

# APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC E DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAINÉIS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO

João Marcos de Campos Ruths<sup>1</sup> (CUCR)

Camila Matos<sup>2</sup> (CUCR)

## RESUMO

O conceito de qualidade vem evoluindo devido ao crescente desenvolvimento tecnológico, tornando-se um forte aliado na gestão estratégica das empresas. Com o mercado cada vez mais competitivo e dinâmico, as organizações necessitam adequar seus processos da melhor forma, desenvolvendo um âmbito cada vez mais estratégico e inovador. A presente pesquisa teve como propósito analisar problemas ocorridos em um processo de fabricação de painéis elétricos de baixa tensão, em uma empresa de automação industrial, localizada na cidade de Guarapuava-PR, identificando as principais falhas e, através do método DMAIC e das ferramentas da qualidade, desenvolver uma proposta de melhoria no processo de fabricação. Para o desdobramento metodológico, foram realizadas as aplicações de ferramentas e metodologias da qualidade, como: Método DMAIC, Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, 5W2H e 5S, que permitiu identificar as falhas ocorridas no processo, sendo as maiores causas de atraso na entrega do painel finalizado, o retrabalho e a espera por material, as quais foram responsáveis por 72% dos atrasos ocorridos. Com isso, foi possível identificar as causas raízes destes problemas, permitindo uma melhoria mais objetiva. É possível concluir que a aplicação de ferramentas da qualidade buscando a permanente melhoria contínua, é fundamental, mas isso se torna realmente possível quando há um comprometimento de toda equipe envolvida.

**Palavras-chave:** Ferramentas da Qualidade. Processo. Gestão da Qualidade.

## ABSTRACT

The concept of quality has been evolving due to the growing technological development, becoming a strong ally in the strategic management of companies. With the market increasingly competitive and dynamic, organizations need to adapt their processes in the best way, developing an increasingly strategic and innovative scope. This research aimed to analyze problems that occurred in a low voltage electrical panel manufacturing process, in an industrial automation company, located in the city of Guarapuava-PR, identifying the main failures and, through the DMAIC method and the tools of the quality, develop a proposal for improvement in the manufacturing process. For the methodological unfolding, applications of quality tools and methodologies were carried out, such as: DMAIC Method, Brainstorming, Ishikawa Diagram, 5W2H and 5S, which allowed to identify the failures that occurred in the process, being the main causes of delay in the delivery of the panel completed, rework and waiting for material, which were responsible for 72% of the delays that occurred. With that, it was possible to identify the root causes of these problems, allowing a more objective improvement. It is possible to conclude that the application of quality tools seeking permanent continuous improvement is essential, but this is possible when there is a commitment from the whole team involved.

**Keywords:** Quality Tools. Process. Quality management.

1 Graduando em Engenharia De Produção pelo Centro Universitário Campo Real. (eng-joaoruths@camporeal.edu.br).

2 Professora Orientadora. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Graduada em Engenharia de produção pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) - (prof\_camilamatos@camporeal.edu.br)

## 1 INTRODUÇÃO

Devido ao mercado cada vez mais competitivo, as empresas têm sido forçadas a analisar e recorrer a modelos mais eficazes para seus segmentos. Dessa forma, para ofertar produtos/serviços da melhor forma possível, como nenhum outro em seu ramo poderia fazer. Segundo Slack (2009), é necessário ter qualidade dentro da operação, detectar desperdícios, e saber implementar ferramentas da qualidade para diminuir gargalos. Quanto menor a quantidade de erros em cada processo da operação, menor o tempo necessário para a correção e, conseqüentemente, menor confusão e irritação.

Ribeiro (2016) relata que a gestão da qualidade como estratégia competitiva também parte do princípio de que o ciclo do produto, incluindo a pesquisa de mercado com foco no cliente, leva a uma contínua identificação de novos requisitos e necessidades. Ao mesmo tempo, em um mercado verdadeiramente competitivo, empresas concorrentes estarão igualmente se esforçando para melhor atender às expectativas do mercado.

Esse conjunto de conceitos fundamentais requer um esforço de liderança, comprometimento e envolvimento de todos em busca da melhoria da eficácia e da eficiência da estratégia competitiva. Portanto, liderança, comprometimento e envolvimento são também conceitos fundamentais da gestão da qualidade (RIBEIRO, 2016).

Conforme Pacheco (2019), a prática tem mostrado que, se bem conduzida, a Gestão da Qualidade no processo gera mudanças que têm efeitos didáticos e psicológicos muito positivos. Esses efeitos são mais imediatos e visíveis na primeira fase, quando os resultados são rápidos e mais bem caracterizados. Ao mesmo tempo em que se enfatiza a relação entre causas e efeitos, cria-se a certeza de que a qualidade no processo produz resultados benéficos para todos os envolvidos.

Martinelli (2009) relata que ao considerar a qualidade como uma relação entre as organizações com o mercado, torna-se possível a compreensão da qualidade como um fator estratégico para se atingir um determinado objetivo. O grande desafio da qualidade é estabelecer um diferencial competitivo, para garantir que uma organização sobreviva em meio a ambientes cada vez mais competitivos.

A qualidade é ainda uma das maiores contribuições operacionais para uma organização, uma vez que é a grande responsável pela redução de defeitos, redução de custos, aumento de produtividade, controle operacional, redução de retrabalho, ou seja, está presente e influencia diretamente todas as atividades da organização (MARTINELLI, 2009).

As organizações que alcançam a excelência devem estar observando atentamente as atualizações do mercado e do mundo. Essa atitude facilita o entendimento dos desejos e pensamentos do consumidor, que deve ser a motivação organizacional para se alinhar ao cliente. Para que as empresas se aperfeiçoem e alcancem essas metas é necessário estar

num processo de melhoria contínua e instituir um sistema de indicadores de desempenho (OLIVEIRA, 2009).

