

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**  
**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA**  
**CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**ELSON JOSÉ FARIAS SOUTO**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS COM EMPREGO DE  
FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO NO PROCESSO DE  
MONTAGEM DE UMA MONTADORA DE MOTOCICLETAS DO POLO  
INDUSTRIAL DE MANAUS.**

**MANAUS**

**2021**

**ELSON JOSÉ FARIAS SOUTO**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS COM EMPREGO DE  
FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO NO PROCESSO DE  
MONTAGEM DE UMA MONTADORA DE MOTOCICLETAS DO POLO  
INDUSTRIAL DE MANAUS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para à obtenção do título de bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA).

**ORIENTADOR: PROF. JOÃO EVANGELISTA NETO**

**MANAUS**

**2021**

## FICHA CATALOGRÁFICA

E49o Souto, Elson José Farias  
Otimização de processos industriais com emprego de Ferramentas da Qualidade: Estudo de caso no processo de montagem de uma montadora de motocicletas do polo industrial de Manaus. / Elson José Farias Souto. Manaus : [s.n], 2021.  
46 f. ; 8 cm.

Graduação em Engenharia Mecânica - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2021.

Inclui bibliografia

Orientador: João Evangelista Neto

1. Gestão. 2. Ferramentas. 3. Qualidade. I. João Evangelista Neto (Orient.). II. Universidade do Estado do Amazonas. III. Otimização de processos industriais com emprego de Ferramentas da Qualidade: Estudo de caso no processo de montagem de uma montadora de motocicletas do polo industrial de Manaus.

**ELSON JOSÉ FARIAS SOUTO**

**OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS COM EMPREGO DE  
FERRAMENTAS DA QUALIDADE: ESTUDO DE CASO NO PROCESSO  
DE MONTAGEM DE UMA MONTADORA DE MOTOCICLETAS DO  
POLO INDUSTRIAL DE MANAUS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como  
requisito para à obtenção do título de bacharel em  
Engenharia Mecânica da Universidade do Estado do  
Amazonas (UEA).

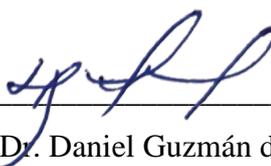
Manaus, de de 2021.

Banca examinadora:

**JOAO EVANGELISTA** Assinado de forma digital por  
JOAO EVANGELISTA  
NETO:11636416187 NETO:11636416187  
Dados: 2021.07.19 17:39:30 -04'00'

---

Orientador: Prof. Dr. João Evangelista Neto



---

Prof. Dr. Daniel Guzmán del Rio



---

Prof. Dr. Edry Antônio Garcia

*Dedico este trabalho de conclusão de curso ao criador dos céus e da terra, único Deus vivo, a quem é devido toda honra e toda a glória. Á minha família, a minha namorada e a meus amigos que me apoiaram nessa caminhada do conhecimento.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, que é Senhor sobre minha vida e que tem me sustentado e abençoado desde antes de meu nascimento até os dias de hoje.

À minha família, meu pai Davino Márcio Souto, minha mãe Klarisse Franco de Sá Farias, meus avós Elson José Bentes Farias e Roseli Franco de Sá Farias, que tem me acompanhado todo os dias me dando todo o suporte necessário para continuar estudando e me formando como um ser humano melhor.

Aos meus irmãos, Affonso Mendes, Alex Sato, Fernando Barbosa, Gabriel Firmino, João Lucas Dixo (o Lukita), João Ricardo Dixo (o Cadinho) e Sálvio Montenegro que estiveram comigo desde as brincadeiras da infância até os desafios do começo da vida adulta.

Aos meus irmãos em Cristo e ao grupo familiar Esperança pelo apoio espiritual em orações e exortações.

Aos meus amigos e companheiros de curso por todo companheirismo durante essa jornada de graduação.

À todos os meus professores que fizeram parte da minha formação profissional, e em especial ao meu orientador Dr. João Evangelista Neto, por ter aceitado a missão de me orientar.

Em especial, ao meu irmão e melhor amigo, Vicente Roberto Farias Souto (o Ronho) por estar sempre ao meu lado.

E à minha namorada, se Deus quiser futura esposa, por ter me acompanhado desde o começo da faculdade e me motivar a ser um homem cada vez melhor.

*“Ora, ao Rei dos séculos, imortal, invisível, ao único Deus, seja honra e glória para todo o sempre. Amém”.*

*(1 Timóteo 1:17)*

## RESUMO

As empresas cada vez mais necessitam atender às exigências de seus clientes consumidores para se manterem no mercado em que atuam, e, por isso, trabalhar para a implementação de um sistema de qualidade adequado ao processo tem se tornado recorrente entre elas. Segundo Paladini (2004), “A gestão da qualidade total refere-se a um conjunto de estratégias que visam acompanhar as ações em desenvolvimento na organização, exatamente para monitorá-las quanto ao alcance de objetivos gerais ou específicos”. O conjunto de estratégias que será abordado neste estudo de caso são as ferramentas da qualidade, o objetivo geral será o próprio objetivo da empresa de atender a qualidade final do produto exigido por seus clientes, e o específico será a solução do problema identificado na montagem. As ferramentas que serão analisadas nesta pesquisa são as mais utilizadas no TQC (Controle de qualidade total), mas não são as únicas. São elas: Diagrama de Pareto, histograma, diagrama de causa e efeito, folha de verificação, gráfico de controle, fluxogramas e cartas de controle. Essas ferramentas podem ser usadas por todos em uma organização e são extremamente úteis no estudo relacionado às etapas do ciclo PDCA. Este estudo tem como finalidade esclarecer às empresas industriais quanto a necessidade da utilização dessa metodologia, com as ferramentas mais adequadas, para a solução mais rápida e eficaz de problemas nas etapas produtivas. Esta pesquisa, além de influenciar positivamente a formação profissional do pesquisador acerca desta área de conhecimento, também servirá de base de estudo para toda a comunidade acadêmica que busca se especializar nesta modalidade de solução de problemas.

**Palavras-chave:** Gestão da qualidade. Ferramentas da qualidade. Solução de problemas.

## **ABSTRACT**

More and more companies are meeting the demands of their customers to remain in the market in which they operate, therefore, working on the implementation of a appropriate quality system to the process has become a recurring activity among them. According to Paladini (2004), "Total quality control refers to a set of strategies that aim to monitor the actions under development in the organization, precisely to monitor them regarding the fulfillment of general or specific objectives". The set of strategies that will be addressed in this case study are the quality tools, the general objective will be the company's own objective of meeting the final quality of the product required by its customers, and the specific one will be the solution to the problem identified in the assembly. The tools that will be analyzed in this research are the most used in TQC (Total Quality Control), but they are not the only ones. They are: Pareto diagram, histogram, cause and effect diagram, check sheet, control chart, flowcharts and control charts. These tools can be used by everyone in an organization and are extremely useful in the study related to the stages of the PDCA cycle. This study aims to clarify to industrial companies the need to use this methodology, with the most appropriate tools, for the quickest and most effective solution of problems in the production stages. This research, in addition to positively influencing the professional training of the researcher in this area of knowledge, will also serve as a study base for the entire academic community that seeks to specialize in this type of problem solving.

**Keywords:** Quality management. Quality tools. Problem solving.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> - Ferramenta 5w2h.....	21
<b>Figura 2.2</b> - CICLO PDCA.....	22
<b>Figura 2.3</b> - Gráfico de Pareto.....	25
<b>Figura 2.4</b> - Exemplo de Histograma.....	26
<b>Figura 2.5</b> - Diagrama de Ishikawa.....	27
<b>Figura 2.6</b> - Gráfico de dispersão com correlação positiva.....	28
<b>Figura 2.7</b> – Gráfico de dispersão com correlação negativa.....	29
<b>Figura 2.8</b> – Gráfico de dispersão com correlação nula.....	29
<b>Figura 2.9</b> – Gráfico de dispersão com correlação forte.....	30
<b>Figura 2.10</b> – Gráfico de dispersão com correlação fraca.....	30
<b>Figura 2.11</b> – Carta de controle.....	31
<b>Figura 2.12</b> – Fluxograma.....	32
<b>Figura 2.13</b> – Legenda do fluxograma.....	33
<b>Figura 2.14</b> – Folha de verificação.....	34
<b>Figura 4.1</b> – Gráfico de Pareto de parada de linha.....	37
<b>Figura 4.2</b> - Fluxograma da linha de montagem.....	38
<b>Figura 4.3</b> - Diagrama de Ishikawa.....	39
<b>Figura 4.4</b> - Análise gráfica de causa raiz.....	39
<b>Figura 4.5</b> - Tabela de 5W2H do estudo de caso.....	40
<b>Figura 4.6</b> - Gráfico comparativo antes e depois aplicação de ferramentas.....	41

