

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE GESTÃO E ECONOMIA  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA PRODUÇÃO

EDUARDO ENDER

**ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DE CINCO PASSOS DO PILAR DE CONTROLE DE  
QUALIDADE EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE MOTORES ELÉTRICOS.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2020

EDUARDO ENDER

**ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DE CINCO PASSOS DO PILAR DE CONTROLE DE  
QUALIDADE EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE MOTORES ELÉTRICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado junto  
ao Curso de Especialização em Engenharia de  
Produção – UTFPR como pressuposto parcial para  
obtenção do título de Especialista em Engenharia da  
Produção

Orientador: Msc. Wanderson Stael Paris

CURITIBA

2020

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **ESTUDO DE CASO DA APLICAÇÃO DE CINCO PASSOS DO PILAR DE CONTROLE DE QUALIDADE EM UMA LINHA DE MONTAGEM DE MOTORES ELÉTRICOS.**

Esta monografia foi apresentada no dia 7 de Dezembro de 2020, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Produção – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato Eduardo Ender apresentou o trabalho para a Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após a deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Msc. Wanderson Stael Paris  
Orientador

---

Msc. Sérgio Zagonel  
Banca

---

Msc. Egon Bianchini Calderar  
Banca

---

Dra. Luciana Vieira de Lima  
Banca

Visto da coordenação:

---

Prof. Dr. Paulo Daniel Batista de Sousa

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

“As pessoas que vencem neste mundo são as que procuram as circunstâncias de que precisam e, quando não as encontram, as criam”.

Bernard Shaw

## RESUMO

ENDER, Eduardo **Estudo de caso da aplicação de cinco passos do pilar de controle de qualidade em uma linha de montagem de motores elétricos**. 2020. 34 f. Monografia. (Especialização em Engenharia da Produção) – Departamento de Gestão e Economia - DAGEE, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.

Em um processo produtivo, diversas variáveis podem influenciar na qualidade final de um produto, o que torna necessário definir estratégias de atuação sobre estas variáveis buscando uma maneira de controlá-las. Com base na metodologia de Manufatura de Classe Mundial ou “*World Class Manufacturing*” que busca o zero defeito, este trabalho teve como objetivo em um estudo de caso aplicar os cinco primeiros passos do pilar de controle de qualidade buscando identificar as principais causas que geraram não conformidades em uma linha de montagem de motores elétricos industriais e propor ações para resolvê-las.

O presente trabalho foi realizado em uma empresa fabricante de equipamentos elétricos localizada em Santa Catarina.

Para a implantação total do pilar, os passos seis e sete devem ser aplicados, porém isto será desenvolvido como trabalho futuro.

**Palavras-chave:** Qualidade. Motores Elétricos. *World Class Manufacturing*.

## ABSTRACT

ENDER, Eduardo **Case study of the application of five steps of the quality control pillar in an electric motor assembly line.** 2020. 34 p. Monograph. (Specialization in Production Engineering) - Department of Management and Economics - DAGEE, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2020.

In a production process, several variables can influence the final quality of a product, which makes it necessary to define action strategies on these variables, seeking a way to control them. Based on the methodology of World Class Manufacturing that seeks zero defects, this work aimed at a case study to apply the first five steps of the quality control pillar seeking to identify the main causes that generated non conformities in an assembly line of industrial electric motors and propose actions to solve them.

The present work was carried out in an electrical equipment manufacturer located in Santa Catarina.

For the total implantation of the pillar, steps six and seven must be applied, but this will be developed as future work.

**Keywords:** Quality. Electric motors. World Class Manufacturing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Pilares WCM	14
Figura 2: Diagrama de Pareto	16
Figura 3: Diagrama de Causa e Efeito	18
Figura 4: TWTP	19
Figura 5: HERCA	20
Figura 6: Principais Defeitos de Linha - 2019	23
Figura 7: Questionário HERCA	28
Figura 8: Diagrama de Ishikawa Aplicado	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Descrição e tipo de falha do defeito	24
Tabela 2: 5W1H	24
Tabela 3.1: 5G	25
Tabela 3.2: 5G	26
Tabela 4: Questionário TWTP	27
Tabela 5: Reposta positivas HERCA	29
Tabela 6: Aplicação dos 5 Porquês.	30
Tabela 7: Plano de Ação	31



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1 OBJETIVOS	9
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivo Específico	10
1.2 JUSTIFICATIVAS	10
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1 METODOLOGIA <i>WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM)</i> – MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL	13
2.1.1 Pilar do Controle de Qualidade	14
2.1.1.1 Ferramentas da Qualidade	15
2.1.1.1.1 Matriz <i>Quality Assurance</i> (QA)	16
2.1.1.1.2 Diagrama de Pareto	16
2.1.1.1.3 5G e 5W1H	17
2.1.1.1.4 Os 5 Porquês	17
2.1.1.1.5 Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito	18
2.1.1.1.6 TWTPP + HERCA	18
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA</b>	<b>21</b>
3.1 ESTUDO DE CASO	21
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO	22
3.3 PRODUTO E PROCESSO ESTUDADO	22
<b>4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b>	<b>23</b>
4.1 PASSO 1: SELECIONAR O PROBLEMA:	23
4.2 PASSO 2: ENTENDER OS OBJETIVOS E DEFINIR METAS	25
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente nota-se uma crescente industrialização e competição nos mais diversos setores do mercado o que está forçando as empresas a buscar excelência em seus processos, o que gera a necessidade de desenvolver novos métodos que garantam a confiabilidade, a qualidade e a competitividade para a permanecer viva no mercado. (MIRSHAWKA, 1993)

Segundo Slack *et al.* (2009) alguns gerentes de produção acreditam que a qualidade é um dos fatores mais importantes que podem afetar o desempenho de uma organização com relação a seus concorrentes. Investir em melhorias no processo e na qualidade do produto tornou-se um diferencial competitivo entre as organizações.

Um dos métodos mais recentes aplicados por grandes organizações ao redor do mundo é encontrado dentro das metodologias de *Lean Manufacturing*, e é chamado de *World Class Manufacturing* (WCM) que oferece um conjunto de conceitos, princípios e técnicas de gestão dos processos através da implantação de dez pilares técnicos e dez pilares gerenciais que permite identificar quais são as áreas com maior perdas ou desperdício dentro da organização e as ataca visando eliminar ou reduzir qualquer tipo de desperdício, seja ele monetário, natural ou humano.

Entre os dez pilares técnicos, destaca-se o pilar de controle de qualidade, que será abordado neste trabalho, pois oferece um conjunto de atividades que tem por finalidade estabelecer e manter as condições para zero defeitos, esta condição é atingida trabalhando com sete passos e em cada um deles aplicando métodos e ferramentas específicas.

Diante do exposto este trabalho visa a aplicação da metodologia WCM através da aplicação de cinco passos do pilar técnico de controle de qualidade para análise e estratificação de defeitos que ocorreram em uma linha de montagem de motores elétricos.

### 1.1 OBJETIVOS

A seguir, descreve-se o objetivo geral e os objetivos específicos que se pretende atingir com a realização deste estudo.

### 1.1 1 Objetivo Geral

Reduzir a quantidade de defeitos na linha de montagem da empresa em estudo pela aplicação da metodologia WCM.

#### 1.1.2 Objetivo Específico

Realizar uma pesquisa bibliográfica buscando informações sobre o pilar controle de qualidade

- a) Mapear o indicador de qualidade de uma linha de montagem de motores;
- b) Aplicar os cinco primeiros passos do pilar de controle de qualidade;
- c) Apresentar as ferramentas utilizadas durante o estudo.

### 1.2 JUSTIFICATIVAS

Em uma linha de produção industrial existem pontos de inspeção de qualidade, sendo estes pontos de inspeção responsáveis por medir a qualidade do que está sendo produzido ou processado, sendo a falta da qualidade um desperdício tornando necessário analisar cada defeito buscando entender o motivo que o gerou, desta forma é possível atuar sobre a causa para evitar que o problema volte a ocorrer.