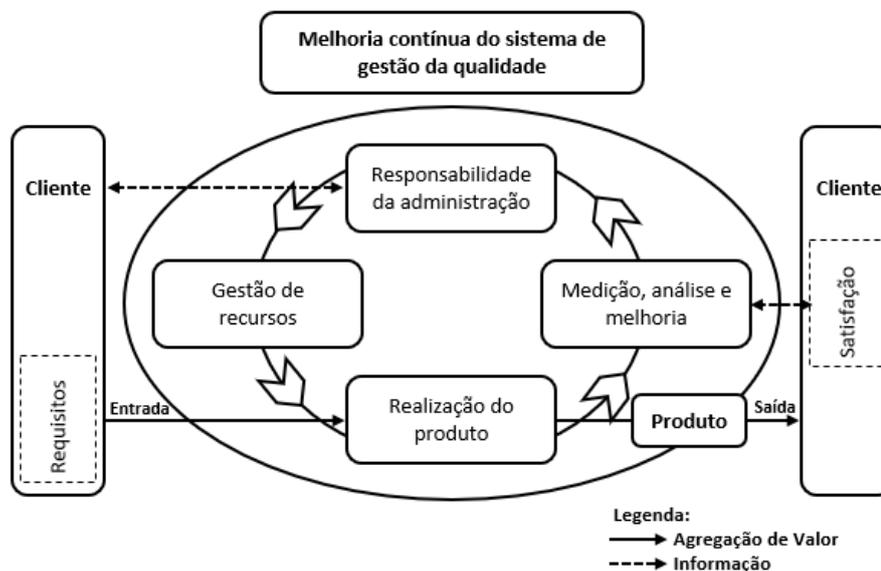
Frente ao que foi apresentado, para a empresa em estudo é de forma crucial que os prazos de entrega sejam atendidos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise no processo de montagem de painéis elétricos, buscando identificar suas principais dificuldades através da aplicação de ferramentas da qualidade, e assim, elaborar uma proposta de melhoria em seu processo. Portanto, se iniciou o estudo realizando a aplicação de ferramentas da qualidade para a elaboração da proposta de melhoria para a sua produção.

## 2 GESTÃO DA QUALIDADE

Há perfeita identidade de objetivos entre a Gestão da Produção e a Gestão da Qualidade, uma vez que ambas buscam a sobrevivência da organização e sua contínua evolução. Note, contudo, que a Gestão da Qualidade tem uma abordagem conceitual que enfatiza. De fato, a qualidade é instrumento básico de sobrevivência das organizações e o processo evolutivo uma de suas características fundamentais. Esse enfoque conceitual está presente em todas as suas estratégias e ferramentas. Por isso, pode-se concluir que a Gestão da Qualidade tem condições de estruturar o mais estável e o mais consolidado sistema de gestão das organizações, afirma Pacheco (2019).

A figura 1, a seguir, mostra um modelo de sistema de gestão de qualidade baseado em processos que visam, em cada uma das etapas, realizar a aplicação da qualidade, assim, buscando um foco total em satisfazer seu cliente, mantendo um processo inteiramente focado em seus objetivos.

Figura 1: Gestão da Qualidade.



Fonte: Nogueirol (2010).

Buscando a melhoria contínua de cada um dos processos, a utilização de métodos como o DMAIC, nos ajuda a alinhar o processo e desenvolver um procedimento de melhoria contínua em cada uma das etapas, pois assim, se torna possível a aplicação de ferramentas da qualidade de forma organizada e planejada.

## 2.1 MÉTODO DMAIC

Desenvolvido dentro do contexto do Seis Sigma, o DMAIC, surgiu para suprir uma necessidade detectada pela Filosofia Lean, junto ao entendimento de que o processo de melhoria deveria ser contínuo. Propôs-se uma ferramenta de natureza cíclica e que pudesse ser ativada e reativada diversas vezes, esse foi o contexto de criação do ciclo DMAIC em uma fábrica da Motorola nos Estados Unidos de meados de 1980. Mais tarde, a adoção do método dentro das unidades da General Eletric (GE) nos anos 1990 fez com que ele ganhasse ainda mais notoriedade como forma de alavancar a qualidade dos processos (PETENATE, 2020).

Conforme Sander (2018), a sigla DMAIC vem das palavras em inglês: *Define, Measure, Analyze, Improve e Control*. Na tradução para o português: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. O método é usado como um roteiro para orientar o desenvolvimento de processos, esses processos buscam controlar o fluxo de trabalho, permitindo sua otimização para chegar nas metas desejadas. O DMAIC é composto de cinco etapas e cada uma ajuda a reunir dados e informações para tomadas de decisão estratégicas e bem orientadas.

Segundo Werkema (2012), diversas ferramentas são utilizadas de maneira integrada às etapas do DMAIC, que se transforma, então, em um método sistemático baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas para se atingir os resultados estratégicos desejados pela empresa.

Segundo Minetto (2018), o método DMAIC é constituído por cinco etapas:

- D – *Define* (Definir): O primeiro passo é definir as oportunidades, escopo, objetivos e participantes. De maneira geral, nesse passo você define o que será feito e qual é o resultado esperado ao final da execução do ciclo. Uma dica importante é: reflita sobre as melhorias que podem ser realizadas e foque nas mais relevantes e viáveis. *Brainstorming* é uma técnica que pode ser bastante útil para você nesse passo.
- M – *Measure* (Medir): O objetivo desse passo é coletar dados e informações para analisar e avaliar o cenário atual, preferencialmente de forma quantitativa e estatística, para assim estabelecer baselines para as melhorias pretendidas e, ao final do ciclo, você conseguir comparar o cenário atual com o resultado obtido e assim verificar se as melhorias implantadas foram satisfatórias. Você

pode contar com o apoio de ferramentas como o Diagrama de Ishikawa, Pareto, Matriz GUT ou Causa e Efeito.

- **A – *Analyze* (Analisar):** O foco aqui é identificar a causa raiz do problema. Geralmente ao analisar um processo várias possíveis causas raízes são identificadas, mas a chave para o sucesso desse passo é priorizar e validar a causa raiz do problema a ser tratado. Como resultado desse passo, espera-se que oportunidades de melhorias sejam criadas. Utilizar o 5 Porquês é uma abordagem interessante para te ajudar na identificação e validação da causa raiz.
- **I – *Improve* (Melhorar):** É a hora de tratar as oportunidades de melhorias identificadas no passo anterior. Primeiramente você deve identificar as possíveis soluções para corrigir e evitar a causa raiz do problema, em seguida, é recomendado testar para descobrir se a solução proposta é efetiva, caso não seja, ela deve ser repensada e replanejada; se o resultado do teste for promissor, a ação deve ser implementada. Entretanto, pode ser que nessa etapa você encontre várias soluções, não necessariamente todas precisam ser testadas e implementadas, muitas delas podem ser apenas identificadas e registradas para futuramente serem utilizadas. De forma resumida, esse passo consiste em: Identifique/Crie soluções, concentre-se nas soluções mais fáceis e simples de serem implementadas, teste as soluções, crie um plano de ação (a ferramenta 5W2H pode ser adotada), implemente/Implante as melhorias.
- **C – *Control* (Controlar):** O foco desse passo é controlar as ações do plano de ação para que ele não se perca. Para isso, é fundamental que você defina critérios de controle como, por exemplo, checklists, metas e estatísticas para servir como fonte de informação para o monitoramento da implementação das ações. Você deve verificar o desempenho do plano de ação para garantir que os resultados pretendidos sejam alcançados e conseqüentemente, conseguir responder ao final desse passo se as ações de melhorias implementadas foram ou não eficazes. A ideia a ser fomentada nesse final de ciclo é: Busque a melhoria contínua!

