produção em excesso e os estoques desnecessários.

Segundo Liker e Ross (2019), o princípio do sistema puxado é baseado na ideia de que a produção deve ser iniciada apenas quando há uma demanda real do cliente, sendo que cada etapa do processo produtivo é responsável por puxar a produção da etapa anterior, de acordo com a demanda.

Isso permite que as empresas reduzam o tempo de ciclo, os estoques e os custos de produção, uma vez que estão produzindo apenas o que é necessário para atender a demanda real do cliente. Além disso, o sistema puxado pode ajudar as empresas a melhorar a qualidade do produto ou serviço, uma vez que as falhas são identificadas mais rapidamente e podem ser corrigidas antes que se tornem problemas maiores (SLACK *et al.*, 2018).

O último princípio do *Lean Thinking* é "buscar aperfeiçoamento contínuo", que se trata de um compromisso contínuo com a melhoria dos processos e atividades, com o objetivo de aumentar a eficiência, qualidade e satisfação do cliente.

Segundo Womack e Jones (2003), a busca pelo aperfeiçoamento contínuo é um dos fundamentos do *Lean Thinking*, que deve estar presente em todos os níveis da organização, desde a alta direção até os colaboradores de linha de produção.

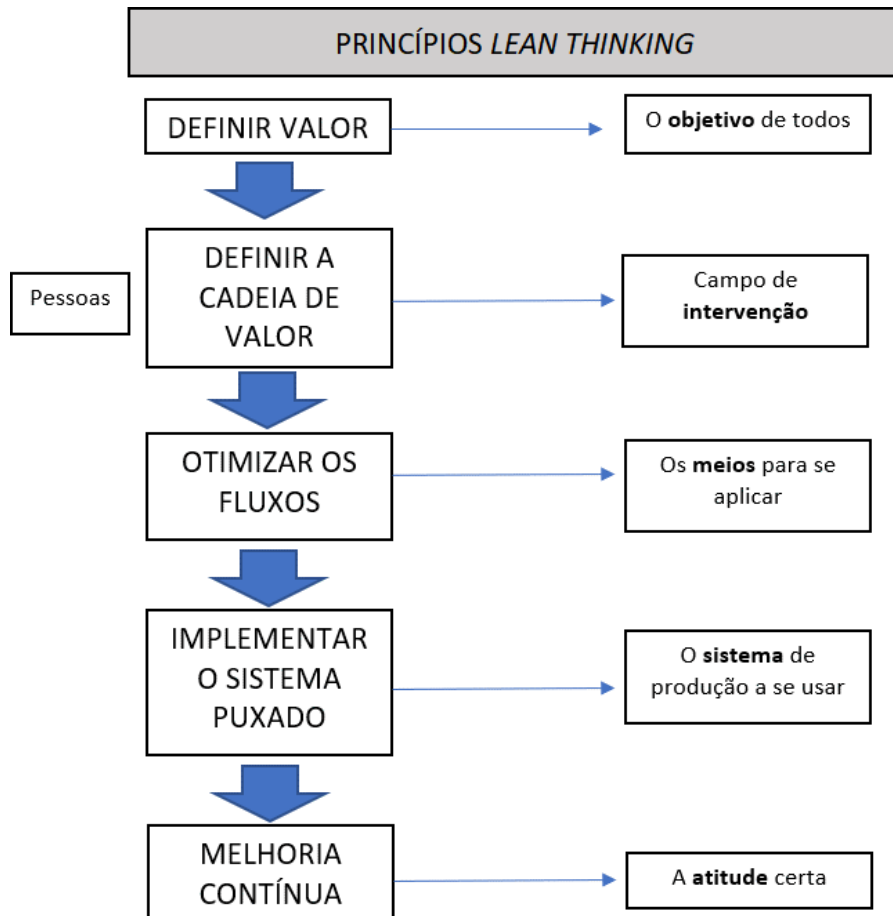
Slack *et al.* (2018) enfatizou que, para alcançar o objetivo do aperfeiçoamento contínuo, as empresas precisam incentivar a criatividade e a inovação, a fim de identificar oportunidades de melhoria e desenvolver soluções mais eficientes e eficazes. Além disso, é necessário que a empresa crie um ambiente propício para a experimentação e a aprendizagem contínua, permitindo que os colaboradores coloquem em prática as suas idéias de melhoria para o processo.

Portanto, os cinco princípios do *Lean Thinking* não são apenas uma metodologia, mas uma forma de pensar e agir que pode levar as empresas a um sucesso duradouro. Ao implementar esses princípios, as empresas podem melhorar

sua produtividade, aumentar a satisfação do cliente e, em última análise, alcançar uma posição de liderança em seu setor.

Para resumir de forma simples o fluxo do *Lean Thinking*, a Figura 1 resume de forma visual todos os cinco princípios e suas etapas, abordados na subseção 2.1.2.

Figura 1: Os 5 princípios do *Lean Thinking*



Fonte: Pinto (2009) Adaptado pelo autor.

Em resumo, o *Lean Manufacturing* é uma abordagem sistemática que visa a eliminar desperdícios e reduzir custos, aumentando a eficiência dos processos produtivos. Essa abordagem está intimamente ligada à gestão da qualidade, uma vez que ambos os conceitos compartilham a ideia de melhoria contínua.

## 2.2. Gestão da qualidade

A definição da palavra "qualidade" pode variar conforme diferentes perspectivas e dimensões, já que é um conceito relativo para cada indivíduo. Segundo

William Deming, por muitos considerado o maior “*guru*” sobre o tema diz que a qualidade está relacionada às pessoas e não apenas aos produtos. A qualidade é determinada pela satisfação dos clientes, e, como as necessidades e expectativas dos mesmos estão em constante evolução, a organização deve se adaptar e responder a essas mudanças para garantir a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos (ALAUDDIN; YAMADA , 2019)

A gestão da qualidade é uma área de conhecimento essencial para as empresas que desejam se destacar no mercado e manter uma vantagem competitiva. Para isso, é necessário compreender os conceitos fundamentais da gestão da qualidade, como a satisfação do cliente, a eliminação de desperdícios e a busca pela melhoria contínua.

Segundo Juran e DeFeo(2015), a gestão da qualidade é uma abordagem que visa aprimorar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos pelas empresas, através do controle e gerenciamento dos processos envolvidos. Essa abordagem tem como objetivo atender às expectativas e necessidades dos clientes, bem como reduzir custos, aumentar a eficiência das operações e aperfeiçoamento constante dos processos.

Para Lobo (2020), a melhoria contínua é um conceito fundamental da gestão da qualidade, pois se trata de um processo que envolve a análise constante dos processos da empresa, identificando pontos de melhoria e implementando mudanças para alcançar níveis cada vez mais elevados de qualidade.

### *2.2.1. Histórico e contextualização da Gestão da Qualidade.*

De acordo com Kirchner (2010) a gestão da qualidade teve seu início com a crescente fragmentação das tarefas de trabalho no início do século XX e foi moldada por ideias e avanços em suas diversas etapas. Antes desse período, tanto na manufatura anterior à Revolução Industrial quanto na produção industrial de um produto, as diferentes tarefas eram realizadas por um trabalhador especializado, que também tinha a responsabilidade de inspecionar a qualidade do seu próprio trabalho.

Com o aumento da demanda por bens de consumo no início do século XX, surgiu a necessidade de desenvolver novas estratégias de produção. A fim de aumentar a produção nas fábricas, grupos de trabalhadores passaram a se especializar em etapas específicas do processo produtivo, liderados por um mestre.

Nesse sistema, o próprio mestre era responsável pela inspeção da qualidade do trabalho realizado sob sua supervisão (KIRCHNER, 2010).

Lobo (2020) ressalta que, a gestão da qualidade foi bastante desenvolvida também no Japão, no final da década de 1940, quando a indústria japonesa buscava formas de superar os problemas causados pela Segunda Guerra Mundial (1939 - 1945). Naquela época, surgiu a filosofia da qualidade total, que preconiza que a qualidade deve ser perseguida em todos os processos da organização, desde a concepção do produto até o pós-venda.

Após o final da Segunda Guerra Mundial, em 1946, surgiu a JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*), uma organização composta por engenheiros e pesquisadores japoneses. Três anos depois, a JUSE criou o Grupo de Pesquisa do Controle da Qualidade, formado por especialistas em diversas áreas, como universidades, indústrias e órgãos governamentais. O principal objetivo desse grupo era realizar estudos e disseminar conhecimentos sobre controle da qualidade, para que as empresas do país pudessem aprimorar seus produtos e, conseqüentemente, melhorar a qualidade e aumentar suas vendas no mercado externo (WERKEMA, 2012).

Antes mesmo da eclosão da Segunda Guerra Mundial, a concepção de qualidade fundamentava-se nas propriedades físicas do produto, dado que a produção estava voltada a uma sociedade monopolista, na qual a procura era muito maior do que a oferta. Nessa perspectiva, a produção era direcionada à fiscalização e ao gerenciamento da qualidade, em que havia, por um lado, aqueles que fabricavam, e, por outro, os que supervisionavam a fabricação com base em um critério previamente estabelecido (LOBO, 2020).

Nesse contexto, a fabricação de produtos e serviços de alta qualidade resulta em uma relação benéfica para as empresas, consumidores e sociedade em geral. Há vários benefícios para as organizações em sua estrutura de custos, uma vez que, ao buscar trabalhar com excelência, evita-se a perda e a necessidade de refazer trabalhos, maximizando o uso eficiente dos recursos produtivos disponíveis (BRITTO, 2015).

Juran e Defeo (2015) destacam que a gestão da qualidade pode ser aplicada em diversas áreas, não se limitando apenas à indústria. Existem vários exemplos de organizações governamentais e de serviços que também podem se beneficiar dos princípios desse modelo de gestão. Para Juran, a gestão da qualidade é uma

abordagem sistemática que envolve o planejamento, a organização, a liderança e o controle de todos os aspectos relacionados à qualidade.

A fabricação de produtos e serviços de alta qualidade resulta em uma relação benéfica para as empresas, consumidores e sociedade em geral. Há vários benefícios para as organizações em sua estrutura de custos, uma vez que, ao buscar trabalhar com excelência, evita-se a perda e a necessidade de refazer trabalhos, maximizando o uso eficiente dos recursos produtivos disponíveis e sempre buscando a melhoria contínua dos processos (BRITTO, 2015).

Para Toledo *et al.* (2012) melhoria continua busca acrescentar valor ao cliente por meio da criação e aprimoramento de produtos e procedimentos, tanto novos quanto já existentes, visando diminuir a variação, reduzir o número de falhas e aumentar a eficiência produtiva. De acordo com Deming e Juran, a base da melhoria contínua é o gerenciamento de processos e a minimização da variabilidade e do desperdício.

Para que o processo de melhoria seja aplicado de forma eficaz, Toledo *et al.* (2012) reitera que faz-se necessário o cumprimento de dois requisitos básicos e importante para o processo, tal como a necessidade de se estabelecer um ambiente propício para que todos os funcionários possam se comprometer de forma constante com a qualidade.

Estes dois requisitos básicos deve ser iniciado pela liderança sênior da organização, a fim de que haja um exemplo a ser seguido por toda a equipe, e por fim, o desenvolvimento de uma estrutura que permita manter o processo em andamento e fornecer as informações necessárias aos gestores da empresa para que possam integrá-las às suas atividades cotidianas de gerenciamento (TOLEDO *et al.*, 2012).

Para que um processo possa ser controlado efetivamente, o primeiro passo é reconhecer quem são seus clientes e garantir que suas necessidades sejam atendidas. Em muitos casos, esses clientes podem estar dentro da própria empresa, mas isso não significa que a satisfação deles seja menos importante. É fundamental cuidar deles para garantir que o cliente externo seja atendido com excelência, o que só será possível se cada pessoa na equipe se dedicar a atender plenamente às necessidades de seus colegas internos. Depois de definir os clientes, o próximo passo é identificar os produtos que serão fornecidos a eles (WERKEMA, 2012).

No contexto da indústria alimentícia, a gestão da qualidade é de extrema importância para garantir a segurança e a qualidade dos alimentos. Conforme Mello

(2017), a qualidade dos alimentos pode ser afetada por diversos fatores, como as condições de armazenamento, o transporte, a manipulação e o processamento. Por isso, é fundamental que as empresas do setor alimentício e de qualquer outro ramo implementem sistemas de controle de qualidade para garantir a segurança e a qualidade dos produtos

Em suma, a gestão da qualidade é uma abordagem essencial para garantir a satisfação do cliente e a eficiência dos processos em uma empresa. As ferramentas da qualidade, por sua vez, são um conjunto de técnicas e métodos que auxiliam na implementação dessa abordagem, fornecendo meios para identificar, analisar e melhorar os processos (JURAN; DEFEO, 2015).

Por isso, é importante que as empresas invistam em uma cultura de gestão da qualidade, que valorize a melhoria contínua, o envolvimento dos colaboradores e a utilização de ferramentas eficientes. Com uma gestão da qualidade bem-sucedida e a utilização adequada das ferramentas da qualidade, as empresas poderão alcançar melhores resultados, fidelizar seus clientes e destacar-se no mercado.

### **2.3. As ferramentas básicas da Qualidade**

Landiva (2021) considera que os meios pelos quais se pode identificar, definir, medir, analisar e propor soluções para problemas encontrados nos processos organizacionais, com o intuito de melhorar sua qualidade, são conhecidos como ferramentas da qualidade. Elas desempenham um papel importante ao ajudar os gestores a resolver problemas, a fim de alcançar seus objetivos e metas, bem como promover a inovação e o aprimoramento do desempenho organizacional. Em resumo, as ferramentas da qualidade são recursos que permitem identificar oportunidades de melhoria e fornecer soluções para maximizar a qualidade dos processos empresariais.

#### *2.3.1. Folha de verificação*

De acordo com Vieira (2014) a folha de verificação é uma ferramenta básica da qualidade que ajuda a coletar e organizar dados de forma sistemática e padronizada. Ela é usada para registrar e resumir informações de forma clara e concisa, permitindo que os usuários identifiquem rapidamente padrões e tendências.

Segundo Ramos *et.al* (2012) a folha de verificação geralmente é projetada com



campos para categorizar os dados em diferentes grupos, com o objetivo de facilitar a análise. É comum ser utilizada em processos de inspeção, para coletar informações sobre problemas ou falhas em um produto ou processo, ou para monitorar a frequência de eventos específicos.

A folha de verificação é uma ferramenta simples, que pode ser aplicado em forma de formulário impresso ou eletrônico.