Neste trabalho serão realizadas análises bibliográficas que possibilitem de maneira prática, reduzir os impactos da falta de qualidade na linha de produção de motores elétricos “engenheirados” causados por falhas operacionais ou erro humano aplicando ferramentas de qualidade de acordo com os passos do pilar de controle de qualidade da metodologia WCM (*Word Class Manufacturing*).

Atualmente a análise de defeitos operacionais tem em sua grande maioria como apontamento da causa raiz a falta de treinamento do operador, porém, existem vários motivos que levam um operador a errar e se não analisado de maneira mais minuciosa ou aprofundada acaba gerando planos de ação “fracos” e que não resolvem o problema e que voltam a ocorrer, indicando que é necessário um estudo mais aprofundado da causa buscando criar ações de maior eficácia para redução do problema.

A linha de produção a ser estudada é de produtos “engenheirados”, o que significa que cada item produzido possui especialidades ou montagens diferentes entre um produto e outro, sendo assim, não são produzidos grandes lotes, o que aumenta ainda mais as chances de equívocos e falhas por parte dos operadores de montagem.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A constante busca por melhorias em produtos e serviços está cada vez mais intensa nos diversos ramos industriais, estes que se encontram em constante processo de desenvolvimento de novos métodos produtivos e práticas gerenciais (WOMACK et al., 1998). Esta busca por melhorias tem apresentado enorme impacto sobre os processos de fabricação e serviços e seus métodos de controle.

De acordo com Hamel e Prahalad (1995), para se manter competitivo é necessário, entre outros fatores, a melhoria contínua de processos. Desta maneira, podemos destacar o aprendizado em processos como uma das principais características da melhoria contínua, que destaca a habilidade de solucionar problemas de maneira efetiva.

Rocha (1999) enfatiza que o maior desperdício de uma organização é o retrabalho, este que implica em 'ter que refazer'. Atualmente o termo qualidade em produtos de ponta não é mais um diferencial, já passou a ser o pré-requisito para a sobrevivência de uma organização.

Para o ramo industrial, especificamente em uma linha montagem de motores elétricos, a qualidade depende de vários fatores e processos que agregam valor ao produto. O processo de produção consiste nos recursos que serão submetidos a etapas do processo produtivo sendo que a partir deste ponto a estrutura vai se dividindo em submontagens, formando os subconjuntos que irão compor o produto (PEINADO; GRAEML, 2007).

Para Werkema (1995) processo é:

Uma combinação dos elementos equipamentos, insumos, métodos ou procedimentos, condições ambientais, pessoas e informações do processo ou medidas, tendo como objetivo a fabricação de um bem ou o fornecimento de um serviço (WERKEMA, 1995, p. 6).

Desta forma para uma organização se manter sustentável, competitiva, inovadora, ela deve sempre procurar reduzir os custos de produção, mitigando as suas perdas (MENDES; MATTOS, 2017).

No contexto da Qualidade Total, o gerenciamento dos sistemas constitui em um processo sem problemas, fundamentado na atuação sobre a sua causa raiz, de maneira a aperfeiçoar constantemente os sistemas. Sendo a padronização a base do

gerenciamento por sistemas (CAMPOS, 1990). O gerenciamento através do uso de sistemas é a própria prática do controle da qualidade e a padronização é fundamental no controle. Como as melhorias dependem de se ter uma rotina implantada (controle de qualidade), decorre que a padronização é necessária para todo o gerenciamento da empresa, tanto nas ações de rotina quanto nas melhorias.

Conforme Garvin (1992), gerenciar a dimensão da qualidade em uma organização não é diferente de qualquer outro aspecto do gerenciamento, pois se torna necessário a elaboração de estratégias e a criação de objetivos e ações. Se a qualidade for vista apenas como um sistema de controle nunca será efetivamente melhorada, ela deve ser vista como uma função gerencial.

Para Thia *et al.* (2005), as ferramentas da qualidade têm sido desenvolvidas e sempre aprimoradas para manter a utilização da gestão da qualidade nas empresas, dessa forma são consideradas imprescindíveis para o sistema de gerenciamento da qualidade obter o sucesso.

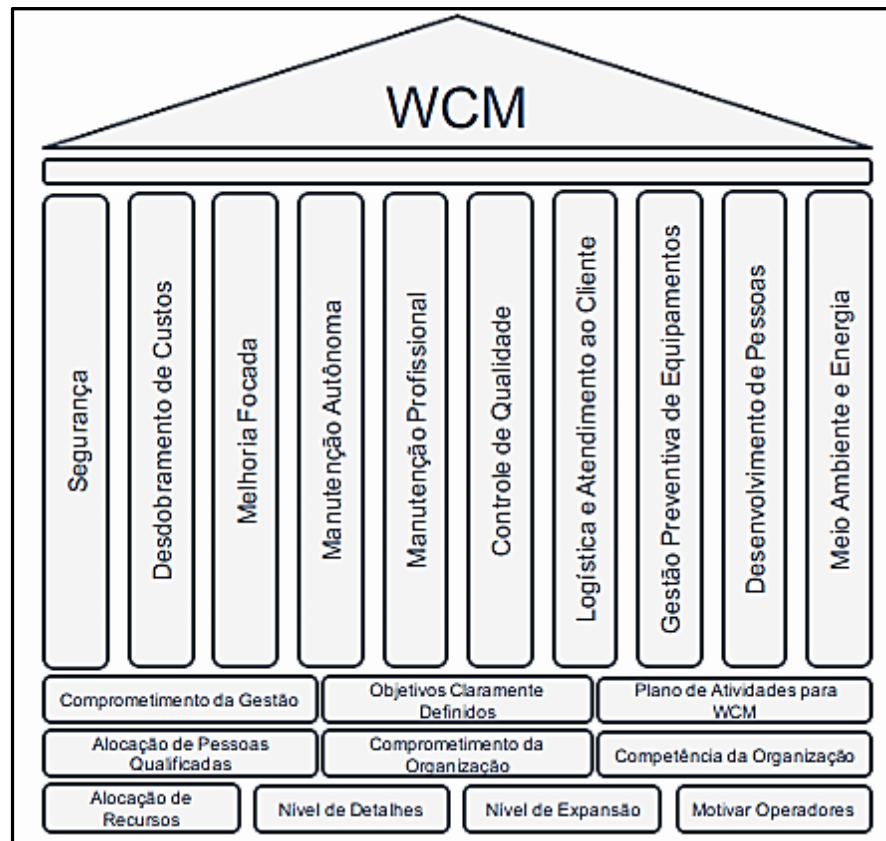
Visando atingir o objetivo de melhoria da qualidade na indústria, vários conceitos e técnicas relacionadas a qualidade e produtividade estão surgindo, sendo um destes conceitos o *World Class Manufacturing* (WCM) (MENDES e MATTOS, 2017).

## 2.1 METODOLOGIA WORLD CLASS MANUFACTURING (WCM) – MANUFATURA DE CLASSE MUNDIAL

De acordo com Mendes e Mattos (2017) e Cortes (2010), o conceito *World Class Manufacturing* (WCM) ou Manufatura de Classe Mundial foi apresentado por Hayes e Wheelwright em 1984 quando descreveram as capacidades desenvolvidas por empresas alemãs e japonesas quando entraram na concorrência nos mercados de exportação. Já em 1986, Schonberger publicou um livro intitulado “*World Class Manufacturing – The lessons of simplicity applied*” onde utilizou o mesmo termo mas com uma abordagem mais ampla, revisando os princípios do WCM, e fazendo a ligação entre as estratégias de gestão, dos processos e ferramentas requeridos pela indústria para colocar em prática essas estratégias.