## 2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Essas ferramentas são utilizadas para definir, mensurar, analisar e propor soluções aos problemas que interferem no desempenho e no resultado das empresas. Elas ajudam a estabelecer métodos mais elaborados de resolução baseados em fatos e dados, o que aumenta a taxa de sucesso dos planos de ação (RAMOS, 2018).

De acordo com Ribeiro (2016), a evolução da qualidade ocorrida no século passado levou ao surgimento de várias técnicas para gerenciar a qualidade de produto e processo nas operações de produção da cadeia interna de valor. As mais básicas, chamadas ferramentas da qualidade, têm por objetivo principal auxiliar o processo de melhoria contínua, ou seja: identificação de um problema, identificação das causas fundamentais desse problema, análise da situação visando a eliminação ou minimização dessa causa fundamental, implementação e verificação dos resultados.

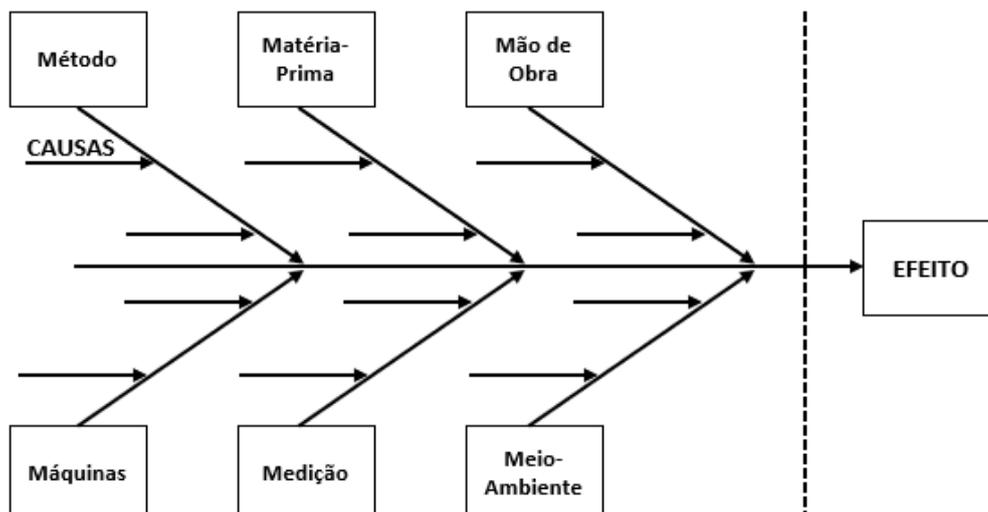
### 2.2.1 Brainstorming

É uma ferramenta utilizada em reuniões nas quais os integrantes têm liberdade total de expor suas ideias, por mais absurdas que pareçam, sem se preocuparem uns com os outros, dos quais recebem ou não influências. Tais ideias são classificadas e avaliadas de acordo com as expectativas da organização. (SELEME E STADLER, 2012).

### 2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Segundo Werkema (2012), o Diagrama de Causa e Efeito é uma ferramenta utilizada para apresentar a relação existente entre um resultado de um processo (efeito) e os fatores (causas) do processo que, por razões técnicas, possam afetar o resultado considerado. De acordo com o autor, como a sua forma lembra o esqueleto de um peixe, o diagrama também é conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, conforme representa a figura 2.

Figura 2: Modelo Diagrama de Ishikawa.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Uma terceira denominação para esse diagrama é Diagrama de Ishikawa, em homenagem ao Professor Kaoru Ishikawa, que construiu o primeiro diagrama de causa e efeito para explicar a alguns engenheiros de uma indústria japonesa como os vários fatores de um processo estavam inter-relacionados (WERKEMA, 2012).

### 2.2.3 5W2H

Segundo Paula (2015) a ferramenta 5W2H é um checklist administrativo de atividades, prazos e responsabilidades que devem ser desenvolvidas com clareza e eficiência por todos os envolvidos em um projeto. Tem como função definir o que será feito, porque, onde, quem irá fazer, quando será feito, como e quanto custará, são eles:

- *What* (o que será feito?)
- *Why* (por que será feito?)
- *Where* (onde será feito?)
- *When* (quando será feito?)
- *Who* (por quem será feito?)
- *How* (como será feito?)
- *How much* (quanto vai custar?)

### 2.2.4 Gráfico de Pareto

Segundo Werkema (2014), o Gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. A informação assim disposta também permite o estabelecimento de metas numéricas viáveis de serem alcançadas.

O princípio de Pareto foi inicialmente estabelecido por J. M. Juran, que adaptou aos problemas da qualidade a teoria para modelar a distribuição de renda desenvolvida pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto (1843-1923). Juran foi o primeiro a notar que esta mesma ideia se aplicava aos problemas da qualidade – a distribuição dos problemas e de suas causas é desigual e, portanto, as melhorias mais significativas poderão ser obtidas se nossa atenção for concentrada, primeiramente, na direção dos poucos problemas vitais e, logo a seguir, na direção das poucas causas vitais desses problemas (WERKEMA, 2014).

## 2.3 PROGRAMA 5S

De acordo com Schneider (2015), o 5S é um método criado e idealizado no Japão, nos anos 60, propondo-se a melhorar o local de trabalho das empresas que eram muito desorganizadas e sujas, e diminuir o desperdício, reduzir o número de acidentes e melhorar a produção das empresas. A sigla 5S deriva de cinco palavras japonesas: *SEIRI*, *SEITON*, *SEISOH*, *SEIKETSU*, *SHITSUKE*.

Segundo Polli (2014), cada S é conhecido por diversas denominações, porém vamos considerar as mais utilizadas, como segue:

1. "S" - *Seiri* = Organização: significa que apenas os itens necessários são mantidos na área de trabalho. Isso envolve descartar de pronto o que não for servir. Geralmente as pessoas têm a tendência de manter coisas pela simples perspectiva de algum dia vir a utilizá-las, o nosso conhecido ditado "quem guarda tem". Descartar itens desnecessários, não significa simplesmente jogá-los no lixo, as organizações devem destinar uma área específica para acomodar tudo aquilo que tiver utilidade duvidosa, com um detalhe de prazo limitado. Ou seja, semanalmente ou mensalmente esses itens serão vendidos, leiloados ou então sucateados (POLLI, 2014).
2. "S" - *Seiton* = Ordem: Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar. A área de trabalho deve ser arranjada de forma que tudo seja fácil de achar e usar. Os itens mais utilizados devem ser colocados próximos à estação de trabalho e o restante pode ficar mais distante. O acesso a esses itens deve ser feito por meio de caminhos desobstruídos e facilitados. Usa-se, para tanto, o conceito de facilitação, ou seja, todo o arranjo da fábrica deve ser pensado de forma a atender esses requisitos e sinalizações, como faixas, quadros, cartazes devem existir de forma a indicar a localização de todos os itens (POLLI, 2014).
3. "S" - *Seiso* = Limpeza: É mais fácil manter limpo do que limpar. Num primeiro momento, quando da implantação do programa, a limpeza é feita no estilo mutirão. Isso é feito dessa forma para conscientizar o grupo de uma mudança comportamental a partir desse ponto. Na sequência deve-se estabelecer o conceito de que a limpeza é responsabilidade de todos (POLLI, 2014).
4. "S" - *Seiketsu* = Padronização: Organização, ordem e limpeza devem ser hábitos diários. Esses elementos colaboram para evitar a degradação do que foi obtido até esse estágio. A padronização como em outras ferramentas da qualidade envolve a normatização dos procedimentos, precisamos documentá-los por escrito: o que fazer, como fazer, quando fazer e quem deve

fazer. Nessa fase devemos ficar atentos para a manutenção dos passos anteriores (POLLI, 2014).

