

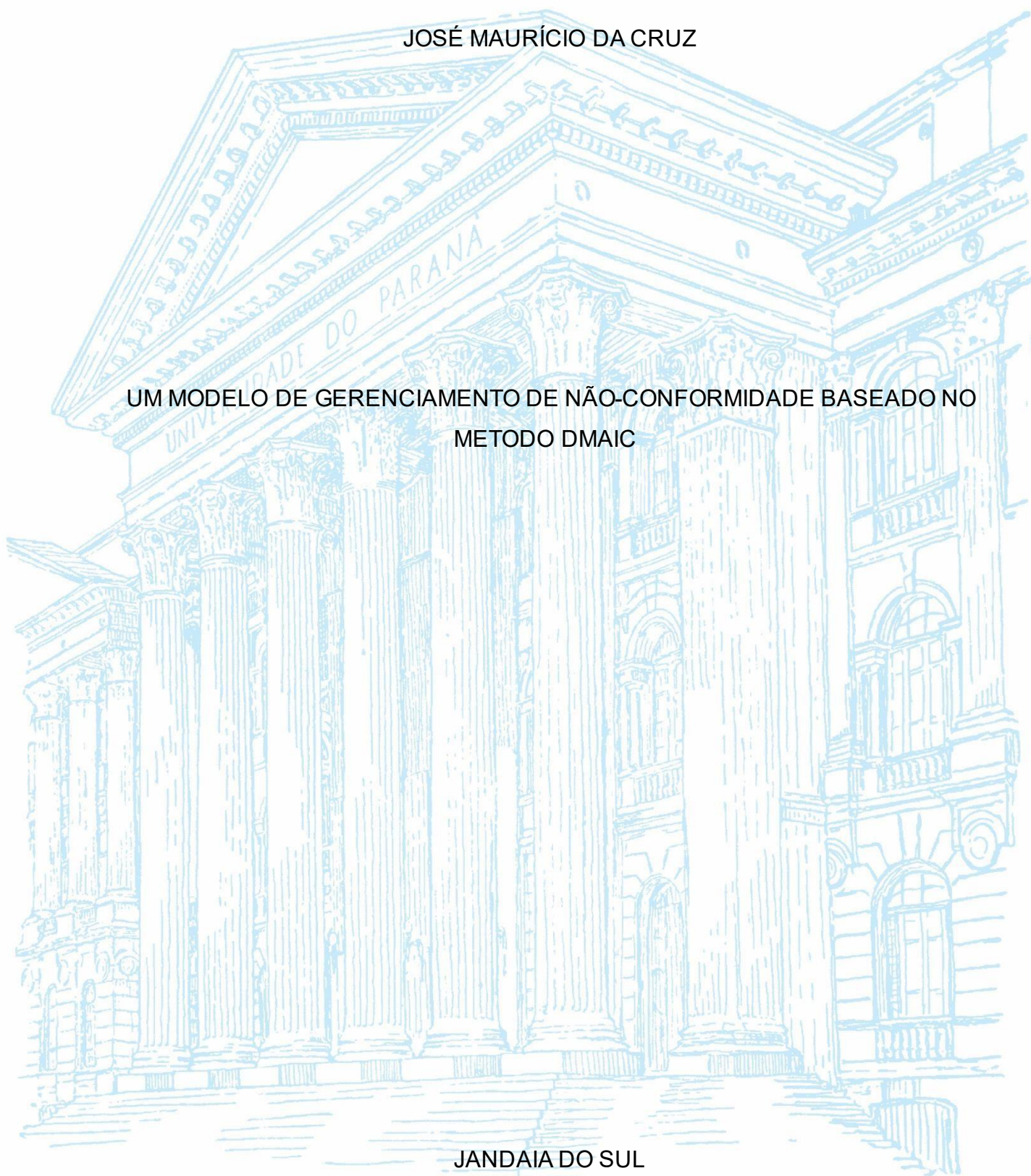
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ MAURÍCIO DA CRUZ

UM MODELO DE GERENCIAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADE BASEADO NO
METODO DMAIC

JANDAIA DO SUL

2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ MAURÍCIO DA CRUZ

UM MODELO DE GERENCIAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADE BASEADO NO
METODO DMAIC.

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Rafael Germano Dal Molin Filho

JANDAIA DO SUL

2023

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Cruz, José Maurício da

Um modelo de gerenciamento de não-conformidade baseado no método DMAIC. / José Maurício da Cruz. – Jandaia do Sul, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná,
Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Germano Dal Molin Filho.

1. DMAIC. 2. Gerenciamento. 3. SGQ. 4. Não-conformidade.
I. Dal Molin Filho, Rafael Germano. II. Universidade Federal do
Paraná. III. Título.

CDD: 658.5



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PARECER Nº 104/2023/UFPR/R/JA/CCEP
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: JOSE MAURICIO DA CRUZ

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: UM MODELO DE GERENCIAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADE BASEADO NO METODO DMAIC

Autor(a): JOSÉ MAURÍCIO DA CRUZ

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO (Orientador)

MARCO AURÉLIO REIS DOS SANTOS

DANIEL MANTOVANI



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2023, às 13:43, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2023, às 16:50, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Mantovani, Usuário Externo**, em 15/12/2023, às 09:15, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **6266504** e o código CRC **BDCE15CE**.

RESUMO

As organizações buscam continuamente melhorar a Qualidade de seus produtos e serviços e, com isso, aumentar a eficiência e a satisfação do cliente. Nesse contexto, identificar problemas, encontrar soluções para combater e eliminar as não conformidades que geram defeitos são ações imprescindíveis na busca da melhoria contínua para novos padrões de competitividade. O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo simplificado para o Controle de não conformidades em um programa de Gestão de Qualidade. Para isso, serão utilizados um estudo sobre o gerenciamento de não conformidades baseado no método DMAIC, linguagem de programação como meio facilitador e aproveitamento das ferramentas da Qualidade. Destacou-se que a implementação do método DMAIC foi crucial para guiar todas as fases do projeto: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Antecipou-se que esse estudo conduziria a resultados significativos na concepção de um modelo prático para a eficaz Gestão de não conformidades, culminando na efetiva administração e monitoramento dos indicadores internos de desempenho. Com o mapeamento do processo, a elaboração de um plano de ação focado no gerenciamento das não conformidades e a utilização da linguagem de programação como ferramenta auxiliar, foi retomado o Controle do setor, reduzindo-se os RNCs com o aprimoramento de todo o sistema de Gestão da Qualidade. A sinergia entre a agilidade no desenvolvimento de recursos visuais, a facilidade nas atividades por meio de scripts e a aplicação do Método DMAIC, junto com a significativa redução de RNCs e a implementação de um Método Cíclico de Gerenciamento, resultou em uma Gestão mais eficiente e segura do setor.

Palavras-chave: DMAIC, Gerenciamento, SGQ, não-conformidade.

ABSTRACT

Organizations are continuously striving to enhance the quality of their products and services to improve efficiency and customer satisfaction. In this context, identifying issues, seeking solutions to tackle and eliminate non-conformities that cause defects are essential actions in the pursuit of continuous improvement towards new standards of competitiveness. The objective of this work is to develop a simplified model for non-conformity control within a quality management program. To achieve this, a study on non-conformity management based on the DMAIC method, programming language as a facilitating tool, and leveraging quality tools will be employed. It is highlighted that implementing the DMAIC method was crucial in guiding all phases of the project: Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. It was anticipated that this study would lead to significant outcomes in designing a practical model for effective non-conformity management, culminating in the efficient administration and monitoring of internal performance indicators. By mapping the process, crafting an action plan focused on non-conformity management, and utilizing programming language as an assisting tool, control over the sector was regained, reducing NCRs through the enhancement of the entire quality management system. The synergy between agility in developing visual resources, ease in activities through scripts, and the application of the DMAIC Method, combined with a significant reduction in NCRs and the implementation of a Cyclical Management Method, resulted in a more efficient and secure sector management.

Keywords: DMAIC, Management, QMS, Non-conformity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CICLO PDCA COM BASE NO MELHORAMENTO CONTINÚO.....	17
FIGURA 2 – CATEGORIAS BÁSICAS DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA 6M.....	26
FIGURA 3 – CORRELAÇÃO DE DADOS EM UM DIAGRAMA DE DISPERSÃO.	29
FIGURA 4 – MODELO DO GRÁFICO DE CONTROLE.	31
FIGURA 5 – FLUXOGRAMA DOS PROCESOS DE PRODUÇÃO DE CABINES.	35
FIGURA 6 – DESCRIÇÃO DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS EM CADA ETAPA DO DMAIC.	36
FIGURA 7 – PSEUDOCÓDIGO PARA DIAGRAMA DE PARETO.	37
FIGURA 8 – MODELO INICIAL DE FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	38
FIGURA 9 – PSEUDOCÓDIGO PARA CRIAÇÃO DE UM HISTOGRAMA.	39
Figura 10 – Distribuição dos tempo por ODF.	46
Figura 11 – Gráfico de barras.....	48
Figura 12 – Gráfico PARETO.	49
Figura 13 – Gráfico de Controle.	51
Figura 14 – Dados de durações das atividades de pintura e limpeza das peças, em relação à dias.	52
Figura 15 – GRÁFICO DE DISPERSÃO.....	53
FIGURA 16 – COMPARAÇÃO DE materiais	54
Figura 17 – Check list da pintura.	56
Figura 18 – Painel informativo para apresentação das RNC's.....	57
Figura 19 – Escala de pessoas x atividades	58
Figura 20 – Processo de Limpeza.....	58
Figura 21 – Material modelo para conferência.....	59
Figura 22 – Medição de camada no processo.	60
Figura 23 – Grafico de Controle.	61

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DAS TÁTICAS DE IMPLANTAÇÃO DO SGQ.....	17
QUADRO 2 – ETAPAS PARA CRIAÇÃO DO GRAFICO DE PARETO.....	24
QUADRO 3 – ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DE UM DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	25
QUADRO 4 – ETAPAS PARA A CRIAÇÃO DE HISTOGRAMAS.....	27
QUADRO 5 – ETAPAS PARA A CRIAÇÃO DE UMA FOLHA DE VERIFICAÇÃO.....	28
QUADRO 6 – INSTRUÇÃO PARA CRIAÇÃO DE UMA CARTA DE CONTROLE.....	39
QUADRO 7 – PSEUDOCÓDIGO PARA A CRIAÇÃO DE GRAFICO DE DISPERSÃO.....	40
QUADRO 8 – FERRAMENTA 5W2H.....	41
QUADRO 9 – PROJECT CHARTER.....	42
QUADRO 10 – CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO.....	43
QUADRO 11 – Dados do registro de produção.....	44
QUADRO 12 – CRONOANÁLISE-MACRO.....	45
QUADRO 13 – CRONOANÁLISE-MICRO.....	45
QUADRO 14 – NÃO CONFORMIDADES DO SISTEMA.....	47
QUADRO 15 – SCRIPT DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE BARRAS.....	48
QUADRO 16 – <i>SCRIPT</i> DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE PARETO.....	49
Quadro 17 – Relação de eficiência de ficha por ordem de fabricação.....	50
QUADRO 18 – <i>Script</i> de desenvolvimento Gráfico de Controle.....	51
QUADRO 19 – SCRIPT DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE DISPERSÃO.....	53
quadro 20 – Plano de AÇÃO 5W1H.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

ME - MANUFATURA ENXUTA

RNC - REGISTRO DE NÃO-CONFORMIDADE

SQG - SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	10
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	11
1.3 JUSTIFICATIVA.....	12
1.4 OBJETIVOS.....	13
1.4.1 Objetivo geral.....	13
1.4.1.1 Objetivos específicos.....	13
1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO.....	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE.....	15
2.2 PLANEJAMENTO CICLICO DA QUALIDADE.....	17
2.2.1 Etapa Definir.....	18
2.2.2 Etapa Medir.....	19
2.2.3 Etapa Analisar.....	20
2.2.4 Etapa Melhorar.....	21
2.2.5 Etapa Controlar.....	21
2.3 TRATAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADES.....	22
2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	22
2.4.1 Diagrama de Pareto.....	24
2.4.2 Diagrama Causa e Efeito.....	25
2.4.3 Histograma.....	26
2.4.4 Folha de Verificação.....	28
2.4.5 Gráfico de Dispersão.....	29
2.4.6 Fluxograma.....	30
2.4.7 Carta de Controle.....	30
2.5 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PYTHON PARA ANALISE DE DADOS.....	31
2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO.....	33
3 MÉTODOS DE PESQUISA.....	34
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	34
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA.....	34
3.3 PROTOCOLO DA PESQUISA.....	35
3.3.1 Planejamento da pesquisa.....	35
3.3.1.1 ETAPA DEFINIR.....	36
3.3.1.2 ETAPA MEDIR.....	37
3.3.1.3 ETAPA ANALISAR.....	38

3.3.1.4 ETAPA MELHORAR	40
3.3.1.5 ETAPA CONTROLAR.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
4.1 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DMAIC	42
4.1.1 Etapa Definir.....	42
4.1.2 Etapa Medir	43
4.1.2.1 Medição em Fábrica	43
4.1.3 Etapa Analisar.....	46
4.1.3.1 Análise Estatística	47
4.1.4 Etapa Melhorar.....	54
4.1.4.1 Atividades de Qualidade	56
4.1.5 Etapa Controlar	60
4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
5 CONCLUSÃO	63
5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	64
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A atuação de programas de Qualidade, sólidos e bem definidos, assume protagonismo na relação das estratégias competitivas de mercado. Entre as linhas de atuação dos programas, está a concentração de esforços para reduzir desperdícios provenientes dos processos internos e externos. Nesse sentido, torna-se fundamental implementar modelos sólidos de melhoria contínua que possuam bases de planejamento e execução de ações de melhoria de suas operações e correções de seus problemas.

A Manufatura Enxuta (ME – *Lean Manufacturing*) desempenha um papel crucial no Sistema de Gestão de Qualidade (SGQ) das empresas, proporcionando uma abordagem estruturada para aprimorar a eficiência e a excelência operacional. Ao eliminar desperdícios, otimizar fluxos de trabalho e promover a melhoria contínua, a ME contribui diretamente evolução dos padrões de Qualidade. As ferramentas do *Lean* exigem treinamento adequado, monitoramento constante e a capacidade de identificar e resolver problemas de forma ágil. Superar esses desafios é essencial para que as empresas possam maximizar a Qualidade, atender às expectativas dos clientes e obter vantagem competitiva no mercado.

Cunha e Alves (2011) afirmaram e comprovaram que a implementação da Manufatura Enxuta por uma organização, independentemente de seu tamanho ou área de atuação, traz benefícios, razão pela qual a ME tem sido amplamente aplicada por diversas empresas de diferentes setores. Muitas dessas empresas adaptaram as metodologias e filosofias de acordo com suas necessidades e particularidades regionais.

A Gestão da Qualidade é vital para o sucesso de uma empresa no Brasil, pois permite otimizar os processos, atender às expectativas dos clientes e aumentar a competitividade no mercado. De acordo com um artigo publicado no “Diário Comércio Indústria & Serviços” (2022), a Gestão da Qualidade “permite ainda que a empresa se destaque no mercado, ofereça produtos e serviços de alta Qualidade e garanta a satisfação dos clientes”. Além disso, outro artigo publicado na “Revista Exame” (2022), afirma que “a Gestão da Qualidade contribui para a redução de custos e desperdícios, além de aumentar a eficiência e eficácia dos processos internos da empresa”.

Portanto, é fundamental que as empresas invistam em Gestão da Qualidade para se manterem relevantes no mercado e atenderem às expectativas dos clientes.

No cenário das possibilidades de Gestão de um SGQ está a implementação de modelos de Gestão, como o DMAIC. O referido método é uma abordagem sistemática para solução de problemas e melhoria de processos, amplamente utilizado em empresas. De acordo com Oliveira (2021), o método DMAIC consiste em cinco etapas: Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controle, cada uma das quais é crucial para o sucesso de aplicações de método e projetos de melhoria.

Já de acordo com Ferraz (2020), o método DMAIC é um método poderoso que permite a identificação de causas raízes e a implementação de soluções eficazes, ajudando a garantir resultados duradouros. Além disso, pode ser aplicado em diferentes setores, como indústria, saúde e serviços, auxiliando também no gerenciamento para tratamento de não conformidades.