O WCM está estruturado em dez pilares gerenciais e dez pilares técnicos. Os pilares gerenciais dão suporte à aplicação dos pilares técnicos. Para Cortez *et al*

(2010), os pilares gerenciais indicam o comprometimento que a organização deve demonstrar durante a aplicação do modelo para alcançar os objetivos dos pilares técnicos, conforme demonstra a figura abaixo:



**Figura 1 – Pilares WCM**

**Fonte: adaptado de Yamashina (2014)**

### 2.1.1 Pilar do Controle de Qualidade

Para os autores Borges, Oliveira A. e Oliveira, E, (2013), o pilar denominado “Controle da Qualidade do WCM” é formado por um conjunto de atividades que tem a função de definir as condições necessárias do processo avaliando a produção de peças fora da conformidade, tendo como objetivo identificar, reduzir e eliminar as perdas.

Segundo Mendes e Mattos (2017) o WCM tem como um dos principais objetivos tornar o processo capaz de produzir peças que atendam as especificações, ou seja, mais atenção é dada para soluções no sistema de produção. Desta forma, as inspeções em produtos acabados tendem a reduzir com o decorrer da implantação do WCM.

Conforme Yamashina (2007) estabelece como procedimento do pilar da qualidade sete passos, descritos a seguir.

- 1) Seleção do problema;
- 2) Entender a situação e definir os objetivos;
- 3) Planejar as atividades;
- 4) Analisar as causas;
- 5) Definir e implementar medidas preventivas;
- 6) Verificar os resultados;
- 7) Padronizar as atividades de controle e suas implantações.

Para auxiliar na avaliação de defeitos de linhas de produção as empresas que utilizam o sistema do *World Class Manufacturing* (WCM) vem aplicando as ferramentas de qualidade com o objetivo de reduzir os defeitos ocasionados pela mão de obra, surgindo então uma inovação nos métodos de controle, conhecido como *quality gate* ou “portão da qualidade”. Esse método atua diretamente nos erros gerados pelos humanos e que de acordo com Yamashina (2007), esse novo sistema é uma integração das três fases; reconhecimento, julgamento e ação.

Os *quality gate* assim chamados são instalados ao longo das linhas de produção, realizando inspeções entre uma fase e outra do processo buscando não conformidades. Conforme os defeitos são encontrados, o pilar da qualidade oferece algumas ferramentas para analisar e evidenciar a falha e auxiliar na elaboração da solução dos problemas.

#### 2.1.1.1 Ferramentas da Qualidade

Conforme Mariani (2005) para tomar decisões com maior precisão na indústria, é necessário trabalhar com base em fatos e dados confiáveis, ou seja, através de informações geradas no processo. Para realizar esta coleta de informações, existem técnicas eficazes, denominadas de ferramentas da qualidade descritas abaixo que são capazes de propiciar além da coleta, o processamento e a disposição dos dados relacionados aos processos gerenciados dentro das organizações.



### 2.1.1.1.1 Matriz *Quality Assurance* (QA)

Segundo Yamashina (2009) a matriz de qualidade assegurada é utilizada para os estudos das condições atuais do controle da qualidade do processo. Segundo o autor, ela é uma técnica para se garantir que as ações tomadas sejam realmente na área e ou para operação mais relevante.

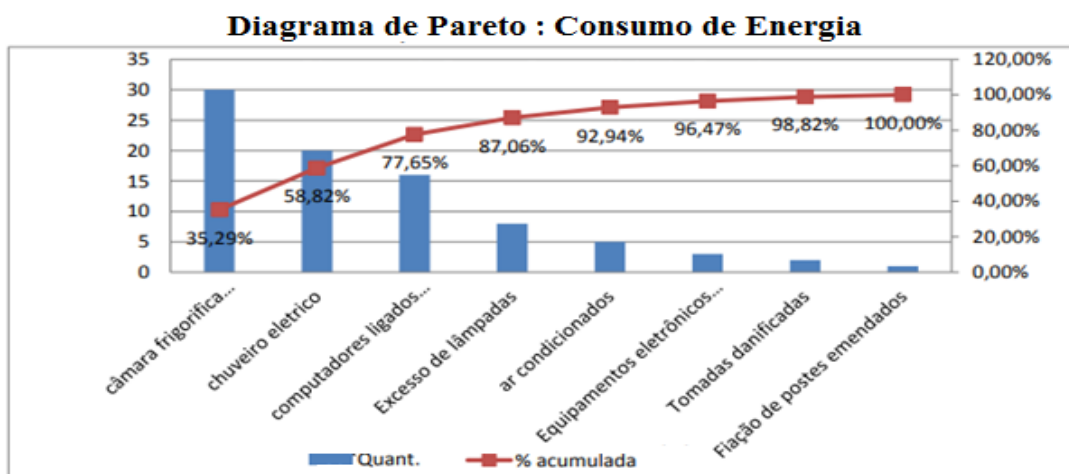
A matriz leva em consideração o processo completo de geração da qualidade na manufatura e tem como função mapear o defeito sobre o processo colocando o no segmento de processo e atribuindo 4M (Material, Máquina, Método e Mão de obra) ao qual é relacionado. (COSTA, 2016).

### 2.1.1.1.2 Diagrama de Pareto

Apresentado em 1897 por Vilfredo Frederico Samaso Pareto, demonstra que 80% dos problemas são ocasionados por 20% das causas de maior frequência. Seleme e Stadler (2012) entendem que com o gráfico é possível identificar e classificar os problemas conforme seu grau de importância e que os de maior relevância ou frequência precisam ser corrigidos em primeiro lugar.

Segundo Oliveira *et al.* (2014 apud RODRIGUES, 2012) para que seja possível elaborar um diagrama de Pareto, é necessário primeiramente coletar os dados, depois identificar as causas principais e elaborar planilhas para análise dos dados estudados.

É uma ferramenta de controle em forma de gráfico, conforme figura 2



**Figura 2: Diagrama de Pareto**  
**Fonte: Adaptado pelo autor**

Após aplicar o Gráfico de Pareto, o processo de decisão se torna mais ágil, pois ele apresenta os dados de forma objetiva, reduzindo assim a necessidade de grandes análises (BARROS; BONAFINI, 2015).

#### 2.1.1.1.3 5G e 5W1H

Outra ferramenta da qualidade muito utilizada é o 5W1H e os princípios do 5G com eles é possível entender o problema em detalhe pois são baseados no envolvimento de quem está analisando o problema com o que ocorre na prática.

Segundo Murino (2012), os 5G são definidos como:

- *GEMBA*: Ir ao local do problema;
- *GEMBUTSU*: checar pelas condições básicas;
- *GENJITSU*: Avaliar dados e fatos;
- *GENRI*: Contrastar com a teorias;
- *GENSOKU*: Seguir os padrões.

Na metodologia WCM os fatores verificados durante a aplicação do 5G são organizados em quatro categorias: Método, Material, Mão de obra e Máquina (CNH, 2013).

De acordo com Paris (2016), o 5W1H é uma ferramenta de análise lógica. Com ela se pode compreender de modo mais aprofundado uma determinada situação. Aplicando o 5G e realizando as seis perguntas do 5W1H que são: O que? (*What?*), Quando? (*When?*), Onde? (*Where?*), Quem? (*Who?*), Qual? (*Which?*) e Como? (*How?*) é possível uma melhor estratificação do problema a fim de encontrar a causa raiz.