5. "S" - *Shitsuke* = Disciplina: Os procedimentos devem ser mantidos e seguidos. A comunicação é um elemento importante em todas as fases de implementação do programa 5S, porém nesse passo ela é essencial. Nessa fase a intenção é consolidar novo comportamento organizacional no que se refere à organização, ordem, limpeza e padronização. Para tanto são utilizados jornais internos, competições, premiações e tudo o que a comunicação puder desenvolver como ferramenta de incentivo (POLLI, 2014).

O programa 5S tende a transformar a forma dos indivíduos a pensarem, a apresentarem um desempenho melhor para toda a vida. O programa 5S não é apenas organização e limpeza, mais sim uma nova forma de liderar a empresa com ganhos eficazes de produtividade. O senso *SEITON* de arrumação, é nada mais do que estabelecer a organização dos recursos de forma a agilizar sua utilização quando forem necessários, definir um local para cada coisa e mantê-las em seu devido lugar (LIMA 2018).

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa classifica-se, do ponto de vista do objeto, como pesquisa de campo, uma vez que a etapa inicial da pesquisa foi desenvolvida no setor de montagem da empresa. Do ponto de vista da sua natureza, classifica-se como trabalho original, tratando-se de conhecimentos utilizados em pesquisas e aplicações de campo.

Do ponto de vista da forma de abordagem do problema, é classificada como pesquisa quantitativa, pois informações foram quantificadas, classificadas e analisadas, bem como o gráfico de Pareto utilizado na pesquisa. Quanto aos seus objetivos, a pesquisa se classifica como exploratória, pois trata particularmente de um estudo de caso. Este estudo de caso, por sua vez, classifica a pesquisa quanto aos procedimentos técnicos (GIL, 1999).

Com o objetivo de compreender os problemas no processo de montagem de painéis elétricos, utilizando uma abordagem qualitativa, foi desenvolvido análises de livros, manuais e artigos de revisão, para logo iniciar a verificação das informações coletadas durante a etapa de identificação de fatores determinantes, buscando um entendimento inicial sobre o processo de montagem de painéis elétricos e suas falhas ocorridas.

O trabalho se desenvolveu realizando os seguintes procedimentos:

- Acompanhamento presencial das etapas do processo de montagem de painel elétrico, para entender de como ocorre toda a montagem e quem é responsável por executá-las;

- Desenvolvimento do *Brainstorming* com a equipe do setor de montagem para identificação das dificuldades e falhas que ocorrem no processo;

Após a conclusão da etapa de reconhecimento e identificação dos problemas ocorridos, foi dado início ao tratamento dos efeitos para descoberta de suas possíveis causas.

Para que essas informações se tornassem dados completos, foram utilizadas as ferramentas:

- Diagrama de Ishikawa e;
- Gráfico de Pareto.

Já na fase de aplicação de um plano de ação, foi utilizado a ferramenta 5W2H, elaborando um procedimento para cada causa encontrada, aplicando seu estudo para eliminação de tal.

Os métodos tecnológicos utilizados para desenvolvimento das ferramentas se destacam o software Microsoft Excel.

Para a estruturação e aplicação de todas as ferramentas foi utilizado o método DMAIC. Com ele foi possível aplicá-las de forma ordenada e objetiva, chegando a um resultado esperado.

#### **4. ESTUDO DE CASO**

O estudo de caso abordado, foi desenvolvido no setor de montagem da empresa durante um período de agosto a novembro de 2020. Nesse período realizou-se o levantamento de dados para que assim, utilizando das ferramentas da qualidade, fosse possível identificar e analisar os problemas ocorridos e propor possíveis melhorias.

##### **4.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA**

A empresa estudada é do ramo de automação industrial, situada na cidade de Guarapuava-PR, que está presente no mercado desde 2016. Considerada uma empresa de pequeno porte, conta com 12 funcionários distribuídos nos setores de: Administrativo/RH, Financeiro, Compras/Almoxarifado, Vendas e Serviços Técnicos. Os principais produtos e serviços oferecidos são:

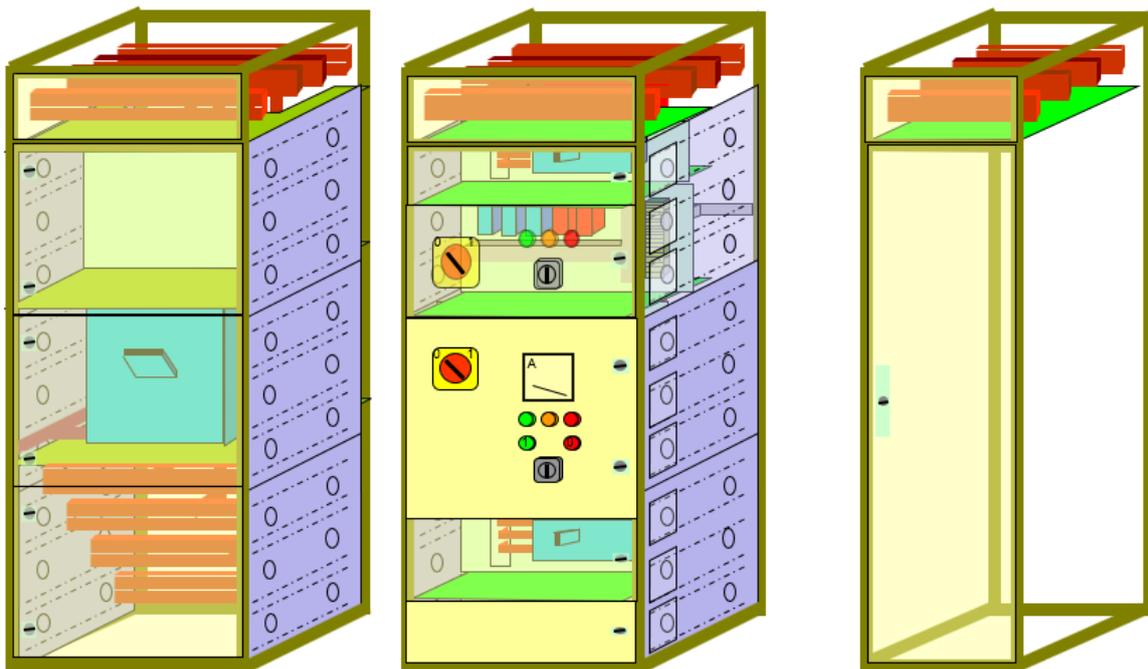
- Projetos elétricos de automação;
- Montagem de painéis elétricos de baixa tensão;
- Assistência técnica industrial;
- Peças para manutenção dos equipamentos de automação; (Módulo para CLP, Relés, bornes, jumpers, sensores, entre outros).