Um modelo de tratamento de não conformidades é fundamental para que uma organização lide de forma sistemática com problemas de Qualidade. Ao implementar um modelo de tratamento de não conformidades, uma organização pode garantir que os problemas de Qualidade sejam tratados de maneira eficaz e eficiente, reduzindo a possibilidade de recorrência e minimizando o impacto sobre a satisfação do cliente, a reputação da empresa e os custos de retrabalho. Além disso, um modelo de tratamento de não conformidades é um requisito importante para a certificação ISO 9001 (CARPINETTI, 2016).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

O principal desafio que será abordado neste trabalho, está relacionado com a criação de um modelo estruturado de Gestão para não-conformidades dentro de organizações. O desenvolvimento de um sistema de gerenciamento possui grande valor no apoio à tomada de decisão e agilidade na solução de problemas, podendo resultar em melhor relacionamento das equipes, menor número de Registro de Não Conformidade (RNC) e aumento de produtividade. A estrutura, e tudo que estará em acesso ao usuário, deve ser de fácil entendimento de manuseio, seja com ferramentas de uso eletrônico ou aplicações no ambiente físico de produção.

O gerenciamento de não-conformidades é uma atividade de grande importância para empresas que buscam fornecer produtos competitivos e de Qualidade. É crucial

que o tratamento ocorra o mais rapidamente possível, a fim de evitar desperdícios desnecessários, propagação do erro, clientes insatisfeitos, perdas financeiras e outras consequências indesejadas.

Após o desenvolvimento o modelo será aplicado em uma empresa fabricante de produtos elétricos do norte do Paraná, como forma de validação. Dentro do cenário empresarial as linhas de pesquisa envolvendo validações práticas e reais estão em evolução e maturação. Portanto a validação será realizada em um setor e processo específico dentro da empresa.

As linhas de pesquisa envolvendo a implantação do sistema de Gestão da Qualidade em empresas são consideradas complexas, principalmente em situações práticas nas organizações. As propostas encontradas não são claras o suficiente em relação a operacionalização dos processos de melhoria. Linhas de pesquisa mostram que a falta de envolvimento da alta gerência e a resistência em relação a mudanças dos processos produtivos são dois dos principais fatores de dificuldade na implantação de metodologias de Gestão da Qualidade e suas ferramentas. Uma solução para esses acontecimentos é um modelo bem claro e definido quanto aos processos de introdução nas empresas e utilização de ferramentas facilitadoras de fácil compreensão.

Diante do contexto, como poderia ser um modelo simplificado de Controle de não conformidades baseado no método DMAIC que seja prático e interativo para o uso de um sistema de Gestão de Qualidade?

1.3 JUSTIFICATIVA

As ferramentas da Qualidade são aplicáveis em todos os tipos segmentos de mercado e sistemas produtivos, auxiliando nas tomadas de decisão e gerenciamento para diversas atividades, desde implantação de um conceito até Controle de sistemas complexos (WERKEMA, 2021). As maiores dificuldades para introdução de programas da Qualidade são engajamento da alta Gestão ao ambiente de mudança e o a adaptação da organização para alterações.

Gerenciamento de conformidades em empresas pode ser um desafio, especialmente quando consideramos as dificuldades relacionadas às tecnologias e à falta de tempo. Nesse contexto, os gestores muitas vezes se deparam com obstáculos que podem afetar negativamente o desempenho e o crescimento do negócio.

A implementação de soluções tecnológicas pode demandar investimentos significativos, tanto em infraestrutura quanto em *softwares* especializados. Além disso, a falta de familiaridade com essas tecnologias pode dificultar a seleção e adoção das melhores ferramentas para o negócio. A ausência de um sistema integrado de Gestão, pode resultar em processos desorganizados, retrabalho e perda de eficiência. Para superar algumas dificuldades, é essencial que a Gestão de pequenas empresas busque soluções adaptadas à sua realidade. Isso pode incluir a identificação e adoção de tecnologias acessíveis e eficientes, que ofereçam suporte às principais áreas do negócio.

Penczkoski (2008), concluiu em seu trabalho que “[...] o sucesso da implantação do programa depende da alta gerência desejar a melhoria utilizando este processo [...]”. A principal dificuldade é a empresa reconhecer a necessidade de melhoria, como em qualquer implantação de programa de melhoria da Qualidade. Envolver-se com a implantação, não importando as dificuldades que venham a surgir e comprometer-se com a implantação até que está se torne uma implementação.

O Controle Estatístico do Processo (CEP) e Métodos Cíclicos de Gerenciamento são recursos que possibilitam o monitoramento das características e Controle de Qualidade em processos que são importantes, assegurando que elas se mantenham dentro dos limites pré-estabelecidos, bem como indicando quando devem ser adotadas ações corretivas e de melhoria e qual a melhor maneira para o desenvolvimento.

1.4 OBJETIVOS

Nesta seção serão apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

1.4.1 Objetivo geral

Desenvolver um modelo simplificado para o Controle de não-conformidades em um programa de Gestão de Qualidade.

1.4.1.1 Objetivos específicos

Esta pesquisa tem como objetivos específicos:

1. Desenvolver um modelo de gerenciamento de não-conformidades baseado no DMAIC prático e interativo;

2. Mapear processos;
3. Avaliar o modelo de gerenciamento de não-conformidades.

1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em quatro capítulos, os quais fornecem uma organização clara para abordar o tema em questão. A seguir, será apresentada uma breve descrição de cada capítulo e seu conteúdo:

- Capítulo 1: Neste capítulo, é realizada uma contextualização do tema do trabalho, fornecendo uma introdução ao assunto e apresentando a justificativa para a realização da pesquisa. Também são contextualizadas as abordagens e os objetivos geral e específicos a serem alcançados ao longo do trabalho. É descrito a metodologia de pesquisa utilizada para obter os resultados esperados.
- Capítulo 2: Este capítulo é dedicado ao embasamento teórico, no qual foram abordados os principais conceitos relacionados ao gerenciamento de não conformidades, ferramentas da Qualidade e metodologias cíclicas de gerenciamento. Será discutida a importância da Gestão do conteúdo no contexto do trabalho, explorando as melhores práticas e estratégias para garantir uma Gestão eficiente.
- Capítulo 3: Neste capítulo, são apresentadas as ações metodológicas e os procedimentos propostos para alcançar os objetivos da pesquisa. Será detalhado o método aplicado ao caso em estudo, descrevendo as etapas e as ferramentas utilizadas. Também é destacada a relevância da escolha adequada das técnicas e abordagens para obter resultados relevantes e confiáveis.
- Capítulo 4: No último capítulo, são apresentados os resultados esperados do setor em estudo, descrevendo como os objetivos propostos foram alcançados. Apresenta-se uma análise dos resultados, enfatizando as contribuições e as implicações práticas do trabalho. Também são discutidas recomendações para pesquisas futuras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica utilizada no desenvolvimento deste trabalho necessária para a compreensão dos métodos utilizados para alcançar os objetivos esperados.

2.1 SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE

O conceito de Qualidade está em constante evolução e possui definições diferentes dos definidos antigamente, essa mudança é perceptível em organizações consideradas líderes de mercado. No período marcado pela Segunda Guerra Mundial as características de Qualidade eram empregadas nos aspectos físicos de uma mercadoria e toda a indústria era moldada para grupos específicos da sociedade, onde a demanda era superior à oferta e as empresas eram focadas apenas no Controle da Qualidade mínima do produto. Nas próximas décadas o mercado se adaptou com o aumento da concorrência e conseqüentemente na busca por produtos de maior Qualidade, forçando a movimentação tecnológica para levar o diferencial para os consumidores e garantir fatias maiores de venda (Lobo, 2020).

Segundo Juran (2015), Qualidade pode ser definida pelas necessidades do cliente. Ao entender essas necessidades, uma organização pode projetar bens e serviços que atendam aos objetivos do cliente, possuindo as características adequadas e estando isentos de falhas. Isso é fundamental para garantir a satisfação do cliente e oferecer um produto ou serviço de Qualidade.

A Administração da Qualidade tem como propósito principal apresentar estratégias visando reduzir o desperdício e retrabalho, por meio de um processo educacional que conscientiza todos na organização de que a Qualidade é uma responsabilidade coletiva. Dessa forma, a administração da Qualidade surge como uma alternativa apropriada para fornecer às empresas mecanismos para melhorar continuamente seus processos a fim de atingir seus objetivos, contribuindo para aprimorar a organização como um todo (Feiten; Coelho, 2019).

O Autor Lobo (2020), destaca em seu livro a importância de envolver todos os colaboradores em processos de melhoria, principalmente quando se trata de alteração no sistema produtivo, levando a informação dos ganhos provenientes do engajamento multou, tempo de adaptação, utilização das Sete Ferramentas da Qualidade e Metodologias de Gerenciamento de Problemas.

Segundo Carpinetti (2016), a Gestão da Qualidade teve grandes avanços a partir do de 1950, não focando apenas no Controle estatístico e desenvolvimento conceitual, mas se aproximando dos sistemas produtivos, adaptando-se as premissas de cada organização.

A Gestão voltada para a Qualidade é estabelecida através do uso de métodos universais que qualquer tipo de organização pode utilizar para alcançar seus objetivos com o conceito de atender sempre as necessidades dos clientes. Organizações e países emergentes estão criando novos meios de adoção de métodos de Gestão de acordo com suas necessidades específicas, e, atualmente, toda uma gama de ramos comerciais, estão gerindo a Qualidade a fim de garantir um desempenho superior (Juran, 2015).

A introdução de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) é uma decisão estratégica para qualquer empresa, pode contribuir para melhorar seu desempenho global e fornecer meios para o desenvolvimento sustentável da organização. Os benefícios para uma empresa que implanta o SGQ podem ser inúmeros, como: padronização dos processos, melhora na comunicação interna, redução de retrabalho e custo, além de aumentar a satisfação dos clientes. Além disso, a implantação de um SGQ é um diferencial competitivo no mercado, pois demonstra comprometimento com a Qualidade e melhoria contínua. Com um SGQ bem estruturado, a empresa pode garantir a conformidade com as normas e regulamentações, além de aumentar a eficiência e eficácia dos seus processos, gerando um maior valor agregado aos produtos e serviços oferecidos. Em resumo, o SGQ é uma ferramenta importante para alcançar a excelência empresarial e manter a competitividade no mercado (Tássia, 2020).

Tássia (2020), destaca em seu trabalho 5 táticas estratégicas para a implantação do SGQ, como apresentado no quadro 1.

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DAS TÁTICAS DE IMPLANTAÇÃO DO SGQ.

Etapas	Descrição
1	Definir qual o escopo do sistema de Gestão da Qualidade da empresa, assim como a área de atuação ou produto
2	Envolver todas as pessoas no processo de implantação
3	Realizar um diagnóstico da situação atual da empresa, em relação ao modelo que deseja implantar
4	Mapear os processos relevantes ao SGQ
5	Definir metas e indicadores de desempenho e Controle que serão avaliados e acompanhados pelo SGQ
6	Utilizar métodos para avaliar a eficiência da Gestão

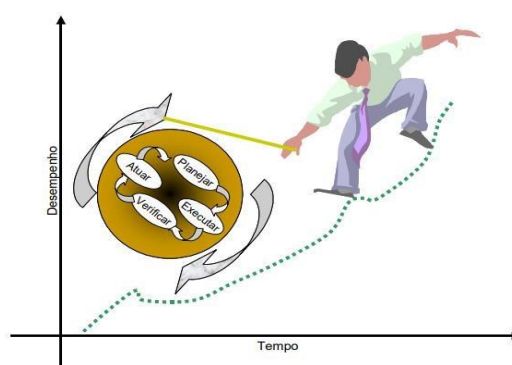
FONTE: (Tassia, 2020)

2.2 PLANEJAMENTO CICLICO DA QUALIDADE

Após a II Guerra Mundial, os japoneses difundiram amplamente o conceito e a prática da melhoria contínua. Naquela época, o Japão enfrentava condições econômicas e sociais precárias, com falta de matéria-prima e uma agricultura pouco desenvolvida devido às condições geográficas do país. Portanto, era necessário reconstruir a economia para garantir a sobrevivência e o crescimento de longo prazo

A lógica da melhoria contínua se baseia no ciclo PDCA, que significa *Plan* (planejar), *Do* (fazer), *Check* (verificar) e *Act* (agir). Essa abordagem cíclica permite que as organizações implementem mudanças gradualmente, avaliando continuamente os resultados para realizar melhorias sucessivas (Shiba *et al.*, 1997).

FIGURA 1 – CICLO PDCA COM BASE NO MELHORAMENTO CONTINÚO

FONTE: (Shiba *et al.*, 1997)

O PDCA é frequentemente utilizado em conjunto com outras ferramentas de Gestão da Qualidade, como o *Quality Control Story* (QC-Story) e o método DMAIC. O

QC-Story é um método de resolução de problemas que se concentra em contar a história de um problema e sua solução em uma narrativa concisa onde a análise de processos consiste numa sequência de procedimentos baseada em fatos e dados, utilizando-se de recursos científicos e tecnológicos (CAMPOS, 1992), enquanto o DMAIC é um método mais estruturado para resolução de problemas, que significa Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Em ambos os métodos o objetivo é identificar um problema ou oportunidade de melhoria, planejar as ações necessárias, implementá-las, avaliar os resultados e agir para melhorar continuamente. Esses métodos também incentivam a documentação e análise de dados para avaliar a eficácia das mudanças implementadas e garantir que elas atendam às necessidades do cliente e da organização (Werkema, 2021).

Ao seguir a lógica da melhoria contínua e o PDCA, *QCStory* e DMAIC, as organizações podem estabelecer um processo de planejamento cíclico e contínuo para melhorar a Qualidade de seus produtos e serviços, aumentar a eficiência e eficácia de suas operações e, por consequência, aumentar a satisfação do cliente e a competitividade no mercado (Shiba *et al.*, 1997).

O método DMAIC é uma abordagem sistemática para solução de problemas e melhoria de processos, amplamente utilizado em empresas. De acordo com Oliveira (2021), o método DMAIC consiste em cinco etapas: Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controle, cada uma das quais é crucial para o sucesso da aplicação do método. Já de acordo com Ferraz (2020), o método DMAIC é uma permite a identificação de causas raízes e a implementação de soluções eficazes, ajudando a garantir resultados duradouros. Além disso, o método DMAIC pode ser aplicado em diferentes setores, como indústria, saúde e serviços.

2.2.1 Etapa Definir

A etapa "Definir" do método DMAIC é a primeira fase do processo de melhoria de Qualidade e se concentra na identificação clara e precisa do problema ou oportunidade de melhoria. Nesta etapa, é importante compreender a natureza do problema, suas causas e seus impactos para que seja possível definir objetivos claros e mensuráveis. É importante identificar o problema ou oportunidade de melhoria de uma forma clara e objetiva para garantir que a solução aplicada resolva efetivamente o problema (Werkema, 2013).

Durante a etapa "Definir", é importante reunir informações relevantes sobre o problema, como dados quantitativos e qualitativos, informações de clientes e funcionários, entre outros. Também é importante identificar as equipes e os *stakeholders* envolvidos na solução do problema, bem como definir as responsabilidades de cada um. Uma vez que o problema é claramente definido e compreendido, é possível avançar para a próxima etapa do processo de melhoria de Qualidade, que é a etapa "Medir" (Abhilash C.R; Jitesh J. Thakkar, 2019).

No estudo realizado por Almeida (2020), a empresa determinou como meta o nível Sigma 4, correspondendo a um máximo de 6210 erros por milhão de unidades, com um total de 99,38% de acerto em suas atividades. Como atividades, foram realizadas visitas ao local de trabalho e 12 entrevistas em diferentes níveis organizacionais, buscando a melhor estruturação do método.

No trabalho de Silva (2017), a etapa definir teve atuação forte na caracterização dos problemas de produção e indicadores de processo, foram utilizadas ferramentas da Qualidade como Carta de Controle, gráfico de Pareto e Fluxograma de processo, buscando um foco de atuação para as próximas ações.

2.2.2 Etapa Medir

Nesta etapa deve acontecer o refinamento e a focalização do problema (Werkema, 2013), desenvolvendo-se o levantamento dos dados históricos e análise do sistema de medição das variáveis de saída (MATOS, 2003). Nesta etapa, a coleta de dados é essencial para validar e quantificar o problema e/ou a oportunidade, objetivando a definição de prioridades e a tomada de decisões sobre os critérios que são necessários (Linderman *et al.*, 2003).

No trabalho "Estudo sobre a aplicabilidade do método DMAIC no setor de protótipos de uma empresa automobilística", desenvolvido por Vinte *et al.* (2020), foi utilizado um formulário *online* para coleta, no qual os questionamentos focam na percepção de cada integrante em relação aos problemas da empresa. Após a aplicação do formulário foi realizado um Diagrama de Pareto e apresentado em reunião para retificação do foco e atividades de análise.

A utilização da ferramenta 5W2H pode ser utilizada para contribuir com a coleta de dados e atribuição de responsabilidade, no trabalho de Almeida (2020) foram desenvolvidos 2 documentos, sendo eles: Plano de coleta de dados e Questionário

para coleta de quantitativos de não conformidade. Após o levantamento e alimentação dos documentos o Diagrama de Pareto foi utilizado para confirmação.