#### 2.1.1.1.4 Os 5 Porquês

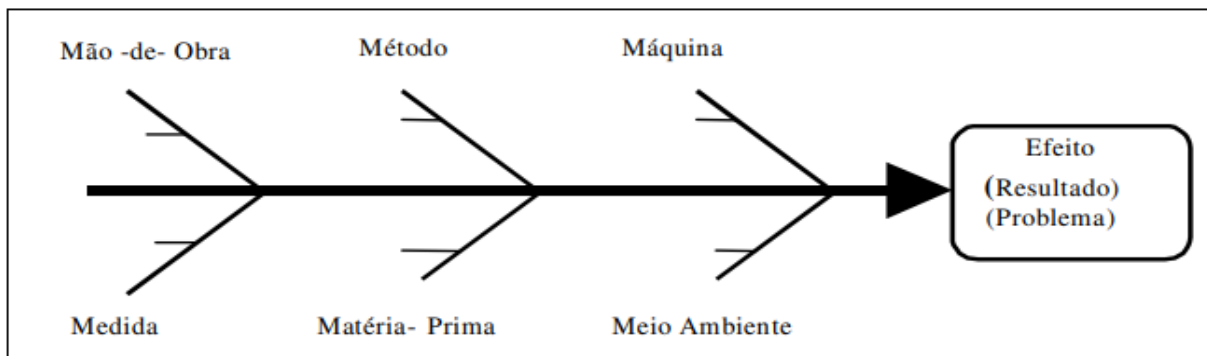
Trata-se de uma ferramenta com um método de abordagem científica, utilizada para chegar a causa raiz de um problema, sendo que esta causa geralmente está escondida através de sintomas óbvios (OHNO, 1997). É uma ferramenta de fácil aplicação e que foi desenvolvida por Taiichi Ono, pai do Sistema de Produção Toyota e que consiste em realizar a pergunta “Por quê?” cinco vezes. Desta forma realiza-se

uma determinada pergunta, e a cada resposta, é necessário questionar novamente o “por quê” do erro ocorrer até que não se tenha mais uma resposta.

De acordo com Weiss (2011), para análise dos cinco por quês, embora seja denominada assim, pode-se utilizar menos ou mais por quês, de acordo com a necessidade para que se encontre a causa raiz.

#### 2.1.1.1.5 Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Causa e Efeito

Segundo Ishikawa (1993), o diagrama de causa e efeito é uma das mais utilizadas e importantes ferramentas da qualidade ligadas a ações de melhoria contínua e controle da qualidade nas organizações conforme ilustra a figura 3



**Figura 3: Diagrama de Causa e Efeito**  
**Fonte: Campos (1992, p. 18)**

O seu formato, auxilia na identificação das causas de um problema, através da divisão em diversas categorias como o 6 M's, nos quais são: matéria prima, meio ambiente, medida, máquina, meio ambiente, método e mão de obra. (ISHIKAWA, 1993). Para aplicação da ferramenta é necessário avaliar todas as possíveis causas levantadas até o momento e incluir cada uma das delas em um dos 6M's, relacionando de certa forma a sua causa e efeito.

#### 2.1.1.1.6 TWTPP + HERCA

A ferramenta TWTPP, do inglês, “*The Way To Teach People*” – A maneira de se ensinar as pessoas, tem como finalidade gerar um padrão de conhecimento nas pessoas e evitar a recorrência de erros. Utilizando-se a ferramenta, é possível investigar, se o erro humano, foi causado por falta de conhecimento na atividade,

ferramenta ou processo. A aplicação desta ferramenta, é feita baseada em entrevista com a pessoa que cometeu o erro, assim como as demais envolvidas na tarefa, a fim de se encontrar um padrão no ambiente no qual o erro se manifestou. Conforme a metodologia, seguem as cinco perguntas básicas que devem ser conduzidas na entrevista, conforme ilustrado na figura 4:

TWTP			
ENTREVISTA COM COLABORADOR	1.1. Você sabe como sua atividade deve ser realizada?		
	A) Sim. Sigo as indicações da Norma, APT, Alerta da Qualidade, Ficha de Inspeção e Autocontrole dispostas no centro de trabalho.	B) Não sei algumas coisas.	C) Outros. Cite:
	1.2. Como você sabe que está fazendo seu trabalho de forma correta?		
	A) Conheço e verifico os parâmetros e itens de controle conforme procedimentos estabelecidos.	B) De acordo com minha experiência e faço autocontrole.	C) Outros. Cite:
	1.3. Como você sabe que não passou defeitos para frente?		
	A) Faço autocontrole, recebo informações de clientes internos/externos através do meu chefe e preparador, olho indicadores	B) Eu faço um autocontrole.	C) Outros. Cite:
	1.4. O que você faz quando encontra um problema?		
	A) Aviso imediatamente ao chefe ou preparador.	B) Falo ao chefe ou preparador apenas se eles perguntarem.	C) Outros. Cite:

Figura 4: TWTP

Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Entretanto, caso na entrevista, não for detectada a falta de conhecimento, deve-se aplicar a ferramenta HERCA – *Human Error Root Cause Analysis*, também desenvolvida na metodologia de WCM. Esta ferramenta é aplicada para analisar causa raiz geradas pelo homem, levando em consideração fatores como falta de conhecimento, fraqueza do processo, problemas técnicos, desatenção, esquecimento, atitude ou comportamento e problemas pessoais.

Conforme figura 5 que ilustra o questionário:

HERCA			
ANÁLISE DO TIME	QUESTÃO	SIM	NÃO
	15. Foi ocasionado por falta de treinamento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	16. Foi ocasionado por entendimento limitado das ferramentas e dispositivos utilizados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	17. Você ficou afastado do seu trabalho por mais de 3 meses?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	18. Você realiza a atividade a pouco tempo? É operador novo no posto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		CAUSA RAIZ	
		FALTA DE CONHECIMENTO	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Gestão visual; - Treinamento operacional; - Treinamento wMS.	
HERCA			
ANÁLISE DO TIME	QUESTÃO	SIM	NÃO
	2.1. Existe alguma situação ergonômica inadequada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.2. Esta atividade é muito complexa, difícil ou é realizada sem consulta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.3. O processo é passivo de erros (pouco robusto)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.4. As operações estão descritas de forma complicada, difíceis de entender?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.5. Há alguma informação que está faltando na documentação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	2.6. Falta gestão visual ou está difícil de entender?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		CAUSA RAIZ	
		FRAQUEZA DE PROCESSO	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Kaizen; - Normas/TLI/APT.	
	3.1. Faltam condições básicas de ferramentas ou equipamentos (limpeza, lubrificação, armazenamento, etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.2. As ferramentas são inadequadas para realizar operação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	3.3. Faltam no posto de trabalho as ferramentas e dispositivos descritos nos procedimentos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PROBLEMAS TÉCNICOS	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Poka Yoke; - Kaizen; - Atividades autônomas.	
	4.1. Há problemas causados pela carga de trabalho excessiva?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4.2. O posto de trabalho possui um layout inadequado, podendo levar a erros no processo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4.3. Falta organização dos materiais próximos ao posto de trabalho?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4.4. Existe condições ruins, no ambiente, relacionadas a iluminação, temperatura, ruído, limpeza, etc.?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	4.5. Existem informações no posto de trabalho que podem confundir os operadores, gerando erros?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PROBLEMAS NO POSTO DE TRABALHO E MEIO AMBIENTE	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Kaizen; - 5S; - Organização do posto de trabalho.	
	5.1. A operação foi sabotada de forma consciente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5.2. Há falta de motivação generalizada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	5.3. O operador tem demonstrado baixa motivação em relação a operação específica que está executando?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PROBLEMAS DE ATITUDE E COMPORTAMENTO	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Treinamento; - Gestão do líder com suporte do RH.	
	6.1. Existe alguma fonte de distração atrapalhando os colaboradores?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	6.2. O conteúdo de trabalho é excessivamente repetitivo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		DESATENÇÃO E ESQUECIMENTO	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Poka Yoke; - Gestão Visual; - Gestão do líder com suporte do RH.	
	7.1. O operador apresenta problemas físicos ou de saúde?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	7.2. O operador tem algum outro problema particular?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		PROBLEMAS PESSOAIS	
		MÉTODO SUGERIDO	
		- Gestão do líder com suporte do RH.	