A área estudada foi de montagem de painéis elétricos, no qual havia algumas falhas e perdas de materiais, que assim, acabavam causando atrasos e desperdícios. A empresa não disponibilizava de uma sequência de cliente a ser atendido, causando certa confusão de qual cliente seria atendido primeiro, prejudicando a conclusão do produto e serviços prestados.

#### 4.2. PROCESSO DE MONTAGEM DE PAINÉIS ELÉTRICOS

Os painéis elétricos montados pela empresa são compostos por diversos equipamentos, estes que, por sua vez, são adquiridos por meio de compra de empresas fornecedoras, já que a empresa estudada não fabrica nenhum componente que será utilizado na montagem do painel. Dos componentes utilizados nesse processo, destacam-se: disjuntores, contadoras, relés, capacitores, inversoras de frequência, conjunto CLP, bornes, insumos, entre outros. Os painéis de comando são considerados peças-chave na indústria, já que, por meio deles é realizado o acionamento das máquinas da produção. Na imagem 1 é demonstrado o modelo de um projeto de um painel elétrico com seus componentes utilizados.

Imagem 1: Projeto painel elétrico de baixa tensão.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A Imagem 2 apresenta um painel elétrico de baixa tensão com seus componentes utilizados.

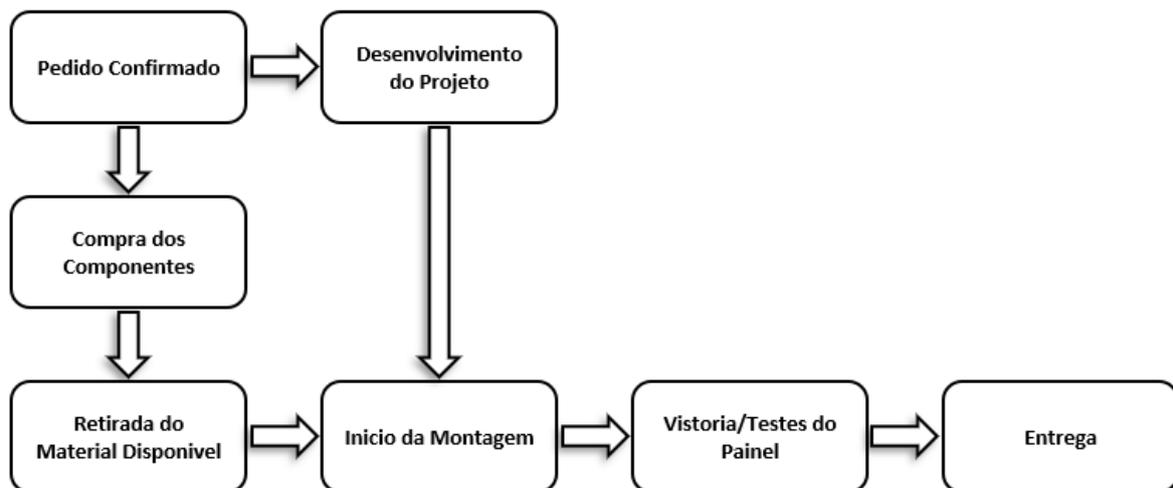
Imagem 2: Painel elétrico de baixa tensão finalizado.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O processo de montagem dos painéis elétricos está representado pelo fluxograma da figura 3.

Figura 3: Fluxograma do processo produtivo.



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O processo é iniciado após a confirmação do pedido realizado pelo cliente. Após essa aprovação é passado para o setor de compras a lista de material utilizado para esse projeto, o qual será responsável por toda a compra e confirmação da data de chegada do material necessário. Em seguida, já com o material disponível, é designado uma equipe que focará na montagem do painel até sua conclusão.

No processo de montagem, o engenheiro de projetos disponibiliza o projeto (desenho técnico), que mostra como será o leiaute e a lista de material. A equipe de montagem retira as peças já disponíveis no estoque, conforme o projeto, para dar início a montagem. Por fim,

o técnico responsável realiza a vistoria e testes que determinam a aprovação e liberação do equipamento concluído para envio e instalação no cliente.

### 4.3. APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC

#### 4.3.1. Definir

Para obter uma análise mais efetiva com uma melhor identificação dos problemas, foi reunida toda a equipe envolvida permitindo que fosse possível conhecer o processo, entender suas dificuldades e problemas ocorridos. Dessa forma, foi aplicado a dinâmica em grupo conhecida como *Brainstorming*. Os resultados dessa dinâmica aplicada, mostrou-se muito positivo por toda a equipe participar. Durante esse processo, alguns pontos abordados não faziam parte do conhecimento dos gestores, devido a equipe de montagem não ter informado antes sobre o que ocorria. Desses pontos abordados o foco principal era referente ao atraso da entrega do pedido, que se destaca por se tratar da imagem e qualidade da empresa perante os seus clientes.