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>TQC</b>	Total Quality Control
<b>PDCA</b>	Plan, Do, Check, Act
<b>LSC</b>	Limite Superior de Controle
<b>LIC</b>	Limite Inferior de Controle
<b>LM</b>	Limite Médio

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO E HIPÓTESES.....	14
1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	14
1.3 OBJETIVOS.....	15
1.3.1 Objetivo geral.....	15
1.3.2 Objetivos específicos.....	15
1.4 JUSTIFICATIVA.....	15
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
2.1 TQC (CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL).....	17
2.2 CICLO PDCA.....	20
2.2.1 Plan (Planejar).....	20
2.2.2 Do (Realizar).....	21
2.2.3 Check (Verificar).....	21
2.2.4 Act (Agir).....	21
2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	23
2.3.1 Diagrama de Pareto.....	24
2.3.2 Histograma.....	25
2.3.3 Diagrama de Ishikawa.....	27
2.3.4 Diagrama de dispersão.....	28
2.3.5 Carta de controle.....	30
2.3.6 Fluxograma.....	31
2.3.7 Folha de verificação.....	33
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>35</b>
3.1 MÉTODO.....	35
3.2 TÉCNICAS.....	35
3.3 PROCEDIMENTO.....	35
<b>4. APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
4.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	37
4.2 DEFINIÇÃO DE CAUSA RAIZ.....	38

4.3 RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	40
<b>5. SÍNTESE CONCLUSIVA.....</b>	<b>42</b>
5.1 AVALIAÇÃO DAS HIPÓTESES PROPOSTAS.....	42
5.2 AVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS.....	43
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>44</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da globalização e o rápido desenvolvimento de tecnologias produtivas modernas, os diversos ramos de mercado têm se tornado cada vez mais competitivos, fazendo com que as empresas se preocupem cada vez mais com a satisfação do cliente para se manterem firmes no ramo.

Desta forma, cada vez mais vem se fazendo necessária a implementação de um bom sistema de gestão da qualidade, para que as empresas possam garantir a confiabilidade de seus produtos e serviços em atender as necessidades de seus clientes finais. De acordo com Campos (1992) é necessária a devida importância no gerenciamento de processos, pois este garante a qualidade da organização. Para Gaither e Frazier (2002), a padronização de processos é um fator que influencia diretamente na qualidade dos processos e do produto final, reduz as perdas, desperdícios e custos ao redirecionar a utilização dos recursos produtivos por meio da redução de variabilidades e desconformidades do processo produtivo.

Devido a esta preocupação com a qualidade final do produto que engenheiros, estatísticos e matemáticos se propuseram em diferentes épocas para solução de diferentes problemas enfrentados, mas com o mesmo objetivo de assegurar o controle do processo para garantir a qualidade final, a criar ferramentas que os apoiassem na solução de problemas, que posteriormente seriam conhecidas como as ferramentas da qualidade, como Ishikawa, que desenvolveu o diagrama de causa e efeito para manter de forma organizada e enxuta as sugestões de diferentes engenheiros para solução de um problema debatido.

Estas ferramentas hoje em dia são de suma importância para as organizações, pois facilitam a tomada de decisões de gestores, evidenciam principais causas de grandes problemas enfrentadas na produção, ajudam na obtenção de soluções para problemas, facilitam a visualização de não conformidades do processo, entre outras. Por esta razão essas ferramentas vêm sendo estudadas e aprimoradas desde a primeira metade do século XX para que sejam cada vez mais eficientes naquilo que se dispõe a fazer.

Com isto, este projeto busca utilizar algumas das sete principais ferramentas da qualidade utilizadas na indústria em conjunto para solução de um problema dentre vários encontrados no processo produtivo de uma montadora de motocicletas de Manaus para analisar sua eficácia.

## **1.1 Problematização e hipóteses**

As sete ferramentas da qualidade mais conhecidas (diagrama de Pareto, histograma, diagrama de causa e efeito, folha de verificação, gráfico de controle, fluxogramas e cartas de controle) são suficientes para solucionar um problema prático? De que forma elas atuam para a solução de problemas nas linhas de processo produtivo?

### **1.1.1. Hipóteses**

**H0:** As sete ferramentas da qualidade aplicadas em conjunto são suficientes para solucionar a grande maioria dos problemas/defeitos detectados em um processo produtivo.

**H1:** As ferramentas da qualidade geralmente são acompanhadas através da metodologia PDCA, que define o momento de utilização de cada ferramenta dividida em etapas.

**H2:** Cada ferramenta da qualidade tem sua aplicabilidade em momentos diferentes da solução de problemas e são eficientes para o que se delimitam a representar, quando estas são utilizadas em conjunto de maneira correta, facilita o trabalho da equipe responsável e potencializa os resultados obtidos.

## **1.2 Delimitação do estudo**

O presente estudo será limitado a aplicação de algumas das sete principais ferramentas da qualidade para solução de um caso real: um problema encontrado em uma linha de processo produtivo em uma montadora de motocicletas situada no polo industrial de Manaus. Será realizado um levantamento de alguns problemas ou dificuldades encontradas pelos operadores da montadora de motocicletas e será feito uma análise estatística com a utilização de algumas das ferramentas deste projeto para escolher um problema específico para ser solucionado com a utilização das demais.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo geral**

Este presente projeto tem como objetivo principal analisar a eficácia da utilização das sete ferramentas da qualidade mais utilizadas na indústria, por meio de bibliografias e outros materiais acadêmicos, para solução de problemas práticos em uma linha de processo produtivo.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Fazer um levantamento estatístico do número de incidências de problemas diferentes relatados pela equipe de produção e definir o problema que será solucionado com as ferramentas da qualidade.
- Utilizar o ciclo PDCA como metodologia principal para acompanhar o andamento da solução do problema.
- Analisar o momento certo de utilizar cada ferramenta da qualidade e aplicá-la da maneira correta.
- Propor uma solução para o problema.
- Comparar os resultados obtidos com a melhoria/solução com os problemas detectados anteriormente.

## **1.4 Justificativa**

A presente pesquisa terá como principal objetivo aplicar as ferramentas da qualidade, em conjunto com a metodologia PDCA, em um estudo de caso para solução de um problema em um processo de montagem de uma montadora de motocicletas do polo industrial de Manaus.

O PDCA é um método muito prático e muito utilizado atualmente nas organizações, pois é uma metodologia de controle do cumprimento de melhorias e solução de problemas, através dela que é possível analisar o melhor momento para implementação de cada ferramenta da qualidade a ser utilizada.

As empresas cada vez mais necessitam atender as exigências de seus clientes consumidores para se manterem no mercado em que atuam, e por isso, trabalhar para a

implementação de um sistema de qualidade adequado ao processo tem se tornado recorrente entre elas.

Segundo Paladini (2004), “a gestão da qualidade total refere-se a um conjunto de estratégias que visam acompanhar as ações em desenvolvimento na organização, exatamente para monitorá-las quanto ao alcance de objetivos gerais ou específicos”. o conjunto de estratégias que será abordado neste estudo de caso são as ferramentas da qualidade, o objetivo geral será o próprio objetivo da empresa de atender a qualidade final do produto exigido por seus clientes e o específico será a solução do problema identificado na montagem.

As ferramentas que serão analisadas nesta pesquisa são as mais utilizadas no TQC (controle de qualidade total), mas não são as únicas. são elas: diagrama de Pareto, histograma, diagrama de causa e efeito, folha de verificação, gráfico de controle, fluxogramas e cartas de controle. essas ferramentas podem ser usadas por todos em uma organização e são extremamente úteis no estudo relacionado as etapas do ciclo PDCA.

Este estudo tem como finalidade esclarecer às empresas industriais quanto a necessidade da utilização dessa metodologia, com as ferramentas mais adequadas, para a solução mais rápida e eficaz de problemas nas etapas produtivas.

Esta pesquisa, além de influenciar positivamente a formação profissional do pesquisador acerca desta área de conhecimento, também servirá de base de estudo para toda a comunidade acadêmica que busca se especializar nesta modalidade de solução de problemas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Esta seção do projeto apresentará os conceitos e princípios utilizados como base para a elaboração desta presente pesquisa, e será dividida em três partes: a primeira mostrará a conceituação de TQC para alguns autores e definições importantes para o desenvolvimento do restante do projeto, como qualidade e clientes internos, a segunda discorrerá a respeito da metodologia de solução de problemas PDCA, sobre a definição de cada etapa e sua importância, e a terceira etapa mostrará todas as ferramentas da qualidade que serão utilizadas nesta pesquisa, mostrando a definição dos autores a respeito delas, sua aplicabilidade, importância, e alguns exemplos ilustrativos.