As perguntas respondidas "SIM" indicam as possíveis causas.

**Figura 5: HERCA**  
**Fonte: O autor (2020)**

Concluída a entrevista uma ou mais causas serão indicadas e para cada uma a ferramenta indica um método para resolução do problema.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A pesquisa teve como objetivo a análise dos defeitos de qualidade em uma linha específica de montagem, aplicando a metodologia WCM com os passos do pilar de controle de qualidade. Através dessa análise foi possível ter conhecimento de práticas para análise de defeitos humanos que possibilitam evidenciar com maior precisão a causa que leva o operador gerar o erro. Com relação à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, pois seu objetivo é gerar conhecimento para a aplicação prática e solução de problemas específicos que acontecem no chão de fábrica.

O método de pesquisa utilizado é o estudo de caso, o qual permite, a partir da análise dos dados, identificar oportunidades de melhorias. As técnicas utilizadas para coleta dos dados foram a observação, entrevista e análise de documentos internos.

Conforme Roesch (1996), a pesquisa qualitativa e sua metodologia de análise e coleta de dados são adequados para uma fase exploratória da pesquisa.

Para atingir os objetivos desta pesquisa, foi realizada uma pesquisa com abordagem qualitativa, pois se trata de uma pesquisa que foi aplicada na empresa fabricante de motores elétricos, especificamente na área de produção, juntamente com os envolvidos na inspeção da qualidade do produto e operadores da linha de montagem.

#### 3.1 ESTUDO DE CASO

Este estudo de caso visa apresentar a aplicação dos cinco primeiros passos do pilar de controle de qualidade do sistema WCM para análise dos defeitos em uma linha de montagem de motores elétricos. Serão enfatizadas quais foram as ferramentas utilizadas deste a identificação do problema no passo um, até a identificação da causa raiz e proposta de ações para eliminação ou redução do problema no passo cinco da metodologia do pilar.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA EM ESTUDO

O estudo foi realizado em uma fábrica de motores elétricos localizada na região do Sul do Brasil. Atualmente presente em vários países, busca se manter competitiva através da melhoria de seus produtos e principalmente atuando na eficiência da suas diversas áreas produtivas, sendo a metodologia do WCM uma de suas bases para elaboração de um sistema próprio de manufatura.

### 3.3 PRODUTO E PROCESSO ESTUDADO

O produto do estudo é o motor elétrico industrial. Este motor é submetido a um processo de fabricação em linha de produção, onde, do início de sua fabricação até a conclusão passam por diversos processos de acordo com sua especialidade, sendo que para cada etapa do processo diferentes operadores realizam a sua montagem o que aumentam as chances de geração de defeitos. Os processos devem seguir procedimentos em que os resultados devem ser equivalentes aos padrões de qualidade que garantem o bom funcionamento do motor evitando problemas como defeito por mal funcionamento, falta ou troca de componentes. Sendo a análise e estudo destes três problemas apresentados neste estudo.

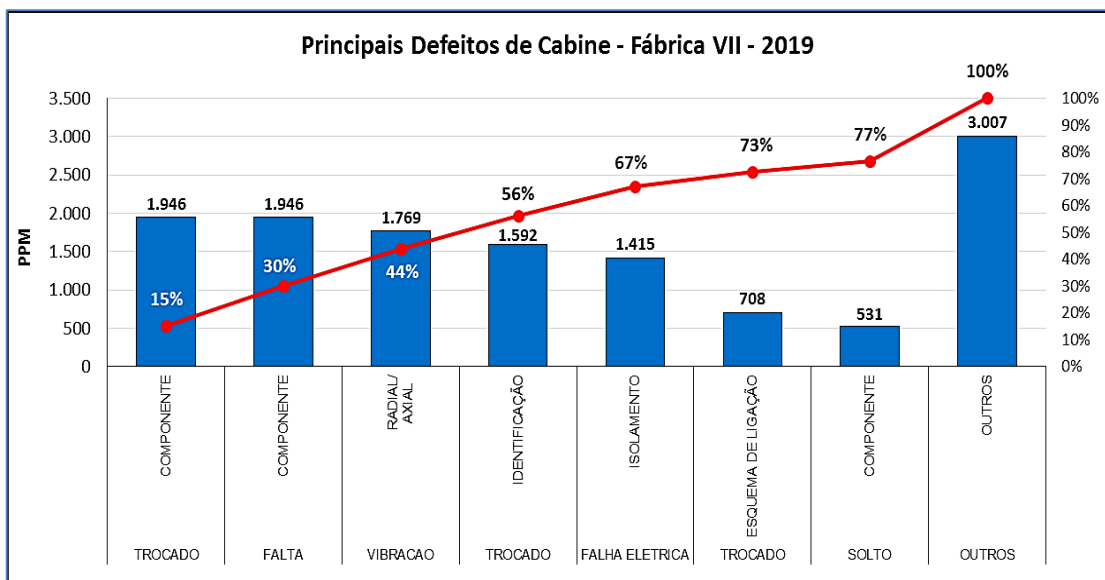
## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A apresentação e análise dos resultados serão realizadas utilizando como base os cinco primeiros passos do pilar da qualidade e suas ferramentas.

### 4.1 PASSO 1: SELECIONAR O PROBLEMA:

Neste passo o objetivo principal é identificar o problema que será tratado. Para este caso foi utilizado o diagrama de pareto criado a partir de dados de defeitos registrados por inspeções internas da equipe de inspetores do controle de qualidade detectados em uma estação de inspeção "Quality Gate" localizada na própria linha de montagem.

A base de dados coletados para elaboração do gráfico da figura 6 foram os registrados no ano de 2019, pois estes remetem a realidade atual de defeitos, pois com o passar dos anos melhorias e diferentes processos são implantados melhorando os processos, desta forma um defeito anterior a este ano pode ser um defeito que já não ocorre mais.



**Figura 6: Principais Defeitos de Linha - 2019**  
**Fonte: O autor (2020)**

Analisando a distribuição dos defeitos no gráfico, é possível identificar que 77% dos defeitos registrados ocorreram mais do que uma vez, os defeitos que ocorreram apenas uma vez no ano e foram agrupados e registrados no gráfico como "OUTROS" que somados representam 23%.



Nos defeitos de maior frequência, foram avaliados também o tipo de falha e o local de origem da falha. Com isto foi possível verificar que os defeitos de falha operacional representam maior influência, pois somados representam 52% do total dos defeitos registrados. Para auxiliar na avaliação alguns dados foram tabelados na tabela 1 a seguir:

**Tabela 1: Descrição e tipo de falha do defeito**

<b>Descrição do Defeito</b>	<b>Tipo de Falha</b>	<b>%</b>
Componente Trocado	<b>Operacional</b>	<b>15</b>
Componente Faltando	<b>Operacional</b>	<b>15</b>
Vibração Radial/Axial	Desempenho/Processo	14
Identificação Trocada	<b>Operacional</b>	<b>12</b>
Falha Elétrica no Isolamento	Desempenho / Processo	11
Esquema de ligação dos cabos de alimentação trocado/incorreto	<b>Operacional</b>	<b>6</b>
Componente Solto	<b>Operacional</b>	<b>4</b>
Outros	Aleatória	23
Somatória de defeitos de falha Operacional		<b>52</b>

**Fonte: O autor (2020)**

Com estas informações, foi aplicada a ferramenta 5W1H buscando entender como e onde estas falhas operacionais estavam ocorrendo. Através da aplicação da ferramenta foi evidenciado que todas as falhas operacionais tem origem no mesmo local de trabalho, na área de pré montagem dos motores que é responsável pela instalação das caixas de ligação principal e de acessórios, além da instalação e identificação de sensores térmicos. Conforme tabela 2:

**Tabela 2: 5W1H**

<b>5W1H</b>	
<b>O QUE (WHAT)?</b>	Montagem incorreta, falta e troca de componente
<b>ONDE (WHERE)?</b>	Ao realizar a montagem/identificação dos componentes
<b>QUANDO (WHEN)?</b>	No motor montado, na caixa de ligação principal e na caixa de acessórios (sensores)
<b>QUEM (WHO)?</b>	Colaboradores da área de pré montagem do motor
<b>QUAL (WHICH)?</b>	Problema ocorre nos dois turnos.
<b>COMO (HOW)?</b>	Falha operacional

**Fonte: Próprio Autor**

Com o 5W1H foi possível definir que o problema a ser analisado é a “Falha Operacional na Área de Pré-montagem de Componentes e Acessórios do Motor Elétrico”.