2.2.3 Etapa Analisar

A etapa Analisar do método DMAIC é crucial na identificação das causas subjacentes dos problemas. Nesta etapa, é feito um levantamento de dados e uma análise mais profunda da situação. De acordo com Werkema (2013), o objetivo é separar o que é relevante do que não é relevante, determinando as causas mais prováveis para o problema.

A identificação das causas subjacentes dos problemas permitirá a definição de uma estratégia para solucioná-los e também fornecerá informações valiosas para futuros projetos de melhoria contínua. A etapa “Analisar” é uma etapa crítica, pois o sucesso da solução do problema depende da Qualidade da análise realizada nesta etapa (Werkema, 2013).

Nesta etapa é possível utilizar ferramentas como Diagramas de Ishikawa, Análise de Pareto, Análise de correlação e Regressão, entre outras, para ajudar na identificação das causas do problema. De acordo com Braitt e Fettermann (2014), essa etapa busca aprofundar o conhecimento sobre o problema, coletando e analisando dados para identificar as causas subjacentes. É importante notar que nessa etapa não se busca apenas a identificação das causas, mas também a quantificação do impacto que cada uma delas tem no problema. Para isso, são utilizadas ferramentas estatísticas e de análise de dados para ajudar na identificação das causas. Ao final dessa etapa, é importante ter uma compreensão clara das causas do problema e de como elas estão relacionadas entre si, permitindo assim uma abordagem mais eficiente na resolução do problema na etapa seguinte.

A terceira fase do método DMAIC é fundamental para identificação da causa raiz do problema, fundamental para implantação de futuras melhorias e demanda um nível alto de conhecimento e atenção. Pode-se utilizar ferramentas da Qualidade como Fluxograma do Processo, Diagrama de Causa-Efeito, Matriz GUT, Carta de Controle, entre outros para melhorar analisar a situação. No desenvolvimento os responsáveis devem estar alinhados com todos os interessados internos e externos para auxiliar nas tomadas de decisão e direcionamento do foco, isso pode ser feito através de entrevistas e visitas (Vinte *et al.*, 2020).

2.2.4 Etapa Melhorar

A etapa “Melhorar” no método DMAIC é onde são implementadas as soluções identificadas na etapa anterior de Analisar. É importante ter em mente que essas soluções devem ser eficazes, eficientes e ter garantia de continuidade. Neste sentido, o livro de Braitt e Fettermann (2014) destaca a importância da criação de planos de ação bem estruturados e a monitoração frequente dos resultados obtidos para assegurar que as melhorias estejam de fato ocorrendo e sendo mantidas ao longo do tempo. Além disso, é necessário criar mecanismos de Controle para monitorar e avaliar o desempenho da solução implementada, identificando pontos de melhoria contínua e evitando o retorno ao problema original.

Neste momento do estudo é importante o acompanhamento de todos os responsáveis e *stakeholders*, para desenvolvimento do plano de ação detalhado. Com todas as informações coletadas é importante a realização de uma reunião de alinhamento, onde todas as condições serão devidamente apresentadas para discussão e posteriormente detalhada o plano de combate, podendo ser organizado na ferramenta 5W2H, facilitando a dinâmica de tarefas com prazos, responsabilidades, investimento, motivo e uma breve descrição (Vinte *et al.*, 2020).

2.2.5 Etapa Controlar

A etapa Controlar do método DMAIC tem como objetivo estabelecer mecanismos de monitoramento e Controle da solução implementada, a fim de garantir sua eficácia a longo prazo. De acordo com Carvalho e Paladini (2005), é importante definir indicadores e ferramentas para medir os resultados obtidos, bem como estabelecer planos de ação para lidar com possíveis desvios ou problemas.

Além disso, a etapa “Controlar” também inclui a documentação dos processos e resultados, permitindo que a equipe possa revisitar a solução implementada e fazer ajustes conforme necessário. Segundo Carvalho e Paladini (2005), a implementação de uma cultura de melhoria contínua é fundamental para garantir que a solução implementada continue sendo efetiva ao longo do tempo e permita a empresa alcançar seus objetivos de forma consistente.

2.3 TRATAMENTO DE NÃO-CONFORMIDADES

Não-conformidade é a falha em uma característica, requisito, especificação de produto, parâmetro de processo, registro ou procedimento, que torna a Qualidade de um produto insatisfatória, incerta ou fora de requisitos estabelecidos. Refere-se a um componente, material de fabricação ou produto acabado que não está em conformidade com as especificações, antes ou depois de sua distribuição (Marrafa, 2006). Segundo a NBR ISO 9001 (2000), quando a não conformidade do produto for detectada após a entrega ou início de seu uso, ações apropriadas devem ser tomadas em relação aos efeitos, ou possíveis efeitos, da não conformidade. Convém que a Alta Gerência dê Autoridade e responsabilidade para as pessoas da organização, a fim de reportar não conformidades, a qualquer etapa de um processo, para assegurar, em tempo hábil, a detecção e correção de não conformidades.

A utilização de Registros de Não Conformidades (RNC) são de extrema importância para o levantamento de informações e tratamento de problemas, sempre que alguma ação se enquadre em uma não conformidade o registro deve ser aberto e acessado por uma equipe de gerenciamento para arquivamento e desenvolvimento de ações corretivas. Um RNC deve ser devidamente acompanhado até sua conclusão e as adequações devem ser analisadas e validas pela alta Gestão (NBR ISO 9001, 2000)

Um RNC pode ser empregado em várias situações no cotidiano de uma organização, indo além da simples relação com a Qualidade de um produto, como defeitos ou desvios de especificações. Um exemplo ilustrativo é quando um processo não cumpre com os recursos estabelecidos pelo setor de Controle, seja em termos de tempo ou quantidade de itens. Nesse contexto, essa situação pode ser caracterizada como uma divergência devido à baixa produtividade e à não consecução das metas estabelecidas.

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As 7 ferramentas da Qualidade são um conjunto de técnicas utilizadas para a solução de problemas e melhoria de processos em uma organização. Desenvolvidas no Japão após a Segunda Guerra Mundial, essas ferramentas se tornaram populares no Ocidente a partir da década de 1980 (Coelho *et al.*, 2016).

De acordo com Paladini (2010), as 7 ferramentas da Qualidade são um conjunto de técnicas de baixo custo e fácil aplicação, que podem ser utilizadas para resolver problemas simples ou complexos em uma organização. Essas ferramentas são compostas por:

- Diagrama de Pareto,
- Diagrama de Ishikawa,
- Histograma,
- Folha de Verificação,
- Gráfico de Dispersão,
- Fluxograma e
- Carta de Controle.

Uma outra ferramenta de extrema importância para o desenvolvimento de projetos de melhoria é o *Project Charter*, ou Carta de Projeto, um documento essencial que estabelece os fundamentos e a base para o início de um projeto. Ele fornece uma visão geral clara e concisa dos objetivos, escopo, recursos e restrições do projeto, além de definir as responsabilidades e Autoridades dos membros da equipe envolvidos (Werkema, 2021).

A elaboração de um *Project Charter* é uma etapa crucial no ciclo de vida de um projeto, pois ajuda a garantir o alinhamento e o entendimento comum entre todas as partes interessadas. Esse documento serve como um contrato inicial entre a equipe do projeto e as partes envolvidas, estabelecendo as expectativas e os requisitos para o sucesso do projeto. Uma introdução adequada no *Project Charter* deve abordar a importância do projeto, destacando sua relevância e justificativa. Deve explicar por que o projeto é necessário, quais problemas ou oportunidades ele visa resolver, e qual é o impacto esperado ao concluí-lo com êxito. Além disso, a introdução pode fornecer uma breve visão geral dos principais elementos do projeto, como o escopo, os objetivos e os benefícios esperados. Também é importante mencionar os principais *stakeholders* envolvidos, demonstrando a abrangência do projeto e as partes interessadas que serão impactadas ou influenciarão seu desenvolvimento (Werkema, 1995; Falconi, 1996).

2.4.1 Diagrama de Pareto

O Gráfico de Pareto, também chamado de Diagrama de Pareto, consiste em uma representação em barras verticais (colunas) que permite a organização de dados em ordem decrescente e percentual, podendo ser complementado com uma curva cumulativa. É uma ferramenta útil para determinar quais problemas devem ter prioridade na resolução, bem como classificar as causas de defeitos ou não conformidades de acordo com a frequência (Pezzatto *et al.*, 2018).

O princípio de Pareto foi inicialmente introduzido por Juran, que adaptou aos problemas da Qualidade a teoria para modelar a distribuição de renda elaborada pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto. Pareto evidenciou, em 1897, que a distribuição de renda era muito desigual, com cerca de 80% da riqueza concentrada em 20% das pessoas. Juran observou que esta mesma ideia se aplicava aos problemas da Qualidade – a distribuição dos problemas e de suas causas são desiguais e, portanto, as melhorias mais significativas poderão ser alcançadas se nossa atenção for focada, primeiramente, nos poucos problemas críticos e, em seguida, nas poucas causas críticas desses problemas (Werkema, 2022). A elaboração de um Gráfico de Pareto deve seguir alguns critérios já estabelecidos e testados, os quais estão apresentados no quadro 2.

QUADRO 2 – ETAPAS PARA CRIAÇÃO DO GRAFICO DE PARETO.

Etapas	Descrição
1	Coleta de dados para identificar o tipo de problema a ser investigado, utilizando uma folha de verificação e determinando o local onde será feita a coleta
2	Organização dos dados em uma tabela, apresentando os itens em ordem decrescente
3	Calculo do percentual de cada defeito e acumulados
4	Após o cálculo, o gráfico é elaborado, traçando dois eixos verticais e um eixo horizontal entre os dois, onde o eixo vertical é graduado de zero ao total de quantidade o e eixo vertical direito é graduado em uma escala de zero a 100%. O eixo horizontal, da esquerda para a direita, é desenhado com colunas referentes aos defeitos de maior ordem de grandeza, com o nome de cada defeito embaixo de cada uma das colunas.
5	Por fim, devem-se ligar esses pontos por segmentos de reta até que o valor de 100% seja alcançado no lado superior direito.

FONTE: (Pezzatto *et al.*, 2018).

2.4.2 Diagrama Causa e Efeito

O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Gráfico de Espinha de Peixe, foi criado em 1943 pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa e tem como objetivo principal realizar a análise das operações nos processos produtivos. O Diagrama de causa e efeito tem uma estrutura parecida com uma espinha de peixe, onde o eixo principal é visto como o fluxo de informações e as espinhas como os aspectos secundários, que contribuem para a análise do problema (Carpinetti, 2016).

De acordo com Werkema (2022), o Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo e os fatores do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. Essa ferramenta pode ser utilizada em qualquer nível de trabalho, tanto para projetos em estado avançado, como meio de validação ou redirecionamento de funções, ou para projetos em situação inicial para auxiliar na tomada de decisão e alimentação a Carta de Abertura de Projeto.

Foram definidas 6 etapas, que devem ser seguidas, para a construção correta de um Diagrama de Ishikawa, como apresentado pelo quadro 3.

QUADRO 3 – ETAPAS PARA CONSTRUÇÃO DE UM DIAGRAMA DE ISHIKAWA.

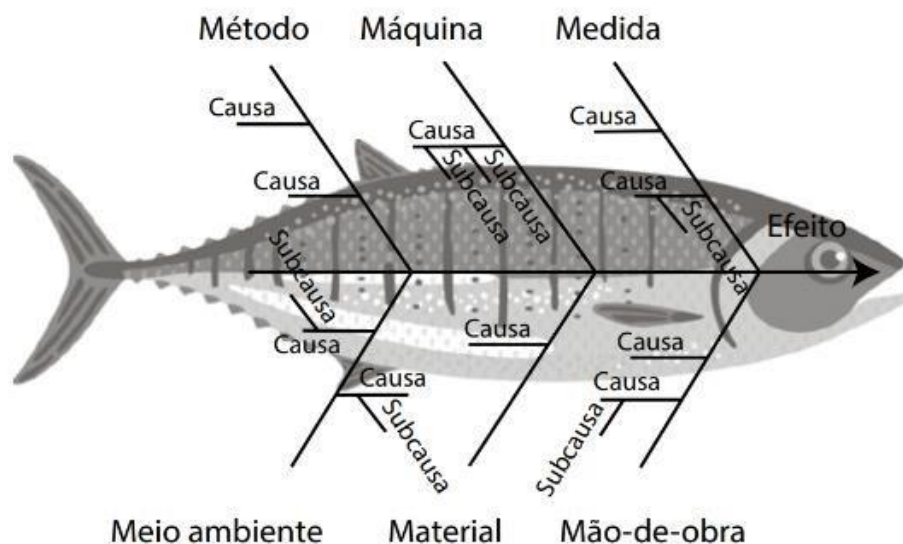
Etapas	Descrição
1	Defina a característica da Qualidade ou o problema a ser analisado
2	Relacione dentro de retângulos as causas primárias que afetam a característica da Qualidade ou problema definido
3	Relacione as causas secundárias que afetam as causas primárias
4	Relacione as causas terciárias que afetam as causas secundárias
5	Identifique no Diagrama as causas que parecem exercer um impacto mais significativo sobre a característica da Qualidade ou problema
6	Realize os registros de titulação do Diagrama

FONTE: (Werkema, 2022)

Cada uma das ramificações representa um grupo de áreas a serem investigadas para entender as causas de um problema e, dessa maneira, contribuir

para a elaboração de ideias para a sua resolução. Carpinetti (2016), estabelece que o desenvolvimento pode ser feito a partir de 4 categorias básicas, sendo elas: operador, máquina, método e material.

FIGURA 2 – CATEGORIAS BÁSICAS DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA 6M.



FONTE: (Pezzato *et al.*, 2018).

2.4.3 Histograma

Histograma é um gráfico de colunas verticais ou horizontais que representa a distribuição de frequência de um conjunto de dados numéricos. Ele possibilita a visualização de padrões que seriam desafiadores de serem identificados em uma tabela. É viável utilizar o histograma para verificar a quantidade de produtos que não atendem aos critérios estabelecidos, avaliar a variação dos valores de medidas em peças, detectar processos que requerem ajustes, identificar e apresentar a quantidade de unidades por categoria, comparar a distribuição de dados com os padrões ou limites definidos, obter informações estatísticas como média e desvio padrão em amostras analisadas (Pezzato *et al.*, 2018).

Capinetti (2016), relata em seu livro que o estudo dos dados dispostos corretamente em um histograma permite responder algumas perguntas em relação ao desempenho de um processo, como:

1. O processo é capaz de atender as especificações estabelecidas?

2. A média da distribuição das medidas da característica da Qualidade está próxima do centro?
3. Há necessidade de tomar ações para minimizar a variabilidade do processo (baseado em dados coletados)?

Assim como apresentado no quadro 4, a criação correta de um histograma deve seguir uma sequência pré-estabelecida:

QUADRO 4 – ETAPAS PARA A CRIAÇÃO DE HISTOGRAMAS.

Etapas	Descrição
1	Colete n dados referentes à variável cuja distribuição será analisada. É aconselhável que n seja superior a 50 para que possa ser obtido um padrão representativo da distribuição.
2	Escolha o número de intervalos ou classes (k). Não existe uma única regra universal para a escolha de k. Sugerimos o emprego da Tabela 6.1 como uma guia para a determinação do número de intervalos.
3	Identifique o menor valor (MIN) e o maior valor (MAX) da amostra.
4	Calcule a amplitude total dos dados (R): $R = \text{MAX} - \text{MIN}$
5	Calcule o comprimento de cada intervalo (h): $h = R / k$. h é denominado amplitude de classe.
6	Arredonde o valor de h de forma que seja obtido um número conveniente. Esse número deve ser um múltiplo inteiro da unidade de medida dos dados da amostra.
7	Calcule os limites de cada intervalo. Siga os cálculos conforme descrito no passo 7.
8	Construa uma tabela de distribuição de frequências com as informações dos intervalos. Inclua número de ordem, limites, ponto médio, tabulação, frequência e frequência relativa.
9	Desenhe o histograma representando os limites dos intervalos e as frequências.
10	Registre as informações importantes no gráfico, como título, período de coleta dos dados e tamanho da amostra.

FONTE: (Werkema, 2022)

O histograma mostra o resultado do processo, e não as especificações do produto. As especificações sobre o produto são informações estabelecidas pela equipe de projetos e pelo mercado e são totalmente independentes dos processos. O ideal seria a harmonia entre as especificações e o processo, no entanto, em razão de inúmeras variáveis que afetam o andamento e os resultados dos processos, pode não haver coincidência entre os valores. Por isso a importância de o processo ser controlado (Werkema, 2022; Lobo, 2020).

2.4.4 Folha de Verificação

A Folha de Verificação é uma ferramenta poderosa e eficaz na coleta e registro sistemático de dados. De acordo com Pezzato (2018), a ferramenta desempenha um papel fundamental na organização e análise de informações, permitindo uma visão clara e estruturada dos dados coletados. Com sua utilização, é possível identificar padrões, tendências e anomalias nos dados, facilitando a tomada de decisões embasadas e a implementação de melhorias.