A Figura 2 apresenta um exemplo de folha de verificação que pode ser utilizado no dia a dia de indústrias, para controlar as maiores incidências de defeitos por peças produzidas. No caso do exemplo a seguir, trata-se de uma folha de verificação para controle de tipos de defeitos na produção de copos de cristal.

Figura 2: Folha de verificação aplicada à produção de copos de cristais

<b>Produto:</b> Copos de cristal						
<b>Estágio de fabricação:</b> final						
<b>Total inspecionado:</b> 2585 peças						
<b>Inspetor:</b> Funcionário x				<b>Data:</b>		
<b>Defeitos</b>	<b>Marcas</b>					<b>Subtotal</b>
Trincado	///	///	///	/		16
Quebrado	///	///	//			12
Deformado	///	///	///	///	/	21
Manchado	///	///				10
Outros	///					3
Total						62

Fonte: Ramos *et al.* (2012)

### 2.3.2. Diagrama de Pareto

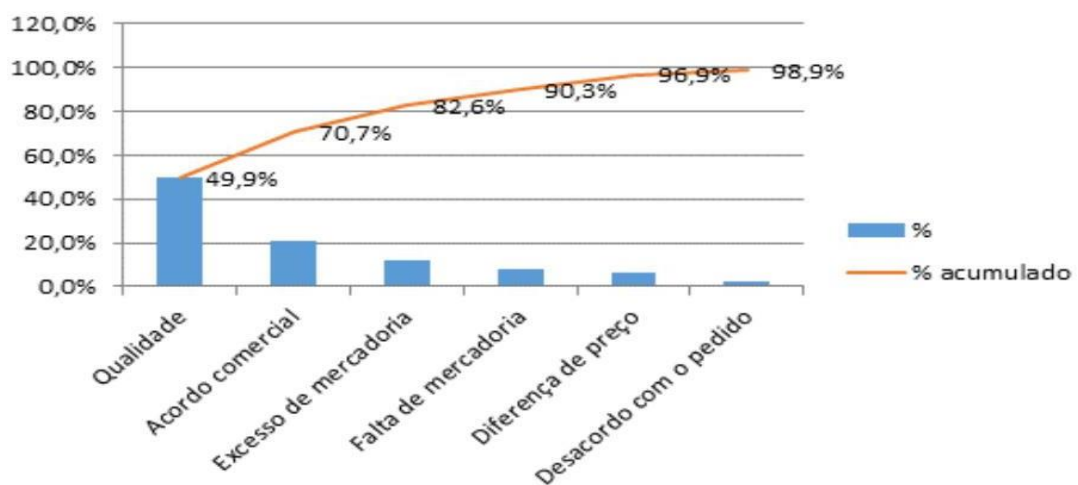
O gráfico de Pareto é uma ferramenta de análise de dados que ajuda a identificar e priorizar os problemas ou causas que contribuem para a maioria dos efeitos negativos em um sistema. É uma representação gráfica de dados em forma de barras ordenadas de forma decrescente, onde a barra mais alta representa a causa raiz que contribui para a maioria dos problemas. O gráfico de Pareto é comumente usado em processos de melhoria contínua para ajudar a identificar áreas de foco para ações corretivas e de prevenção (LOBO, 2020).

Para Vieira (2014), o princípio de Pareto afirma que, em meio a diversas variáveis de influência, apenas um pequeno número delas exerce uma influência significativa. Quando aplicado à gestão da qualidade, isso significa que apenas alguns defeitos são responsáveis pela maioria das peças defeituosas e das consequências negativas resultantes desses defeitos. Em outras palavras, a maioria dos problemas na qualidade pode ser atribuída a um número limitado de causas, destacando a importância de identificar e corrigir essas causas-chave para melhorar o desempenho geral da qualidade.

Juran e Defeo (2015) utilizaram e propuseram a aplicação do "Princípio de Pareto" ou a "regra 80/20" em sua pesquisa na área da qualidade. Seus estudos demonstraram que, na maioria dos casos, cerca de 80% dos efeitos negativos podem ser atribuídos a apenas 20% das causas.

A Figura 4, traz um exemplo da utilização do gráfico de Pareto na prática, que foi retirado do artigo “Aplicação do Ciclo PDCA e Ferramentas da Qualidade na redução de Custos e Perdas em uma Distribuidora de Hortifruti” que foi desenvolvido por De Sousa (2020) relacionando os principais motivos de devolução de material, em uma distribuidora de *Hortifruti*.

Figura 4: Gráfico de Pareto para os principais motivos de devoluções.



Fonte: De Sousa (2020)

Para o exemplo da Figura 4, após a análise do gráfico de Pareto, ficou claro que o problema de “Qualidade” e “Acordo comercial” era o que mais impactava para o cliente, e os dois juntos representavam mais de 70% dos motivos de devolução dos clientes, e essa análise ajuda a identificar o problema e encontrar um direcionamento para a solução dos problemas.

### 2.3.3. *Diagrama de Ishikawa*

Essa técnica também é conhecida como diagrama de causa e efeito ou diagrama espinha de peixe. É uma ferramenta gráfica amplamente utilizada para realizar uma análise das possíveis causas de determinados efeitos que podem ser controlados. É uma técnica valiosa para iniciar discussões sobre os problemas relacionados à qualidade. A questão principal é apresentada na parte superior do diagrama e existem ramificações semelhantes a uma espinha dorsal, que representam as possíveis causas e efeitos agrupados em categorias (SOUZA, 2018).

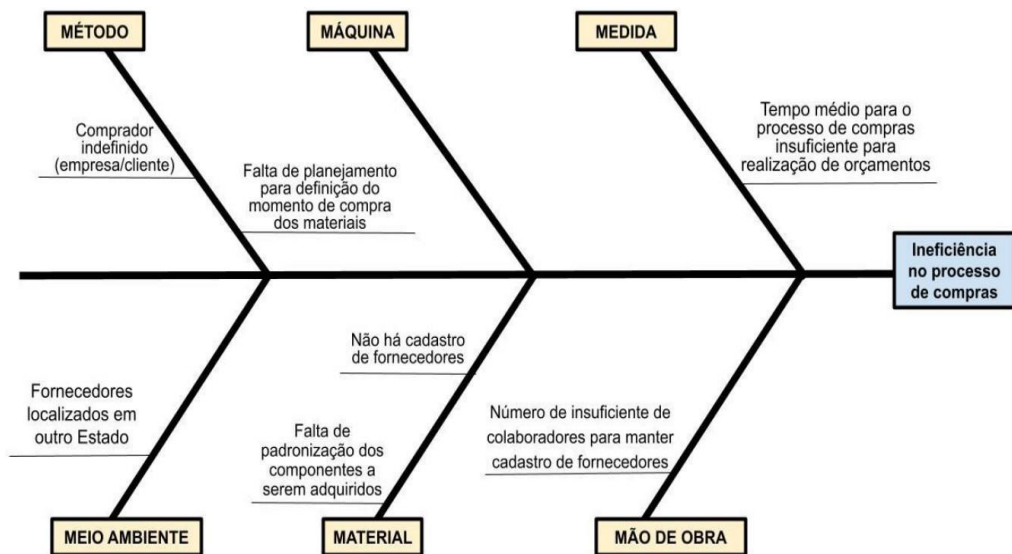
Britto (2016) afirmou que, o Diagrama de Ishikawa, pode se referir também à Diagrama de 6Ms, que se relacionam com as seis colunas do arranjo da “espinha do peixe”. Essas seis colunas incluem: matéria-prima, máquinas, medição, meio ambiente, mão de obra e metodologia. Cada uma dessas colunas representa um conjunto de causas potenciais que devem ser avaliadas e resolvidas para superar os desafios enfrentados pela empresa.

Ao utilizar essa ferramenta, é possível identificar a fonte dos problemas e tomar as medidas necessárias para resolvê-los de forma eficaz.

Vieira (2014), afirma que para garantir que o processo de criação de um diagrama de causa e efeito não seja apenas uma atividade teórica sem utilidade prática, é essencial validar as hipóteses sugeridas. Isso significa que é necessário investigar se as possíveis causas identificadas para um problema específico realmente ocorrem, e se ocorrem, com que frequência esses eventos se manifestam. Dessa forma, é possível confirmar a validade das ideias apresentadas e tomar medidas adequadas para abordar o problema de maneira eficaz.

Na Figura 5, o exemplo da aplicação do Diagrama de Ishikawa foi retirado do artigo “Aplicação de ferramentas da qualidade para melhoria de processos em uma empresa de automação e soluções tecnológicas” de Silveira e Zupa (2021). Referente ao artigo, o processo de aquisição dos produtos eletrônicos era ineficiente e não atendia de forma ideal, gerando atraso nos pedidos, custos extras e insatisfação dos clientes internos, e foi usado o Diagrama de Ishikawa para determinar as possíveis causas do problema.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa para ineficiência no processo de compras



Fonte: Silveira e Zupa (2021).

Para o exemplo da Figura 5, com a análise feita através do Diagrama de Ishikawa, ficou mais claro a busca pela causa raiz dos problemas, tal como a falta de definição de processos (método e material), sem definição ideal de lead time de compra (medida), todos esses fatores auxiliam na busca pela resolução desses problemas.

#### 2.3.4. Histograma

O histograma é uma representação gráfica que apresenta a frequência de valores assumidos por uma determinada variável de interesse, utilizando um eixo horizontal subdividido em vários pequenos intervalos. Para cada um desses intervalos, é construída uma barra vertical, cuja altura ou área deve ser proporcional à quantidade de observações na amostra cujos valores pertencem ao intervalo correspondente. Em outras palavras, o histograma é um tipo de gráfico de barras que permite visualizar a distribuição de frequência dos dados de forma eficiente e intuitiva (WERKEMA, 2014).

Para Souza (2018) O histograma se distingue do diagrama de Pareto por representar uma variável contínua, enquanto o diagrama de Pareto é mais adequado para variáveis discretas, que podem ser classificadas e ordenadas em ordem

decrecente, apresentando também a frequência acumulada. Em resumo, enquanto o histograma é utilizado para visualizar a distribuição de frequência de uma variável contínua, o diagrama de Pareto é utilizado para destacar as categorias mais relevantes em uma variável discreta.

Vieira (2014), enfatiza que, quando se trata de dados volumosos, Tabelas simples muitas vezes não conseguem transmitir adequadamente as nuances do fenômeno em questão. Por isso, é comum apresentar esses dados em Tabelas de distribuição de frequências e representá-los graficamente em forma de histogramas, que condensam a informação de maneira mais clara e acessível.

O histograma é, portanto, uma das ferramentas estatísticas mais utilizadas no controle da qualidade, permitindo visualizar e compreender melhor a distribuição dos dados, suas tendências e possíveis desvios (MORETTIN; BUSSAB, 2017).

Morettin e Bussab (2017) apontam que, para realizar a montagem do Histograma, será necessário o levantamento de alguns dados básicos, que podem ser fornecidos a partir de uma carta de controle:

- I. Definir a quantidade de classes, que são intervalos que são utilizados para agrupar os dados em um Histograma. Elas são definidas de acordo com a escala dos dados e servem para simplificar a visualização e análise da distribuição dos valores.
- II. Determinar a frequência, que é a quantidade de vezes que um determinado valor aparece em um conjunto de dados.
- III. Calcular a frequência relativa, que é uma medida estatística que indica a proporção ou porcentagem de ocorrências de um determinado valor em relação ao total de ocorrências no conjunto de dados.
- IV. Identificar o ponto médio entre as classes.

Na Tabela 1, um exemplo de distribuição de frequência do tamanho do diâmetro interno de uma peça retirada do livro “Estatística para qualidade” de Vieira (2014).

Tabela 1 – Distribuição de frequências para o diâmetro interno de uma peça

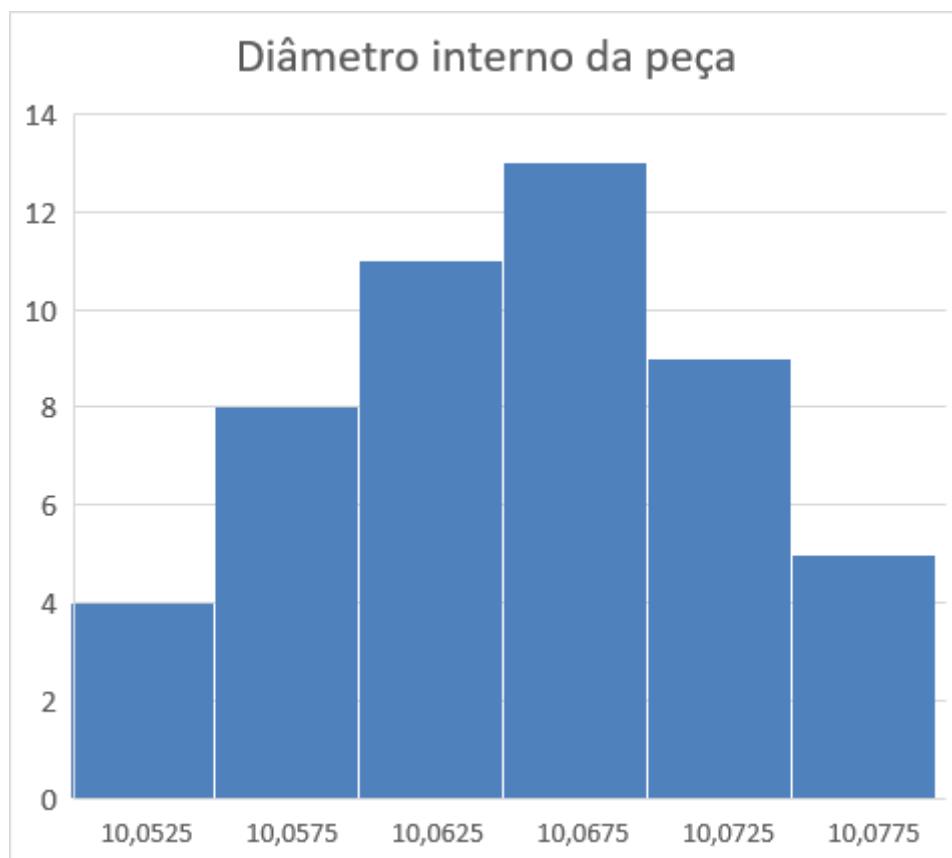
<b>Classe</b>	<b>Ponto médio</b>	<b>Frequência</b>	<b>Frequência relativa (%)</b>
10,050  - 10,055	10,0525	4	8

10,055   - 10,060	10,0575	8	16
10,060   - 10,065	10,0625	11	22
10,065   - 10,070	10,0675	13	26
10,070   - 10,075	10,0725	9	18
10,075   - 10,080	10,0775	5	10
<b>Total</b>		50	100

Fonte: Vieira (2014)

Já na Figura 6, a representação gráfica da distribuição de frequência, ainda do mesmo exemplo do tamanho do diâmetro interno de uma peça, do livro “Estatística para qualidade” de Vieira (2014).