#### 4.2 PASSO 2: ENTENDER OS OBJETIVOS E DEFINIR METAS

Após identificar o problema a ser analisado, é necessário entender de forma mais aprofundada como o problema teve origem, para isto foi aplicado a ferramenta 5G onde foi possível evidenciar que a pré montagem dos motores apresenta problemas relacionados a execução da tarefa, padronização e organização do local, conforme tabelas 3.1 e 3.2:

**Tabela 3.1: 5G**

Nº	Avaliação	Objetivo	4M	Especificado	Verificado	Restaurar	Como fazer a Restauração?
1	Limpeza e organização	Verificar se o posto de trabalho e as máquinas estão limpos e os insumos estão identificados e organizados	Método	Local limpo, organizado, identificado e de fácil acesso.	Sim	Não	
2	Instrumentos de medição	Verificar se os instrumentos de medição estão disponíveis, limpos e calibrados	Método	Instrumentos disponíveis e calibrados.	Dispositivo eletrônico de conferência da ligação não está ligando	Sim	Consertando o dispositivo de medição. (metrologia)
3	Documentação do processo regularizada	Verificar se os desenhos, lista de materiais e parâmetros de processos estão disponíveis	Método	Ordens de produção com desenhos, <i>check list</i> e lista técnica no posto de trabalho	Sim	Não	
4	Norma Técnica Operacional é clara e objetiva	Verificar se as normas estão disponíveis, atualizadas e as tarefas estão sendo executadas conforme norma	Método	Normas no posto de trabalho e atualizadas	Sim	Não	

Fonte: O autor (2020)

Tabela 3.2: 5G

Nº	Avaliação	Objetivo	4M	Especificado	Verificado	Restaurar	Como fazer a Restauração?
5	Condições de manuseio e armazenamento	Verificar se os procedimentos e as ferramentas de manuseio são adequados e utilizados	Material	Dispositivos, ferramental e materiais de movimentação (corrente, cintas...) disponíveis e sendo utilizados	Falta organização de material e ferramental utilizado no processo	Sim	Aplicando o 5S e definindo local correto para armazenar o ferramental
6	Operador tem conhecimento e habilidade na atividade	Verificar se o operador conhece o procedimento operacional e a função do produto/componente que está fabricando	Mão de obra	Operador conhece os procedimentos e conhece o produto e seus componentes	Sim	Não	
7	Operador segue instruções de trabalho	Verificar se o operador segue os procedimentos operacionais	Mão de obra	Utilizar as normas e documentos inerentes ao posto de trabalho e/ou produto	Operadores não seguem o procedimento definido em norma. Processo é realizado de forma diferente entre os turnos	Sim	Treinamento dos operadores de acordo com a norma operacional
8	Tratamento de não conformidades	Verificar se os produtos não conforme são identificados e registrados	Método	Identificar as não conformidades e registrar	Sim	Não	
9	Ferramentas disponíveis e adequadas no posto de trabalho	Verificar se as ferramentas estão prontamente disponíveis, em boas condições de uso e estão indicadas na norma técnica operacional ou na ordem de produção	Máquina	Equipamentos organizados no posto de trabalho	Algumas ferramentas estão faltando e outras encontradas em duplicidade (sobra)	Sim	Realizando levantamento do ferramental e disponibilizar apenas a quantidade necessária por operador

Fonte: O autor (2020)

Nesta tabela com os resultados de aplicação dos 5Gs também são definidos prazos e responsáveis para realizar a restauração dos problemas evidenciados, porém não foram apresentados neste estudo. Os problemas evidenciados no 5G devem ser atacados de imediato pois apesar de ainda não serem a causa raiz dos problemas estes também podem auxiliar para que os defeitos ocorram pois nitidamente são problemas para o processo.

Após ir ao local do problema e entender as deficiências do processo de pré-montagem foi utilizado o diagrama de causa e efeito de Ishikawa com o objetivo de

identificar as causas que levam ao erro operacional de montagem incorreta, falta e troca de componente.

Durante a aplicação do Ishikawa realizamos uma análise de TWTP + HERCA para entendermos melhor o motivo que leva aos operadores a cometerem o erro de troca de anilhas de identificação dos motores, pois é o problema de maior frequência.

Utilizamos a tabela abaixo para preenchimento dos dados coletados, porém ele só é preenchido depois da realização, pois o TWTP é tratado como uma conversa com o operador que cometeu o erro, essa metodologia é aplicada sem levar qualquer formulário para a etapa da entrevista e sem fazer as perguntas diretas, tudo isto para deixar o operador a vontade, desta forma ele acaba informando como realmente ocorreu o problema. Conforme tabela 4:

**Tabela 4: Questionário TWTP**

TWTP		
ENTREVISTA COM COLABORADOR	1.1. Você sabe como sua atividade deve ser realizada?	
	A) Sim. Sigo as indicações da Norma, APT, Alerta da Qualidade, Ficha de Inspeção e Autocontrole dispostas no centro de trabalho.	B) Não sei algumas coisas.
	C) Outros. Cite:	
	1.2. Como você sabe que está fazendo seu trabalho de forma correta?	
	A) Conheço e verifico os parâmetros e itens de controle conforme procedimentos estabelecidos.	B) De acordo com minha experiência e faço autocontrole.
	C) Outros. Cite:	
	1.3. Como você sabe que não passou defeitos para frente?	
	A) Faço autocontrole, recebo informações de clientes internos/externos através do meu chefe e preparador, olho indicadores da área.	B) Eu faço um autocontrole.
C) Outros. Cite:		
1.4. O que você faz quando encontra um problema?		
A) Aviso imediatamente ao chefe ou preparador.	B) Falou ao chefe ou preparador apenas se eles perguntarem.	
C) Outros. Cite:		

Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Como todas as respostas tiveram como resultado a alternativa A), seguimos diretamente para o item 2.1 do questionário HERCA exemplificado na figura 7. Sendo esta tabela preenchida apenas por quem foi até o local e conversou com o operador, com base na avaliação do local durante a entrevista a ferramenta HERCA é preenchida, para aplicar estas ferramentas o responsável deve ser devidamente

treinado, pois durante a entrevista ele deve avaliar vários fatores para que a ferramenta possa ser preenchida de forma correta.