### **2.1.TQC (CONTROLE DA QUALIDADE TOTAL)**

Este é um conjunto de estratégias implementado pelas empresas para garantir a satisfação tanto de clientes quanto da própria companhia em relação a qualidade do produto ou serviço ofertado. mas, para tratarmos sobre este tema, antes devemos definir o conceito de qualidade.

O conceito de qualidade evoluiu ao longo do tempo de forma a sempre adequar-se ao mercado, considerando fatores como a evolução dos negócios e a intensificação da concorrência, fazendo assim com que as organizações gerassem uma constante busca pela melhoria contínua de seus produtos ou serviços através do aprimoramento de seus processos. (LUPPI e ROCHA, 1998)

A princípio entende-se que a qualidade associou-se com a definição de conformidade às especificações, ou seja, adequação ao padrão, para uma ideia de atendimento às necessidades do cliente, onde os fatores avaliados foram ampliados para além das especificações técnicas, buscando atingir a necessidade do cliente. (FONSECA, 2016)

“Um produto não precisa necessariamente ter a melhor qualidade possível: o único requisito é que o produto satisfaça as exigências do cliente para seu uso.” (Shigeru Mizuno)

“Qualidade é adequação ao uso.” (Juran).

Segundo Juran, essa adequação divide-se em dois campos:

- Características que satisfazem as necessidades do cliente;
- Ausência de falhas;

Quando o autor se refere ao campo das características que satisfazem as necessidades do cliente, uma melhor qualidade significa, entre outras, tornar a cooperativa apta a:

- Aumentar a satisfação dos clientes internos;
- Captar um maior número de cooperados;
- Fixar preços diferenciados do mercado.

E, por outro lado, quando ele se refere à ausência de falhas, uma melhor qualidade significa tornar a cooperativa apta a:

- Reduzir a insatisfação dos cooperados;
- Reduzir desperdícios;
- Aumentar a lucratividade.

“A qualidade de um produto compreende todas as suas características, não apenas suas qualidades técnicas.” (Shigeru Mizuno).

Portanto a preferência de clientes consumidores pelos serviços ou produtos de determinada empresa estende-se além da ausência de falhas. Estes buscam um conjunto de características de qualidade que agregam valor ao serviço prestado. Este conjunto pode ser dividido em:

- Qualidade intrínseca;
- Moral;
- Segurança;
- Custo;
- Entrega/Atendimento.

a) Qualidade intrínseca:

Qualidade intrínseca se refere a qualidade do produto ou serviço propriamente dito, ou seja, se este atende as necessidades básicas do cliente e possui vantagens competitivas em relação a de empresas concorrentes.

b) Moral:

A moral refere-se especificamente aos empregados, e pode ser relacionada com a cultura organizacional, as políticas da gestão da qualidade, o cumprimento de prazos, e mesmo orientações sobre o processo, visto que no setor produtivo algumas falhas e defeitos podem ser

facilmente detectáveis, e existem vários fatores que podem ocasioná-los, como: Insumos defeituosos, mão de obra não treinada, máquinas e equipamentos obsoletos, falta de comunicação com os consumidores, entre outros.

Portanto, para ajudar esta detecção, neste ponto é importante ser definido o conceito de cliente interno, que significa que cada funcionário da produção é cliente do processo anterior. É fundamental habilitar cada funcionário para que seja exigente em relação ao processo que está recebendo do empregado anterior, desta forma muitos defeitos são detectados e resolvidos antes mesmo de finalizar o período de elaboração deste produto ou serviço. Desta forma, fazendo uma analogia, o cliente externo é consumidor de produtos e serviços, e o interno é consumidor de processos.

c) Segurança:

A segurança por sua vez se relaciona tanto com os consumidores finais (externos) no que se refere a segurança no manuseio ou utilização do produto ou serviço ofertado, como também com os empregados no que tange a segurança do trabalho associada por exemplo a utilização de equipamentos de proteção.

d) Custo:

O custo diz respeito a precificação a valor justo do serviço ofertado pela corporação, sendo assim, mesmo um produto com alta qualidade e relevância pode ser insatisfatório se seu preço for exorbitante ou inacessível, sendo importante então a empresa conhecer o seu mercado consumidor e que tipos de atributos agregam valor a seu produto.

e) Entrega/atendimento:

No que se refere a entrega e atendimento, o melhor serviço é aquele que além de atender a todas as necessidades ainda supera as expectativas do cliente, gerando contentamento, confiança e credibilidade.

Sendo assim o TQC é na verdade uma filosofia administrativa/empresarial atuando em todos os setores da empresa no sentido decrescente de sua organização e que tem como os principais pontos de meta a qualidade, o respeito, a participação e a confiança.

## 2.2.CICLO PDCA

A sigla PDCA significa em inglês *PLAN-DO-CHECK-ACT* e é utilizada para definir uma metodologia de gestão interativa em quatro passos. Foi idealizada na década de 1930 pelo físico e engenheiro americano Walter Andrew Shewhart, mas foi difundido pelo professor universitário americano William Edwards Deming após levar a técnica para as indústrias japonesas. As quatro etapas da metodologia são:

### 2.2.1. Plan (planejar):

Nesta etapa o gestor junto de uma equipe convocada analisa os problemas que devem ser resolvidos e propõe sugestões para solução destes. Uma ferramenta muito utilizada para auxiliar na tomada de decisões neste momento é o “5W2H”, ferramenta de gestão inventada no Japão para facilitar o planejamento de qualquer atividade, trata-se de um *check list* que deve ser seguido, esta sigla é derivada do inglês que significa uma abreviação de sete perguntas que devem ser feitas a respeito de uma possível solução. São estas:

- *What*: O que será feito? – Neste momento a equipe convocada define o que pretende ser realizado, ou seja, descrever o que será feito.
- *Why*: Por que será feito? – Trata-se da justificativa para implementar tal solução.
- *Where*: Onde será feito? – Esta pergunta pode ser relacionada ao espaço físico onde será aplicado o novo projeto ou o setor da companhia que o realizará.
- *When*: Quando será feito? – Esta etapa se refere ao cronograma para implementação da solução, define o tempo de execução.
- *Who*: Por quem será feito? – Define-se aqui o departamento que será encarregado pela execução do projeto, é comum nesta etapa escolher um líder que será o encarregado direto do serviço devendo prestar contas da implementação deste para os gestores da empresa.
- *How*: Como será feito? – Neste ponto são definidas as estratégias e métodos que serão utilizados para conduzir o projeto da melhor forma.
- *How much*: Quanto custará? – Definição dos custos e investimentos necessários para a execução do projeto proposto.

A figura 2.1 mostra como esta ferramenta é comumente visualizada.

Figura 2.1 Ferramenta 5w2h



Fonte: Adaptado de UNESP, 2019

### 2.2.2. Do (realizar):

Nesta etapa a equipe convocada deverá realizar o projeto de solução de problema proposto na etapa anterior, é muito importante neste ponto que todas as alterações realizadas na produção sejam documentadas, e que todos os resultados obtidos sejam medidos.

### 2.2.3. Check (verificar):

Esta é uma das etapas mais importantes do processo de melhoria, pois é aqui que a equipe responsável deverá avaliar o desempenho do projeto, comparando os resultados obtidos na etapa passada com os problemas detectados anteriormente, e realizar eventuais alterações em casos de falha. Este ponto costuma ser comparado com uma bifurcação, pois ao chegar neste momento deve-se avaliar se o projeto realizado atingiu seus objetivos para avançar à próxima etapa do ciclo, caso contrário deverá ser reavaliado o método de aplicação ou definir alguns ajustes para melhor implementação, podendo então o projeto retornar para a primeira ou para a segunda etapa do ciclo PDCA.

### 2.2.4. Act (Agir):

Na última etapa a solução aprovada deverá ser posta em prática no processo produtivo da empresa, é quando tal alteração deverá ser documentada como instrução de trabalho. A

equipe que foi convocada para este projeto deverá neste momento capacitar todos os funcionários responsáveis para realizar o novo processo, deverão também verificar quaisquer inconformidades encontradas e trabalhar na prevenção de falhas.

Existem alguns cuidados, porém, que o gestor e sua equipe devem tomar na aplicação desta metodologia, como por exemplo: evitar “pular” etapas para que todas as situações de falha possam ser previstas com antecedência, e, também, evitar perder tempo com excessivos questionamentos sem objetividade. Este método pode parecer de simples execução e por isso muitos gestores acabam cometendo erros que atrasam o processo como: falta no fundamento para responder questionamentos, análise de cenários incompleta, treinamento ineficiente, registros incompletos, medições imprecisas, e padronizações pouco detalhadas. A figura 2.2 mostra resumidamente o que ocorre em cada etapa.