Figura 6: Histograma para a distribuição do diâmetro interno de uma peça



Fonte: Vieira (2014) Adaptado pelo autor.

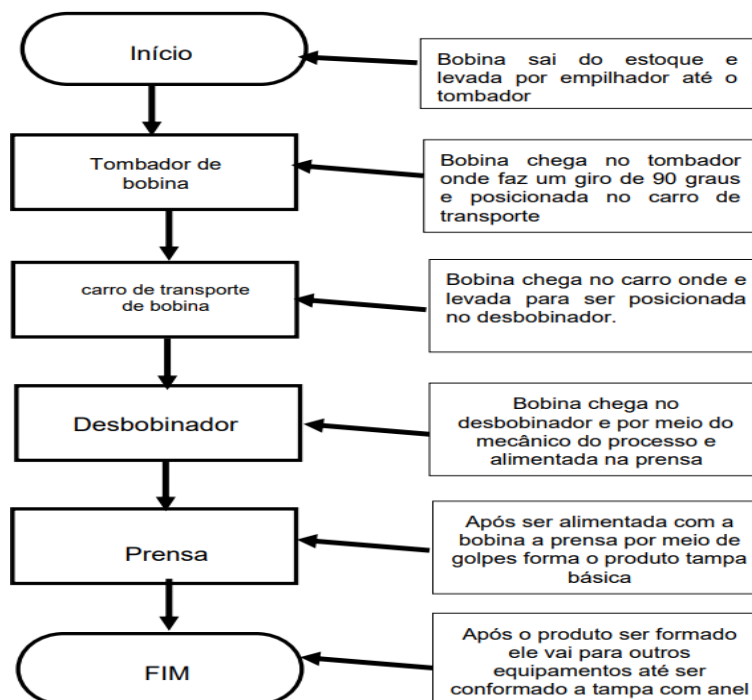
### 2.3.5. Fluxograma

Para Lobo (2020), o fluxograma é uma representação gráfica que mostra a sequência de atividades, etapas ou processos de um sistema ou operação. É uma ferramenta de qualidade muito utilizada em empresas para visualizar de forma clara e objetiva a sequência lógica de um processo, permitindo identificar possíveis gargalos, pontos de melhoria e oportunidades de otimização.

Segundo Souza (2018), o fluxograma pode ser utilizado em diversos contextos, desde o mapeamento de processos industriais até a elaboração de manuais de instruções. Ele pode ser criado por meio de símbolos padronizados que representam as atividades, as decisões e as conexões entre elas, facilitando a compreensão e comunicação entre as equipes envolvidas.

Na Figura 7, apresenta um exemplo de fluxograma, retirada do artigo “adequação de um sistema de alimentação da bobina à NR-12 em um processo de formação de tampas de alumínio” de Paiva (2019), onde é estruturado todo o processo de transporte de bobina de alumínio, passando pelo tombador, carro de transporte, desbobinador e chegando até a prensa de conformação da tampa, onde chega ao fim do processo.

Figura 7: Fluxograma do Processo de Passagem da Bobina até sua Alimentação



Fonte: Paiva (2019).

### 2.3.6. Carta de controle

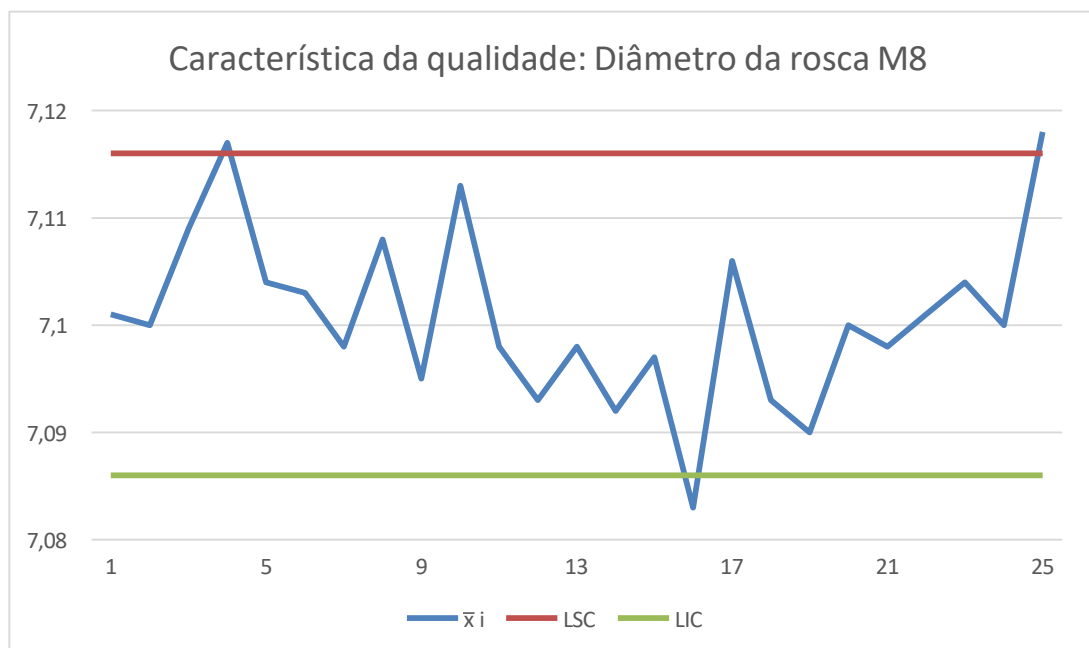
Segundo Werkema (2014) as cartas de controle, são ferramentas importantes no campo da gestão da qualidade e da melhoria de processos. Eles são usados para monitorar a variabilidade de um processo ao longo do tempo, identificar tendências, padrões e anomalias que possam indicar a necessidade de ajustes ou melhorias.

Segundo Reis (2015) as cartas de controle são ferramentas úteis para identificar causas especiais de variações nos processos, ou seja, causas pontuais que impactam negativamente o seu desempenho. Para construir esses gráficos, são utilizadas três referências importantes:

- I. LSC: Limite superior de controle.
- II. LM: Linha média de controle.
- III. LIC: Limite inferior de controle.

Na Figura 8, um exemplo da aplicação de uma carta de controle, retirada do livro “Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas” de Werkema (2014), que relaciona a medida do diâmetro (em mm) de roscas produzidas por uma indústria de autopeças.

Figura 8: Carta de controle aplicado na produção de roscas M8.



Fonte: Werkema (2014) Adaptado pelo autor.



### 2.3.7. 5W2H

Para Lobo (2020) a ferramenta 5W2H é um método de gestão em forma de “*checklist*” que se baseia em sete perguntas essenciais para o planejamento e execução de atividades e projetos. Os cinco primeiros “W’s” (*What, Why, Who, When* e *Where*) que traduzindo para o português significa “O que, Porque, Quem, Quando e Aonde” ajudam a definir claramente o que precisa ser feito, por que é importante, quem são os responsáveis, quando deve ser realizado e onde ocorrerá.

Além disso, as perguntas adicionais ou simplesmente os 2 últimos “H’s”, “*How*” (Como) e “*How Much*” (Quanto custa) complementam o método, abordando os detalhes da execução e os recursos financeiros necessários para alcançar os objetivos, tornando a ferramenta 5W2H uma ferramenta valiosa em diversos contextos, desde projetos empresariais até metas pessoais (LOBO, 2020).

Essas respostas proporcionam um roteiro sólido para a organização e comunicação de tarefas, prazos e responsabilidades, garantindo que todos os envolvidos tenham uma compreensão clara do trabalho a ser realizado e de seus papéis no processo.

### 2.3.8. Metas SMART

Para Kerzner (2011), as metas SMART, acrônimo para *Specific* (Específico), *Measurable* (Mensurável), *Attainable* (Atingível), *Realistic or Relevant* (Realista ou Relevante) e *Tangible or Time Bound* (Tangível ou de Prazo Definido), é uma metodologia amplamente utilizada para estabelecer metas e objetivos de forma mais eficaz.

Cada letra representa um critério fundamental que ajuda a tornar as metas mais claras, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e com prazos definidos. Ao adotar essa abordagem, as organizações e indivíduos podem melhorar a clareza de seus objetivos, aumentar a motivação e a probabilidade de sucesso na realização de suas metas.

## 2.4. A metodologia PDCA

Segundo Mello e Gibbert (2017) a metodologia PDCA, foi desenvolvida pelo físico, engenheiro e estatístico dos Estados Unidos, Walter Andrew Shewhart em 1931, conhecido como o precursor do controle estatístico de qualidade.

Ele iniciou pesquisas sobre a excelência em processos de produção em diversas indústrias e desenvolveu o ciclo PDCA, que representa as etapas de planejar, fazer, checar e agir, também conhecido como o Ciclo Deming da Qualidade (MELLO, GIBBERT; 2017).

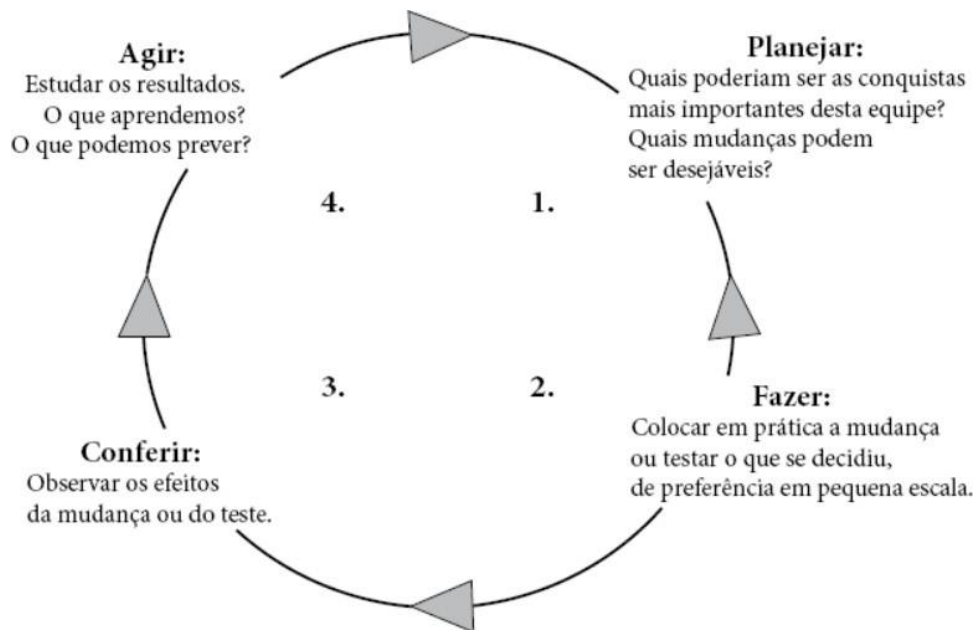
Para Werkema (2014, p. 25) “O Ciclo PDCA é um método de gestão, representando o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas”, e para empregar o método com eficácia, pode ser necessário fazer uso de múltiplas ferramentas analíticas, que representarão os meios indispensáveis para obter, tratar e apresentar as informações essenciais para conduzir cada uma das fases do ciclo PDCA.

Para Lobo (2020) a falta de organização no crescimento da empresa, juntamente com a ausência de planejamento e objetivos bem definidos, resulta em uma estrutura instável e sujeita a flutuações sazonais. A adoção adequada dessa técnica possibilita o desenvolvimento sustentável da empresa, garantindo uma base sólida para o crescimento e permitindo a melhoria contínua dos processos.

Segundo Britto (2015), a abordagem consiste em quatro fases representadas em um círculo (planejar, fazer, checar e agir), que têm início após a identificação de uma situação que não está em conformidade com as expectativas (resultado indesejado). Essa situação pode envolver ações preventivas, corretivas ou aprimoramentos de processos.

Na Figura 10, uma representação do ciclo de PDCA de Demming publicado em 1986 e popularizado inicialmente por Walter Shewhart, retirado do livro “Fundamentos da Qualidade para líderes”, de Juran e DeFeo (2015), que representa bem as quatro fases do ciclo, que serão abordados com mais profundidade nas próximas subseção deste trabalho.

Figura 10: O ciclo de PDCA.



Fonte: Juran, DeFeo (2015).

#### 2.4.1. Planejar (Plan)

No ciclo PDCA, na primeira fase da etapa "P" de planejar, o problema a ser abordado é identificado a partir da meta de melhoria estabelecida. Essa meta pode ser classificada em duas categorias: "Boa" e "Ruim" (WERKEMA, 2014)

Ainda sobre o conceito desenvolvido por Werkema (2014), a meta "Boa" é definida com base no plano estratégico da empresa e leva em consideração as exigências do mercado e a necessidade de sobrevivência da organização. Já a meta "Ruim" surge a partir de anomalias crônicas que precisam ser corrigidas para evitar prejuízos ou problemas mais graves.

A partir da identificação do problema, são estabelecidos objetivos claros e definidas as ações necessárias para abordar os meios pelos quais cada objetivo pode ser alcançado, na fase de planejamento do ciclo PDCA (LOBO, 2020).

Para Carpinetti e Gerolamo (2015), é nessa fase também onde é analisado o problema, o foco é identificar as causas-raiz do em questão. Em seguida, na etapa de plano de ação, busca-se desenvolver um plano detalhado para eliminar ou reduzir os efeitos indesejáveis dessas causas fundamentais. O objetivo principal é bloquear as causas-raiz e minimizar as consequências negativas do problema.

#### 2.4.2. Fazer (Do)

Na fase “Fazer” do ciclo PDCA, é realizada a capacitação para a realização das atividades descritas no plano de ação, além da implementação dessas atividades e da coleta de informações relevantes para a próxima fase do processo (checagem), que é a confirmação da eficácia das ações adotadas. O objetivo principal desta etapa é colocar em prática o que foi planejado, a fim de avaliar a efetividade das soluções propostas (WERKEMA, 2014).

Carpinetti e Gerolamo (2015) salientam que, nesta fase, é importante que os processos sejam monitorados constantemente para garantir que estão ocorrendo conforme o esperado. A coleta de dados e informações também é uma parte importante dessa etapa, pois essas informações serão usadas para avaliar a eficácia das ações implementadas e para realizar ajustes, se necessário, nas etapas seguintes do ciclo PDCA.

#### 2.4.3. Checagem (Check)

Segundo Pezzatto *et.al* (2018), na fase "Check" do ciclo PDCA, é fundamental avaliar se os resultados alcançados estão de acordo com o planejado e se as ações implementadas estão produzindo os efeitos esperados. Essa etapa é essencial para a verificação da conformidade entre o plano e a execução, bem como a identificação de possíveis externalidades e efeitos não esperados.