A folha de verificação consiste em um formulário pré-estruturado que lista os itens a serem observados ou medidas a serem coletadas. Ela pode ser aplicada em diversos contextos, desde a verificação de processos de produção até a coleta de dados em pesquisas e estudos. Ao registrar os dados de forma organizada na folha de verificação, é possível visualizar facilmente o panorama completo das informações coletadas (Carpinetti, 2016).

Uma das principais vantagens da folha de verificação é a sua simplicidade e praticidade, o quadro 5 apresenta quais são as 4 fases indicadas sugeridas por Lobo (2020). Ela permite que os dados sejam registrados de forma padronizada, o que facilita a compreensão e a comparação entre diferentes observações ou momentos no tempo. Além disso, a folha de verificação serve como uma fonte confiável de informações, garantindo a consistência e confiabilidade dos dados coletados. Com base nos dados registrados, é possível identificar problemas, tomar ações corretivas e acompanhar a eficácia das melhorias implementadas.

QUADRO 5 – ETAPAS PARA A CRIAÇÃO DE UMA FOLHA DE VERIFICAÇÃO.

Etapas	Descrição
1	Estabelecer o evento que está sendo estudado
2	Definir o período de coleta
3	Construir um formulário claro e fácil preenchimento
4	Certificar-se de haver tempo para a coleta de dados

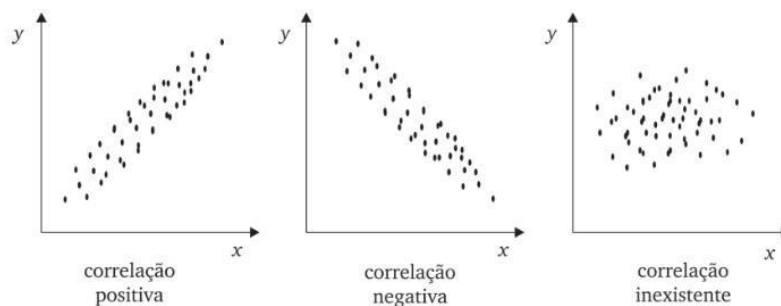
FONTE: (Lobo, 2020)

2.4.5 Gráfico de Dispersão

O Diagrama de Dispersão, também conhecido como Gráfico de Dispersão, é uma ferramenta gráfica utilizada para analisar a relação entre duas variáveis. Ele permite visualizar a dispersão dos dados e identificar padrões, tendências ou a existência de uma possível relação de causa e efeito entre as variáveis estudadas. Essa poderosa técnica é amplamente aplicada em diversas áreas, como estatística, ciências sociais, engenharia, economia e muitas outras.

O Diagrama de Dispersão é construído a partir do posicionamento dos pontos de dados em um plano cartesiano, onde cada eixo representa uma variável. A disposição dos pontos no gráfico revela informações importantes sobre a relação entre as variáveis (figura 3). Se os pontos estão próximos uns dos outros e seguem uma tendência definida, indica uma forte correlação entre as variáveis. Por outro lado, se os pontos estão espalhados aleatoriamente, sugere uma ausência de relação entre elas.

FIGURA 3 – CORRELAÇÃO DE DADOS EM UM DIAGRAMA DE DISPERSÃO.



FONTE: (Carpinetti, 2016)

A utilização do Diagrama de Dispersão traz diversos benefícios na análise de dados. Ele ajuda a identificar possíveis *outliers*, ou seja, valores extremos que se afastam da tendência geral dos dados. Além disso, permite verificar a existência de relações lineares ou não lineares entre as variáveis, o que auxilia na previsão de comportamentos futuros. Essa análise visual é especialmente útil quando se trabalha com conjuntos de dados complexos, permitindo uma compreensão mais clara e rápida das relações existentes. Sua utilização adequada e interpretação correta podem

fornecer insights importantes para a tomada de decisões, permitindo a compreensão mais profunda de um fenômeno ou problema. Com a crescente disponibilidade de dados em diversas áreas, o Diagrama de Dispersão se torna cada vez mais relevante e indispensável para uma análise eficaz e embasada.

2.4.6 Fluxograma

Os Fluxogramas são representações gráficas que mostram a sequência de etapas de um processo, sistema ou atividade. Essa ferramenta visual é amplamente utilizada em diversas áreas, como engenharia, gerenciamento de projetos, processos industriais, programação, entre outros. O objetivo principal de um Fluxograma é fornecer uma representação clara e sistemática do fluxo de trabalho, permitindo a compreensão e análise detalhada de um processo. Um Fluxograma é composto por símbolos e setas que representam as diferentes etapas do processo, as decisões a serem tomadas, as entradas e saídas, as atividades realizadas e a sequência de eventos. Cada símbolo tem um significado específico, como retângulos para representar atividades, losangos para representar decisões e setas para mostrar a direção do fluxo (Machado, 2012; Werkema, 2005).

A importância do uso de Fluxogramas está relacionada à sua capacidade de proporcionar uma visão clara e estruturada do processo em questão. Ele permite identificar pontos de melhoria, gargalos, redundâncias ou ineficiências no fluxo de trabalho. Além disso, um Fluxograma facilita a comunicação entre os membros da equipe, tornando mais fácil o entendimento mútuo e evitando erros de interpretação.

Outra vantagem dos Fluxogramas é a sua capacidade de documentar e padronizar processos. Eles servem como uma referência visual que pode ser utilizada para treinamento de novos membros da equipe, para o Controle de Qualidade e para a implementação de melhorias contínuas. Ao ter um Fluxograma claro e bem estruturado, a organização pode evitar erros, reduzir retrabalhos e aumentar a eficiência operacional (Barreto & Lopes, 2016).

2.4.7 Carta de Controle

As Cartas de Controle são ferramentas amplamente utilizadas na Gestão da Qualidade para monitorar e controlar a variabilidade de um processo ao longo do tempo. Essas Cartas fornecem uma representação gráfica dos dados coletados,

permitindo que os profissionais identifiquem padrões, tendências e variações que podem afetar a Qualidade do produto ou serviço (Vieira, 1999).

O uso de Cartas de Controle é especialmente importante em processos industriais, onde a consistência e a estabilidade são fundamentais. Elas ajudam a identificar desvios do padrão esperado, possibilitando a tomada de ações corretivas antes que problemas mais graves ocorram. Além disso, as Cartas de Controle fornecem uma base objetiva para avaliar a eficácia das medidas corretivas implementadas. A ferramenta é composta por uma linha central, limites de Controle superior e inferior e pontos de dados individuais representados graficamente. A linha central representa a média do processo e os limites de Controle indicam os níveis aceitáveis de variação aleatória. Se os pontos de dados caírem fora desses limites, indica-se a presença de causas especiais de variação que devem ser investigadas (Werkema, 2022; Pezzato *et al.*, 2018).

Assim como o modelo genérico apresentado na figura 4, existem diferentes tipos de Cartas de Controle, que utilizam variados parâmetros característicos, como a Carta de Controle para médias, amplitude, proporções, entre outras. Cada tipo é utilizado para monitorar uma característica específica do processo. A seleção da Carta de Controle adequada depende da natureza dos dados coletados e do objetivo da análise.

FIGURA 4 – MODELO DO GRÁFICO DE CONTROLE.



FONTE: (Werkema, 2022)

2.5 LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO PYTHON PARA ANÁLISE DE DADOS

De acordo com Menezes (2018), Python é uma linguagem de programação de alto nível, interpretada e orientada a objetos, que se destaca por sua simplicidade e facilidade de leitura. O Autor destaca que Python oferece uma grande variedade de bibliotecas e *frameworks* que permitem aos programadores desenvolver projetos

complexos de forma mais rápida e eficiente. O livro "Introdução à Programação com Python" apresenta uma abordagem passo a passo, que permite ao leitor compreender desde os conceitos básicos de programação até a resolução de problemas mais complexos, como a implementação de algoritmos de ordenação e busca.

A linguagem em Python ganhou popularidade a partir de 2005, com a grande utilização para criação de sites e análise de dados, passando de uma fonte de pesquisa arriscada para uma das mais confiáveis e acessíveis do mercado na época. Algumas linguagens de código aberto competiam no mercado de análise, processamento e visualização de dados, como R, MATLAB, SAS e Stata, mas Python superou a concorrência com alto nível de desenvolvimento e implementação de bibliotecas de apoio aos usuários se tornando robusta para atividade de engenharia e eficaz para criação de códigos (Mckinney, 2018).

Muitos especialistas em ciência de dados optam pelo Python porque ele oferece uma ampla gama de bibliotecas, como NumPy, SciPy, Matplotlib, pandas e Scikit-learn, que facilitam consideravelmente as tarefas de ciência de dados. O Python também é uma linguagem precisa, o que facilita o uso de processamento paralelo em conjuntos de dados grandes, reduzindo o tempo necessário para análises. A comunidade de ciência de dados também desenvolveu IDEs (*Integrated Development Environment*-Ambiente de Desenvolvimento Integrado) especializados, como o Anaconda, que implementam o conceito de Jupyter Notebook, simplificando muito o trabalho com cálculos de ciência de dados (o Capítulo 3 aborda o uso do Jupyter Notebook, portanto, não se preocupe com isso por agora). Além de todas essas vantagens do Python, ele também é uma linguagem excelente para criar código de integração com outras linguagens, como C/C++ e Fortran. A documentação do Python demonstra como criar as extensões necessárias. A maioria dos usuários do Python depende da linguagem para identificar padrões, como permitir que um robô reconheça um grupo de pixels como um objeto. Além disso, ele é aplicável a uma ampla gama de tarefas científicas (Muller & Massaron, 2020).

A biblioteca NumPy é uma das mais importantes para análise e processamento de dados em Python. Ela é uma extensão do Python que fornece um conjunto de funções e operações matemáticas que tornam mais fácil trabalhar com arrays e matrizes multidimensionais. NumPy é amplamente utilizada em diversas áreas, como análise de dados, ciência dos dados, física, matemática, engenharia, entre outras. Sobre o Pandas, uma das principais características é a sua capacidade de trabalhar

com dados em diferentes formatos, incluindo arquivos CSV, Excel, SQL e outros. Além disso, ele oferece suporte para lidar com dados ausentes (*missing values*), dados duplicados, manipulação de datas e horas, e outras tarefas comuns de análise de dados. Com a ajuda do Pandas, é possível manipular grandes volumes de dados de maneira eficiente e com poucas linhas de código, o que torna essa biblioteca uma ferramenta essencial para qualquer pessoa que trabalhe com dados em Python (Muller & Massaron, 2020).

A biblioteca Matplotlib é uma das mais populares e amplamente usadas para visualização de dados em Python. Ela oferece uma variedade de ferramentas para criação de gráficos de Qualidade, desde simples gráficos de linhas até visualizações complexas em 3D. Com o Matplotlib, é possível personalizar quase todos os aspectos de um gráfico, incluindo tamanho, cores, marcadores, legendas, rótulos e muito mais.

2.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A REVISÃO

Em conclusão, esta revisão bibliográfica abordou diversos estudos e pesquisas relevantes sobre o tema em questão. Através da análise das fontes consultadas, foi possível obter uma visão abrangente e aprofundada sobre o assunto, identificando as principais tendências, lacunas de conhecimento e perspectivas futuras.

Em suma, esta revisão bibliográfica contribui para a ampliação do conhecimento sobre o tema, fornecendo uma base sólida para futuras investigações e oferecendo *insights* valiosos para profissionais e pesquisadores interessados no assunto. A partir das informações apresentadas, espera-se que novas descobertas e avanços sejam alcançados, impulsionando o desenvolvimento e a inovação em diferentes áreas do conhecimento.

3 MÉTODOS DE PESQUISA

Este capítulo apresentará o método, bem como, a abordagem da classificação da pesquisa, as ferramentas e técnicas utilizadas a fim de realizar as ações previstas no planejamento.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo será uma pesquisa de caráter aplicado, com abordagem experimental, de natureza aplicada. O objetivo principal desenvolver um modelo simplificado para o Controle de não-conformidades e fornecer *insights* práticos e aplicáveis para o assunto. A pesquisa será conduzida por meio do desenvolvimento do modelo gerenciado de acordo com o método DMAIC, no qual serão apresentadas as devidas considerações técnicas a partir da utilização de ferramentas da Qualidade para coletar e analisar os dados, a fim de obter resultados mensuráveis e estatisticamente significativos (Godoy, 1995).

A abordagem experimental permite um Controle rigoroso das variáveis e a possibilidade de estabelecer relações de causa e efeito entre os fenômenos investigados. A utilização de métodos quantitativos, por sua vez, permite a mensuração e a análise estatística dos dados coletados, o que contribui para a obtenção de resultados objetivos e confiáveis (Silva & Menezes, 2005; Gil, 1991).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

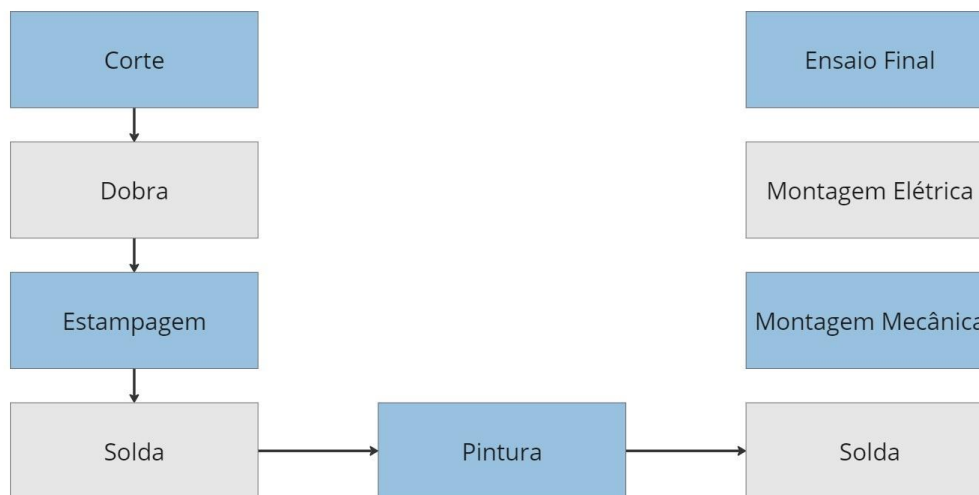
Este trabalho será desenvolvido e validado com a utilização de dados coletados na unidade de Cabines de uma empresa fabricante de produtos elétricos, do norte do Paraná, atuante no mercado por mais de 60 anos, possui mais de 3 mil funcionários espalhados pelo Brasil sendo classificada de grande porte.

Empresa produz e comercializa produtos no Brasil e exterior, sua prioridade em todas as negociações é a Qualidade dos produtos e excelência no atendimento. Um dos produtos vendidos pela organização são Cabines metálicas, utilizada para levar segurança em estabelecimento que precisam de uma alta entrada de energia ou distribuição, as cabines são classificadas como: entrada, medição, proteção, seccionamento e transformação.

A figura 5 representa o Fluxograma para a fabricação de uma cabines, passando por todas as etapas, divididos em 3 grandes células sendo:

- Caldeiraria: corte, dobra, estampagem e solda.
- Pintura: limpeza com fosfato e pintura.
- Montagem: montagem mecânica, montagem elétrica e ensaio final.

FIGURA 5 – FLUXOGRAMA DOS PROCESOS DE PRODUÇÃO DE CABINES.



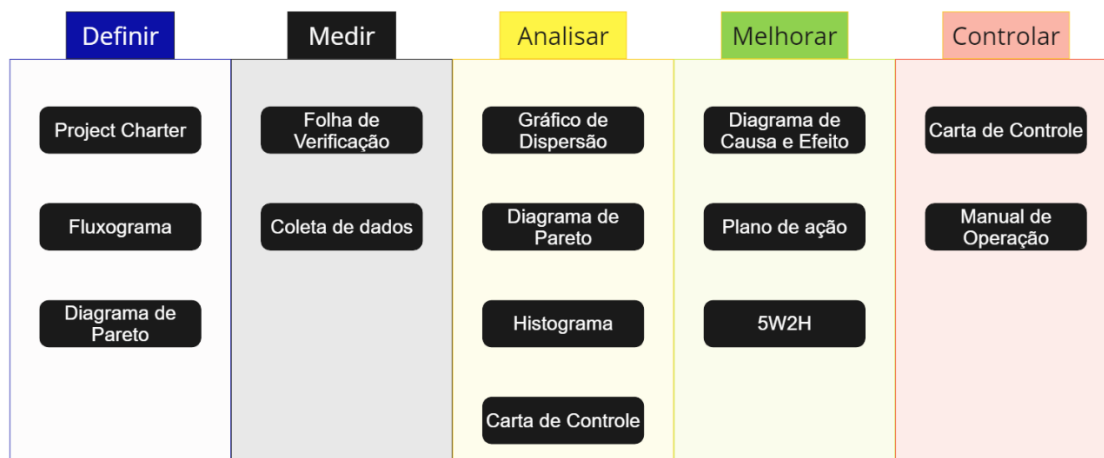
FONTE: (Autor, 2023)

3.3 PROTOCOLO DA PESQUISA

3.3.1 Planejamento da pesquisa

O desenvolvimento do trabalho será de acordo como as propostas do método DMAIC, integrando as ferramentas analíticas em cada etapa de maneira linear conforme a figura 6.