**Figura 2.2: Ciclo PDCA**



Fonte: Siteware, 2017

## 2.3.FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Nesta seção abordaremos o conceito e a forma de utilização das sete principais ferramentas da qualidade utilizadas no mercado, friso que ainda existem muitas outras ferramentas aplicadas em algumas empresas, mas que não serão nosso foco de estudo neste momento.

A crescente complexidade das atividades organizacionais trouxe como consequência o aumento do grau de dificuldade para solução de seus problemas. Segundo Lucinda (2010), atualmente estes exigem uma solução interdisciplinar, visto que uma única pessoa por mais detentora de conhecimento que seja, não seria capaz de resolver problemas complexos sozinhos, gerando a necessidade então de trabalho em equipe.

Por esta razão que são desenvolvidas diversas ferramentas da qualidade que necessitam da participação de uma grande equipe, pois precisam para sua boa execução de dados oriundos de diversos setores da empresa.

Godoy (2009) classifica como ferramentas da qualidade todos os processos utilizados para obter melhoria e resultados positivos. Permitindo uma que a empresa possua vantagens competitivas no seu mercado consumidor.

Lins (1993, p.153) diferencia as ferramentas da qualidade em básicas e complementares, as básicas são instrumentos para auxiliar o profissional responsável pelo projeto na análise do problema, e as complementares são ferramentas utilizadas como apoio às ferramentas básicas.

Mezomo (1995, p.134) porém, classifica as ferramentas em estratégicas (administrativas) formadas por instrumentos para gerar ideias e sugestões, classificar fenômenos ou dados, investigar possíveis causas de falha, compreender diferentes processos envolvidos na produção, e definir prioridades, e as ferramentas estatísticas (quantitativas) são as ferramentas utilizadas para medir desempenho de processos e gerar dados de diferentes formas para fundamentar tomadas de decisões para projetos de melhoria contínua.

Muitas ferramentas são formadas de instrumentos gráficos que buscam evidenciar a questão que se pretende analisar, outras representam técnicas para o enfoque do problema (Vergueiro, 2002). Deming citado por Meirelles (2001) afirma que 94% dos problemas administrativos deve-se a causas comuns que podem ser atribuídas a processos e métodos, e apenas 6% é atribuída a operários. Desta forma Ishikawa afirma também que entre 65% a 80% dos problemas que as empresas têm são de responsabilidade da gerência, e que 95% destes poderiam ser solucionados com as ferramentas da qualidade.

Para Meirelles (2001) a importância de se utilizar as ferramentas da qualidade é que elas mostram o significado de variabilidade que se encontra na gestão da qualidade, pois ao fazer uso da qualidade total para buscar melhorias contínuas é necessário que a equipe compreenda as causas dos problemas, fazendo com que desta forma as pessoas aprendam a controlar a variabilidade do processo, pois esta variabilidade é o caminho técnico para qualidade total.

Lucinda (2010) ordena algumas das razões para se utilizar as ferramentas da qualidade:

- Facilitar o entendimento do problema;
- Proporcionar um método eficaz de abordagem;
- Disciplinar o trabalho e;
- Aumentar a produtividade.

Segundo Giocondo (2011) essas ferramentas são utilizadas por todos em uma organização, e são úteis no estudo relacionado às etapas do ciclo PDCA. Estas podem ser usadas para identificar e melhorar a qualidade, são utilizadas como meios para atingir objetivos e metas. Porém o principal objetivo destas ferramentas é eliminar ou reduzir fontes de variação controláveis em seus produtos ou serviços.

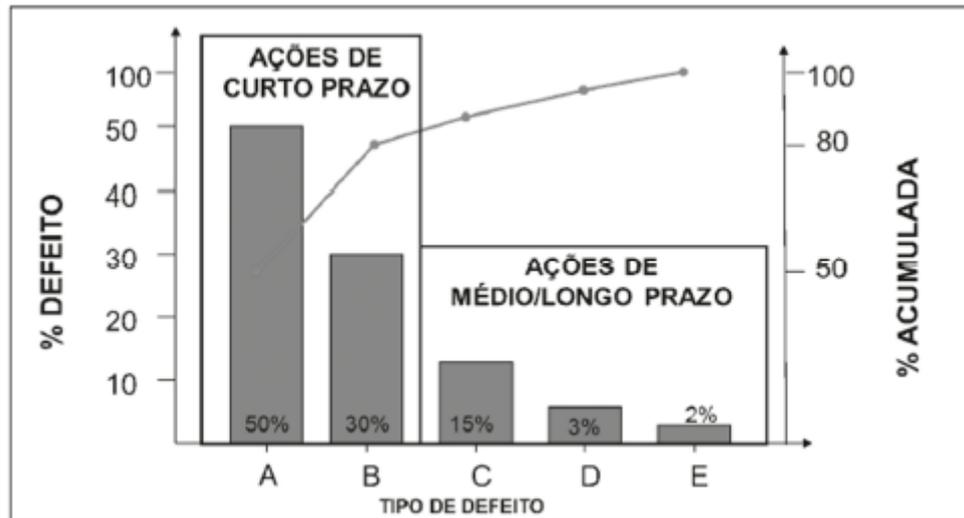
### **2.3.1. Diagrama de Pareto**

O Diagrama de Pareto foi desenvolvido por um economista italiano, Vilfredo Pareto, no final do século XIX para analisar distribuição desigual de riquezas. Segundo Giocondo (2011), posteriormente o diagrama foi analisado por J.M.Juran, que o adaptou para os problemas da qualidade (Itens defeituosos, reclamações de clientes, falhas nas máquinas, perda de produtividade, entregas fora do prazo, entre outros) onde foram classificados conforme sua relevância em “pouco vitais” ou “muito triviais”.

“É necessário saber separar os pouco vitais dos muito triviais” (Juran).

Segundo o princípio de Pareto 80% das consequências/efeitos são decorrentes de 20% das causas. O gráfico de Pareto é um diagrama que apresenta os itens e a classe na ordem do número de ocorrências, apresentando a soma total acumulada. Permitindo visualizar diversos problemas e auxiliar na determinação das suas prioridades.

Figura 2.3:Gráfico de Pareto



Fonte: Ferreira e Silva (2016)

A partir dos dados abordados no gráfico da figura 2.3, que são frequências das ocorrências de cada defeito e o acúmulo em porcentagem de cada, o indivíduo pode observar quais são os defeitos que devem ser priorizados. Utilizando o princípio 80/20 mencionado anteriormente, que consiste em reduzir 80% dos problemas resolvendo 20% que são as causas.

### 2.3.2. Histograma

Cooper e Schindler (2001) classificaram o histograma como uma solução convencional para apresentar dados de intervalo e de razão. Este é desenvolvido em forma de gráfico de barras, que mostra a variação sobre uma faixa específica, possibilitando assim expor e conhecer as características de um processo produtivo envolvendo sua medição de dados além de permitir que se tenha uma visão geral da variação desse conjunto de dados.

O histograma foi desenvolvido em 1833 pelo advogado e estudioso estatístico francês, André-Michel Guerry, para descrever sua análise estatística sobre crimes cometidos em Paris. Atualmente o histograma é utilizado em diversas áreas para descrever a frequência com que variam o processo, a forma de distribuição dos dados e para agrupar os valores das variáveis em intervalos.

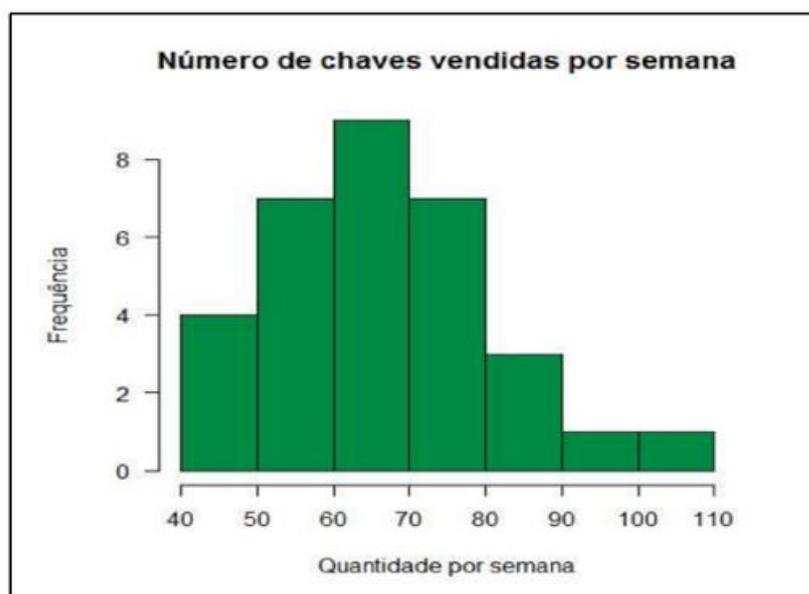
Assim, pode então ser utilizado para verificar número de produtos não conforme em um processo, determinar o valor da dispersão das medidas das peças, evidenciam processos que

necessitam de ação corretiva, identificar e mostrar através do gráfico o número de unidades por categoria, entre outras.