Ainda sobre o pensamento de Pezzato *et.al* (2018) Durante o processo de checagem, é necessário coletar e analisar dados relevantes para avaliar o desempenho e os resultados obtidos. Isso envolve comparar os indicadores de desempenho estabelecidos com os dados reais coletados durante a fase "Do", que permite identificar discrepâncias, variações ou desvios em relação ao planejado.

Para Werkema (2014) a avaliação final da fase "Check" serve como base para a tomada de decisões na fase "Act" (Agir), que envolve a implementação de ações corretivas, aprimoramentos e ajustes para melhorar o processo.

#### 2.4.4. *Agir (Act)*

Para Carpinetti e Gerolamo (2015), a fase "*Act*" (Agir) é a última etapa do ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) e tem como objetivo implementar as ações corretivas e melhorias identificadas na fase "*Check*". Nessa etapa, são tomadas medidas para ajustar e aprimorar o processo, com base nos resultados e nas recomendações obtidas durante a fase de verificação.

Segundo Britto (2015) é nessa fase que envolve a implementação das ações corretivas de maneira planejada e controlada, que podem incluir modificações nos procedimentos, treinamento da equipe, mudanças na alocação de recursos, revisão de políticas ou qualquer outra medida necessária para corrigir as discrepâncias identificadas na fase anterior.

Werkema (2014), salienta que a padronização dos procedimentos que foram implementados é crucial para manter os resultados satisfatórios ao longo do tempo, pois dessa forma, se garante que o processo não fuja da normalidade e o equilíbrio se mantenha ao longo do ciclo.

Ainda sobre a afirmação de Britto (2015) que diz que, uma vez concluída a fase "*Act*", o ciclo PDCA continua, retornando à fase "*Plan*" para iniciar um novo ciclo de melhoria contínua. Cada iteração do ciclo PDCA leva a melhorias incrementais, com base no aprendizado e na experiência adquirida ao longo do tempo.

### **3. METODOLOGIA**

Um estudo científico utiliza abordagens sistemáticas para entender um fenômeno específico. Segundo Lozada e Nunes (2019), a coleta de dados durante uma pesquisa geralmente envolve métodos como entrevistas, observação, questionários com perguntas abertas, fechadas e de múltipla escolha, além de formulários. O pesquisador seleciona esses métodos com base no tipo de estudo a ser realizado.

De acordo com Marconi e Lakatos (2022), a pesquisa pode ser caracterizada como um processo conduzido de forma estruturada, com o intuito de validar a veracidade de eventos, mesmo que de maneira parcial, por meio de uma reflexão cuidadosa, empregando métodos científicos apropriados. Isso assegura que o estudo seja orientado de maneira adequada para alcançar seus objetivos de forma precisa.

Diante das informações apresentadas, esta seção tem como objetivo fornecer uma explicação detalhada e esclarecedora da metodologia adotada nesta pesquisa, sendo demonstrada por meio de tópicos que descreverão os métodos abordados no estudo.

#### **3.1. Quanto ao ambiente da pesquisa**

O presente trabalho tem como propósito realizar uma análise das perdas ocorridas no processo de fabricação de tampas de alumínio e aplicar uma metodologia de melhoria de processo com o intuito de reduzir os refugos gerados em uma indústria específica, localizada em Maracanaú, no estado do Ceará.

A empresa em questão desempenha um papel de produção, venda e distribuição de tampas de alumínio para bebidas para diversos clientes regionais, nacionais e internacionais, abrangendo diferentes segmentos do mercado, tais como refrigerantes e cervejas.

Por ser uma multinacional, a empresa possui uma vasta experiência no setor, e se destaca pela qualidade de seus produtos e também pela capacidade de atender às demandas dos clientes de forma eficiente.

De todas as etapas do processo produtivo, como formação de tampa básica, aplicação de vedante na tampa, e conversão de tampa básica para tampa acabada, o

trabalho em questão se limitará apenas ao processo de aplicação de vedante na tampa de alumínio.

### **3.2. Quanto a natureza da pesquisa**

Em relação à natureza da pesquisa, Lakatos (2022) afirma que existem duas classificações: pesquisa básica e pesquisa aplicada. Este estudo é classificado como pesquisa aplicada, uma vez que tem a intenção de aplicar conhecimentos de forma prática, fornecendo informações para a solução de problemas do dia a dia no posto de trabalho em análise.

### **3.3. Tipo de pesquisa**

Para Alexandre (2021), As abordagens de pesquisa podem ser distintas, dividindo-se em qualitativa e quantitativa. Essas abordagens representam diferentes formas de investigar e compreender fenômenos, adotando métodos e técnicas específicas.

As abordagens qualitativas são reconhecidas por buscar a compreensão de um fenômeno dentro de seu ambiente natural, considerando o local em que ocorre e do qual faz parte. Já a abordagem quantitativa, a coleta de dados envolve uma exploração por meio de diferentes caminhos, ou seja, são utilizados diversos procedimentos e instrumentos para a construção e análise dos dados (LOZADA, NUNES; 2019).

Para este trabalho, foi empregado o método quantitativo para realizar as análises dos números e dados relacionados à produção da empresa estudada. Foram realizados estudos, coleta de dados e tabulação dos dados, visando obter informações quantitativas precisas e possibilitando uma análise objetiva dos resultados obtidos.

### **3.4. Universo da pesquisa e amostra**

De acordo com Alexandre (2021), a população, também conhecida como universo da pesquisa, refere-se ao conjunto completo de indivíduos que possuem características definidas para um estudo específico. Por outro lado, a amostra consiste em uma parte representativa dessa população ou universo, selecionada de acordo

com um plano ou critério estabelecido.

Neste estudo, o universo de pesquisa está relacionado ao processo de fabricação de tampas de alumínio. A amostra selecionada abrange o processo de aplicação de vedante nas tampas, que representa uma das etapas da produção do produto. Para essa etapa específica, a fábrica conta com cinco máquinas responsáveis por essa operação.

A empresa em questão possui quatro turnos de trabalho, operando 24 horas por dia. É importante ressaltar que os dados coletados dos sistemas de controle e dos funcionários englobam todos os quatro turnos (turnos A, B, C e D).

Essa abordagem permite uma análise mais completa e precisa, considerando diferentes momentos e condições de trabalho ao longo do dia. Assim, os dados obtidos dos quatro turnos contribuirão para uma compreensão abrangente do processo de aplicação de vedante e auxiliarão na identificação de possíveis melhorias e na busca por maior eficiência na produção de tampas de alumínio.

### **3.5. Procedimentos**

O período de início do trabalho foi em Fevereiro de 2022, e se estendeu até Maio de 2022, entretanto foi necessário extrair do histórico de produção dados de Setembro de 2021 a Janeiro de 2022, para indentificar mais facilmente a problemática abordada.

Assim como já descrito nos objetivos deste trabalho, buscou-se avaliar o processo produtivo, avaliando as situação atual de padronização de procedimentos entre as equipes.

Para o levantamento dos dados de refugo, as informações foram obtidas por meio dos relatórios diários de produção em planilhas do *software Excel*, durante o período de realização da pesquisa. Os dados coletados consistiram na quantidade de tampas refugadas em todo processo produtivo.

Após a coleta dos dados, foi realizada a tabulação e análise da quantidade de perdas de produto na produção de tampas de alumínio na planta industrial e comparada com a quantidade de perdas de produto somente no processo de aplicação de vedante na tampa de alumínio.



### 3.6. Coleta e análise de dados

Segundo Miguel *et.al* (2010), essa pesquisa pode ser categorizada como estudo de caso aplicado, pois envolve uma investigação aprofundada de um ou mais elementos (casos), por meio da utilização de diferentes métodos de coleta de dados, e requer a interação entre o pesquisador e o objeto de estudo.

Partindo desse pressuposto, o objetivo deste estudo é analisar o sistema produtivo atual, identificar no processo de produção o maior índice de refugo e elaborar uma proposta para redução nas perdas na fabricação de tampas de alumínio utilizando a metodologia PDCA.

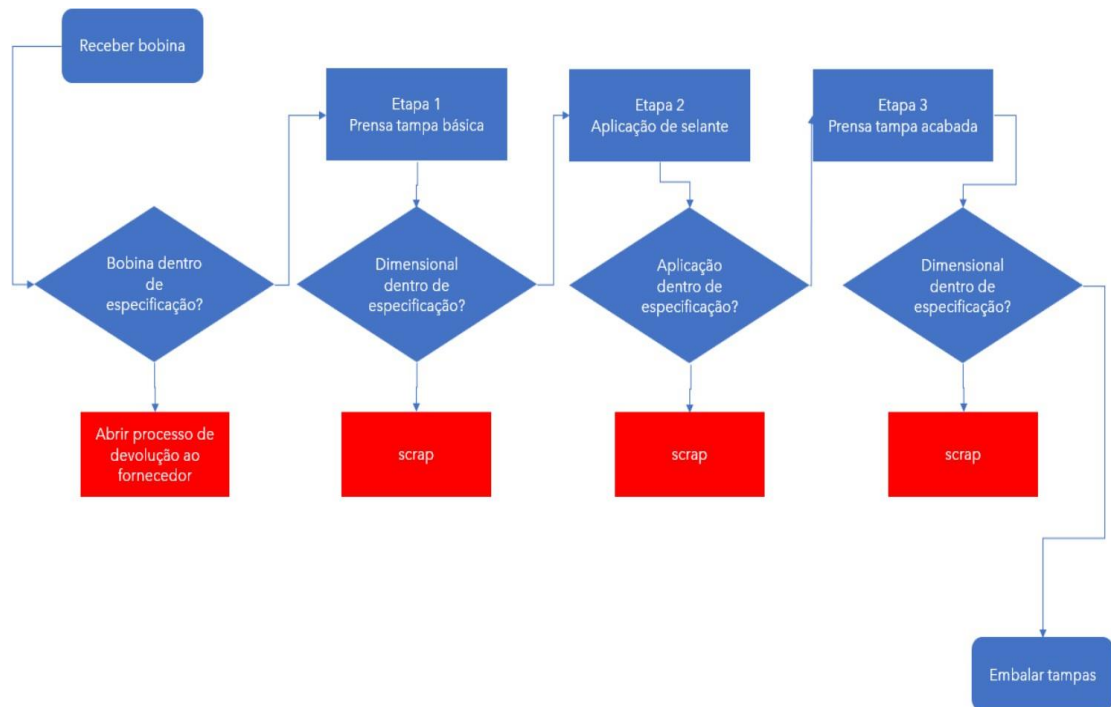
Para a pesquisa bibliográfica, foi buscado artigos científicos, teses de mestrado e doutorado nas bases de dados *Scientific Electronic Library Online* (Scielo) plataforma *Google Scholar* (ambos com o raio de pesquisa entre 2018 a 2023), e também foram extraído informações de livros científicos e acadêmicos, disponibilizados pelo repositório virtual da Unichristus.

Vale ressaltar que as palavras-chaves para coleta de trabalhos científicos foram “ferramentas da qualidade”, “metodologia PDCA”, “qualidade em fábrica de embalagens metálicas” e outros termos chaves que se referem ao tema. O objetivo dessa etapa foi construir uma fundamentação teórica sólida para embasar a pesquisa de forma satisfatória.

Para coletar dados sobre o processo de produção da tampa de alumínio, foi realizado um estudo abrangente que envolveu a análise de todas as etapas do processo produtivo. O objetivo principal era mapear toda a área produtiva e compreender as diferentes fases envolvidas na fabricação da tampa de alumínio.

O fluxograma representado na Figura 11 ilustra visualmente todas as etapas da linha de produção, desde o recebimento da bobina de alumínio até a fase final de embalagem. Esse fluxograma é uma representação gráfica do fluxo de materiais e operações envolvidas no processo produtivo da tampa de alumínio, permitindo uma compreensão clara de como cada etapa se conecta e contribui para a fabricação do produto final.

Figura 11 – Fluxograma do processo de fabricação de tampas



Fonte: Costa, De Moura Pereira e Dos Santos (2021)

Com base nas informações de fluxo de produção apresentadas, foram realizados levantamentos de dados em planilhas de Excel para acompanhar diariamente a taxa de refugo durante o processo de produção da tampa de alumínio. Esses dados permitiram identificar as porcentagens mais altas de perdas em cada etapa do processo.

Com o problema exposto, houve a necessidade de criar ações para conter esta perda no processo produtivo, e para isso, foi estruturado as etapas do projeto com base na metodologia PDCA. Realizando o planejamento das ações, identificando a causa raiz, colocando em prática os planos de ação, checando e comparando os dados e agindo na padronização da melhoria.

O Quadro 2 apresenta a sequência das etapas do ciclo PDCA aplicadas ao projeto em questão. Essa estrutura permite uma abordagem sistemática e iterativa, em que cada etapa alimenta a próxima, promovendo a otimização do projeto e garantindo uma gestão eficaz do processo.

Quadro 2 – Etapas do projeto de redução de refugo

PDCA	Etapas do projeto
<i>Plan</i>	Definir o problema.
	Definir equipe.
	Definir a meta.
	Estratificar o indicador.
	Identificar problemas específicos.
	Analisar possíveis causas.
	Elaborar plano de ação.
<i>Do</i>	Divulgar plano de ação para a equipe.
	Executar ações.
<i>Check</i>	Comparar indicadores de antes com os atuais.
	Analisar a efetividade das ações.
<i>Act</i>	Planejamento das correções.
	Realizar a padronização dos processos.
	Rotinas de padronização e acompanhamento do novo padrão.

Fonte: Autor (2023)

Com as informações das etapas do projeto já estruturadas, serão aplicadas as ferramentas de análise de dados para identificar a causa raiz do problema estudado.

Ao combinar as etapas do projeto com as ferramentas de análise de dados, é possível ter uma abordagem mais estruturada e embasada na obtenção de novas ideias e soluções efetivas. Isso proporciona uma base sólida para o desenvolvimento do trabalho, permitindo que sejam tomadas medidas corretivas e preventivas para resolver o problema de forma eficiente e alcançar os resultados desejados.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesta seção, serão apresentados e analisados os resultados obtidos durante a aplicação da metodologia PDCA (Planejar, Fazer, Verificar, Agir) com o objetivo de reduzir os refugos na fábrica de tampas de alumínio para bebidas. Serão discutidos os principais dados coletados, as ações implementadas em cada etapa do ciclo PDCA e suas consequências para a redução efetiva dos refugos.