FIGURA 6 – DESCRIÇÃO DAS FERRAMENTAS UTILIZADAS EM CADA ETAPA DO DMAIC.



FONTE: (Autor, 2023).

3.3.1.1 ETAPA DEFINIR

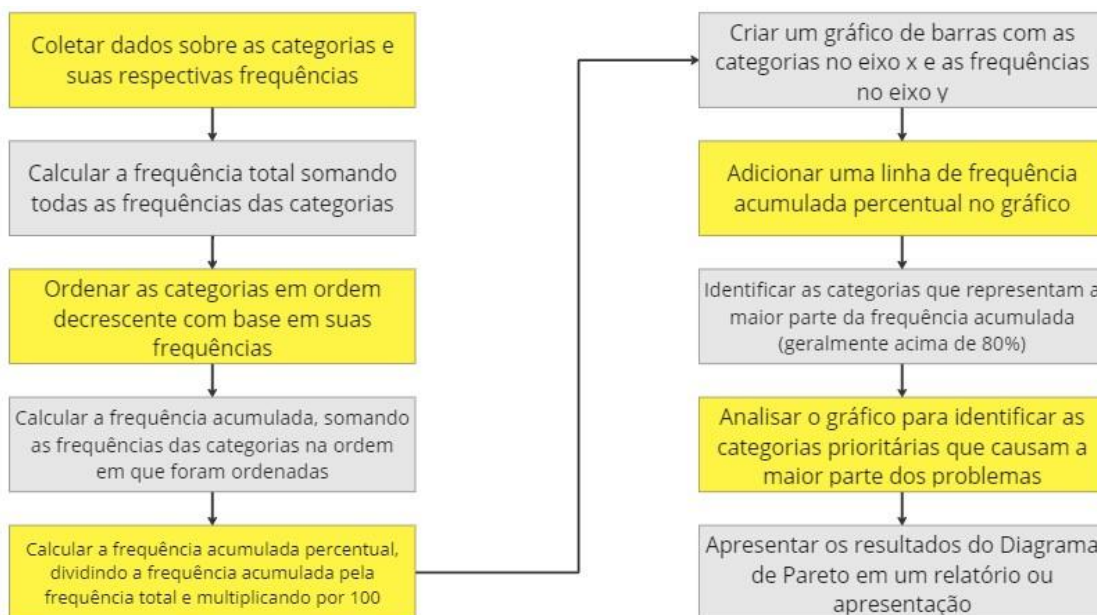
Na etapa definir será desenvolvido a Carta de projeto através de entrevistas com a Gestão do setor, com o objetivo de estabelecer todos os pontos importantes para o andamento do trabalho, como: escopo de atuação do projeto, cronograma, equipe de atuação e área de atuação.

O principal objetivo desta etapa será estabelecer claramente os problemas que serão abordados no projeto. Nessa etapa, é importante definir metas específicas e mensuráveis que representem o resultado desejado após a conclusão do projeto. A criação do Fluxograma será para Gestão visual, buscando melhor entendimento do sistema produtivo, bem como impactos de possíveis alterações e propostas de melhoria.

A aplicação de questionários aos envolvidos em processos classificados como possíveis pontos de ação, poderá auxiliar na tomada de decisão, a criação deste recurso deverá contar com perguntas estratégicas definidas pela gerencia e Gestão. Caso a empresa já possua dados, seja de um banco de dados histórico ou de recentes análises, será criado um Diagrama de Pareto através de *scripts* desenvolvidos em *Python*, para auxiliar na tomada de decisão e foco das próximas etapas.

A utilização da linguagem de programação *Python* terá função de facilitador para o desenvolvimento de ferramentas visuais e análise de dados, como gráficos e tabelas. A figura 7 apresenta um pseudocódigo da criação de um Diagrama de Pareto. A interação com os dados será por meio de planilha eletrônica, para entrada e saída.

FIGURA 7 – PSEUDOCÓDIGO PARA DIAGRAMA DE PARETO.



FONTE: (Autor, 2023)

Como fechamento da etapa definir, deve ser apresentado os devidos documentos e conteúdos digitais em reunião com a equipe de gerenciamento do setor, para alinhamento das próximas atividades e pontos de prioridade.

3.3.1.2 ETAPA MEDIR

Após a definição das ações segue a etapa de medição das atividades dos processos indicados. A ferramenta utilizada para coleta de dados foi a folha de verificação onde foram pontuados todos os defeitos em determinada atividade, para futuras análises e gerenciamento de não conformidades.

Se durante a etapa “Definir” for apresentada uma lista de principais defeitos recorrentes de um processo a Folha de Verificação foi criado com a utilização do *Python*. A figura 8 mostra um modelo inicial de Folha de Verificação, onde os responsáveis pelo processo deverão ser instruídos em marcar corretamente para posterior análise dos dados, cronoanálise no ambiente de trabalho também foi utilizada para encontrar problemas e variações.

FIGURA 8 – MODELO INICIAL DE FOLHA DE VERIFICAÇÃO.

Centro de atuação:								
Defeitos	Dias							Total
	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sabado	Domingo	
A								
B								
C								
D								
E								
F								
G								

FONTE: (Autor, 2023).

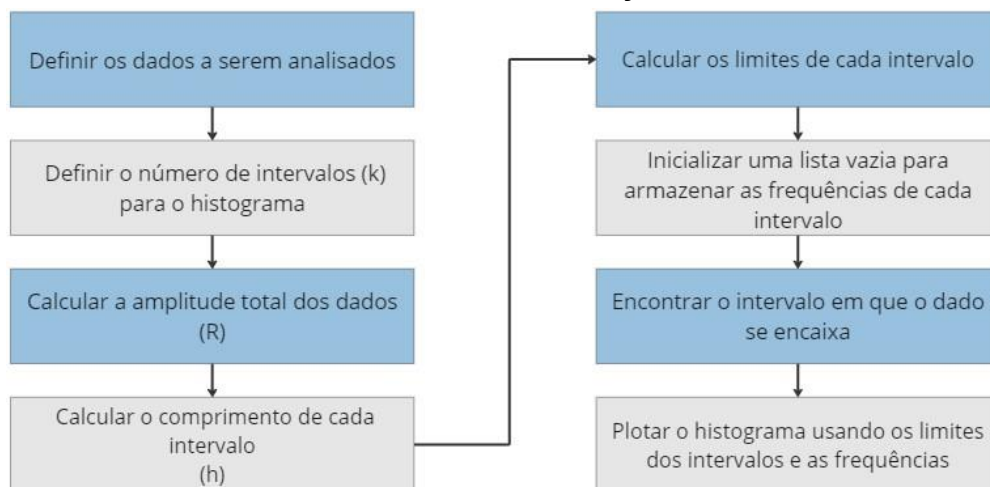
O principal objetivo dessa etapa é coletar e analisar dados relevantes e confiáveis para entender o estado atual do processo ou setor em estudo. Essa etapa é crucial para obter uma visão clara e quantitativa do problema ou oportunidade de melhoria identificado.

3.3.1.3 ETAPA ANALISAR

A etapa analisar é a mais complexa e importante do método DMAIC, nesta fase serão analisados os dados coletados e apresentados *outputs* para auxiliar na tomada de decisão para o tratamento de não conformidades. O principal objetivo é estudar todas as informações coletadas para encontrar a causa raiz de problemas.

Como citado em etapas anteriores será utilizado linguagem de programação como meio facilitador para criação de conteúdo digital, a figura 9 mostra o pseudocódigo, baseado nos conceitos de Werkema (2022), de um histograma para auxiliar nas análises dos dados.

FIGURA 9 – PSEUDOCÓDIGO PARA CRIAÇÃO DE UM HISTOGRAMA.



FONTE: (Autor, 2023).

A Carta de Controle é uma ferramenta fundamental na análise de dados e no Controle de processos. Ela desempenha um papel crucial na identificação de variações e padrões em um processo ao longo do tempo, permitindo a melhor compreensão do comportamento do processo. Através da análise dos padrões presentes na Carta de Controle, é possível identificar variações especiais, que são variações fora dos limites normais esperados do processo, essas variações podem indicar a presença de causas especiais. Além disso a Carta de Controle fornece uma representação visual clara e concisa do desempenho do processo.

O quadro 6 apresenta uma sequência de instrução para a criação uma Carta de Controle em Python, algumas bibliotecas devem ser utilizadas, como: Numpy e Matplotlib.

QUADRO 6 – INSTRUÇÃO PARA CRIAÇÃO DE UMA CARTA DE CONTROLE.

Etapas	Descrição
1	Importe as bibliotecas NumPy e Matplotlib
2	Obtenha os dados que serão utilizados para criar o gráfico de Controle
3	Calcule a média, desvio padrão e limites de Controle dos dados
4	Use a biblioteca Matplotlib para plotar o gráfico de linha com os dados coletados
5	Inclua as linhas de média, limites de Controle superior e inferior no gráfico
6	Identifique visualmente os pontos que estão fora dos limites de Controle
7	Inclua títulos, rótulos de eixos e legendas para melhorar a legibilidade do gráfico
8	Mostre o gráfico de Controle gerado na tela ou salve-o em um arquivo de imagem
9	Analise o gráfico de Controle para identificar padrões ou desvios significativos
10	Faça uma documentação adequada do código

FONTE: (Autor, 2023).

Os gráficos de dispersão desempenham um papel crucial na análise de dados, pois fornecem uma representação visual da relação entre duas variáveis. Eles ajudarão a identificar padrões, tendências e correlações, permitindo uma compreensão mais profunda dos dados e auxiliando na tomada de decisões informadas. Neste trabalho a ferramenta será desenvolvida utilizando a linguagem *Python* juntamente com a biblioteca *Matplotlib*, recebendo informações de uma planilha eletrônica com informações padronizadas em sua organização.

QUADRO 7 – PSEUDOCÓDIGO PARA A CRIAÇÃO DE GRAFICO DE DISPERSÃO.

Etapas	Descrição
Importar bibliotecas	Importe as bibliotecas necessárias, como Matplotlib e Numpy, para criar o gráfico de dispersão.
Carregar os dados	Carregue os dados que serão usados no gráfico de dispersão.
Preparar os dados	Realize qualquer pré-processamento necessário nos dados, como limpeza, transformações ou agrupamentos, se aplicável.
Configurar o gráfico	Defina as propriedades do gráfico, como título, rótulos dos eixos e tamanho da figura.
Plotar o gráfico de dispersão	Use a função de plotagem adequada para criar o gráfico de dispersão, passando os dados relevantes.
Exibir o gráfico	Use a função show para exibir o gráfico de dispersão.
Salvar o gráfico em planilha eletrônica	Salve o gráfico em um arquivo de imagem usando a função savefig.
Importar bibliotecas	Importe as bibliotecas necessárias, como Matplotlib e Numpy, para criar o gráfico de dispersão.
Carregar os dados	Carregue os dados que serão usados no gráfico de dispersão.
Preparar os dados	Realize qualquer pré-processamento necessário nos dados, como limpeza, transformações ou agrupamentos, se aplicável.

FONTE: (Autor, 2023).

Para finalização da etapa “Analisar”, ser apresentado os dados e as cabíveis considerações sobre as não conformidades. Esse processo foi feito via reunião com a Gestão do setor envolvido, aberto discussão e início de desenvolvimento do próximo passo.

3.3.1.4 ETAPA MELHORAR

A etapa “Melhorar” teve como base todos os dados coletados e analisados nas fases anterior para a criação de um plano de ação para tratamento das não conformidades. Um Diagrama de Causa e Efeito foi desenvolvido para apresentar a causa raiz dos problemas e conseqüentemente sugerir medidas de melhoria.

A importância do Diagrama de Causa e Efeito na análise de dados reside na sua capacidade de visualizar de forma clara e estruturada as diferentes causas que podem contribuir para um problema específico. Isso permite que analisar as fontes de variação e tomem medidas adequadas para resolvê-las. Além disso, o Diagrama de Causa e Efeito facilita a comunicação e a colaboração entre as equipes, pois permite que todos visualizem e compreendam as diferentes perspectivas e contribuições para as ações corretivas.

O plano de ação foi criado de acordo com a ferramenta de Gestão 5W2H (O que?; Quando?; Quem?; Porque?; Onde?; Como?; Quanto?). Durante a reunião de apresentação dos resultados, foi relatado todas as informações importantes para a criação do plano. O quadro 8 mostra um esboço das informações que serão colocadas no 5W2H.

QUADRO 8 – FERRAMENTA 5W2H.

Etapas	Descrição
O QUE?	Descrição da não conformidade ou ponto de ação.
ONDE?	Local de aplicação da ação.
PORQUE?	Motivo para tratamento.
COMO?	Descrição das ações definidas.
QUANDO?	Prazo para realização.
QUEM?	Responsável direto ou equipe responsável pela execução.
QUANTO?	Valor do investimento.

FONTE: (Autor, 2023).

3.3.1.5 ETAPA CONTROLAR

A etapa “Controlar” do método DMAIC é de grande importância para garantir a eficácia das melhorias implementadas. Ela permite avaliar o desempenho dos processos, fornecer *feedback* contínuo, monitorar indicadores-chave de desempenho e manter as melhorias sustentáveis ao longo do tempo. Ao adotar uma abordagem de Controle e monitoramento contínuo, as organizações podem alcançar resultados consistentes e promover uma cultura de melhoria contínua. As ferramentas que foram utilizadas nesta etapa são Manual de Operação uma ferramenta essencial para guiar o funcionamento eficiente de uma organização. Seu principal objetivo é estabelecer padrões, procedimentos e práticas que garantam a consistência nas operações cotidianas. Outra ferramenta será o Gráfico de Controle especialmente importante em processos industriais, onde a consistência e a estabilidade são fundamentais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta: os dados coletados do processo; a aplicação real do método proposto e os resultados alcançados do trabalho.

As primeiras definições foram tratadas através de reunião em grupo, envolvendo a equipe de Gestão administrativa, gerencia industrial e liderança do Controle de Qualidade do setor de Cabines.

4.1 DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO DMAIC

4.1.1 Etapa Definir

Todo o estudo foi desenvolvido nas áreas de caldeiraria e pintura do setor de Cabines Metálicas.

O principal objetivo da etapa foi realizar o alinhamento da equipe em relação as metas, escopo do projeto, local de atuação e cronograma para o desenvolvimento do trabalho. O quadro 9 apresenta a Carta de Projeto (*Project Charter*) com todas as informações iniciais tratadas na reunião 01. Alguns questionamentos foram levantados com a intenção de reduzir as áreas de aplicação de algumas ferramentas, buscando maior eficiência e validações futuras de maneira mais rápida, os dados expostos no Registros de Não Conformidades cadastrados no sistema interno da empresa, colocando a área da pintura como ponto crítico para análise.

QUADRO 9 – PROJECT CHARTER.

Problema: Dificuldade no gerenciamento de Não Conformidade na unidade de Cabines Metálicas.
Descrição do problema: Processo não padronizado de gerenciamento, ocasionando em trabalhos repetitivos para o desenvolvimento de indicadores e dados visuais. Baixa integração da equipa para resolução dos problemas e trabalho complexo de análise de dados refletindo em mão de obra específica para a atividade.
Meta: Desenvolver um modelo simplificado para o Controle de não conformidades baseado no método DMAIC, utilizando linguagem de programação com ferramenta facilitadora, em um programa de Gestão de Qualidade.
Área envolvidas: Excelência Operacional, Controle de Qualidade, Área Técnica, Administrativo e Gerência industrial.
Setores envolvidos: Caldeiraria e Pintura.
Prazo máximo para desenvolvimento: 6 meses.
Tempo de validação: 2 meses.
Cronograma: quadro 10.

FONTE: (Autor, 2023).

O quadro 9 identifica os recursos iniciais necessários para o projeto, como prazo geral, equipe, setores envolvidos e outros recursos críticos. O documento delimita o escopo do projeto, ou seja, o que está incluído e o que está excluído. Isso evita escopo inchado ou indefinido que pode levar a problemas durante a execução do projeto.

QUADRO 10 – CRONOGRAMA DE REALIZAÇÃO.