Segundo Daniel (2014) entre as vantagens da utilização de um histograma, pode-se constatar a rápida visão da análise comparativa, de uma sequência de dados históricos, elaboração rápida do gráfico ao se utilizar *softwares* como por exemplo o Excel, e a facilitação da solução de problemas quando este estiver em uma sequência de dados histórica. Ainda segundo o autor é possível se observar também algumas desvantagens como quando o gráfico fica ilegível devido a necessidade de comparar muitas sequências ao mesmo tempo, quanto maior for o número de processos analisados maior será o custo da amostragem e teste, por isso, para cada grupo de informação é necessária a confecção de diversos gráficos para se obter uma melhor compreensão dos dados analisados.

Segundo Chamon citado por Daniel (2014) a interpretação de um histograma levará em consideração a sua forma de distribuição e a relação entre as especificações do processo e sua distribuição. Essa relação permite dizer se o produto ou serviço está conforme ou não as especificações, de que forma a média das medições está disposta entre os limites dessa especificação. Realizada esta análise é possível dizer se o processo está dentro do padrão exigido, se há necessidade de melhoria, e sua capacidade de atender a especificação e identificar se a causa da não conformidade está relacionada a média ou a dispersão. A figura 2.4 ilustra um exemplo de histograma.

**Figura 2.4: Exemplo de Histograma**



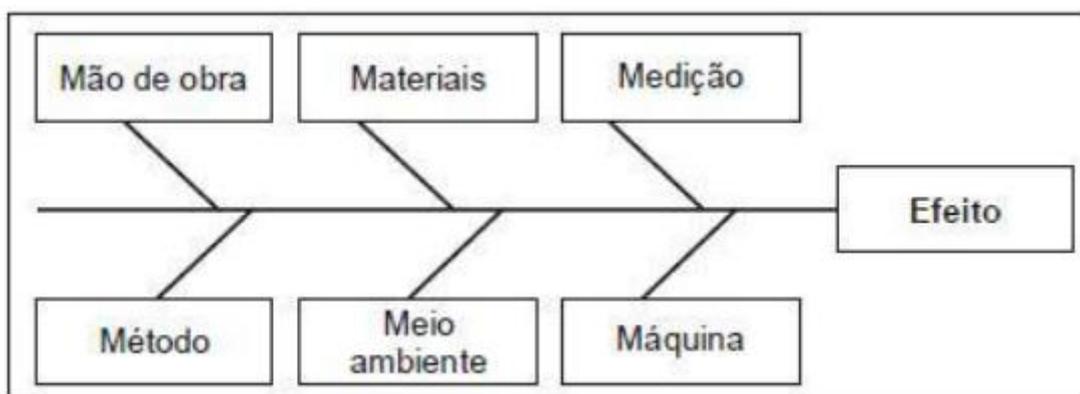
**Fonte: Araujo, Lucas e Feliciano (2018)**

### 2.3.3. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de causa e efeito, ou espinha de peixe (nome dado devido à semelhança do formato do diagrama com uma espinha de peixe), ou ainda diagrama de Ishikawa, foi aplicado pela primeira vez no Japão pelo professor da Universidade de Tóquio, Kaoru Ishikawa, com o objetivo de sintetizar as opiniões dos engenheiros enquanto estes discutiam sobre problemas de qualidade e explicar também como vários fatores diferentes poderiam ser comuns entre si e estar relacionados.

A figura 2.5 ilustra como ficou conhecido o diagrama de Ishikawa, que é uma representação gráfica que organiza informações e sugestões sobre possíveis causas e efeitos de um problema, evidenciando a relação entre elas que estejam contribuindo para que o problema ocorra.

Figura 2.5: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado de DANIEL, 2014.

O próprio diagrama não identifica a causa do problema, mas ajuda a organizar de forma eficaz as sugestões de causas definitivas, potencializando a busca por esta. Por isso esta ferramenta é muito utilizada em conjunto com a prática do *Brainstorming* (tempestade de ideias), que é um método para gerar ideias em grupo envolvendo um curto espaço de tempo. Segundo Daniel (2014) o *Brainstorming* funciona como uma forma de reunião em que toda a equipe envolvida tem liberdade para sugerir qualquer tipo de ideia afim de se identificar ou solucionar o problema, necessita apenas de um mediador para manter a ordem das reuniões, estas sugestões são portanto comumente organizadas no diagrama de Ishikawa.

Segundo Giocondo (2011) este diagrama é utilizado para identificar em conjunto as causas principais e secundárias do problema, ampliar as possíveis causas do problema, enriquecer sua análise e identificação de soluções, assim como analisar o processo em busca de melhorias.

#### 2.3.4. Diagrama de dispersão

O Diagrama de dispersão, ou gráfico de dispersão é uma representação gráfica entre uma possível relação entre duas variáveis, e dessa forma, mostra os pares de dados numéricos e sua relação. Porém, para Slack, Chambers, Johnston e Betts (2006) o diagrama de dispersão apenas permite identificar se há relação entre as variações, e não necessariamente a existência de um relacionamento de causa e efeito.

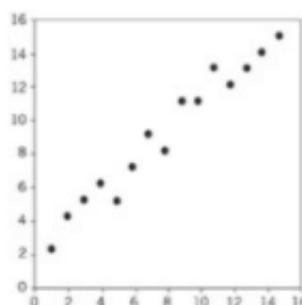
Segundo Daniel (2014) neste diagrama é possível avaliar o relacionamento entre as variáveis de natureza quantitativa e sua intensidade, a fim de verificar se as duas variações atuam em conjunto ou são completamente independentes.

Cooper e Schindler (2001) afirmam que esses diagramas são essenciais para compreender as relações entre as variações, pois fornecem um meio para a inspeção visual dos dados que uma lista de valores para as variações não pode fornecer. Visto que no diagrama é possível representar as direções e as formas de relação entre as variáveis.

A relação entre as variáveis é chamada de correlação, e existem três tipos:

- Correlação positiva: Quando existe uma aglomeração de pontos em uma tendência crescente, ou seja, conforme uma variável aumenta, a outra também aumenta. A figura 2.6 ilustra esta situação.

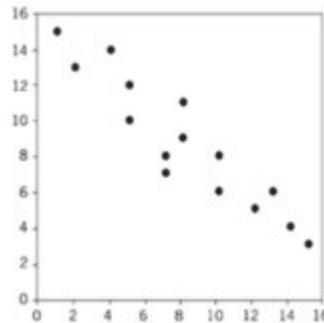
**Figura 2.6: Gráfico de dispersão com correlação positiva**



**Fonte: Grupo FORLOGIC (2016)**

- **Correlação negativa:** Quando os pontos se concentram em uma linha decrescente, significa que conforme uma variável aumenta, a outra variável tende a diminuir, ou seja, quanto maior a ocorrência de um dos dados, menor é a ocorrência de outro. A figura 2.7 ilustra esta situação.

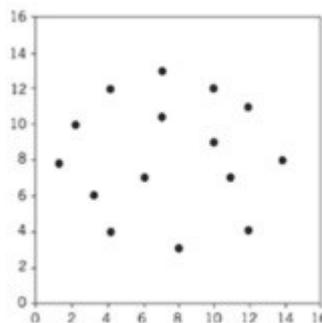
**Figura 2.7: Gráfico de dispersão com correlação negativa**



**Fonte: Grupo FORLOGIC (2016)**

- **Correlação nula:** Observa-se quando há uma grande dispersão entre os valores, ou eles não seguem tendência positiva nem negativa, significa que não há nenhuma correlação aparente entre as variáveis. A figura 2.8 ilustra esta situação.