Dentro do escopo do projeto abrangendo da Prensa de Formação da tampa básica até o final do processo de aplicação de selante, foi focado nas causas específicas da geração de refugo, em especial na perda de tampa na área da Liner 05. Garantir produção e manutenção contínuas é essencial para evitar interrupções e otimizar a operação da Liner 05.

O projeto opera sob premissas claras: A qualidade da matéria-prima, deixando de fora de qualquer análise e a priorização da operação da Liner 05. O objetivo é identificar e abordar as causas fundamentais do alto refugo, estabelecendo uma base sólida para aprimoramentos futuros e mantendo a integridade operacional.

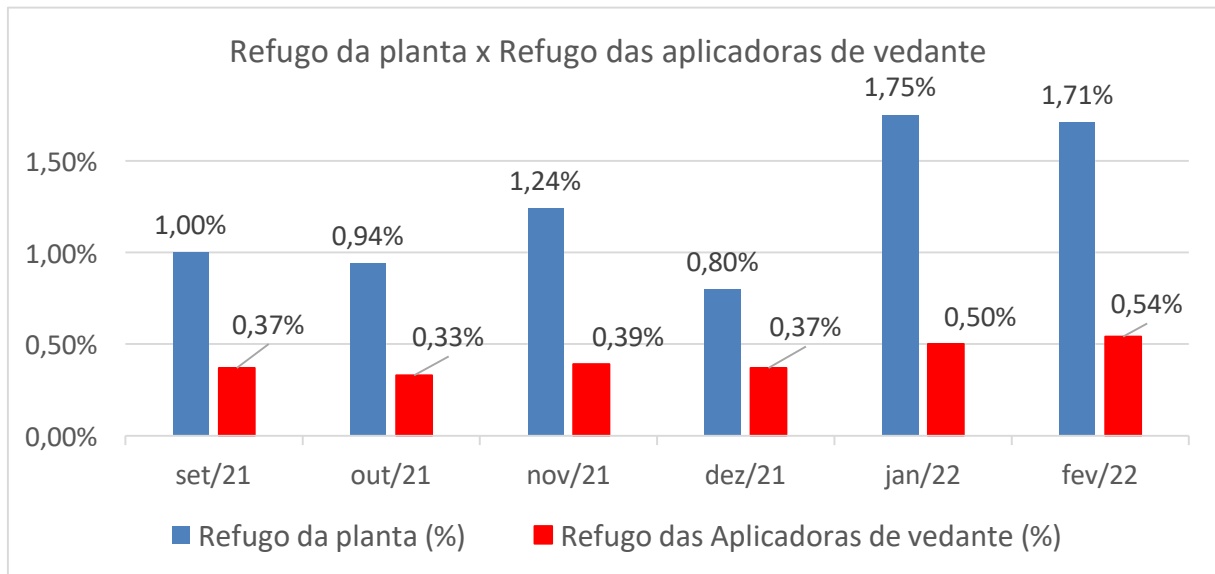
### **4.1. Análise dos dados de refugo**

É crucial destacar a necessidade de apresentar os dados que evidenciam um índice de refugo significativamente superior nas Liners, em comparação com o total da planta.

Essa análise estatística se revela essencial para identificar com precisão a extensão do problema. Ao mostrar esses dados de maneira clara e concisa, será possível oferecer uma visão abrangente da situação e embasar as ações de melhoria. Essa abordagem baseada em evidências permite direcionar os esforços de mitigação de maneira mais eficaz e implementar estratégias que abordem diretamente as causas subjacentes desse spoilage específico nas Liners.

Por meio dos apontamentos de produção, conseguiu-se realizar uma análise comparativa entre os níveis de refugo do período entre Setembro de 2021 até Fevereiro de 2022. Na figura 12, mostra claramente a comparação entre o refugo total da planta em relação ao refugo das aplicadoras de vedantes, onde pode-se perceber que em alguns momentos, os rejeitos das aplicadores de selante chegam a representar quase metade do total de rejeitos total da plantas.

Figura 12 – Fluxograma do processo de fabricação de tampas



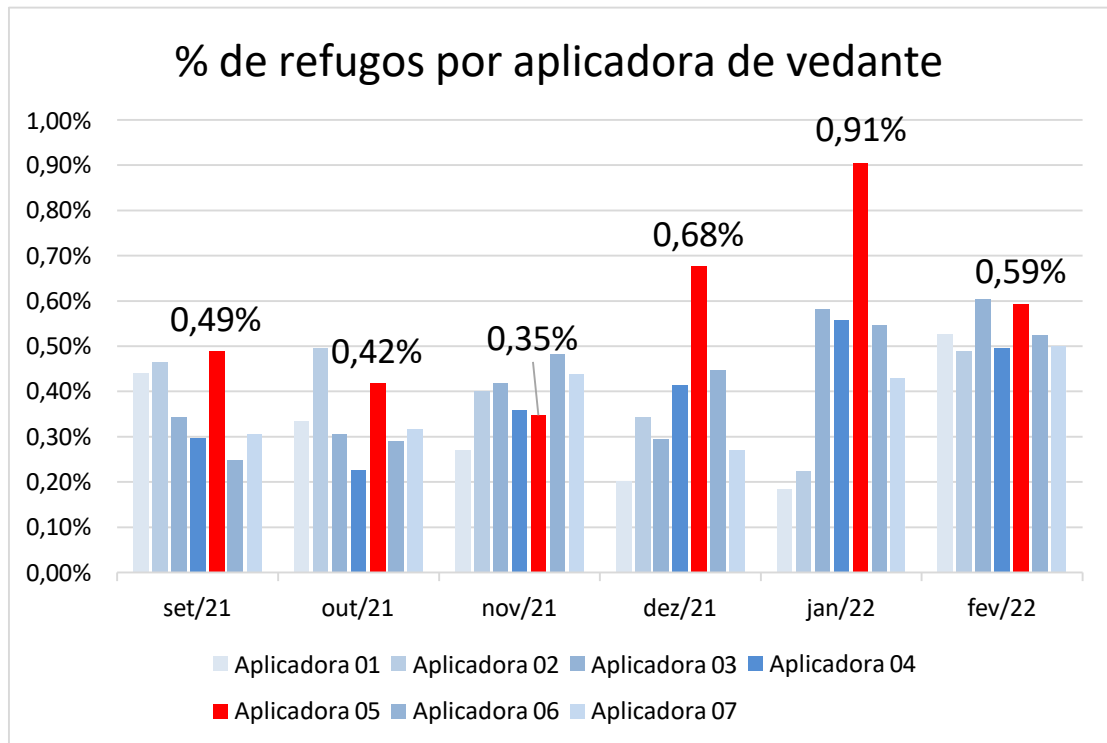
Fonte: Do autor (2022).

A partir dos dados mostrados, ficou evidente que no processo de aplicação de selante se tem uma parcela significativa e impactante em relação ao refugo total da fábrica, levando em consideração todos as três etapas do processo produtivo: formação da tampa básica, aplicação de selante e conversão de tampa básica para tampa acabada.

A partir daí, foi feita outra análise comparativa de refugo entre as sete máquinas que realizam a aplicação de selante no processo produtivo da empresa estudada, também no mesmo período citado anteriormente (Setembro de 2021 à Fevereiro de 2022).

Na Figura 13, representada por gráfico de barras, é possível evidenciar que a Aplicadora 5 (*Liner 5*) consegue ter um percentual maior de rejeitos (comumente chamado de “*spoilage*” entre a equipe), fazendo assim com esta máquina seja o foco primário deste trabalho.

Figura 13 – Percentual de refugo das sete aplicadoras de vedante.



Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2022).

## 4.2. Tipos de refugos

Com o objetivo de tipificar a estratificação dos dados e otimizar a análise dos dados de refugo, foi levantado com o setor de qualidade da fábrica, quais os tipos de refugo que mais impactam no processo de aplicação de vedante na tampa de alumínio.

Para isso, foi levantado os seguintes defeitos:

- Sujeira no escariado: Respingos de sujeira (vedante) na parte interna da tampa.
- Sujeira no painel: Respingos de sujeira (vedante) na estrutura central da tampa, correndo o risco de o produto ter contato com a bebida do cliente.
- Falha de aplicação de selante: Quando há ausência parcial de vedante ao redor da reborda da tampa.
- Amassado na reborda: Quando a estrutura da reborda contem algum

tipo de amassado, seja interno ou externo, não permitindo o cravamento por completo na lata de alumínio.

- Sujeira na reborda: Quando há respingos de vedante na reborda externa da tampa.

A Figura 14, está representada por fotos onde cada um dos cinco tipos de defeito na tampa estão localizados.

Figura 14 – Tipos de defeitos no processo de aplicação de vedante da tampa.



Fonte: Autor (2022).

O controle e a expulsão das tampas com defeitos são realizados por câmeras instaladas imediatamente após o processo de aplicação de vedante. Essas câmeras comparam uma imagem padrão da tampa em condições ideais com a tampa recém-processada para identificar possíveis defeitos.

Caso a imagem padrão prestabelecida no software não esteja igual com a tampa recém-processada, a tampa é automaticamente expulsa para as caixas de refugo, que ficam ao lado da máquina.

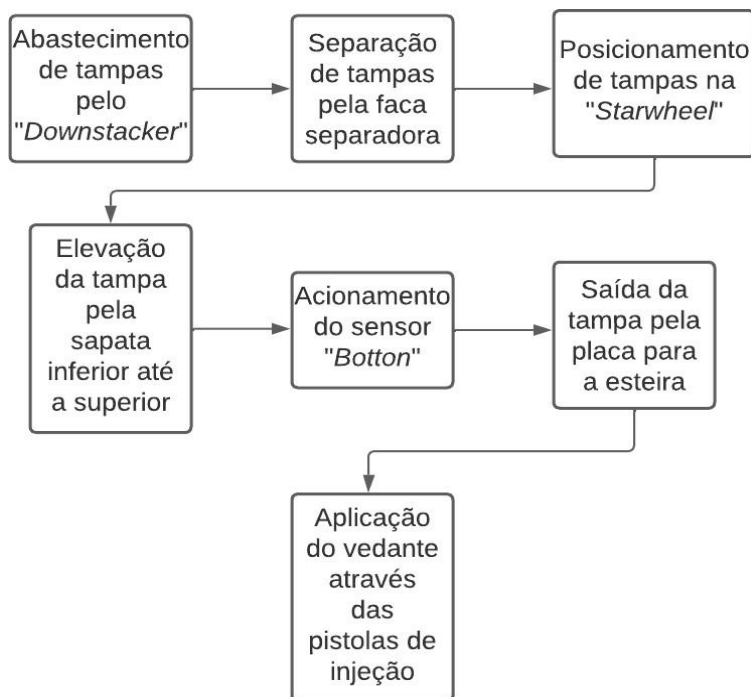
### 4.3. Mapa do processo

Compreender as raízes do refugo é essencial para melhorar a eficiência e a qualidade em qualquer processo industrial. Nesse contexto, foi conduzido um minucioso mapeamento do processo de aplicação de vedante em tampas de alumínio. O objetivo principal deste estudo era identificar e abordar as possíveis causas de refugo, garantindo um processo mais eficiente e econômico.

O processo de mapeamento abrangeu todas as etapas envolvidas, desde o momento em que a tampa de alumínio entra na máquina aplicadora de vedante, conhecida como "*Liner*", até o estágio final de inspeção, realizado por câmeras especializadas.

O mapeamento do processo de aplicação representado na Figura 15, foi estruturado em forma de fluxograma, representa o início do processo de aplicação de vedante e se limita até o processo que antecede a inspeção das câmeras, que também foi mapeado.

Figura 15 – Mapa do processo de aplicação de vedante na tampa de alumínio



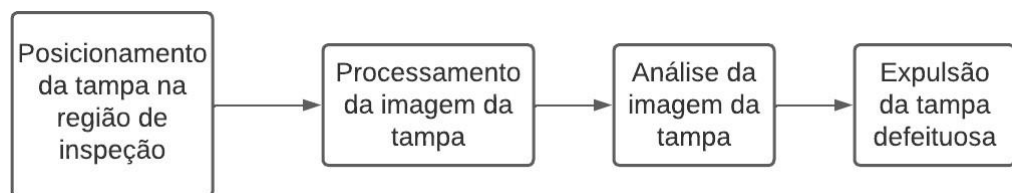
Fonte: Autor (2022)



Após a tampa já estar totalmente processada e com o vedante aplicado, o processo segue a sequência por meio das correias transportadoras, que leva o material para a região de inspeção da câmera, onde a análise é feita e comparada com a tampa padrão, predefinida pelo setor de qualidade.

Na Figura 16, ainda no formato de fluxograma, foi mapeado o processo de conferência que é realizado pelas câmeras de inspeção, que também foi incluído no projeto por se tratar de uma etapa crítica para a redução de refugo.

Figura 16 – Mapa do processo de inspeção da tampa com vedante



Fonte: Autor (2022)

#### 4.4. Plano de coleta de dados

Após termos estabelecido com precisão o mapa do processo, é fundamental desenvolver um plano de coleta de dados, com o objetivo de quantificar a quantidade de tampas em média e pelo tipo de defeito. O mapa do processo fornece uma base consistente, delineando todas as etapas e interações envolvidas em um sistema ou procedimento, e agora, para alimentar a busca por melhorias contínuas e tomadas de decisão informadas, é fundamental criar um plano de coleta de dados estratégico.

Essa necessidade de coleta de dados se justifica pela estreita relação entre o mapa do processo e a qualidade final do produto ou serviço. Utilizando o mapeamento anterior, identificamos áreas críticas e pontos de decisão no processo que podem ser aprimorados para otimizar o desempenho, reduzir ineficiências e minimizar erros. No entanto, o mapeamento por si só não nos fornece percepções detalhadas sobre o desempenho real do processo, nem nos permite rastrear a ocorrência de defeitos ou problemas específicos.

O plano de coleta de dados foi desenvolvido e proposta pelo laboratório de qualidade, de acordo com os tipos de defeitos previamente identificados durante o processo de mapeamento. Isso garante que a abordagem seja altamente direcionada

e centrada nos aspectos mais críticos para a qualidade, economizando recursos valiosos ao concentrar nossos esforços onde eles são mais necessários.

Neste estágio inicial, a coleta de dados foi direcionada para dois objetivos principais. Primeiramente, buscou-se quantificar as tampas expulsas, classificando-as de acordo com os motivos dessa expulsão (informação dada pelo sistema das câmeras de expulsão no final do turno). Em seguida, examinou-se a quantidade de tampas expulsas devido a amassados na reborda, um aspecto que apresenta uma relação com a etapa anterior do processo, a formação da tampa básica.

O Quadro 3 mostra visualmente, de forma detalhada como ficou estabelecido o plano de coleta de dados das informações:

Quadro 3 – Plano de coleta de dados do refugo da aplicadora de vedante.