HERCA				CAUSA RAIZ	MÉTODO SUGERIDO
2.1. Existe alguma situação ergonômica inadequada?	SIM	NÃO	FRAQUEZA DE PROCESSO	- Kaizen; - Normas/TLT/AP T.	
2.2. Esta atividade é muito complexa, difícil ou é realizada sem consulta?	SIM	NÃO			
2.3. O processo é passivo de erros (pouco robusto)?	SIM	NÃO			
2.4. As operações estão descritas de forma complicada, difíceis de entender?	SIM	NÃO			
2.5. Há alguma informação que está faltando na documentação?	SIM	NÃO			
2.6. Falta gestão visual ou está difícil de entender?	SIM	NÃO			
3.1. Faltam condições básicas de ferramentas ou equipamentos (limpeza, lubrificação, armazenamento, etc.)?	SIM	NÃO	PROBLEMAS TÉCNICOS	- Poka Yoke; - Kaizen; - Atividades autônomas.	
3.2. As ferramentas são inadequadas para realizar operação?	SIM	NÃO			
3.3. Faltam no posto de trabalho as ferramentas e dispositivos descritos nos procedimentos?	SIM	NÃO			
4.1. Há problemas causados pela carga de trabalho excessiva?	SIM	NÃO	PROBLEMAS NO POSTO DE TRABALHO E MEIO AMBIENTE	- Kaizen; - 5S; - Organização do posto de trabalho.	
4.2. O posto de trabalho possui um layout inadequado, podendo levar a erros no processo?	SIM	NÃO			
4.3. Falta organização dos materiais próximos ao posto de trabalho?	SIM	NÃO			
4.4. Existe condições ruins, no ambiente, relacionadas a iluminação,	SIM	NÃO			
4.5. Existem informações no posto de trabalho que podem confundir os operadores, gerando erros?	SIM	NÃO			
5.1. Colaborador conhece, mas deixou de seguir os procedimentos especificados?	SIM	NÃO	PROBLEMAS DE ATITUDE E COMPORTAMENTO	- Treinamento; - Gestão do líder com suporte do RH.	
5.2. A operação foi sabotada de forma consciente?	SIM	NÃO			
5.3. Há falta de motivação generalizada?	SIM	NÃO			
5.4. O operador tem demonstrado baixa motivação em relação a operação específica que está executando?	SIM	NÃO			
6.1. Existe alguma fonte de distração atrapalhando os colaboradores?	SIM	NÃO	DESATENÇÃO E ESQUECIMENTO	- Poka Yoke; - Gestão Visual; - Gestão do líder com suporte do RH.	
6.2. O conteúdo de trabalho é excessivamente repetitivo?	SIM	NÃO			
7.1. O operador apresenta problemas físicos ou de saúde?	SIM	NÃO	PROBLEMAS PESSOAIS	- Gestão do líder com suporte do RH.	
7.2. O operador tem algum outro problema particular?	SIM	NÃO			

**Figura 7: Questionário HERCA**  
Fonte: Adaptado pelo autor (2020)

Finalizado o preenchimento do TWTP + HERCA analisamos as respostas “SIM” encontradas no preenchimento do questionário HERCA da figura 7, sendo estas

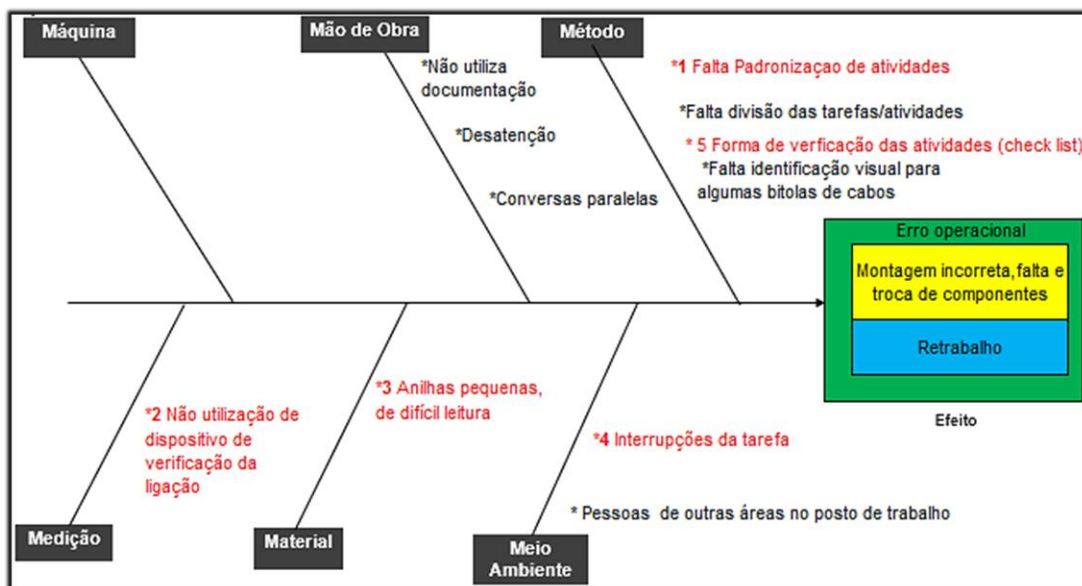
descritas na tabela 5 com suas devidas respostas que indicam a causa raiz do problema ocorrer.

**Tabela 5: Reposta positivas HERCA**

<p><b>2.3. O processo é passivo de erros (pouco robusto)?</b></p>	<p><b>FRAQUEZA NO PROCESSO</b></p>
<p>R: O Modelo das anilhas não é adequado, permite a troca de identificação pois são individuais e em grande quantidade.</p>	
<p><b>4.5. Existem informações no posto de trabalho que podem confundir os operadores, gerando erros?</b></p>	<p><b>PROBLEMAS NO POSTO DE TRABALHO E MEIO AMBIENTE</b></p>
<p>R: Identificação de letras e números gravados nas anilhas com fonte muito pequena</p>	

Fonte: O autor (2020)

Todas as informações relacionadas aos problemas que foram levantadas pelo grupo que aplicou as ferramentas da qualidade e até mesmo falhas sugeridas pelo grupo ou pelos operadores serão utilizadas para elaboração do Diagrama de Ishikawa para definir as causas principais dos problemas de montagem como ilustra a figura 8:



**Figura 8: Diagrama de Ishikawa Aplicado**  
 Fonte: O autor (2020)

O grupo que aplicou a ferramenta do diagrama de causa e efeito considerou entre as causas indicadas cinco como as potenciais causadores do efeito do erro operacional, sendo elas:

- Falta de padronização das atividades;
- Não utilização do dispositivo que de verificação da ligação de bornes realizada na caixa de alimentação;
- O tamanho das anilhas é de difícil leitura;
- Interrupções da tarefa;
- Forma de verificação das atividades *Check List*.

Com as causas potenciais definidas aplicando o diagrama de causa e efeito é necessário se aprofundar em cada uma delas aplicando a ferramenta 5 Porquês para entender como a falha ocorre. Como o erro operacional está ligado a mais de um problema, foram levantadas cinco causas potenciais que geraram a montagem incorreta, falta e troca de componente.

Na tabela 6 segue dados analisados:

**Tabela 6: Aplicação dos 5 Porquês.**

Causas Potenciais					
Causas	Porquê? 1	Porquê? 2	Porquê? 3	Porquê? 4	Porquê? 5
<b>Falta de padronização das atividades</b>	Cada operador tem seu “jeito” de realizar a tarefa	Falta de treinamento			
<b>Não utilizam o dispositivo de verificação da ligação da placa de bornes</b>	Operadores acreditam que não funciona	O dispositivo permite verificar apenas um modelo de placa de ligação das várias existentes			
<b>Anilhas pequenas de difícil leitura</b>	Necessidade de sequenciar as anilhas uma a uma de acordo com nota de operação	Nomenclatura das etiquetas é muito parecida e são instaladas uma ao lado da outra.	Quantidade elevada de anilhas confunde os operadores		
<b>Interrupções da tarefa</b>	Falta de concentração na realização da atividade	Operadores param a tarefa para procurar ferramentas	Falta organização das ferramentas		
<b>Forma de verificação das atividades do <i>check list</i></b>	Operadores preenchem o <i>check list</i> da atividade porém ainda enviam com problema	O formulário do <i>check list</i> apenas informa se a atividade está ou não ok	A forma de preenchimento não faz com que os operadores realmente verifiquem todos os itens na prática.		