**Figura 2.8: Gráfico de dispersão com correlação nula**

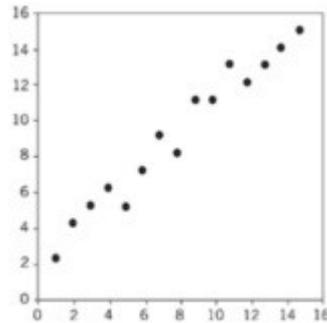


**Fonte: Grupo FORLOGIC (2016)**

Ainda analisando a disposição dos valores no diagrama, é possível avaliar a dispersão dos pontos que revela a intensidade entre as variáveis:

- Forte: Quanto menor for a dispersão dos pontos maior será a correlação dos dados. A figura 2.9 ilustra esta situação.

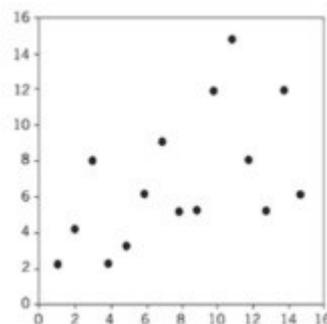
**Figura 2.9: Gráfico de dispersão com correlação forte**



**Fonte: Grupo FORLOGIC (2016)**

- Fraca: Quanto maior for a dispersão dos pontos, menor será o grau de intensidade da correlação entre os dados. A figura 2.10 ilustra esta situação.

**Figura 2.10: Gráfico de dispersão com correlação fraca**



**Fonte: Grupo FORLOGIC (2016)**

### 2.3.5. Carta de controle

Werkema (2006, p.182) citado por Giocondo (2011) define os gráficos de controle como ferramentas para o monitoramento e controle das variabilidades de determinado processo, além de serem capazes de avaliar a estabilidade do processo.

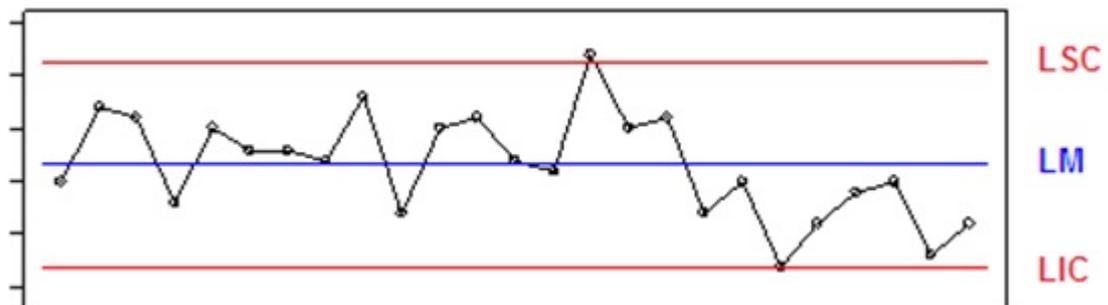
A primeira carta de controle, ou gráfico de controle, foi proposta em 1926 pelo engenheiro, físico e estatístico americano Walter Stewhart, este gráfico ilustra a variabilidade do processo e permite informar se o processo está estável.

Conforme Daniel (2014) os gráficos de controle podem ser utilizados para verificar se o processo está sob controle ou conforme os limites estabelecidos para ele, e, também, para controlar o grau de não conformidade e variabilidade do processo.

De acordo com Filho (2017) para a construção da carta de controle deve-se calcular estatisticamente o Limite Superior de Controle (LSC), o Limite Inferior de Controle (LIC), e Limite Médio (LM) de um processo. Os dados do processo, dentro desses limites, caracterizarão, na maioria das vezes, que o mesmo está estatisticamente sob controle (estável) e que as flutuações são consideradas consistentes e inerentes ao processo.

Um exemplo de carta de controle pode ser visto na figura 2.11.

**Figura 2.11: Carta de controle**



**Fonte: FILHO (2017)**

### 2.3.6. Fluxograma

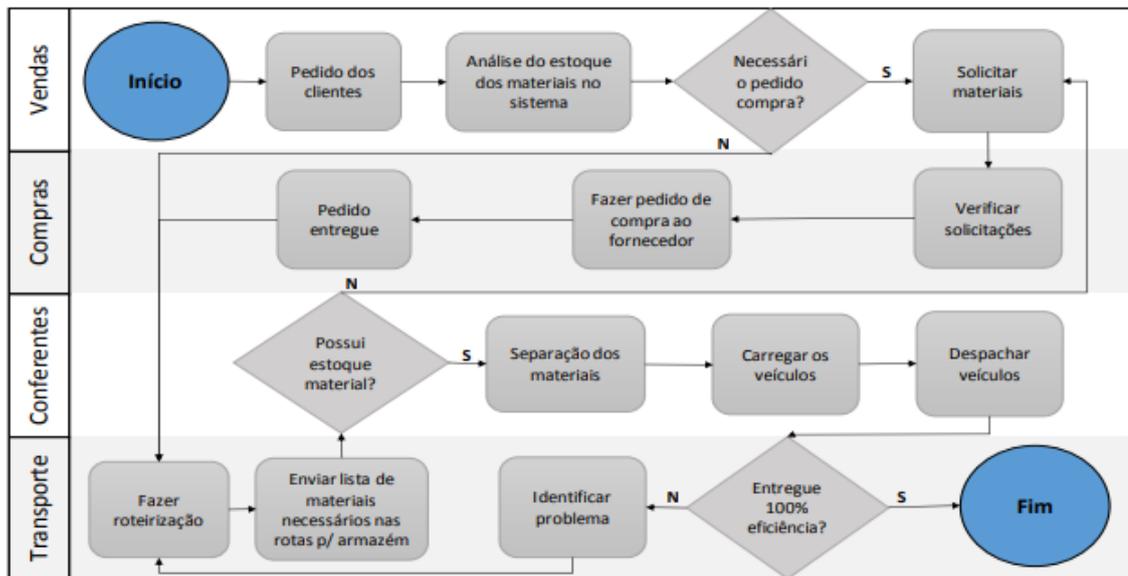
Daniel (2014) define o fluxograma como um resumo ilustrativo do fluxo de várias operações do processo. Ele documenta um processo, mostrando todas as suas etapas em ordem cronológica e o que é realizado em cada uma delas, os materiais que entram e saem de cada etapa, as decisões que devem ser tomadas e as pessoas envolvidas.

Lucinda (2010) ressalta que o fluxograma é uma excelente ferramenta para analisar o processo, visto que permite uma compreensão rápida e simples de todas as etapas do processo produtivo. É uma ferramenta fundamental tanto para o planejamento como para o aperfeiçoamento do projeto.

Segundo SEBRAE (2005) essa ferramenta é usada para compreender e identificar as oportunidades de melhorias, desenhar um novo processo, onde as melhorias já estão incorporadas, facilitar a comunicação entre as pessoas envolvidas no processo e disseminar as informações do processo.

A Figura 2.12 ilustra um modelo de fluxograma.

**Figura 2.12: Fluxograma**



**Fonte: Ramon et. Al. (2016)**

Segundo Sato (2020), as simbologias presentes nos fluxogramas têm significado, e é essencial conhecer o significado das simbologias para utilização do fluxograma de forma correta.

Como os fluxogramas utilizam alguns símbolos que representam diferentes tipos de ações, atividade e situações, só é possível compreendê-lo a partir das observações dos elementos gráficos contidos nele, a figura 2.13 mostra o significado da simbologia utilizado por Ramon et. al. (2016).

**Figura 2.13: Legenda do fluxograma**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
	Começo/Término
	Operação
	Decisão
S/N	Sim/Não
	Caminho a ser seguido

**Fonte: Ramon et. al. (2016)**

### 2.3.7. Folha de verificação

De acordo com Carpinetti (2012) a folha de verificação consiste em uma ficha onde as informações a serem examinadas já estão impressas. Conforme o mesmo autor, estas folhas podem ser classificadas em dois grupos: para distribuição de itens de controle de processo, com os limites inferiores e superiores já conhecidos e para a classificação de defeitos. Corrêa e Corrêa (2012) ainda complementam, afirmando que as folhas de verificação devem conter de maneira simples, clara e objetiva as observações realizadas no processo, para evitar repetições dos problemas ou dúvidas aos procedimentos a serem realizados.

De acordo com Paladini, citado por Sato (2020, p.27), a folha de verificação por ser de fácil utilização, é considerada como a mais simples das ferramentas de qualidade, porém, é de grande importância para a coleta de dados do processo produtivo, pois é uma maneira simples de organizar as informações.

De acordo com Sato (2020) esta é uma ferramenta da qualidade para coleta de dados e verificação simples de variações e produtos não conformes. A figura 2.14 ilustra um exemplo de folha de verificação.