<b>Descrição</b>	<b>Forma de Medição</b>	<b>Onde é medido?</b>	<b>Quem mede?</b>	<b>Com que frequência?</b>	<b>Tamanho da amostra</b>
Controle diário dos motivos geradores de refugo da Aplicadora 5	Coletado da câmera de inspeção	Aplicadora 5	Técnico da qualidade	No final de cada turno	Total e tampas inspecionadas pela câmera
Quantidade de tampas com amassado	Visualmente	Amostra de tampas rejeitadas pela câmera de inspeção da Aplicadora 5	Técnico de qualidade	3 vezes por turno	100 tampas

Fonte: Autor (2022).

#### **4.5. Definição da equipe do projeto**

Após o detalhamento do plano de coleta de dados, é essencial que se continue a garantir uma execução eficiente do processo de melhoria. Para isso, será abordada agora a definição da equipe de trabalho e, também, a meta de refugo. Ambos os aspectos são cruciais para alcançar os objetivos estabelecidos e para manter a consistência com o plano de coleta de dados previamente delineado.

A equipe do projeto foi basicamente estruturada entre a área da qualidade da

fábrica e a área de produção, envolvendo supervisor de qualidade, inspetor de qualidade, analistas de produção e os técnicos de produção da máquina aplicadora de vedante. A equipe do projeto foi basicamente estruturada entre a área da qualidade da fábrica e a área de produção, envolvendo supervisor de qualidade, inspetor de qualidade, analistas de produção e os técnicos de produção da máquina aplicadora de vedante. Essa composição da equipe foi cuidadosamente planejada para aproveitar ao máximo as competências e experiências de ambas as áreas, garantindo uma abordagem abrangente e eficaz para o projeto.

- **Supervisora de Qualidade:** O supervisor de qualidade desempenha um papel central na equipe, sendo responsável por liderar e coordenar todas as atividades relacionadas à qualidade. Ele traz uma visão estratégica e de gestão para o projeto, garantindo que os objetivos de qualidade sejam alcançados e que as diretrizes da empresa sejam seguidas e ficando responsável pelo fornecimento de informações.
- **Inspetor de Qualidade:** O inspetor de qualidade é um membro essencial da equipe, encarregado de realizar inspeções detalhadas dos produtos durante o processo de produção. Sua expertise é fundamental para identificar qualquer desvio em relação aos padrões de qualidade estabelecidos e para garantir que as metas de qualidade sejam cumpridas.
- **Analista de Produção:** Os analistas de produção trazem consigo um profundo entendimento das operações de fabricação e processos relacionados à produção de vedantes. Eles contribuem com análises técnicas e experiência prática para otimizar o processo de produção e minimizar o refugo. Também ficarão responsáveis pela condução do projeto.
- **Técnico de Produção da Máquina Aplicadora de Vedante:** Os técnicos de produção que operam a máquina aplicadora de vedante são especialistas na operação específica que é central para o projeto. Sua experiência prática é inestimável para identificar problemas na máquina e garantir que ela esteja funcionando com eficiência máxima, contribuindo para a redução do refugo.

A integração desses profissionais de diferentes áreas traz uma diversidade de perspectivas e habilidades para o projeto. A equipe tem a capacidade de abordar tanto os aspectos técnicos quanto os relacionados à qualidade, assegurando que todas as bases sejam cobertas de maneira abrangente. Isso aumenta a probabilidade de sucesso do projeto de melhoria de processos e a consecução das metas de redução de refugo estabelecidas.

#### 4.6. Definição da meta

Nos últimos três meses, o desempenho da Aplicadora 5 tem sido notavelmente destacado, devido a um nível substancial de desperdício, resultando em uma perda diária de 21 kg. A meta estabelecida foi atingir 14,7 kg por dia, o que corresponde a produzir 6.837 tampas refugadas diariamente, a fim de atender a uma taxa de desperdício de 0,40%. Essa meta representa uma significativa redução de 30% em relação à média atual de 0,57%.

Esta redução do índice de refugo foi preestabelecida como uma premissa fundamental pela alta direção da empresa. A motivação por trás dessa meta ambiciosa reside na busca contínua pela excelência operacional, eficiência nos processos e na entrega de produtos da mais alta qualidade.

A ferramenta usada para evidenciar as metas para a equipe foi as metas *SMART*, acrônimo para *Specific* (Específico), *Measurable* (Mensurável), *Attainable* (Atingível), *Realistic or Relevant* (Realista ou Relevante) e *Tangible or Time Bound* (Tangível ou de Prazo Definido).

O Quadro 4 mostra a ferramenta sendo aplicada de forma que fique visual para os colaboradores.

Quadro 4 – Metas SMART do projeto.

<b>Específica</b> <b>(Specific)</b>	<b>Mensurável</b> <b>(Measurable)</b>	<b>Atingível</b> <b>(Attainable)</b>	<b>Relevante</b> <b>(Realistic)</b>	<b>Temporável (Time bound)</b>
--	--	---	--	--------------------------------

Reduzir refugos no processo de aplicação de vedante na tampa	Redução de 0,57% para 0,40%	30% de redução no resultado das perdas	Aumentar a margem de lucro da empresa e reduzir a probabilidade de ir produto com defeito para o cliente	Até Maio de 2022
--	-----------------------------	--	--	------------------

Fonte: Autor (2022).

#### 4.7. Estratificação do indicador

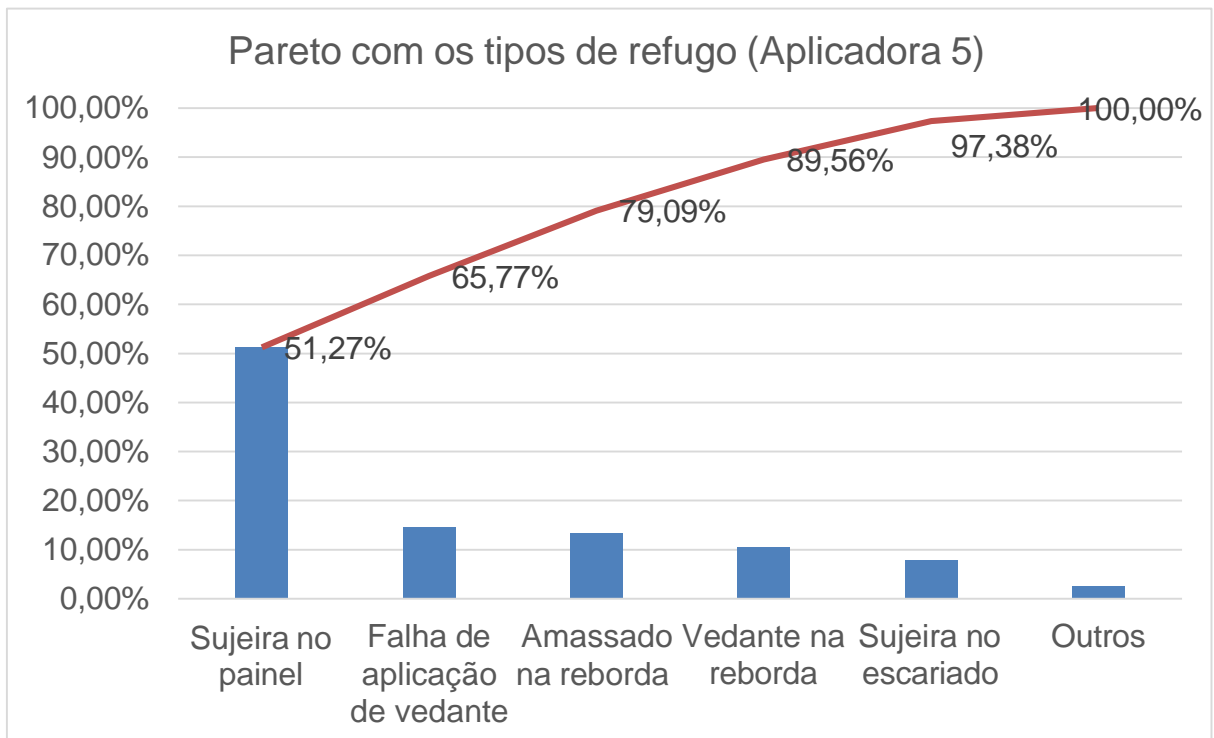
Após definido a meta, a equipe e o plano de coleta de dados, foi realizado uma análise minuciosa com as informações coletadas acerca dos tipo de refugo.

Essa análise detalhada foi essencial para compreender em profundidade as características dos produtos ou processos defeituosos, identificando as principais causas subjacentes aos refugos e fornecendo ideias valiosas para orientar as ações corretivas e de melhoria.

Os dados de controle diário dos motivos geradores de refugo da Aplicadora 5 foram coletados por um período de sete dias, abrangendo todos os quatro turnos (A,B,C e D), e nesse período foi seguido fielmente o plano de coleta de dados.

Na Figura 14, os dados estão sendo representadas no gráfico de Pareto, onde visualmente é possível verificar os maiores tipos de problemas que estão gerando refugo no processo de aplicação de vedante.

Figura 14 – Percentual de refugo das sete aplicadoras de selante.



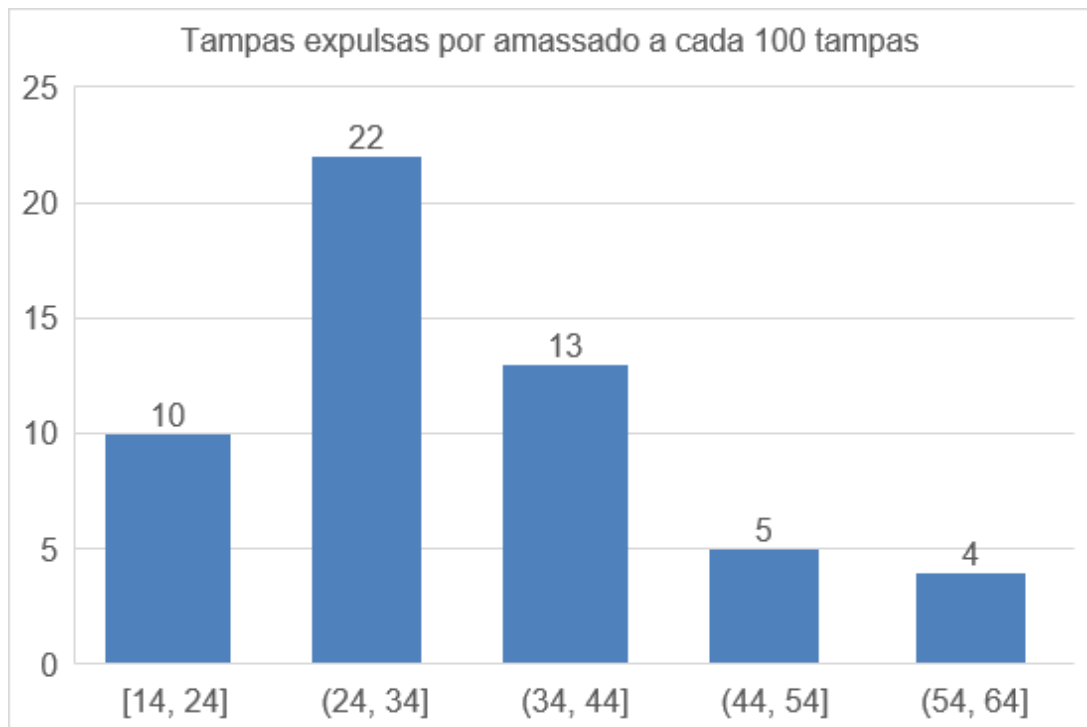
Fonte: Autor (2022).

Utilizando o princípio de Pareto, é possível concentrar os esforços neste primeiro momento nos tipos de refugo relacionados à sujeira no painel, falha de aplicação de vedante e amassado na reborda, onde somados os três representam praticamente 80% das causas.

Para a quantidade de tampas com amassado, que também está no plano de coleta de dados, foram coletados também por sete dias, abrangendo todos os quatro turnos e conseguiu-se identificar que uma quantidade significativa de informações que mais dizem respeito do processo anterior, a formação da tampa básica.

Na Figura 7, foi feito a análise representada em forma de histograma, onde se pode identificar visualmente que entre 20% e 40% das tampas refugadas estão relacionadas à amassados na reborda.

Figura 15 – Histograma da quantidade de tampas expulsas por amassado.



Fonte: Autor (2022).

#### 4.8. Análise de possíveis causas

As informações levantadas e que estão representadas nas Figuras 14 e Figura 15 (Gráfico de Pareto e Histograma, respectivamente), servirão de base para a estruturação do diagrama de causa e efeito (Diagrama de *Ishikawa*), onde é levantado as possíveis causas para o problema, e o diagrama foi estruturado com o apoio da equipe da produção que é especialista na máquina.

A fase de elaboração do Diagrama de Causa e Efeito, ou Diagrama de *Ishikawa*, representa um passo crucial no processo de análise e melhoria contínua. Neste estágio, a equipe se dedica a explorar profundamente as informações contidas no Gráfico de Pareto e no Histograma (Figuras 14 e 15) para identificar as causas subjacentes ao problema em estudo.

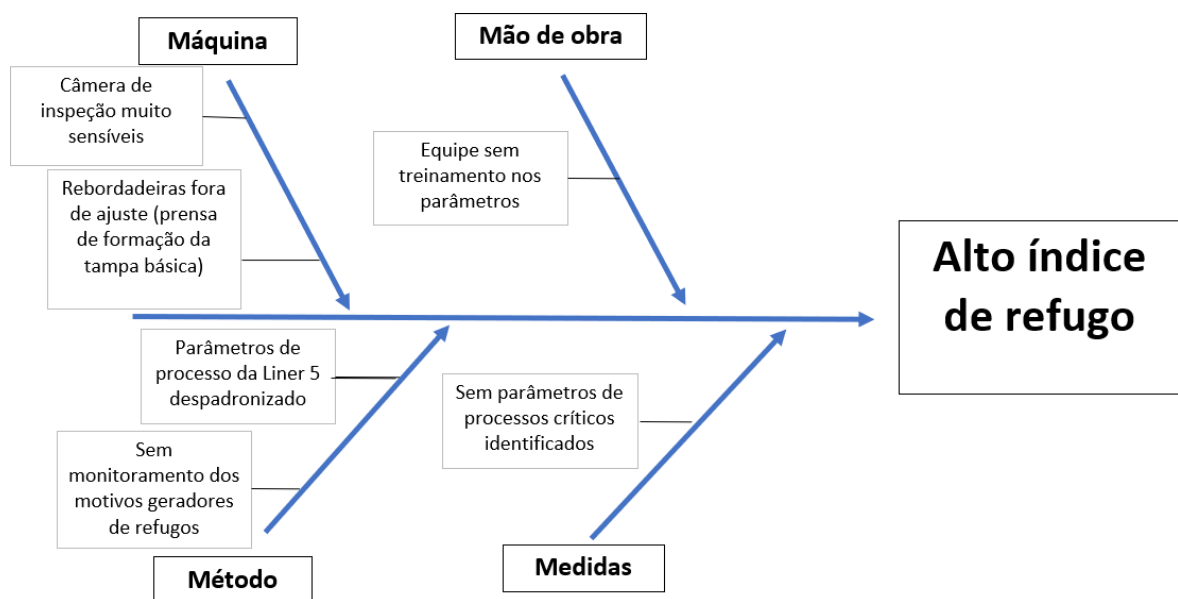
A equipe de produção, composta por especialistas na máquina e no processo, desempenharam um papel fundamental nessa fase. Eles possuem um conhecimento profundo sobre como a máquina opera, seus componentes, suas interações e os desafios que podem surgir durante a produção. Essa expertise é valiosa para identificar as causas raiz do problema de forma precisa.