ETAPAS		PERÍODO (MESES)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
DESENVOLVIMENTO	DEFINIR	X							
	MEDIR	X							
	ANALISAR		X	X					
	MELHORAR			X	X				
	CONTROLAR				X				
VALIDAÇÃO						X	X	X	

FONTE: (Autor, 2023).

O cronograma desempenhou um papel fundamental na organização, no planejamento e no acompanhamento de projetos. Ele ajuda a garantir que todas as atividades sejam concluídas e organizadas dentro do prazo, permitindo que os objetivos do projeto sejam alcançados de maneira eficaz e eficiente.

4.1.2 Etapa Medir

Na etapa de medição foram coletados todos os dados necessários para as análises das não conformidades e desenvolvimento do trabalho.

4.1.2.1 Medição em Fábrica

Os dados foram coletados no ambiente fabril através de cronoanálise e registros de produção preenchidos pelos próprios colaboradores do setor. Todos as informações foram organizadas em planilhas *eletrônicas*.

O conteúdo originado dos registros de produção, apresentados no quadro 11, possuem uma margem de tempo maior já que o documento já era utilizado

internamente antes do início do projeto. As principais marcações eram relacionadas com a data, hora de início e fim, número da ordem de fabricação e atividade realizada. Com essas informações todos os retrabalhos e não conformidades dos processos poderiam ser registradas diariamente, resultando em um banco de informações confiável.

QUADRO 11 – DADOS DO REGISTRO DE PRODUÇÃO.

data	horario inicio	horario fim	Tempo	nome	ODF	Atividade
03/abr	16:30	18:30	02:00	SAMUEL TIAGO BUENO	94	DESCARREGAR CARRINHOS
03/abr	22:50	23:59	01:09	SAMUEL TIAGO BUENO	94	DESCARREGAR CARRINHOS
03/abr	16:30	18:30	02:00	NELSON RIBEIRO SOARES	1016	DESCARREGAR CARRINHOS
03/abr	22:20	22:58	00:38	NELSON RIBEIRO SOARES	1016	DESCARREGAR CARRINHOS
03/abr	07:05	08:30	01:25	Camilli	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	07:05	10:50	03:45	CARLA POLIANA BARBOSA MIRANDA	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	11:15	14:00	02:45	CARLA POLIANA BARBOSA MIRANDA	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	06:00	07:00	01:00	CARLA POLIANA BARBOSA MIRANDA	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	07:55	10:54	02:59	IRENE	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	12:05	13:55	01:50	IRENE	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	06:00	07:00	01:00	IRENE	94	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	08:30	10:55	02:25	Camilli	1016	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	14:00	16:05	02:05	CARLA POLIANA BARBOSA MIRANDA	1016	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	14:49	16:05	01:16	IRENE	1016	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	21:00	22:20	01:20	NELSON RIBEIRO SOARES	1016	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	20:00	21:00	01:00	NELSON RIBEIRO SOARES	1016	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	15:45	16:30	00:45	NELSON RIBEIRO SOARES	1016	LIMPEZA DE PEÇAS
03/abr	16:20	17:30	01:10	THAINA RAMOS DA SILVA	94	PENDURAR PEÇAS
03/abr	17:45	18:20	00:35	THAINA RAMOS DA SILVA	94	PENDURAR PEÇAS
03/abr	21:00	21:30	00:30	THAINA RAMOS DA SILVA	94	PENDURAR PEÇAS
03/abr	14:13	15:03	00:50	VIVIANE DE MATOS OLAVO	94	PENDURAR PEÇAS

FONTE: (Autor, 2023)

O Registro de produção é preenchido diariamente por todos os funcionários da unidade. Documento foi implementado meses antes do início do projeto com o objetivo de melhorar o acompanhamento de alguns indicadores internos, como: produtividade, retrabalhos e tempos de parada. Devido as descrições citadas anteriormente a ferramenta auxiliou no decorrer do trabalho com informações.

A cronoanálise teve o objetivo de aprofundar o entendimento do processo, coletando micro informações, como por exemplo:

- Tempo produtivo;
- Tempo não produtivo;
- Atividades não produtivas;
- Variação de tempo de acordo com ordens de produção e
- Balanço da linha.

Na cronoanálise houve duas variações necessárias para melhorar a compreensão da equipe, portanto foi registrado de maneira macro (pontos com menos descrição, com o objetivo de encontrar tempo não produtivo) e micro (com detalhamento das atividades consideradas não produtivas). Os quadros 12 e 13 mostra o desenvolvimento da linha de pintura.

QUADRO 12 – CRONOANÁLISE-MACRO.

DATA	PROCESSO	TEMPO TOTAL	TEMPO NÃO PRODUTIVO	PORCENTAGEM N/PROD.
05/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:18:00	30,00%
09/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:23:00	38,33%
09/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:16:00	26,67%
10/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:19:00	31,67%
10/05/2023	PINTURA	1:00:00	0:17:00	28,33%
11/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:22:00	36,67%
11/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:17:00	28,33%
15/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:22:00	36,67%
15/05/2023	PINTURA	1:00:00	0:15:00	25,00%
18/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:20:00	33,33%
18/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:14:00	23,33%
29/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:16:00	26,67%
29/05/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:19:00	31,67%
29/05/2023	PINTURA	1:00:00	0:12:00	20,00%
30/05/2023	PINTURA	1:00:00	0:13:00	21,67%
05/06/2023	PINTURA	1:00:00	0:11:00	18,33%
13/06/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:18:00	30,00%
14/06/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:20:00	33,33%
14/06/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:19:00	31,67%
14/06/2023	LIMPEZA	1:00:00	0:23:00	38,33%
20/06/2023	PINTURA	1:00:00	0:13:00	21,67%
20/06/2023	PINTURA	1:00:00	0:16:00	26,67%

FONTE: (Autor, 2023).

QUADRO 13 – CRONOANÁLISE-MICRO.

Operador 4		
Descrição	Tempo	Porcentagem
Lixando porta pequen	00:13:00	21,67%
Lixando porta pequen	00:12:00	20,00%
Limpando porta pequ	00:08:00	13,33%
Não realizando a ativi	00:07:00	11,67%
Ajudando	00:06:00	10,00%
Sendo ajudada	00:05:00	8,33%
Esperando	00:05:00	8,33%
Limpando porta pequ	00:04:00	6,67%

Operador 5		
Descrição	Tempo	Porcentagem
Lixando	00:30:00	50,00%
Limpando	00:14:00	23,33%
Ajudando	00:05:00	8,33%
Sendo ajudado	00:03:00	5,00%
Movimentação	00:08:00	13,33%

Operador 8		
Descrição	Tempo	Porcentagem
Lixando porta grande	00:20:00	33,33%
Pendurando	00:20:00	33,33%
Ajudando	00:05:00	8,33%
Sendo ajudado	00:04:00	6,67%
Movimentação	00:04:00	6,67%
Esperando	00:07:00	11,67%

Operador 9		
Descrição	Tempo	Porcentagem
Limpando	00:15:00	25,00%
Lixando	00:26:00	43,33%
Ajudando	00:05:00	8,33%
Sendo ajudado	00:02:00	3,33%
Movimentação	00:04:00	6,67%
Esperando	00:08:00	13,33%

FONTE: (Autor, 2023)

Entender a duração de cada atividade, como apresenta os quadros 12 e 13, ajudou a aprofundar a análise das causas raiz das não conformidades. Ao determinar em qual parte do processo temos gargalos ou pontos não satisfatórios, pode-se investigar mais profundamente e descobrir as razões subjacentes.

Cada etapa do processo possui um tempo associado e acompanhado pela equipe de PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) e Engenharia, um ponto que também foi analisado nesse estudo é a eficiência da ficha comparada com as atividades na fábrica. A figura 10 mostra como foi organizado as informações para futuras análises, de acordo com os tempos por Ordem de Fabricação (ODF).

FIGURA 10 – DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPO POR ODF.

ODF	999
PENDURAR PEÇAS	22:00:00
PINTURA	29:00:00
LIMPEZA DE PEÇAS	52:00:00
DESCARREGAR CARRINHOS	7:00:00
TOTAL COM MOVIMENTAÇÃO	110:00:00
TOTAL SEM MOVIMENTAÇÃO	81:00:00
FICHA	42:00:00
DIFERENÇA TEMPO	39:00:00
PERCENTUAL (TOTAL SEM MOVIMENTAÇÃO -	193%
EFICIÊNCIA DA FICHA GERAL	52%

FONTE: (Autor, 2023).

Fica claro que o tempo das atividades em fábrica é maior que o registrado em ficha, com uma diferença de 39 horas comparado com o total sem movimentação. De um total 110 horas, apenas 29 horas são consideradas realmente para realização do trabalho de pintura.

4.1.3 Etapa Analisar

Na etapa “Analisar” o principal objetivo é aprofundar a compreensão do problema em questão e identificar as causas raiz subjacentes que estão contribuindo para o problema. Com o objetivo de ter uma definição da Área com o Problema, foi realizada a reunião 02 com as equipes de Excelência Operacional e Administrativa.

Durante a reunião 02 foram apresentados inicialmente os dados coletados para a definição das próximas etapas. Como conclusão do encontro ficou definido que as

etapas de “Analisar, Melhorar e Controlar” seguiriam apenas na área de Pintura, setor com alto índice de RNC e baixa produtividade, considerado gargalo da unidade.

No quadro 14 temos alguns registros das não conformidades relacionadas com o gargalo, esses dados foram coletados do banco de armazenamento interno da empresa, que é alimentado diariamente pela equipe administrativa.

QUADRO 14 – NÃO CONFORMIDADES DO SISTEMA.

SETOR/CC	TIPO FALHA	DESCRIÇÃO
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	AO REALIZAR O PROCESSO DE MONTAGEM FOI CONSTATADO DESPLACAMENTO DA TINTA.
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	RETRABALHO ODF 93 DEVIDO A FALHAS NO PROCESSO DE PINTURA
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	CONSTATADO QUE FOI UTILIZADA A TINTA ERRADA PARA O PROCESSO DE PINTURA
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	NECESSIDADE DE REPINTURA DE PEÇAS DEVIDO A FALHA NO PROCESSO
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	RETOQUE DE PARTES DA ESTRUTURA DA CABINE POR FALHAS NO PROCESSO DE PINTURA
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	NECESSIDADE DE REPINTURA DE PEÇAS DEVIDO A FALHA NO PROCESSO
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	EXCESSO DE TINTA ACUMULADO NO CANTO DA PORTA DO MODULO DE SECCIONAMENTO DURANTE O PROCESSO;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	FALHA NA PINTURA NA MESA DO LEITURISTA, PARTE INFERIOR;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	FALHAS E RISCOS NA PINTURA INDICADO COM FITA AZUL;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	RETOQUE DE PINTURA NO SUPORTE DO RACK;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	RETOQUE DE PINTURA NA PORTA MODULO DE PROTEÇÃO ;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	RETOQUE DE PINUTRA NAS QUINAS INTERNAS NOS 4 PONTOS ;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	FALHA NA PINTURA NA GUIA ASTE, FECHO CREMONA, PORTA MODULO DE PROTEÇÃO. VISTA FRONTAL;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	FALHA NA PINTURA NA PORTA MODULO DE SECCIONAMENTO VISTA FRONTAL(BATENTE, FECHO, HASTE, DOBRA, QUINAS);
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	FALHA NA PINTURA NA DOBRA DA PORTA GRADE, BATENTE EXTERNO, SUPORTE RACK;
PINTURA	RETRABALHO DE PINTURA	RETOQUE DE PINTURA NO BATENTE DA PARTE SUPERIOR MODULO DE SAIDA VISTA FRONTAL;

FONTE: (Autor, 2023).

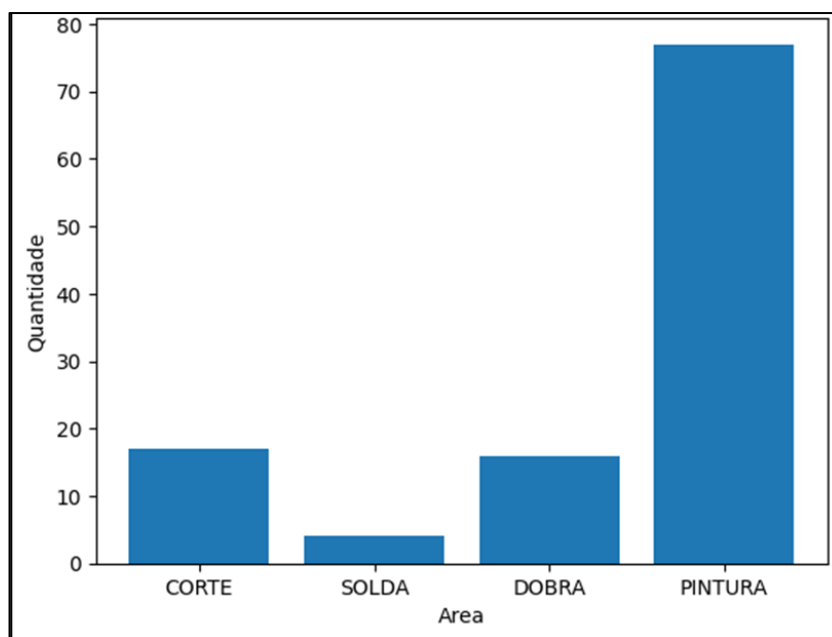
Basicamente todas os RNC's do sistema são relacionados com o problema de pintura, retoque de tinta e falhas de baixa camadas nas peças trabalhadas. Isso reduz o escopo de ações que precisamos tomar para melhorar.

4.1.3.1 Análise Estatística

A linguagem de programação foi utilizada para facilitar a etapa de análise de dados, possibilitando redução de tempo para a criação de recursos visuais e garantia de padronização.

Baseado nos RNC do sistema, com a utilização da linguagem de programação Python foi possível desenvolver um gráfico de barras, como mostra a figura 11, seguindo do seu *script*, quadro 15.

FIGURA 11 – GRÁFICO DE BARRAS.



FONTE: (Autor, 2023).

QUADRO 15 – SCRIPT DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE BARRAS.

```
grafico_quant = {'AREA' : [area1, area2, area3, area4],
                'QUANT': [quantidade1, quantidade2, quantidade3, quantidade4],
                }

dados_grafico = pd.DataFrame(grafico_quant)

# Criar o gráfico de barras
plt.bar(dados_grafico.iloc[:,0], dados_grafico.iloc[:,1])

# Adicionar título e rótulos dos eixos
plt.title('Gráfico de histograma')
plt.xlabel('Área')
plt.ylabel('Quantidade')
```

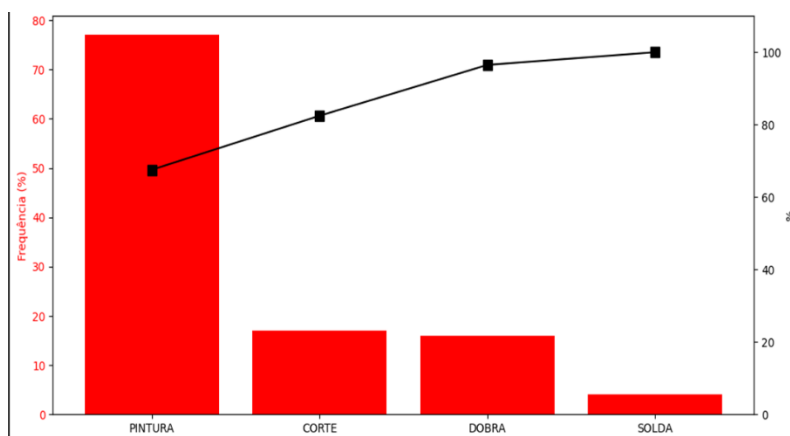
FONTE: (Autor, 2023).

A figura 11 mostra que o setor de pintura é realmente o principal gargalo, comparado com os outros três setores. Em conversas com a equipe a principal, chegou-se a conclusão que a justificativa do desempenho ruim é que a equipe precisa de acompanhamento contínuo e melhorias nas condições de trabalho. O trabalho é dividido em 4 ações, como mostra a figura 10, e essas atividades sofrem rodizio entre equipe, eles recebem uma escala de atividade por dupla, onde cada dupla deve

executar uma ação específica. Segundo a liderança do setor, essa ação da rotatividade para os colaboradores deixa uma margem de problemas com produtividade.

Uma melhoria consequente do Gráfico de Barras foi gráfico de Pareto, figura 12, desenvolvido com o *script* do quadro 16, evidenciando a necessidade de aprofundar na área de Pintura para as análises.

FIGURA 12 – GRÁFICO PARETO.



FONTE: (Autor, 2023).