Figura 2.14: Folha de verificação

PRODUTO: TELHA				DATA: 13/06/2018		
TOTAL INSPECIONADO: 672				TURNO: MANHÃ		
SETOR	EXTRUSORA			ESTUFA	FORNO	
DEFEITOS	OPERADOR					TOTAL
	A	B	C			
IMPUREZA	//	-	-	-	-	2
FALHA	//	-	/	-	-	3
OPERADOR	//	-	-	/	-	3
EMPENADA	-	-	-	### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### ### !	-	61
QUEBRA	-	-	-	-	### ##	10
2ª LINHA	-	-	-	-	### !	101
TOTAL	6	-	1	62	### !	180

Fonte: Chaves et. Al. (2018)

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1.MÉTODO**

Adota-se neste processo o método dedutivo que parte de uma observação geral para o particular.

Conforme Lakatos e Marconi, (2007, p. 44) “Método é o caminho pelo qual se chega a determinado resultado ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão de modo refletido e deliberado”.

Segundo Andrade, (2006, p.131), “Método Dedutivo é o caminho das consequências, pois uma cadeia de raciocínio em conexão descendente, isto é, do geral para o particular, leva à conclusão”. Nesse método, partindo-se de teorias e leis gerais, pode-se chegar à determinação ou previsão de fenômenos particulares.

#### **3.2.TÉCNICA:**

Conforme Andrade, (2006, p. 135) “as técnicas de pesquisa acham-se relacionadas com a coleta de dados, ou seja, a parte prática da pesquisa.”.

Segundo Andrade, (2006, p. 135) “Técnicas são conjuntos de normas usadas especificamente em cada área das ciências, podendo-se afirmar que a técnica é a instrumentação específica da coleta de dados”.

Lakatos e Marconi (2006, p.185) afirmam que “A pesquisa bibliográfica, ou de fonte secundária, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo, desde publicação avulsa, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico, meios de comunicação orais”.

#### **3.3. PROCEDIMENTOS**

Conforme Lakatos e Marconi, (2007, p.223) “Procedimentos constituem etapas mais concretas da investigação, com finalidade mais restrita em termos de explicação geral dos fenômenos menos abstrato. Pressupõem uma atitude concreta em relação ao fenômeno e estão

limitadas a um domínio particular. Nas ciências sociais os principais métodos de procedimentos são: históricos, comparativos, monográficos ou estudo de caso estatístico, tipológicos funcionalista, estruturalista.”.

Segundo Andrade, (2006, p. 135) “Consiste no estudo de indivíduos, profissões, condições, instituições grupos ou comunidade com finalidade de obter generalizações.”.

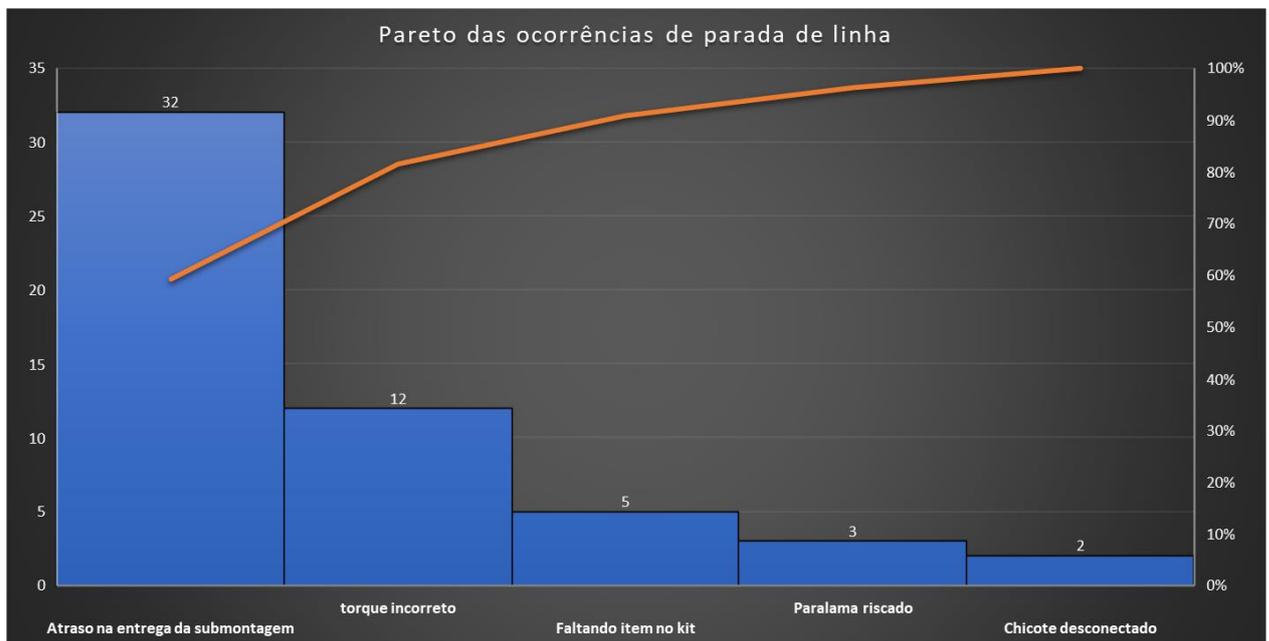
## 4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

No presente trabalho foi realizado, primeiramente, um levantamento dos problemas que causam parada de linha com maior ocorrência de produção de uma montadora do polo de duas rodas de Manaus entre os meses de março e junho de 2020, sendo direcionados para a equipe de Engenharia e Qualidade pudessem analisar e encontrar soluções, de forma a melhorar os índices.

### 4.1.DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Com o intuito de analisar e estratificar o problema, foi proposto utilizar o gráfico de Pareto para evidenciar, entre todos os problemas, aqueles que mais impactam no processo. Na figura 4.1 é possível analisar este gráfico.

**Figura 4.1: Gráfico de Pareto de parada de linha.**



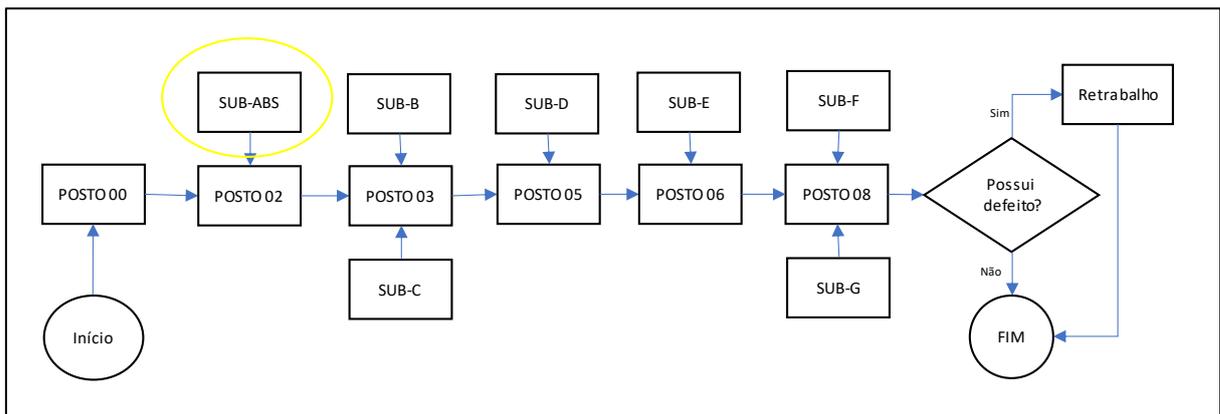
**Fonte: Autor (2021)**

Analisando o gráfico de Pareto anterior foi possível observar que o atraso na entrega da submontagem é o evento com maior incidência no período analisado, representando, aproximadamente, 59% do total de eventos causadores de parada de linha reportados.

Através da análise do pareto (regra 80-20), o item “Atraso na entrega da Submontagem” será priorizado para ser analisado e solucionado com as ferramentas da qualidade aplicáveis.

Este modo de falha refere-se ao processo de entrega do sistema de freio, que é submontado no posto SUB-MONTAGEM ABS, para a linha principal, conforme destacado no fluxograma representado na figura 4.2.