Além disso, a colaboração da equipe de produção garantirá que as análises e

conclusões fossem fundamentadas na experiência prática, o que aumenta a probabilidade de implementar soluções eficazes. Por meio da identificação das causas raiz, a equipe pode elaborar um plano de ação direcionado para resolver o problema e melhorar o desempenho do processo, buscando sempre a excelência operacional e a satisfação do cliente.

Na Figura 16, foi levantado com a equipe de produção as possíveis causas raiz do problema de refugo alto, e dessa forma foi estruturado em forma de “espinha de peixe” para que a visualização fique clara e visual.

Figura 16 – Diagrama e Ishikawa com as possíveis causas do problema de refugo alto.



Fonte: Autor (2022).

Com isso, pode-se concluir algumas suposições valiosas para a elaboração do plano de ação:

1. **Sensibilidade Excessiva da Câmera de Inspeção:** A sensibilidade excessiva da câmera de inspeção pode resultar na detecção de defeitos insignificantes ou falsos positivos. Isso pode levar a um aumento no número de produtos classificados erroneamente como defeituosos, aumentando o refugo e os custos associados. A calibração adequada da câmera e a revisão dos critérios de inspeção podem ser necessárias para mitigar esse problema.
2. **Rebordadeiras Fora de Ajuste (Prensa de Formação da Tampa Básica):** Rebordadeiras desajustadas podem causar deformidades nas tampas



básicas, levando a refugos. A manutenção regular e o ajuste preciso dessas máquinas são fundamentais para garantir a conformidade das peças produzidas.

3. Falta de Treinamento da Equipe nos Parâmetros Técnicos: A equipe desinformada sobre os parâmetros técnicos pode cometer erros operacionais e de configuração que afetam a qualidade do produto. O treinamento adequado é essencial para capacitar os operadores a entender e gerenciar os aspectos técnicos do processo.
4. Ausência de Identificação de Parâmetros de Processos Críticos: Sem a identificação de parâmetros de processos críticos, é difícil monitorar e controlar aspectos vitais do processo de produção. Esses parâmetros desempenham um papel fundamental na garantia da qualidade do produto e na minimização de refugos.
5. Despadronização dos Parâmetros de Processo da Aplicadora 5: A despadronização dos parâmetros de processo na Aplicadora 5 pode levar a variações indesejadas na produção, resultando em produtos com qualidade inconsistente. A criação e aplicação de padrões para esses parâmetros são cruciais para manter a consistência e a conformidade.
6. Falta de Monitoramento dos Motivos Geradores de Refugos: Sem um sistema de monitoramento adequado, os motivos que levam ao refugo podem passar despercebidos. A coleta de dados e a análise regular são fundamentais para identificar tendências e causas raiz dos refugos, permitindo a implementação de ações corretivas eficazes.

#### **4.9. Elaboração do plano de ação de melhoria**

Com o levantamento das possíveis causas já levantadas, o próximo passo seria a estruturação do plano de ação, que será a ferramenta principal do planejamento do projeto.

A estruturação do plano de ação, teve o envolvimento de toda a equipe do projeto, desde supervisor de qualidade até o técnico da máquina, fazendo com que as atividades definidas ficassem claras para todo o grupo.

Para a organização e planejamento das atividades, foi adotado a ferramenta 5W2H. Essa abordagem se baseia em responder sete perguntas-chave que começam

com 'O quê', 'Por quê', 'Quem', 'Quando', 'Onde', 'Como' e 'Quanto'. Essas respostas detalhadas fornecem um quadro completo e estruturado para a execução eficaz das tarefas, garantindo que todos os aspectos essenciais estejam claramente definidos, atribuídos e monitorados ao longo do processo.

No Quadro 5, está representada o plano de ação no formato do 5W2H, de forma visual e clara:

Quadro 5 – plano de ação no modelo 5W2H.

O que ?	Quem?	Onde?	Quando?	Por que?	Como	Custo
Ajustar os parâmetros de processo da Aplicadora 5	Assistência técnica do fornecedor de vedante	Aplicadora 5	02/03/2022	Padrões de processo estão não estão de acordo com o recomendado pelo fabricante	Verificar se os parâmetros de aplicação do vedante estão conforme o recomendao e ajustar caso necessário	-
Ajuste das rebordadeiras/conveyors da Prensa de formação da tampa básica para retirada de amassados da reborda	Ferramentaria	Prensa de formação da tampa básica (rebordadeiras)	03/03/2022	Incidência alta de amassados na reborda	Realizar o polimento dos trilhos e dos segmentos das rebordadeiras e incluir ações no plano de manutenção	-
Criação de checklist diário de verificação dos pontos de controle apontados pelos tipos de defeito das câmeras de inspeção	Qualidade	Aplicadora 5	07/03/2022	Monitorar o correto funcionamento da câmera de inspeção	Criar um checklist simple dos principais pontos que influenciam no correto funcionamento da câmera de inspeção.	-
Determinar os parâmetros de processos críticos identificados no gráfico de Pareto e criar padrões	Supervisora de Qualidade	Aplicadora 5	15/03/2022	Controlar e garantir que os parâmetros não estão sendo modificados	Criar documento com os padrões técnicos críticos que devem ser observados diariamente na Aplicadora 5. Treinar equipe e deixar o documento a vista junto a máquina.	-
Verificação e correção do nível de sensibilidade das câmeras de inspeção	Técnico de produção	Aplicadora 5	20/04/2022	Nível de expulsão maior em relação as outras aplicadoras	Verificar o valor nominal da companhia com o que está configurado na câmera de inspeção	-

Fonte: Autor (2022).

#### 4.10. Divulgação do plano de ação

Após a estruturação do plano de ação no modelo do 5W2H, uma etapa fundamental consistiu em conduzir uma reunião de alinhamento com a equipe. Essa reunião desempenhou um papel crucial na garantia de que todos os membros da equipe entendam claramente o que precisa ser feito, por que é importante e como suas contribuições se encaixam no contexto geral do projeto.

Durante a reunião de alinhamento, foi essencial revisar minuciosamente as atividades atribuídas a cada membro da equipe. Isso incluiu não apenas o "o quê" e o

"como" (parte do modelo 5W2H), mas também o contexto por trás de cada tarefa. Os membros da equipe tiveram que entender não apenas o que fazer, mas também porque estão fazendo isso e como suas ações se relacionam com os objetivos gerais do projeto.

Além de entender suas atividades, os membros da equipe precisaram ter uma visão clara das metas de resultados. Isso significa que eles devem saber quais resultados específicos foram esperados, qual é o prazo e quais critérios de sucesso serão usados para avaliar o progresso e o cumprimento das metas.

Destacar a importância da precisão é fundamental. Erros e imprecisões poderão levar a atrasos, retrabalho e resultados insatisfatórios. Os membros da equipe devem ser incentivados a realizar suas tarefas com a máxima precisão e a relatar imediatamente quaisquer problemas ou desvios que possam ocorrer ao longo do caminho.

A reunião de alinhamento também é uma oportunidade para promover a colaboração e a comunicação eficaz dentro da equipe. Os membros devem estar cientes de como suas atividades se conectam com as atividades de outros membros e entender que a colaboração é muitas vezes fundamental para o sucesso do projeto.

#### **4.11. Execução do plano de ação**

Continuando com o progresso do projeto e em conformidade com as diretrizes estabelecidas durante a reunião de alinhamento com a equipe, o plano de ação foi minuciosamente implementado, aderindo estritamente ao cronograma previamente estabelecido.

A primeiro momento, foi realizado um levantamento sobre como estaria os padrões técnicos atuais da máquina e como deveria ser de acordo com o fabricante de vedante. A partir daí, foi constatado que os padrões estavam despadronizados e a partir daí, foi realizada uma padronização dos parâmetros de processo da Aplicadora 5. Padrões esses responsáveis pelo bom funcionamento do equipamento, conforme a sugestão da equipe técnica do fabricante de vedante.

Durante o processo de otimização, foram realizados os seguintes ajustes na máquina: o tempo de aplicação foi parametrizado para 3 voltas, com uma margem de  $\pm 1/8$ , enquanto a altura do bico da aplicadora foi ajustada para 11.37 mm. A altura da agulha foi mantida dentro da faixa especificada, que varia de 26 mm a 32 mm. Além

disso, foi realizado a substituição das molas da máquina por novas fornecidas pelo fornecedor de vedante e foram substituídos os bicos ART-30 pelos bicos ART-10, melhorando o desempenho geral.

Para manter a eficiência do processo, foi estabelecido um controle de limpeza da máquina a cada 4 horas, assegurando um funcionamento adequado e consistente.

O Quadro 6, mostra um comparativo do antes e do depois da padronização feita pela equipe técnica:

Quadro 6 – Ajustes de processos realizados na Aplicadora 5

ITEM	ANTES	DEPOIS
Tempo de aplicação	45ms e 55ms	55ms (3 voltas e 1/8)
Bico das pistolas	ART-30	ART-10
Altura do bico da Aplicadora	11.80mm	11.37 mm
Molas	Molas velhas e desgastadas	Molas novas fornecidas pelo fornecedor de vedante
Rotina de limpeza	A cada troca de turno	4 em 4 horas

Fonte: Autor (2022).

Dando sequência no plano de ação, foi realizada a atividade de ajuste das rebordadeiras, na etapa de formação da tampa básica (processo anterior ao da aplicação de vedante), ponto fundamental para garantir que a tampa básica venha com qualidade e sem riscos de expulsão nas aplicadoras.

O polimento dos trilhos e segmentos das rebordadeiras represento um marco significativo na estratégia de manutenção. A inclusão do polimento no plano de manutenção foi uma medida proativa que visou a garantir um funcionamento contínuo e eficaz das rebordadeiras.

Isso não apenas contribui para reduzir o desgaste e prolongar a vida útil dos equipamentos, mas também elevou a qualidade dos produtos que vão para as aplicadoras de vedante, pois a partir daí, a manutenção preventiva passou a ter uma

relevância e um frequência antes não vista.

No Quadro 7, está representado uma representação do plano de manutenção, após as manutenções preventivas realizadas nas rebordadeiras.

Quadro 7 – Plano de manutenção da prensa de formação da tampa básica

Equipamento	Planos	Período da inspeção								Operações a efetuar	Nº de Pessoas	Duração	Tipo	Especialidade do operador
		S E	Q Z	M E	B I	T R	S S	A N	B I - A N					
Prensa de formação de tampa básica	Plano de manutenção mecânica - Prensa de formação de tampa básica (Anual)								X	Polimento de trilhos e segmentos da rebordadeira	2	1440	Preventiva	Técnico de Ferramentaria
									X	Inspeção das caixas de entrada e saída, quanto ao desgaste ou quebra das paletas de inóx	1	60	Preventiva	Técnico de Ferramentaria

Fonte: Autor (2022).

Para garantir que o controle dos procedimentos fosse seguido, foi desenvolvido e adicionado nos registros diários dos operadores de produção um modelo de folha de verificação com a quantidade de tampas expulsas apontados nas câmeras de expulsão. Os registros seriam anotados ao final do turno.

A Figura 17, contém um exemplo de como a folha de verificação foi aplicada. Os registros foram feitos todos os dias ao final do turno (dia ou noite), em todos os dias dos meses, contendo todos os tipos de defeitos apontados pelo setor de qualidade.

Figura 17 – Exemplo da folha de verificação de defeitos no final dos turnos.


		DIA																				
		1		2		3		4		5		6		7		8		9				
		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N			
<b>TAMPA 4</b>	Reborda danificada		0,50																			
			0,40																			
			0,30																			
			0,20																			
			0,10																			
			0,00																			
<b>TAMPA 5</b>	Ausência do composto selante		0,50																			
			0,40																			
			0,30																			
			0,20																			
			0,10																			
			0,00																			
<b>TAMPA 6</b>	Composto selante presente no painel da tampa		0,50																			
			0,40																			
			0,30																			
			0,20																			
			0,10																			
			0,00																			

Fonte: Autor (2022).

Além dos controles diários de refugo, foi definido também os parâmetros de processo que foram padronizados. Os padrões foram registrados em uma folha de papel A3 e fixado próximo a máquina, para que os operadores pudessem consultar quando necessário.

Abaixo, na Figura 18, o modelo que foi elaborado conforme os padrões adotados pela companhia.

Figura 18 – Modelo do documento com os parâmetros de processo da Aplicadora.

Cartão de Controle de Processo de Tecnologia			
Liner 7			
Type of Liner	VHSL-X		
Type of Compound	ARTISTICA RB100622		
Type of Nozzie	ART-30		
Type of Gun	Espessura do metalMaterial Thickness		
	Parâmetros	Unidade	Valor
	Espessura do metal Material Thickness	[mm]	0,208
	Shell Weight	[g]	2,145
	Shell Drawing Number		15057A
	Peso do Selante Filmweight (Range)	[mg]	13 - 17
	Pressurização do Tanque do Selante Tank Air Pressure (Range)	[psi]	18 - 22
	Velocidade do Chuck Chuck Speed (Range)	[rpm]	4000
	Tempo de Aplicação de cada Bico Gun Opening Time (Range)	[ms]	45
	Needle Lift (Range)	[mm]	15 -65

Fonte: Autor (2022).

Após os padrões expostos para os operadores, foi feita a verificação da sensibilidade das câmeras de inspeção, a fim de garantir que as ações estabelecidas fossem efetivas.

Após uma minuciosa avaliação da sensibilidade das Aplicadoras, e constatou-se que as Aplicadoras 5 e 7 apresentavam uma taxa de expulsão significativamente maior do que as demais no que diz respeito a defeitos de amassado na reborda.