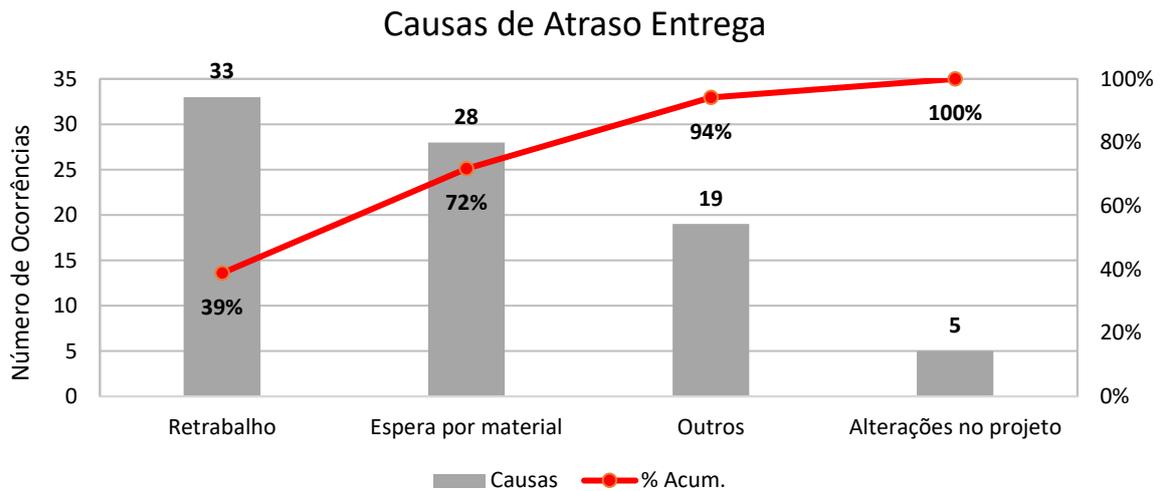
Após a conclusão da dinâmica, foram obtidas algumas informações, entre elas é que a empresa tem grande dificuldade em organização, que foi relacionada com a falta de espaço para montagem dos painéis quando se encontra mais de um pedido em andamento. Devido à falta de espaço acaba acarretando outros problemas como setor desorganizado pela má organização dos funcionários. Identificou-se também que ocorre muito retrabalho durante a montagem dos painéis, os fatores que causam esse retrabalho se destacam como: i) Informações incorretas; ii) Alterações no projeto; iii) Montagem errada. Outro ponto importante destacado que causa também o atraso na conclusão do pedido é a espera por material que se destaca por meios dos seguintes itens: i) Compra de material errado; ii) Falta material no pedido de compra; iii) Atraso de envio do fornecedor.

Estas, definidas como falhas e dificuldades no processo foram caracterizadas como mais relevantes das abordadas durante a dinâmica, esse destaque se dá devido serem as que causam maior impacto para entrega do pedido final.

#### 4.3.2. Medir

Com os dados coletados no *Brainstorming*, foi possível construir um Gráfico de Pareto para analisar visualmente os principais problemas encontrados, conforme apresentado na imagem 3.

Imagem 3: Gráfico de Pareto causas de atraso de entrega.



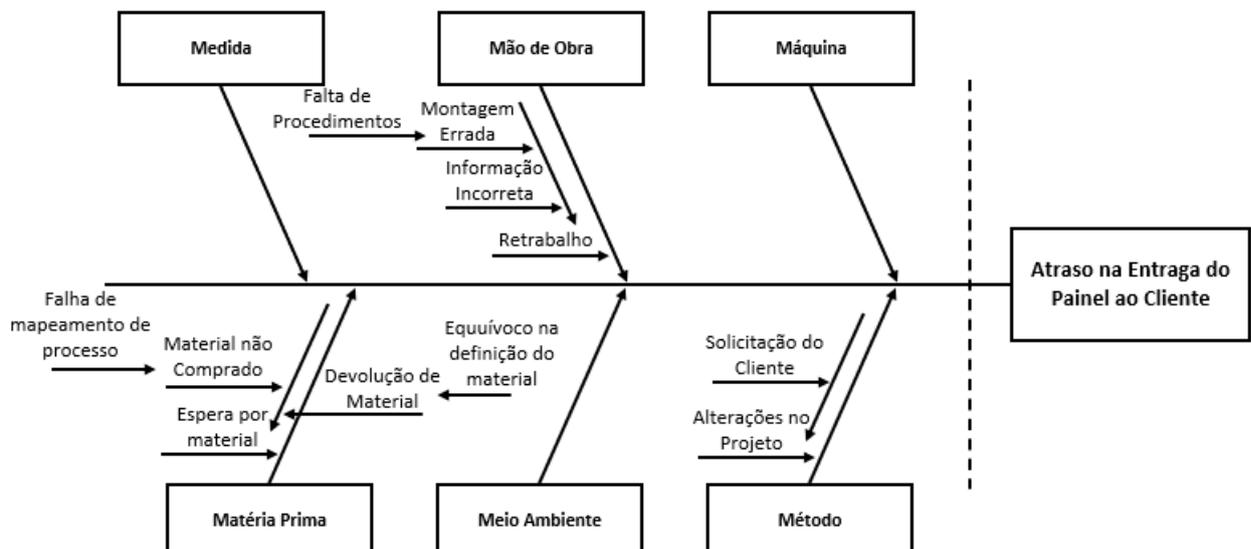
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Nota-se que as maiores causas de atraso na entrega do painel finalizado são *retrabalho e espera por material*, as quais são responsáveis por 72% dos atrasos ocorridos, devendo, então, ser foco na aplicação de ações corretivas com o objetivo de minimizar suas ocorrências, causando uma melhora considerável no processo.

#### 4.3.3. Analisar

Com o maior problema encontrado, foi construído um diagrama de Ishikawa, com o objetivo de identificar a causa raiz deste problema e posteriormente solucioná-la. O Diagrama pode ser visualizado na figura 4.

Figura 4: Resultado de aplicação Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborador pelo autor (2020).

Conforme apresentado, foram identificadas as duas principais falhas no processo de montagem de painéis elétricos, que somadas apresentam 72% dos atrasos ocorridos, em análise conjunta com a equipe envolvida no processo de montagem, foi encontrado as causas raízes, que são elas: falha de mapeamento de processo, equívoco na definição do material e falta de procedimento documentado. De acordo com os resultados encontrados na análise realizada, podemos afirmar que a mão de obra e a matéria prima, são as principais causas do atraso na entrega do painel ao cliente.

Na mão de obra, a principal causa é a falta de procedimento, devido a essa falta de procedimento os funcionários não possuem um método a seguir para a realização da montagem, assim, prejudicando o desenvolvimento do trabalho. Nesse ponto também vale ressaltar que para os funcionários realizarem seu trabalho, as dúvidas geradas no processo são tiradas com o técnico responsável, que no momento de passar a informação, ela pode ser recebida de forma errada causando erro na montagem.

Na matéria prima, encontramos duas causas responsáveis: falha de mapeamento de processo e equívoco na definição de material. As causas encontradas fazem com que a compra do material seja feita de forma errada ou até mesmo não ocorra a compra do material para concluir a montagem, dessa forma os funcionários responsáveis pela montagem do painel não recebem todo o material necessário necessitando parar com a montagem para esperar o material chegar para dar continuidade. Quando ocorre essa falha os funcionários são destinados a outras atividades parando com a demanda principal.

Após as causas encontradas, foi proposto priorizá-las por considerar de extrema necessidade de melhoria e demandar tempo para essa implantação.

#### 4.3.4. Melhorar

Após definir a priorização das causas encontradas, deu-se início a aplicação da ferramenta 5W2H para estruturar as definições de melhorias no processo de fabricação de painéis elétricos. A seguir, no Quadro 1, é apresentado o plano de ação com ações que poderão ser implantadas para minimizar e/ou sanar os problemas ocorridos.

Quadro 1: Plano de ação.