QUADRO 16 – SCRIPT DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE PARETO.

```
dados_numeros = dados_grafico.drop(['AREA'], axis=1)
soma = dados_numeros.sum(axis=1)
defeitos = dados_grafico['AREA']
#criando um dataframe vazio para add os dados separados
x = pd.DataFrame()
#Add os dados ja separados
dados_separados = x.assign(defeitos=defeitos, soma=soma)
dados_separados
dados_separados = dados_separados.sort_values(by='soma', ascending=False)
dados_separados['Porcentagem'] =
(dados_separados['soma']/dados_separados['soma'].sum())*100
dados_separados['Acumulado'] =
(dados_separados['Porcentagem'].cumsum()/dados_separados['Porcentagem'].sum())*100
dados_separados
fig,ax1 = plt.subplots(figsize = (12,6))
ax1.set_title('Pareto IC - Teste')
color1 = 'red'
ax1.set_ylabel('Frequência (%)', color = color1)
ax1.bar(dados_separados['defeitos'], dados_separados['soma'], color = color1, linewidth =
2,\
      hatch = '')
ax1.tick_params(axis = 'y', labelcolor = color1)
```

```

color2 = 'black'
ax2 = ax1.twinx()
ax2.set_ylabel('%', color = color2)
ax2.plot(dados_separados['defeitos'], dados_separados['Acumulado'], color = color2,
marker = 's', markersize = 8, linestyle = '-')
ax2.tick_params(axis = 'y', labelcolor = color2)
ax2.set_ylim([0,110])
plt.show()

```

FONTE: (Autor, 2023).

O Gráfico de Pareto mostra que a grande maioria dos Registros de Não Conformidade estão cadastrados em Pintura e a segunda maior área é Corte.

Um fator importante ser analisado é a “Eficiência da ficha” que significa a relação de tempo que está sendo devidamente controlado pela equipe de PPCP e o tempo real em fábrica. O quadro 17 mostra que a Eficiência está abaixo em 8 ODF’s (apresentadas por números sequenciais de registro) isso deixa claro que o tempo que está sendo levado em consideração para as programações está errado, acarretando em alguns problemas, como: baixa produtividade, não atendimento de faturamento e problemas com banco de horas da equipe.

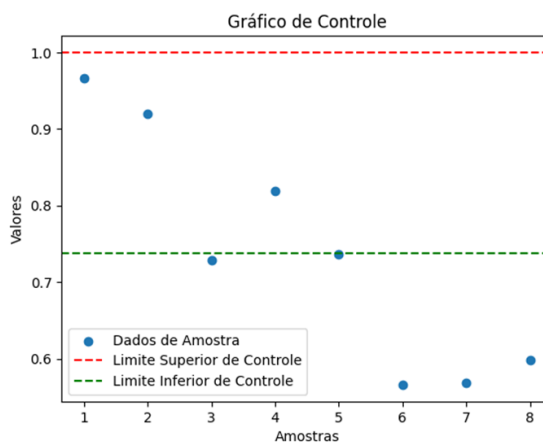
QUADRO 17 – RELAÇÃO DE EFICIÊNCIA DE FICHA POR ORDEM DE FABRICAÇÃO.

ODF	Eficiencia da ficha
914	0,97
928	0,92
999	0,73
1016	0,82
1031	0,74
1000	0,57
1041	0,57
1055	0,60

FONTE: (Autor, 2023).

Para acompanhar os indicadores de eficiência da ficha foi desenvolvido em Python um Indicador Visual baseado em um Gráfico de Controle (figura 13).

FIGURA 13 – GRÁFICO DE CONTROLE.



FONTE: (Autor, 2023).

QUADRO 18 – *SCRIPT* DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE CONTROLE.

```
#Formatando em Dataframe
dados2 = pd.DataFrame(dados2)
#Excluir colunas e linhas sem dados
dados2 = dados2.dropna(axis=1, how='all')
dados2 = dados2.dropna()
#excluir primeira coluna de nomes
dados2 = dados2.drop(index = 2)
#Excluir a primeira coluna com o nome das ODF
dados2 = dados2.drop(dados2.columns[0], axis=1)
#Colocando os dados em lista
dados2 = dados2.iloc[:,0].tolist()
dados2
# Calcule a média e o desvio padrão dos dados
media = np.mean(dados2)
desvio_padrao = np.std(dados2)
limite_superior = 1 #100% de eficiencia na ficha
limite_inferior = media
#índices das amostras
indices = np.arange(1, len(dados2) + 1)
```

```

# Crie um gráfico de dispersão para os dados
plt.scatter(indices, dados2, label='Dados de Amostra')
#linhas horizontais
plt.axhline(y=limite_superior, color='r', linestyle='--', label='Limite Superior de
Controle')
plt.axhline(y=limite_inferior, color='g', linestyle='--', label='Limite Inferior de
Controle')
plt.xlabel('Amostras')
plt.ylabel('Valores')
plt.title('Gráfico de Controle')
plt.legend()
plt.show()

```

FONTE: (Autor, 2023).

Para as análises iniciais o objetivo era descobrir quais ODF's estavam fora de Controle, por esse motivo foi colocado o limite inferior como a média dos dados. Com esses dados foi possível encontrar padrões de acordo com as especificações dos projetos de cada ODF. Para finalizar o ciclo de análises provenientes ao processo de Pintura, foram utilizados os dados da cronoanálise em fábrica, onde foram computados os dados separando o processo da Pintura na ação Pintar e Limpar, figura 14.

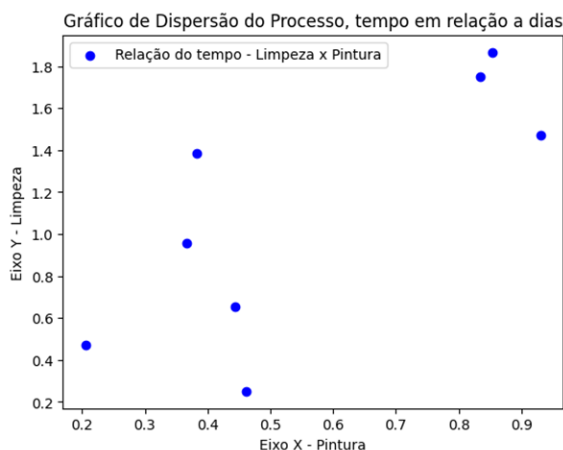
FIGURA 14 – DADOS DE DURAÇÕES DAS ATIVIDADES DE PINTURA E LIMPEZA DAS PEÇAS, EM RELAÇÃO À DIAS.

PINTURA	LIMPEZA DE PEÇAS
0,83	1,75
0,85	1,87
0,93	1,47
0,46	0,25
0,21	0,47
0,38	1,38
0,44	0,66
0,37	0,96

FONTE: (Autor, 2023).

Para apresentação desses resultados foi desenvolvido um gráfico de dispersão (figura 15) que relaciona o tempo de duração da pintura com o tempo de duração de da limpeza peça de acordo com as ordens de fabricação.

FIGURA 15 – GRÁFICO DE DISPERSÃO.



FONTE: (Autor, 2023).

QUADRO 19 – SCRIPT DE DESENVOLVIMENTO GRÁFICO DE DISPERSÃO.

```
# Criar o gráfico de dispersão
plt.scatter(x, y, label='Relação do tempo - Limpeza x Pintura', color='blue',
marker='o')
# Adicionar rótulos aos eixos e um título
plt.xlabel('Eixo X - Pintura')
plt.ylabel('Eixo Y - Limpeza')
plt.title('Gráfico de Dispersão do Processo, tempo em relação a dias')

plt.legend()
plt.show()
```

FONTE: (Autor, 2023).

O Gráfico de Dispersão (figura 15) apresenta a relação entre os tempos de Pintura e Limpeza, dentro do processo da área de Pintura. O objetivo é entender a correlação entre as atividades. As duas atividades precisam ter relações diretas pois refletem como estão sendo recebidas os materiais das ações anteriores, o tempo de Limpeza é muito alto isso retrata em material com baixa Qualidade sendo usados,

figura 16 apresenta a comparação de materiais conformes e não conformes recebidos para execução. Com o alto tempo de Pintura pode-se entender que a máquina executora está com baixa eficiência, precisando de manutenção ou o nível de tinta baixo.

FIGURA 16 – COMPARAÇÃO DE MATERIAIS



FONTE: (Autor, 2023).

Esses foram os dados analisados com o auxílio da equipe Administrativa e Excelência Operacional, fazendo uso da linguagem de programação *Python* como meio facilitador. O próximo passo foi a realização da reunião 03, para alinhamento das atividades e desenvolvimento do plano de ação de melhoria, baseado na ferramenta 5W2H.

4.1.4 Etapa Melhorar

Após concluídas as fases de "Definir", "Medir" e "Analisar" no ciclo DMAIC, é chegada a hora de iniciar a etapa "Melhorar" junto com a reunião 04. Nesta fase se apresenta o processo de melhoria contínua, onde os resultados das etapas anteriores fornecem as bases para identificar, implementar e testar soluções que levarão a melhorias significativas.

A fase "Melhorar" é um ponto crítico, pois é aqui que as ideias se transformam em ações e as melhorias tangíveis começam a se manifestar. A etapa não se limita apenas a aplicar correções, mas também se concentra em encontrar soluções criativas e inovadoras que possam elevar o desempenho e a eficiência dos processos. O objetivo é alcançar níveis mais elevados de Qualidade, para isso foi desenvolvido um plano de ação expondo todas as atividades necessárias, responsáveis e prazos

para a conclusão. Como mostrar o quadro 20 a ferramenta 5W1H foi utilizada para todo o processo.

QUADRO 20 – PLANO DE AÇÃO 5W1H.

O QUE?	PORQUE? (MELHORIA)	QUEM? (EQUIPE)	QUANDO? (PERÍODO)	ONDE? (SETOR)	QUANTO?
Melhorar o arranjo/organização dos operadores	QUALIDADE	EXCELÊNCIA OPERACIONAL	3 e 4	PINTURA	-
Realizar teste com 2 pessoas em 1 cavalete/peça.	PRODUTIVIDADE	LIDERANÇA	3 e 4	PINTURA	-
Fazer balanço das atividades	PRODUTIVIDADE	EXCELÊNCIA OPERACIONAL	3 e 4	PINTURA	-
Definir modelo amostral para equipe de pintura	QUALIDADE	CONTROLE DE QUALIDADE	3 e 4	PINTURA	-
Alterar local de estoque para reduzir a movimentação	PRODUTIVIDADE	EXCELÊNCIA OPERACIONAL	3 e 4	PINTURA	-
Definir sistema de Controle para marcação	QUALIDADE	EXCELÊNCIA OPERACIONAL	3 e 4	PINTURA	-
Testar limpeza com borrifador	SEGURANÇA	LIDERANÇA	3 e 4	PINTURA	R\$ 500,00
Painel informativo para apresentação dos RNC's	QUALIDADE	EXCELÊNCIA OPERACIONAL	3 e 4	PINTURA	-
Padronizar os processos com o acompanhamento do Operador de Processo	QUALIDADE	EXCELÊNCIA OPERACIONAL	3 e 4	PINTURA	-
Introdução do processo de inspeção na área de Pintura	QUALIDADE	CONTROLE DE QUALIDADE	3 e 4	PINTURA	-

FONTE: (Autor, 2023).

Como apresentado no quadro 20, as atividades foram divididas em 3 objetivos, com liberdade para serem desenvolvidas nos períodos 3 e 4, dentro do discutido na reunião 04, sendo eles: Produtividade, Segurança e Qualidade. O principal foco deste trabalho são as ações que envolvem as questão de Qualidade, buscando melhorar o sistema de acompanhamento e gerenciamento das Não Conformidades do setor, especificamente da área de Pintura.

4.1.4.1 Atividades de Qualidade

As atividades de Qualidade envolveram as equipes do Controle de Qualidade e Excelência Operacional para a execução de 6 ações. A figura 17 apresenta um documento que tem objetivo de acompanhar o processo de pintura, principalmente nas questões de medição de camadas, nele os colaboradores devem registrar seis pontos de medição em todas as peças, garantindo que elas estão dentro da norma estabelecida e exigido pelo cliente.

FIGURA 17 – CHECK LIST DA PINTURA.

PINTURA							
DADOS INICIAIS				TURNO: 1° () 2° () 3° ()			
UNIDADE	COLABORADOR	ODF	SÉRIE	DATA			
				/ /			

QUANTIDADE DE MÓDULOS	3 ou menos	4	5	6
	7	8	9	10 ou mais

CAMADA DE PINTURA: Mínimo de _____ μm

N	Peça	1° ponto	2° ponto	3° ponto	4° ponto	5° ponto	6° ponto
1	Divisórias						
2	Divisórias						
3	Divisórias						
4	Divisórias						
5	Divisórias						

Colaborador: _____

N	Peça	1° ponto	2° ponto	3° ponto	4° ponto	5° ponto	6° ponto
1	Telhado						
2	Telhado						
3	Telhado						
4	Telhado						
5	Telhado						

Colaborador: _____

N	Peça	1° ponto	2° ponto	3° ponto	4° ponto	5° ponto	6° ponto
1	Soleira						
2	Soleira						
3	Soleira						
4	Soleira						
5	Soleira						

Colaborador: _____

N	Peça	1° ponto	2° ponto	3° ponto	4° ponto	5° ponto	6° ponto
1	Base do telhado						
2	Base do telhado						
3	Base do telhado						
4	Base do telhado						
5	Base do telhado						

Colaborador: _____

Orientação: é necessário realizar a inspeção de camada em todas as portas e fechamentos das Cabines e Skids. Seguir orientação da liderança.							
---	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: (Autor, 2023).

A quantidade de pontos necessárias no *check list* foi estabelecida em reunião com a liderança e Controle de Qualidade, além do treinamento realizado com a equipe responsável pela medição.

O objetivo do painel informativo foi levar a informação sobre os principais pontos de RNC's para o chão de fábrica, a figura 18 apresenta como foi a execução da ação.

FIGURA 18 – PAINEL INFORMATIVO PARA APRESENTAÇÃO DAS RNC'S.



FONTE: (Autor, 2023).

Painéis informativos oferecem uma visão clara e transparente do status das não conformidades na fábrica. Isso ajuda a todos a compreender a situação atual e as áreas que precisam de atenção.

Para melhorar a padronização do processo um sistema de escala relacionando pessoas com as atividades que precisam ser desenvolvidas foi implementado, a definição foi realizada pela equipe de Liderança após um processo de avaliação interna de acordo com as competências de cada colaborador. Uma ideia que acompanha essa ação é a rotatividade periódica das atividades, buscando o aperfeiçoamento de todos nas atividades. A figura 19 mostrar como a escala foi dividida e compartilhada no painel informativo.

FIGURA 19 – ESCALA DE PESSOAS X ATIVIDADES



FONTE: (Autor, 2023).

A escala auxilia no acompanhamento das metas e objetivos estabelecidos. Isso torna mais fácil medir o progresso e ajustar o planejamento conforme necessário. Ao estabelecer um cronograma, as pessoas podem otimizar o uso do tempo, priorizando tarefas com base na urgência e importância.

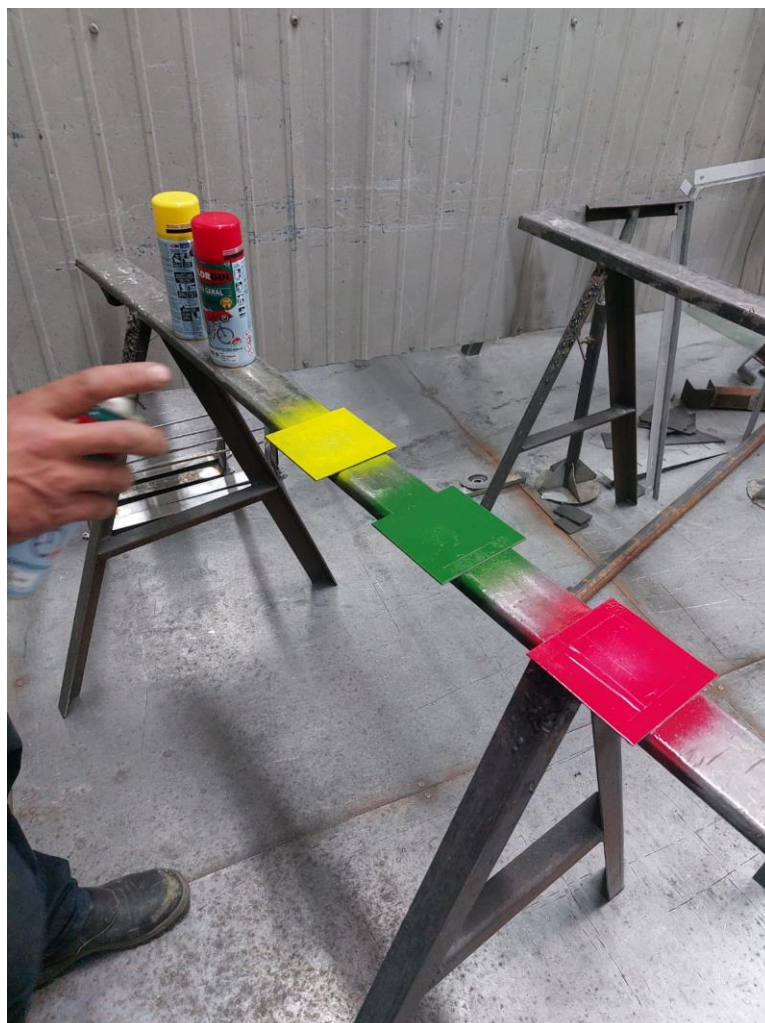
O principal ponto para os erros de pintura encontrados e registrados é resultante de um processo de limpeza sem padronização. Como a atividade é realizada de maneira manual, como mostrar a figura 20, garantir padrão se tornou uma tarefa complexa, a ação para tratar esse problema foi a disponibilização de “Materiais Modelo”, como mostrar a figura 21, com isso é possível realizar comparações e facilitar o Controle de materiais com a liderança.