**Fonte: Próprio Autor**

Com a estratificação dos problemas foi possível para o grupo identificar a causa raiz de cada um deles. Após determinar a causa raiz é necessário definir um plano de ação e apresentá-lo para as partes interessadas, que neste caso foram os coordenadores da produção e de qualidade do setor para aprovação. Após esta etapa responsáveis e prazos para cada ação devem ser definidos para que seja possível acompanhar o andamento da solução pelos interessados em reduzir o índice de falhas. No plano de ação da tabela 7, para este trabalho não foram informados os responsáveis de cada ação.

**Tabela 7: Plano de Ação**

PLANO DE AÇÃO				
O Quê? (Descrição da ação corretiva)	Por quê? (Descrição da causa)	Como? (Descrição de como fazer)	Quando? (Prazo)	Situação? (Status)
Definir o processo de operação na pré montagem.	Padronizar o método de trabalho entre todos os operadores.	Realizando treinamento com todos os operadores do local de trabalho.	05/06/2020	Concluído
Adquirir dispositivo de identificação de ligação correta para todos os motores de placa de bornes.	Evitar montagem errada.	Solicitando a metrologia a confecção de dispositivo.	31/03/2021	Andamento
Alterar o tipo de anilha que inviabilize a troca de identificação nos conectores.	Evitar erro de troca de identificação.	Avaliando outra forma de identificação existente no mercado e em outras fabricas e outros produtos.	30/11/2020	Andamento
Aplicar o 5s na área e definir um local de armazenamento para cada ferramenta.	Organizar o local de trabalho para reduzir interrupções da atividade para evitar falta ou troca de componentes.	Dividindo os operadores em dupla, sendo que para cada dupla de trabalho deve ser disponibilizado um carrinho com todo ferramental necessário para realizar a tarefa, além de criar uma identificação de armazenamento para cada ferramenta.	29/05/2020	Concluído
Estudar a possibilidade de utilização de óculos de realidade aumentada.	Evitar troca de componentes e a falta deles na montagem do motor.	Testando a utilização de verificação visual auxiliada ( <i>Smart Glass</i> ).	31/03/2020	Concluído
Alterar o formulário de <i>check list</i> da operação e definir um verificador para cada motor liberado.	Evitar montagem errada, falta e troca de componentes.	Elaborando um <i>check list</i> onde é necessário que o verificador informe qual foi a operação realizada, o que obriga o verificador a checar como o motor foi montado.	15/07/2020	Concluído

**Fonte: O autor (2020).**

A partir desta etapa o acompanhamento das ações será continuado até a conclusão total dos sete passos. Esse estudo tinha como objetivo a implantação dos cinco primeiros passos para definir as causas que levaram os operadores a cometerem os erros na linha de montagem.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo a implantação dos cinco primeiros passos do pilar técnico de controle de qualidade aplicadas em uma linha de montagem. A partir dos resultados obtidos, podemos considerar que o trabalho realizado serviu como base de aprendizado para a aplicação da metodologia de Manufatura de Classe Mundial.

Com o estudo aprofundado das ferramentas de qualidade que o pilar de controle de qualidade oferece foi possível evidenciar que a falha operacional era a de maior frequência na linha de montagem dos motores, sendo então aplicada a metodologia dos passos que o pilar QC sugere. Como resultado conclui-se que não só um, mas vários fatores levaram os operadores a cometerem erros durante a montagem, erros que anteriormente à aplicação da metodologia WCM eram combatidas apenas com novos treinamentos de processo baseados em normas operacionais, sem avaliar profundamente o que levava o operador a cometer o erro.

Além disso, foi possível notar que a metodologia do WCM necessita de um grande alinhamento e envolvimento entre áreas e equipes de diferentes departamentos de modo que seja possível promover a inovação e mudança cultural necessária para atingir os objetivos que o método propõe. Desta maneira, foi possível observar que não basta apenas possuir um bom conhecimento técnico, e sim boas habilidades com relacionamento interpessoal, tendo em vista a importância de se obter organizações alinhadas em busca de eficiência e melhoria contínua onde cada integrante da organização seja ele um simples operador possa influenciar diretamente o desempenho de todo o grupo.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, E; BONAFINI, F. **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: Pearson, 2015. E-Book. Disponível em: <www.univates.br/biblioteca>. Acesso em: 10 set. 2020.
- BORGES, R. C.; OLIVEIRA, E H.; OLIVEIRA, A. S. Estudo da implantação do pilar Controle da Qualidade da metodologia *World Class Manufacturing* (WCM) em uma empresa do setor automotivo no sul de Minas Gerais. **XVI Simpoi – Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**. São Paulo, 2013.
- CAMPOS, V. F. **Gerência da Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Editora Bloch, 1990.
- CAMPOS, V. F. **TQC: controle da qualidade total** (no estilo japonês). Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- COSTA, Pilar. Controle de Qualidade Pela Metodologia *World Class Manufacturing* (WCM) Em Uma Indústria Automobilística. **Revista Pensar**, p. 4 - 8. 2016
- CORTEZ, P. R. L. Análise das relações entre o processo de inovação na engenharia de produto e as ferramentas do WCM: estudo de caso em uma empresa do setor automobilístico. In: **ENEGEP – ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 30, 2010.
- CNH. **Manual de ferramentas WCM**. Belo Horizonte, 2013.
- GARVIN, D. **Gerenciando a Qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.
- HAMEL, G.; PRAHALAD, C. K. **Competindo para o futuro**. Rio de Janeiro: Campus, 1995.
- ISHIKAWA, K. **A essência do controle da Qualidade**. In **Controle da Qualidade total: á maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1993, p. 43 – 74.
- MARIANI, C. A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. **RAI - Revista de Administração e Inovação**. 2005, 2, 110-126, 21/09/2020.
- MENDES, R. C.; MATTOS, M. C. Knowledge Management and world class manufacturing: an initial approach based on a literature review. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 22, n. 2, p. 244-263, abr./jun. 2017.
- MIRSHAWKA, V. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia: A Vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda. 1993
- MURINO T. A. et al. World Class Manufacturing Implementation Model Applied Mathematics. In: **Applied mathematics in electrical and computer engineering**, Italy, p 371 – 376, 2012.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Artmed,1997.

OLIVEIRA, I. A; FIGUEIREDO, F. J. S; OLIVEIRA, O. J.; BEZERRA, F. M. Qualidade e lean manufacturing para reorganização de postos de trabalho e aumento de produtividade. In: **XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**, 2014, Curitiba/PR

PARIS, W. S. **Ferramentas e indicadores de qualidade e produtividade.** Apostila do Curso de Pós-Graduação de Engenharia de Produção, Curitiba – PR, 2016.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da Produção:** Operações Industriais e de Serviços. Curitiba: UnicenP, 2007.

ROCHA. A. **Seminário:** Motivando Todos para a Qualidade, 1999.

ROESCH, S. M.A. **Projetos de Estágio do Curso de Administração:** Guia para pesquisa, projetos, estágios e trabalho de conclusão de curso. São Paulo: Atlas, 1996.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade:** as ferramentas essenciais. Curitiba: Intersaberes, 2012. E-Book. Disponível em: Acesso em: 18 out. 2020.

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

THIA, C. W. *et al.* An exploratory study of the use of quality tools and techniques in product development. **The TQM Magazine**, v. 17, n. 5, p. 406-424, 2005.

YAMASHINA, H. *Challenge to World Class manufacturing.* **International Journal of Quality & Reliability Management.** Vol. 17. Nº 2, 2000.

\_\_\_\_\_. *Challenge to world class manufacturing.* **International Journal of Quality of Reliability Management**, Kyoto, 2007.

\_\_\_\_\_. **WCM Introduction.** Apostila, 2014

WEISS, A.E. **Key business solutions:** essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know. Grã-Bretanha: Pearson Education Limited, 2011.

WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

WOMACK, P.J.; JONES, T. J. **A mentalidade enxuta nas empresas.** Ed. Campus: Rio de Janeiro, 1998.

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