What (o que)	Who (quem)	When (quando)	Where (onde)	Why (por que)	How (como)	How Much (quanto)
<b>Criar procedimento para etapas de montagem de painéis elétricos</b>	<b>Engenheiro e Técnico</b>	<b>21/09/2020 à 27/11/2020</b>	<b>Setor de montagem</b>	<b>Com a padronização do processo, os funcionários saberão como proceder em cada etapa, gerando assim, maior qualidade e menor tempo de montagem do painel.</b>	<b>Com a coleta de dados de cada etapa, linguagem de fácil entendimento, linguagem visual, mantendo acompanhamento para possíveis atualizações.</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Padronizar ordens de serviços para atividades solicitadas</b>	<b>Equipe de montagem</b>	<b>01/10/2020 à 30/10/2020</b>	<b>Setor de montagem</b>	<b>A ordem de serviço é a formalização do trabalho que será executado, sendo ela uma informação única e objetiva onde todos os envolvidos receberão a mesma informação objetiva e escrita para uma melhor organização e comunicação do que será feito.</b>	<b>O Técnico responsável pelo serviço ficará responsável por definir a ordem de serviço e o colaborador responsável por executar tal tarefa destinada.</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Melhorar mapeamento do processo do cliente</b>	<b>Equipe de montagem</b>	<b>01/10/2020</b>	<b>Setor de montagem</b>	<b>A falta de um mapeamento completo no processo a ser melhorado pode causar erros na definição de materiais e desenvolvimento de projeto.</b>	<b>Realizar o mapeamento do processo juntamente com a equipe que será responsável pela execução para obter mais olhares críticos em cada um dos processos que o cliente deseja melhorar.</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Realizar conferências no pedido de compra do material</b>	<b>Responsável de compra e Engenheiro</b>	<b>01/10/2020</b>	<b>Setor de compras</b>	<b>O objetivo da conferência é minimizar os erros de compra de material, evitando o vai e volta do mesmo, assim, diminuindo os atrasos de recebimento por troca, evitando desperdícios de tempo e gastos extras.</b>	<b>Checar a lista de material juntamente com o Engenheiro responsável antes de pedir orçamento para fornecedor, após o recebimento do orçamento realizar nova checagem para confirmação de os materiais solicitados estão de acordo com a aplicação definida a eles.</b>	<b>R\$ 0,00</b>
<b>Melhorar organização na armazenagem de materiais</b>	<b>Equipe de montagem</b>	<b>14/09/2020</b>	<b>Setor de montagem</b>	<b>Manter um setor organizado traz as seguintes vantagens: Aumento na produtividade, otimização do tempo, maior foco nas atividades, bem-estar e conforto para aqueles que ali atuam.</b>	<b>Adquirir 3 prateleiras novas para organização do material e aplicar o programa 5S</b>	<b>R\$ 450,00</b>

Fonte: Elaborador pelo autor (2020).

1 Graduando em Engenharia De Produção pelo Centro Universitário Campo Real. (eng-joauruths@camporeal.edu.br).

2 Professora Orientadora. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Graduada em Engenharia de produção pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) - (prof\_camilamatos@camporeal.edu.br)

Com o plano de ação de melhoria elaborado para as causas encontradas, foi dado início ao processo de aplicação e implantação de controle dessas etapas, visando assim, uma rastreabilidade durante o processo, ocorrendo um acompanhando sobre a execução e finalização de cada ação. Assim, o responsável pela execução de cada processo terá uma maior facilidade e identificação do que foi realizado e das anomalias que teve durante o processo.

Toda e qualquer empresa, independente do ramo de atuação necessita de um ambiente limpo e organizado, dessa maneira tende em realizar suas atividades de uma melhor forma, assim, garantindo a excelência aos seus clientes e funcionários.

Com base nesse fato, foi evidenciado que a empresa necessita da implantação do programa 5S no setor de montagem de painéis elétricos. Para dar início ao primeiro passo da implantação do programa, foi realizado um levantamento de todo o material disponível no setor e das variações que podem ocorrer de uma montagem para outra. Conforme vê-se na imagem 4, o setor de montagem se encontrava sem organização, com os materiais espalhados pelo setor, causando problemas na hora de montagem, pois ninguém sabia, muitas vezes, onde se encontravam os materiais necessários e as ferramentas.

Imagem 4: Imagens do setor de montagem antes da organização.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Já na imagem 5, é possível observar como ficou a sala de montagem após o início da implantação do 5S, buscando a organização e mudança de hábito dos funcionários no setor.

1 Graduando em Engenharia De Produção pelo Centro Universitário Campo Real. (eng-joaoruths@camporeal.edu.br).  
2 Professora Orientadora. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e Graduada em Engenharia de produção pela Universidade Estadual do Paraná (UNESPAR) - (prof\_camilamatos@camporeal.edu.br)

Imagem 5: Imagem do setor de montagem após a organização.



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Após a organização realizada, como mostra a imagem 5, o setor de montagem recebeu uma nova visão, sendo possível identificar e reconhecer o local de cada equipamento necessário para a montagem do painel. Foi realizada também uma limpeza no setor, tornando isso rotina de trabalho após o encerramento das atividades do dia. No momento, o programa se encontra na etapa de padronização.

A aplicação do programa 5S, caracteriza-se como um todo, um programa de fácil compreensão do todos sendo possível aplicar em qualquer nível hierárquico e em qualquer empresa, por se tratar de um simples programa e ao mesmo tempo um modelo profundo, já que traz consigo o conceito de melhorias organizacional e grande mudança cultural em todos os envolvidos.

#### 4.3.4. Controlar

O objetivo de controlar cada uma das etapas, é de total importância para que se garanta que a melhoria aplicada irá se manter na prática de forma sustentável. Garantindo o acompanhamento, foi proposto a aplicação de checklist de acordo com os requisitos que o plano de ação exige.

O checklist apresentado na figura 5, será de responsabilidade do engenheiro do setor de montagem que deverá reportar semanalmente para seu superior o status de evolução do

plano de ação, o superior do setor ficará responsável pela avaliação do checklist, dessa forma, deverá garantir que os resultados obtidos sejam constantes.

Figura 5: Checklist de Acompanhamento Plano de Ação.