Diante disso, uma padronização na sensibilidade foi realizada em todas as Aplicadoras, permitindo agora a passagem de defeitos menores que não impactam a qualidade do produto. Antes dessa padronização, essas Aplicadoras estavam expulsando aproximadamente 10 vezes mais tampas devido ao mesmo defeito, o que ressaltou a necessidade de alinhar e equalizar o desempenho de todas as unidades.

#### 4.12. Comparação do indicadores após as ações

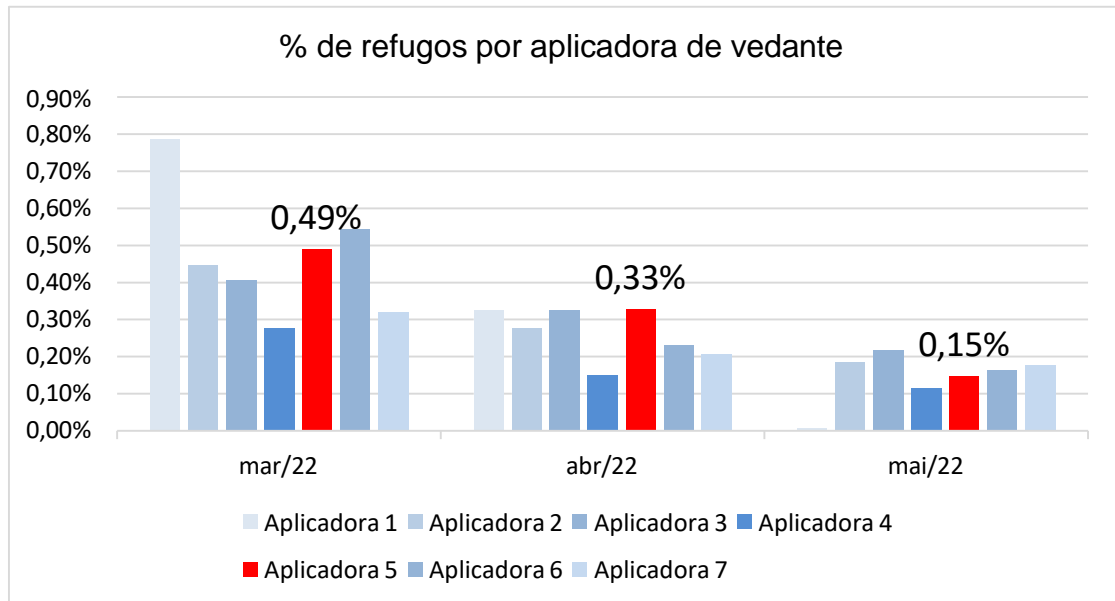
Após a aplicação das ações planejadas, a etapa de comparação dos indicadores torna-se um passo crucial no processo de avaliação e gerenciamento. O objetivo fundamental é determinar se as ações empreendidas foram eficazes ou não na consecução dos objetivos estabelecidos. Para isso, os indicadores relevantes são analisados antes e depois da implementação das estratégias.

Na Figura 19, é apresentado um gráfico de barras que ilustra os níveis de



refugo das sete aplicadoras de vedante, destacando a aplicadora 5, correspondente ao modelo em foco no estudo, identificada na cor vermelha. O gráfico abrange o período de março de 2022 a maio de 2022, com março marcando o início das ações e maio, por sua vez, representando o término do projeto.

Figura 19 – Percentual de nível de refugo por aplicadora de vedante



Fonte: Autor (2022).

#### 4.13. Ações de controle e rotinas padronizadas

No contexto da gestão de qualidade, a equipe realizou o monitoramento diário da qualidade. O objetivo é garantir que os produtos estejam em conformidade com os padrões e especificações estabelecidos, atendendo às expectativas dos clientes e cumprindo as regulamentações relevantes. Esse monitoramento diário permite que a equipe identifique desvios e problemas de qualidade em estágios iniciais, possibilitando a implementação de ações corretivas imediatas. Além disso, essa prática contribuiu para a melhoria contínua dos processos e a redução de defeitos.

O controle do refugo por defeito por Aplicadora é uma ação diária rigorosa de garantia de qualidade. A equipe utilizou um registro diário, um caderno, para documentar essas informações, o que ajuda a identificar tendências ao longo do tempo e a tomar ações preventivas ou corretivas. Isso resultou em menos desperdício de produtos, economizando recursos e mantendo a qualidade do produto.



Diariamente, a equipe envia e-mails com os resultados do refugo do dia anterior para toda a equipe gerencial. Essa prática de comunicação eficaz mantém a equipe de gestão informada sobre o desempenho da qualidade. Os e-mails detalham os produtos ou componentes defeituosos ou descartados no dia anterior, oferecendo uma visão clara dos problemas de qualidade que surgiram e das medidas tomadas para resolvê-los.

Esse processo garante que a equipe de gestão esteja ciente dos desafios enfrentados, permitindo que eles tomem decisões informadas e forneçam orientações rápidas quando necessário. Além disso, essa transparência na comunicação contribui para um ambiente de trabalho responsável e focado na melhoria contínua da qualidade.

## 5 CONCLUSÃO

Com base na análise dos dados, fica evidente o impacto positivo que este projeto teve no desenvolvimento e na melhoria contínua da fábrica em questão. Ao examinar minuciosamente as etapas do processo produtivo, a equipe conseguiu diagnosticar, medir, analisar e propor ações de melhoria que demonstraram, numericamente, ser altamente eficazes durante o período de análise.

O levantamento das perdas e a aplicação da metodologia PDCA revelaram-se não apenas eficientes, mas também altamente relevantes para o projeto. Todas as ferramentas tradicionais propostas pela metodologia foram implementadas de maneira proveitosa, resultando na realização do objetivo proposto pela empresa.

Após uma cuidadosa estruturação do trabalho e a definição de metas claras, a redução do nível de refugo em 30% foi não apenas alcançada, mas superada. O nível satisfatório de 0,15% para a Aplicadora 5 foi atingido no prazo estabelecido.

É inegável que as metodologias aplicadas produziram resultados satisfatórios para a empresa. Além disso, elas permitiram um controle mais rigoroso das perdas de materiais, promovendo a reestruturação eficaz dos processos para atender à demanda da companhia.

A abordagem focada na causa raiz dos problemas geradores de refugo não apenas trouxe benefícios financeiros, mas também aprimorou as operações e motivou a equipe a manter um desempenho consistente de alto nível, alinhado com as expectativas da empresa.

Os objetivos específicos, como a análise e padronização dos processos de produção, correção de métodos de trabalho e melhoria na coleta de dados, também foram alcançados. Isso resultou na manutenção da qualidade do produto e na otimização dos processos de aplicação de vedantes. Em resumo, o projeto demonstrou sucesso na resolução do problema central e no aprimoramento dos processos industriais.

Portanto, pode-se concluir que os métodos propostos neste trabalho para resolução do problema central, tiveram resultados satisfatórios para alcançar o objetivo geral do trabalho que é reduzir os refugos no processo de fabricação de tampas de alumínio para bebidas utilizando a metodologia PDCA.

## REFERÊNCIAS

ALAUDDIN, Nursuhana; YAMADA, Shu. Overview of Deming criteria for total quality management conceptual framework design in education services. **Journal of Engineering and Science Research**, v. 3, n. 5, p. 12-20, 2019.

ALEXANDRE, Agripa F. **Metodologia científica: princípios e fundamentos**. São Paulo: Editora Blucher, 2021. E-book. ISBN 9786555062236. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786555062236/>. Acesso em: 21 mai. 2023.

BATALHA, Mário O. **Gestão da Produção e Operações**. São Paulo: Grupo GEN, 2019. E-book. ISBN 9788597021288. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597021288/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

BRITTO, Eduardo. **Qualidade Total**. São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2015. E-book. ISBN 9788522123551. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522123551/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

CARPINETTI, Luiz Cesar R.; GEROLAMO, Mateus C. **Gestão da Qualidade ISO 9001: 2015**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2016. E-book. ISBN 9788597007046. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597007046/>. Acesso em: 30 abr. 2023.

COSTA, DAVID; DE MOURA PEREIRA, Daniel Augusto; DOS SANTOS, Marcos. Aplicação da Filosofia Six Sigma para Melhoria da Performance numa Indústria de Embalagens Metálicas para Bebidas. **Revista SIMEP**, v. 1, n. 1, 2021.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802913. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802913/>. Acesso em: 09 mar. 2023.

DE MORAIS, Adrisio Lucas; REIS FILHO, Ramilio Ramalho. LEAN MANUFACTURING: Um estudo de caso sobre o uso dos conceitos Lean para otimização de uma linha de montagem. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 767-779, 2020.

DE SOUSA, Rosane Sales; LOOS, Maurício Johnny. **Aplicação do Ciclo PDCA e Ferramentas da Qualidade na redução de Custos e Perdas em uma Distribuidora de Hortifruti**. *Journal of Perspectives in Management—JPM*, v. 4, p. 68-83, 2020.

FUJIMOTO, DANIELE YOKO. A importância das ferramentas na qualidade das indústrias. **Monografia para Conclusão de Curso Especialização em Gestão Estratégica e Qualidade—UNIVERSIDADE CANDIDO MENDES-AVM**. Rio de Janeiro, 2017.

IKARI, Miki et al. Aplicação do lean manufacturing em conjunto com a manufatura aditiva na redução de desperdícios em processos. **Revista Pesquisa e Ação**, v. 6, n. 1, p. 81-104, 2020.

IKEZIRI, Lucas Martins et al. A perspectiva da indústria 4.0 sobre a filosofia de gestão Lean Manufacturing. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, p. 1274-1289, 2020.

JURAN, Joseph M.; DEFEO, Joseph A. **Fundamentos da Qualidade para Líderes**. Porto Alegre: Grupo A, 2015. E-book. ISBN 9788582603468. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582603468/>. Acesso em: 03 mar. 2023.

KERZNER, Harold. **Gerenciamento de projetos**. São Paulo: Editora Blucher, 2011. E-book. ISBN 9788521208426. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521208426/>. Acesso em: 10 set. 2023.

KIRCHNER, Arndt. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Editora Blucher, 2010. E-book. ISBN 9788521215615. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521215615/>. Acesso em: 27 mar. 2023.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Metodologia Científica**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559770670. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559770670/>. Acesso em: 19 mai. 2023.

LANDIVA, Talita H. **Gestão da qualidade total**. São Paulo: Editora Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786553560529. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786553560529/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

LIKER, Jeffrey K.; ROSS, Karyn. **O Modelo Toyota de Excelência em Serviços: A Transformação Lean em Organizações de Serviço**. Porto Alegre: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582604755. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604755/>. Acesso em: 13 mar. 2023.

LOBO, Renato N. **GESTÃO DA QUALIDADE**. São Paulo: Editora Saraiva, 2020. E-book. ISBN 9788536532615. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532615/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MELLO, Fernanda Robert de; GIBBERT, Luciana. **Controle e qualidade dos alimentos**. São Paulo: Grupo A, 2017. E-book. ISBN 9788595022409. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595022409/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2010.

MORETTIN, Pedro A.; BUSSAB, Wilton de O. **Estatística básica**. São Paulo: Editora Saraiva, 2017. E-book. ISBN 9788547220228. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788547220228/>. Acesso em: 22 abr. 2023.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PACHECO, Leonor Oliveira Carvalho Sousa. **Melhoria do desempenho de uma secção de uma empresa de motores elétricos através da aplicação de princípios Lean Thinking**. 2022. Tese de Doutorado.

PAIVA, Luan Rafael Mariê de. **Adequação de um sistema de alimentação da bobina à NR12 em um processo de formação de tampas de alumínio**. 2019.

PEREIRA, Cristina Alves dos Santos. **Lean manufacturing: aplicação do conceito a células de trabalho**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade da Beira Interior.

PEZZATTO, Alan T.; AFFONSO, Ligia M F.; LOZADA, Gisele; et al. **Sistema de controle da qualidade**. Porto Alegre: Grupo A, 2018. E-book. ISBN 9788595026155. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595026155/>. Acesso em: 15 mai. 2023.

PINHEIRO, Ivo dos Santos. **Melhoria de uma célula de produção com a aplicação de conceitos Lean Manufacturing**. 2021. Tese de Doutorado.

PINTO, João Paulo. **Pensamento Lean: A filosofia das organizações vencedoras**. Lisboa: Lidel, 2009.

RAMOS, Edson M. L S.; ALMEIDA, Sílvia S.; ARAÚJO, Adrilayne R. **Controle estatístico da qualidade**. Porto Alegre: Grupo A, 2012. E-book. ISBN 9788565837453. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788565837453/>. Acesso em: 01 abr. 2023.

REIS, João Gilberto Mendes dos. **Qualidade em Redes de Suprimentos: A Qualidade Aplicada ao Supply Chain Management**. São Paulo: Grupo GEN, 2015. E-book. ISBN 9788522497997. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788522497997/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício: manual de trabalho de uma ferramenta enxuta**. Lean Institute Brasil, 2007.

SILVA, Bruna Grazielly de Jesus et al. Seis Sigma e a filosofia Lean: uma

abordagem teórica da integração Lean Seis Sigma. **Anais do X SIMPROD**, 2018.

SILVEIRA, Ingrid Machado; ZUPA, Thiago da Silva. **Aplicação de ferramentas da qualidade para melhoria de processos em uma empresa de automação e soluções tecnológicas**. 2021.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção, 8ª edição**. São Paulo: Grupo GEN, 2018. *E-book*. ISBN 9788597015386. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597015386/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SOUZA, Stefania M O. **Gestão da qualidade e produtividade**. Porto Alegre: Grupo A, 2018. *E-book*. ISBN 9788595025561. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595025561/>. Acesso em: 03 abr. 2023.

TOLEDO, José Carlos de; BORRÁS, Miguel Ángel A.; Mergulhão, Ricardo C.; et al. **Qualidade - Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2013. *E-book*. ISBN 978-85-216-2195-9. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/978-85-216-2195-9/>. Acesso em: 30 mar. 2023.

VIEIRA, Sônia. **Estatística para a Qualidade**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2014. *E-book*. ISBN 9788595156531. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595156531/>. Acesso em: 22 abr. 2023.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2012. *E-book*. ISBN 9788595154537. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154537/>. Acesso em: 09 mar. 2023.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas**. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2014. *E-book*. ISBN 9788595152311. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152311/>. Acesso em: 12 abr. 2023.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza** 9th ed. Campus, Rio de Janeiro, 2003.

WOMACK, James P. **A máquina que mudou o mundo**. Gulf Professional Publishing, 2004.