FIGURA 20 – PROCESSO DE LIMPEZA.



Fonte: (Autor, 2023).

FIGURA 21 – MATERIAL MODELO PARA CONFERÊNCIA.



Fonte: (Autor, 2023).

Com o objetivo de reduzir os problemas e controlar o processo foi introduzido um sistema de acompanhamento das medições de camada de todas as peças. A ação é realizada todos os dias por uma pessoa específica em cada turno, ela realiza a verificação com um medidor de camadas devidamente calibrado pela equipe do Controle e duas vezes ao dia, as 7:00 e 16:00. A figura 22 mostrar como está sendo realizado o trabalho na fábrica, a equipe do Controle de Qualidade fica como apoio para qualquer adversidade que possa acontecer ou recusa de peças não conformes.

FIGURA 22 – MEDIÇÃO DE CAMADA NO PROCESSO.



Fonte: (Autor, 2023).

Esse processo entra com a função de evitar que as peças com baixa camada avancem para a próxima etapa do processo. Com isso os tempo de retrabalho e as não conformidades serão reduzidos, aumentando o nível de Controle.

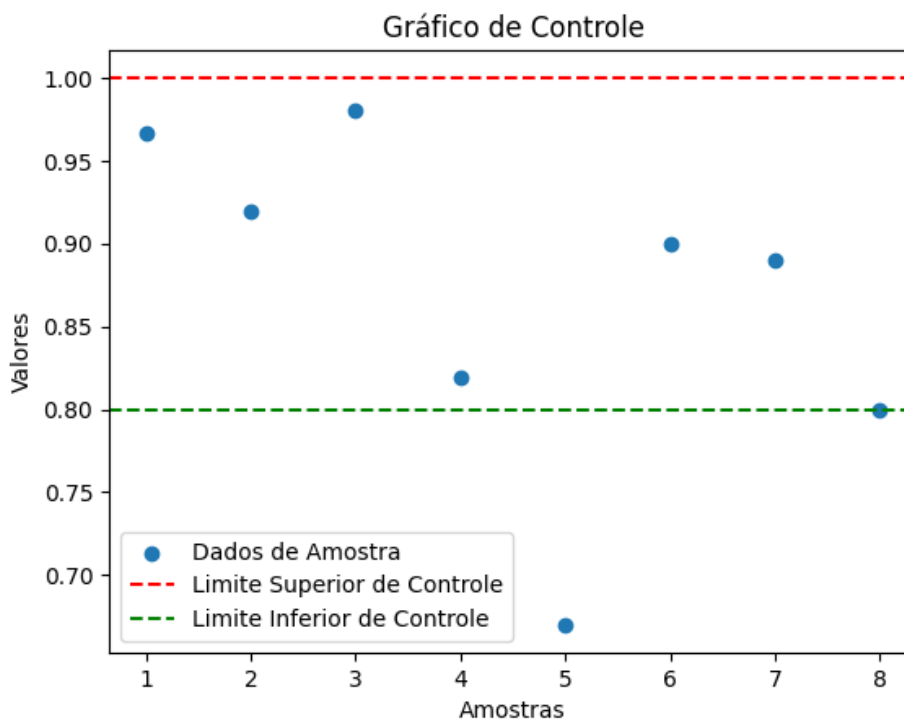
4.1.5 Etapa Controlar

A fase de Controle no DMAIC não apenas garante que as melhorias sejam mantidas, mas também cria um ambiente em que a organização está pronta para se adaptar a mudanças e continuar melhorando. Isso contribui para a sustentabilidade das melhorias e para a obtenção de resultados consistentes e de alta Qualidade.

Nesta etapa duas ferramentas foram utilizadas para acompanhar o rendimento do processo e as não conformidades. Para acompanhamento da eficiência da ficha

foi utilizado o Gráfico de Controle com os dados atualizados, como mostra a figura 23. Com a utilização dos *scripts* em *Python* os responsáveis podem atualizar as informações de maneira semanal, como alinhado em reunião, para analisar se o processo está seguindo os padrões de limite superior e inferior

FIGURA 23 – GRAFICO DE CONTROLE.



Fonte: (Autor, 2023).

Assim como os dados da figura 23 o Gráfico de Barras foi utilizado para o acompanhamento das não conformidades nos setores, tendo como principal expectativa a redução na área de pintura.

A etapa de Controle criou um ambiente propício para a inovação e a adaptação a mudanças nas condições de trabalho, tendo eficiência das equipes de Gestão. Em reunião a gerencia se mostrou confortável e em um cenário de mais apto para mudanças, aproveitando a experiência e o conhecimento adquiridos durante o projeto de melhoria.

4.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste estudo foi explorar um Modelo de Gerenciamento de Não Conformidade Baseado no Método DMAIC, visando desenvolver um modelo simplificado para o Controle de não-conformidades em um programa de Gestão de Qualidade. Dando ênfase nos resultados foi possível alterar um cenário onde uma amostra de 8 ODF, 5 estavam fora dos limites estabelecidos e apenas 3 estavam em uma região adequada, como mostra a figura 13, para um cenário onde a mesma população tem apenas 1 ODF fora de Controle. Em um intervalo de um período foi possível reduzir os RNC's em 40% na área de pintura, ações novas que contribuíram para isso foram a medição de camada das peças pintadas de maneira antecipada e o preenchimento do Check List da Pintura, aumentando o nível de Controle e evitando possíveis problemas na etapa de Montagem.

Todos os pontos principais para o acompanhamento e garantia de um sistema duradouro foram introduzidos em um Manual de Operação da Pintura, esse documento tem como principal objetivo: ser apoio durante as atividades em fábrica, para as equipes de Liderança e Processos/Colaboradores. Principal ponto é relatar questões de Qualidade que envolvem ações simples, como: Regulagem de equipamentos, Processo de Inspeção e Atividades de Prevenção.

A utilização do Gráfico de Pareto para o alinhamento em reunião segue sendo recorrente, a ferramenta se mostrou muito eficiente e prática para apresentação de dados nos encontros. Um ponto importante é a manutenção e atualização dos dados em planilhas eletrônicas organizadas, isso permite que as equipes de Gestão possam usar os scripts de maneira rápida e sem conhecimento prévio.

Os envolvidos se empenharam de maneira dedicada na identificação de oportunidades de aprimoramento e na implementação do método. A resposta positiva da Gestão valida não apenas os resultados alcançados, mas também o comprometimento e profissionalismo de cada membro envolvido no projeto.

5 CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivo aprofundar a exploração de um Modelo de Gerenciamento de Não Conformidade fundamentado no Método DMAIC, visando estabelecer um sistema simplificado para o controle de não-conformidades dentro de um programa de Gestão de Qualidade. Os resultados alcançados foram notáveis, demonstrando impacto tanto na perspectiva da Gestão como nas equipes de desenvolvimento. Notadamente, um progresso significativo foi observado na área de pintura, destacando-se uma substancial redução nos RNCs. Essa conquista foi impulsionada por medidas proativas, como a antecipação na medição da camada de pintura e a efetivação de um Checklist de Pintura, ambas contribuindo de forma relevante para essa melhoria contínua.

A aplicação completa do Método DMAIC compreendeu o desenvolvimento e execução de suas cinco etapas. Na fase de Definição, o estabelecimento do Project Charter, do Cronograma de atuação e a condução da Reunião 01 tiveram como propósito definir de forma clara o escopo do problema a ser abordado, estabelecendo metas, limites e critérios. O feedback obtido revelou a extrema importância desta etapa para o desenvolvimento do programa, gerando discussões construtivas e técnicas relevantes, especialmente durante a Reunião 01.

A etapa de Medição foi realizada com abordagens multifacetadas, envolvendo medições in loco na fábrica e análise dos Registros de Não Conformidades do sistema e da equipe de Controle de Qualidade. Essa fase agregou substancialmente aos processos de análise, proporcionando um entendimento claro do processo e das situações, estabelecendo uma proximidade valiosa com as equipes envolvidas. Os participantes enfatizaram a necessidade de atenção meticulosa e conhecimento prévio do processo, destacando o papel crucial da equipe de Excelência Operacional, que identificou pontos críticos durante encontros e assegurou a direção correta das coletas.

No estágio de Análise, a utilização de scripts desempenhou um papel fundamental para auxiliar nos estudos e conclusões, simplificando um processo complexo. Os scripts demonstraram ser extremamente valiosos, reduzindo consideravelmente a demanda de produtividade e o tempo de execução. Apesar de possíveis melhorias estéticas nos recursos visuais apresentados neste trabalho, estes

foram considerados compreensíveis e claros, alinhados com o propósito esperado. Os analistas interagiram com os scripts por meio de planilhas eletrônicas, enfatizando a importância do sistema padronizado de organização dos dados para a execução livre de erros no código, um recurso amplamente acessível dentro da empresa, facilitando a interação.

Na etapa de Melhoria, foi apresentado um plano de ação detalhado para tratar das Não Conformidades e aprimorar o processo. A adoção da ferramenta 5W1H foi bem recebida pela equipe, e ao longo da Reunião 04, a equipe Administrativa e de Controle de Qualidade demonstrou satisfação com as propostas apresentadas.

Para a fase de Controle, o Gráfico de Controle foi a ferramenta definida para acompanhar o processo. Ficou estabelecido que as equipes poderiam fazer uso periódico dos scripts para monitorar e certificar os indicadores. Além disso, o manual desenvolvido como suporte foi sugerido pela equipe de Excelência Operacional como material de apoio e referência para futuras auditorias de processo.

As contribuições primordiais da aplicação do Método DMAIC foram vastas: agilidade no desenvolvimento de recursos visuais de qualidade, simplificação das atividades por meio dos scripts e do Método DMAIC bem definido, redução significativa dos RNCs no processo e a implementação de um Método Cíclico de Gerenciamento, conferindo segurança à gestão do setor.

Em síntese, esta pesquisa ofereceu uma exploração aprofundada e prática do Modelo de Gerenciamento de Não Conformidade baseado no Método DMAIC, revelando não apenas conquistas palpáveis, mas também destacando a viabilidade e eficácia dessas estratégias em um contexto amplo de Gestão de Qualidade.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento do modelo simplificado para o Controle de não conformidades abre portas para futuras investigações e aprimoramentos. Algumas recomendações podem ser consideradas para direcionar pesquisas e trabalhos futuros nesta área específica:

- Ampliação da Aplicabilidade do Modelo: Explore como o modelo desenvolvido pode ser aplicado em diferentes contextos organizacionais. Considere setores específicos, como saúde, manufatura, ou serviços, e adapte o modelo para atender às necessidades particulares de cada segmento.

- **Integração com Sistemas de Informação:** Avalie a integração do modelo com sistemas de informação já existentes na organização. Como o modelo pode se conectar de maneira eficiente a plataformas de Gestão de Qualidade, sistemas de relatórios e outros softwares utilizados?
- **Avaliação de Impacto na Cultura Organizacional:** Realize estudos sobre como a introdução do modelo pode impactar a cultura organizacional. Analise a aceitação por parte dos colaboradores, identificando possíveis resistências e desenvolvendo estratégias para promover uma transição suave.
- **Análise de Desempenho a Longo Prazo:** Monitore o desempenho do modelo ao longo do tempo. Avalie sua eficácia na redução de não conformidades, identificando áreas de melhoria contínua e refinando o modelo conforme necessário.
- **Comparação com Outras Metodologias:** Realize comparações entre o modelo DMAIC proposto e outras metodologias de Gestão de não conformidades. Isso pode incluir análises comparativas de eficácia, eficiência e aceitação organizacional.
- **Estudo de Casos:** Explore estudos de caso que demonstrem a implementação bem-sucedida do modelo em diferentes organizações. Isso pode fornecer insights valiosos sobre os desafios enfrentados e as soluções encontradas em ambientes do mundo real.
- **Desenvolvimento de Ferramentas Auxiliares:** Considere o desenvolvimento de ferramentas ou softwares específicos que possam potencializar a eficiência do modelo. Isso pode incluir aplicativos móveis, painéis de Controle interativos ou interfaces intuitivas para facilitar a adoção e uso pelos colaboradores.

Ao seguir essas recomendações, futuros pesquisadores e profissionais poderão contribuir para o aprimoramento contínuo da Gestão de não conformidades, fortalecendo a capacidade das organizações de alcançar e manter altos padrões de Qualidade e eficiência.

REFERÊNCIAS

- BARRETO, J, LOPES, L. F. **Análise de falhas no processo logístico devido a falta de um Controle de Qualidade**. Revista Produção On Line – ABEPRO, 2016.
- CAMPOS, V.F. **Controle de Qualidade Total (no estilo japonês)**. Editora de Desenvolvimento Gerencial. Belo Horizonte, 1999.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas**. 3ª edição, Editoria Atlas S.A. – são Paulo, 2016.
- CUNHA, L. O.; ALVES, J. M. **A manufatura enxuta contribuindo para a melhoria da Gestão de Qualidade (SGQ): estudo de caso**. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, 14, 2011. Anais... SIMPOI. São Paulo, 2011.
- FALCONI, V. C. **Gerenciamento pelas Diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; 1996; p. 45.
- FEITEN, A. M.; COELHO, T. R. **Gestão da Qualidade em Organizações de**
- FERNANDES, S. T. & MARINS, F. A. S. **Aplicação do lean six sigma na logística de transporte**. Revista Produção Online. Florianópolis – SC, 2012.
- FERRAZ, S. A. **MELHORIA CONTÍNUA: FERRAMENTAS E TÉCNICAS**. São Paulo: Editora Senac, 2020.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Ed. Atlas, 1991.
- GODOY, A. S. **Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai./jun. 1995.
- JURAN, J. M.; DEFEO, J. A.; **Fundamentos da Qualidade para Líderes**. São Paulo: Bookman, 2015.
- KÖCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa**. 23ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.
- LOBO, R. N., **Gestão da Qualidade**. Editoria Érica – São Paulo, 2020.
- MACHADO, S. S. **Gestão da Qualidade**. Inhumas: IFG. Santa Maria, 2012
- MULLER, P.; MASSARON, L. **Python para Data Science para leigos**. Editora Alta Books. Rio de Janeiro, 2020.
- OLIVEIRA, L. M. T. **GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2021.
- PENCZKOSKI, D. P., PEDROSO, B., PILATTI, L. A., **Dificuldades da implantação do programa Seis Sigma**. IV Encontro de engenharia e tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa, 2008.
- PEZZATTO, A. T.; AFFONSO, L. M. F.; LOZADA, G. **Sistema de Controle da Qualidade**. SAGAH. Porto Alegre, 2018.
- PINHEIRO, T. H., SCHELLER, A. C., & CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Integração do seis sigma com o lean production: uma análise por meio de múltiplos casos**. Revista Produção Online. Florianópolis – SC, 2013.

SCHELLER, A. C., & CAUCHICK MIGUEL, P. A. **Adoção do seis sigma e lean production em uma empresa de manufatura**. Revista Produção Online. Florianópolis – SC, 2014.

Serviços: barreiras e facilitadores. Revista de Administração FACES Journal, v. 18,

SHIBA, S.; GRAHAM, A.; WALDEN, D. **TQM: quatro revoluções na Gestão da Qualidade**. Porto Alegre, 1997.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. Departamento de Ciência da Informação, 4 Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

TÁSSIA, A.; OLIVEIRA, L., **Aplicação de Ferramentas da Qualidade para Análise e Solução de Não Conformidades em uma Indústria de Alumínio**. Revista De Engenharia E Pesquisa Aplicada. Pernambuco, 2020.

VALERIANO, D. L., **Gerência em projetos: pesquisa, desenvolvimento e engenharia**. São Paulo, 1998.

VIEIRA, S. **Estatística para a Qualidade: como avaliar com precisão a Qualidade de produtos e serviços**. Rio de Janeiro, 1999.

WERKEMA, C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG; 1995; p. 64–65.

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

WERKEMA, C., **Métodos PDCA e Dmaic e Suas Ferramentas Analíticas**. Editora Atlas – Rio de Janeiro, 2021.