<b>Checklist Plano de Ação</b>		
<b>Responsável:</b>	Engenheiro Setor de Montagem	
<b>Status:</b>	Em execução	
<b>What (o que)</b>	Criar procedimento para etapas de montagem de painéis elétricos.	
<b>Who (quem)</b>	Engenheiro e Técnico	
<b>When (quando)</b>	<b>Data Início</b>	21/09/2020
	<b>Data Final</b>	27/11/2020
<b>Where (onde)</b>	Setor de montagem	
<b>Why (por que)</b>	Com a padronização do processo, os funcionários saberão como proceder em cada etapa, gerando assim, maior qualidade e menor tempo de montagem do painel.	
<b>How (como)</b>	Com a coleta de dados de cada etapa, linguagem de fácil entendimento, linguagem visual, mantendo acompanhamento para possíveis atualizações.	
<b>How Much (quanto)</b>	R\$	-
<b>Conferência Semanal</b>	<b>Status</b>	<b>Observação</b>
21/09/2020	Iniciado	Iniciado coleta de dados para procedimentos.
28/09/2020		
05/10/2020		
12/10/2020		
19/10/2020		
26/10/2020		
02/11/2020		
09/11/2020		
16/11/2020		
23/11/2020		

Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

O checklist desenvolvido, é de suma importância para ajudar a desenvolver uma visão analítica a curto, médio e longo prazo. Desta forma, torna-se visível a necessidade de uma nova avaliação do processo que vem sendo aplicado caso algo não esteja atingindo os resultados esperados.

Durante o desenvolvimento do plano de ação, a cultura organizacional da empresa estará sendo reestruturada devido a aceitação de todos a implantação do programa 5S, este, que por sua vez, irá trazer a toda a empresa principalmente ao setor de montagem, grandes

melhorias como: organização, otimização da produção e conseqüentemente a motivação dos funcionários.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do método DMAIC juntamente com as ferramentas da qualidade, nos mostrou ser possível a melhoria do processo de fabricação de painéis elétricos, em uma empresa de automação industrial onde havia grandes problemas com o atraso na produção.

As ferramentas da qualidade utilizadas durante o processo, tornaram possível a identificação dos problemas e suas causas raízes, sendo possível assim, criar um plano de ação capaz de as solucionar, fazendo com que o processo se tornasse mais eficaz e eficiente. Os resultados mostraram que as maiores causas de atraso na entrega do painel finalizado foram o retrabalho e a espera por material, as quais foram responsáveis por 72% dos atrasos ocorridos. Desta forma, considera-se o objetivo foi alcançado, uma vez que foi determinado realizar uma análise no processo de montagem de painéis elétricos, buscando identificar suas principais dificuldades através da aplicação de ferramentas da qualidade, e assim, elaborar uma proposta de melhoria em seu processo.

Com tudo que foi analisado, vemos que a escolha correta das ferramentas da qualidade, comprova que é possível identificar falhas e as solucionar em qualquer organização. Dessa forma, a aplicação de ferramentas da qualidade buscando a permanente melhoria contínua, é fundamental, mas isso se torna realmente possível quando a um comprometimento de toda a equipe envolvida.

Portanto, a aplicação das ferramentas da qualidade com um método estruturado, é capaz de reestruturar todo um processo produtivo, mas para isso, vale ressaltar que a empresa deve estar aberta a toda essa mudança, fornecendo todos os dados necessários de forma que possam ser estudados e analisados em busca de melhorias que solucionem os problemas garantindo um novo modelos de processo produtivo.

## REFERÊNCIAS

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

RIBEIRO, C. L. C. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**, 3ª edição. Grupo GEN, 2016. 9788597006438. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597006438/>. Acesso em: 29 Sep 2020

PACHECO, P. E. **Gestão da Qualidade - Teoria e Prática**. Grupo GEN, 2019. 9788597022032. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597022032/>. Acesso em: 29 Sep 2020

MARTINELLI, F. B. **Gestão da qualidade total**, 2009. Disponível em: <[http://www.qualitert.com.br/biblioteca/gestao\\_da\\_qualidade\\_total.pdf](http://www.qualitert.com.br/biblioteca/gestao_da_qualidade_total.pdf)>. Acesso em: 29 de set. de 2020

OLIVEIRA, O. J. **Gestão da Qualidade: Tópicos Avançados**. São Paulo: Pioneira, 2009.

PATENATE, M. **As 5 etapas do método DMAIC**. Edit, 16 de jul. 2020. Disponível em: <<https://www.escolaedti.com.br/dmaic#:~:text=Desenvolvido%20dentro%20do%20contexto%20do,ativada%20e%20reativada%20diversas%20vezes.>>. Acesso em: 29 Sep. 2020

SANDER, C. **O que é o DMAIC? Entenda como funciona o método**. CAE. 26 de Nov. 2018. Disponível em: <<https://caetreinamentos.com.br/blog/processos/o-que-e-dmaic/>>. Acesso em: 26 de Set. de 2020

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e Demaic e Suas Ferramentas Analíticas**. Grupo GEN, 2012. 9788595154537. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595154537/>. Acesso em: 29 Sep 2020

MINETTO, B. **O que é o DMAIC**, 21 de jun. 2018. Disponível em: <[https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic#:~:text=O%20DMAIC%20%C3%A9%20uma%20ferramenta%20iterativa%20utilizada%20para%20a%20melhoria%20de%20processos.&text=DMAIC%20%C3%A9%20o%20acr%C3%B4nimo%20em,Analyze%2C%20Improve%20e%20Control\).](https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic#:~:text=O%20DMAIC%20%C3%A9%20uma%20ferramenta%20iterativa%20utilizada%20para%20a%20melhoria%20de%20processos.&text=DMAIC%20%C3%A9%20o%20acr%C3%B4nimo%20em,Analyze%2C%20Improve%20e%20Control).>)>. Acesso em: 29 de ago. de 2020

RAMOS, D. **As sete ferramentas da qualidade**, 18 de jul. 2018. Disponível em: <<https://blogdaqualidade.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade/>>. Acesso em: 29 de ago. de 2020

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: As ferramentas essenciais**. 2. ed. Curitiba, PR: IBPEX, 2012.

PAULA, G. B. **O que é 5W2H: reduza incertezas, ganhe produtividade e aprenda como fazer um plano de ação**, 08 de nov. 2015. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/5w2h/>>. Acesso em: 29 de set. de 2020.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas**. Grupo GEN, 2014. 9788595152311. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152311/>. Acesso em: 29 Sep 2020

SCHNEIDER, V. **Implantação Da Ferramenta De Qualidade “5s” Em Empresa De Embalagens De Papelão**. Lajeado/RS, 2015.

NOGUEIROL, L. R. **Gestão da Qualidade**. Editora Saraiva, 2010. 9788536517797. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536517797/>. Acesso em: 17 Oct 2020

POLLI, M. F. **Gestão da Qualidade**. Editora Universidade Estácio de Sá, 2014. Disponível em: <[http://estacio.webaula.com.br/BiBlioTECA/Acervo/Complementar/Complementar\\_29102.pdf](http://estacio.webaula.com.br/BiBlioTECA/Acervo/Complementar/Complementar_29102.pdf)>. Acesso em: 29 de ago. de 2020

LIMA, C.; CHIEREGATTO; I. L.; ADÃO, M. C. B.; SILVA, T. A.; PRADO, G. C.; TORRICELLI, T. A.; PEREIRA, L.C. **Implantação 5s No Estoque De Uma Empresa**. Revista Gestão em Foco. 2018.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999