**Figura 4.2: Fluxograma da linha de montagem.**



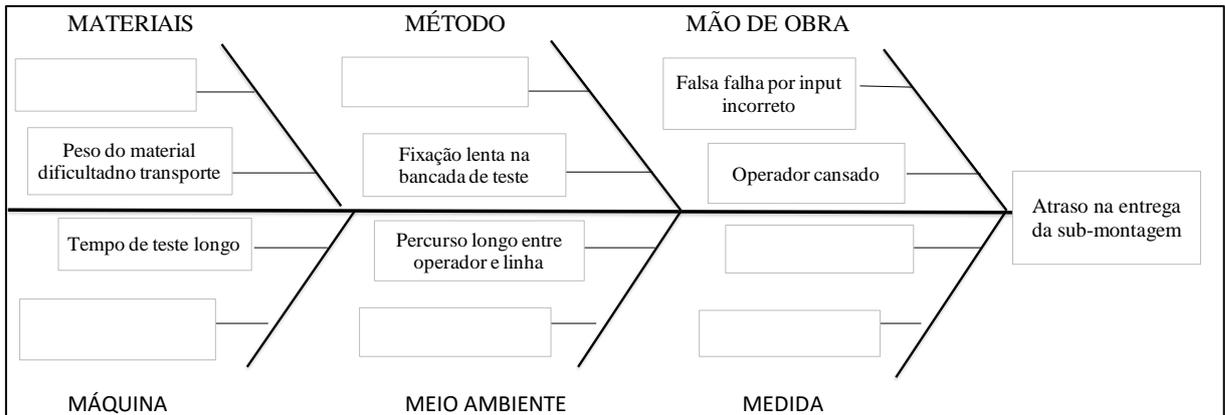
Fonte: Autor (2021)

#### 4.2.DEFINIÇÃO DE CAUSA RAIZ

Para solucionar este problema, foi necessário descobrir a verdadeira causa raiz, e para tanto foi realizado um *brainstorm* pela equipe de manufatura, composta pelos líderes do processo e os operadores, a equipe de engenharia e a equipe de qualidade, para que juntos pudessem identificá-la.

Optou-se então por utilizar o diagrama de Ishikawa como ferramenta da qualidade para auxiliar esta etapa da identificação de causa raiz do problema, o resultado desta reunião pode ser observado no diagrama representado na figura 4.3 a seguir.

Figura 4.3: Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autor (2021)

Para identificar a causa definitiva do problema, foi atribuída uma nota de relevância para cada possível causa levantada no *brainstorm* e no diagrama anterior, baseado na experiência dos operadores e na observação técnica de toda a equipe de engenheiros e analistas. As notas de cada defeito encontram-se no gráfico representado na figura 4.4 a seguir.

Figura 4.4: Análise gráfica de causa raiz



Fonte: Autor (2021)

Como foi possível analisar no gráfico anterior, as principais causas do problema são fixação lenta na bancada de teste, período de teste longo, e falsa falha por *input* incorreto, e, por essa razão, foram as escolhidas para serem tratadas.

### 4.3.RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

Para a solução do problema, foi utilizado o ciclo PDCA para acompanhamento das etapas do processo de solução de defeitos. Iniciando a etapa de *plan* com a elaboração de um plano de ação para solução do problema. Foi utilizada a ferramenta de 5W2H para tal.

A equipe técnica, composta por engenheiros e analistas do processo e da qualidade, elaborou então o plano de ação representado na figura 4.5.

**Figura 4.5: Tabela de 5W2H do estudo de caso.**

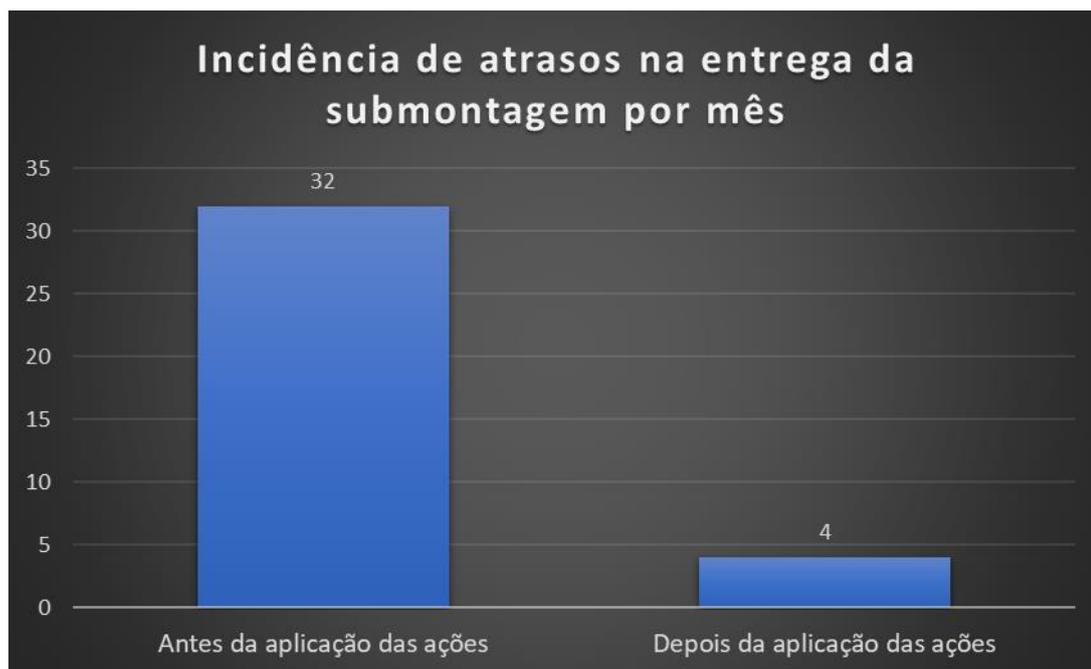
WHAT?	WHO?	WHERE?	WHEN?	WHY?	HOW?	HOW MUCH?
Mudança no processo de fixação do conjunto da bancada de teste.	Engenheiro de processo, estagiário de engenharia.	Fixação da manete de freio.	15/jul	Para reduzir tempo de fixação do teste.	Elaboração de suporte de fixação da bancada de teste por pistões em vez de parafusamento.	R\$315.00
Redução do tempo de teste.	Engenheiro de processo, estagiário de engenharia.	SetUp da máquina	08/jul	Para diminuir tempo do teste	Troca nos parâmetros de teste do software da máquina	N/A
Treinamento do operador	Líder de manufatura	No posto SUB-ABS	08/jul	Para evitar inputs incorretos que causam falsa falha	Leitura de instrução de trabalho e Visual Aid	N/A
Elaboração de Visual Aid	Analista de qualidade e estagiário de engenharia	No posto SUB-ABS	08/jul	Para evitar inputs incorretos que causam falsa falha	Elaboração de visual aid com fotos dos inputs corretos por modelo de produto	N/A

**Fonte: Autor (2021)**

Após realizadas as ações listadas no plano de ação anterior, na etapa de realização do ciclo PDCA (*do*), seguiu-se para a etapa de controle das ações (*check*), em que, após 1 mês da implementação da última ação, se verificou uma redução de 21 segundos do processo de fixação da bancada de teste, resultado obtido a partir da primeira ação listada na tabela anterior, redução de 5 segundos do tempo de teste, resultado da segunda ação, redução de 89% na incidência de falsas falhas, resultado da terceira e quarta ação concomitantemente, sendo assim o tempo de processo que antes era de 16 minutos e 4 segundos passou a ser de 15 minutos e 38 segundos.

Tendo em vista os dados expostos acima, observou-se uma redução significativa na incidência de atraso de entrega de conjunto submontado para a linha principal no período de 16 de Julho a 16 de Agosto, em relação ao período de um mês exatamente anterior ao levantamento de dados dos problemas, conforme ilustrado no gráfico representado na imagem 4.6.

**Figura 4.6: Gráfico comparativo antes e depois aplicação de ferramentas.**



**Fonte: Autor (2021)**

## 5. SÍNTESE CONCLUSIVA

A partir dos dados expostos neste trabalho e após análises foi possível estabelecer aspectos relevantes sobre a utilização de ferramentas da qualidade na solução de problemas em processos produtivos.

### 5.1. AVALIAÇÃO DAS HIPÓTESES PROPOSTAS

Para melhor avaliação do trabalho realizado, examina-se a validade das hipóteses elencadas anterior a este:

**H0:** As sete ferramentas da qualidade aplicadas em conjunto são suficientes para solucionar a grande maioria dos problemas/defeitos detectados em um processo produtivo.

Comentário: De fato, as ferramentas são suficientes para a solução de problemas, de maneira que não se torna necessário nem mesmo a utilização de todas, podendo ser discricionariamente escolhidas para o caso concreto.

**H1:** As ferramentas da qualidade geralmente são acompanhadas através da metodologia PDCA, que define o momento de utilização de cada ferramenta dividida em etapas.

Comentário: Neste projeto cada etapa da solução do problema, desde a definição do evento a ser analisado, até a avaliação de eficácia das ações tomadas para solução do caso, foram acompanhadas pelo método PDCA, de maneira que cada tópico do capítulo de avaliação de resultados foi devidamente sinalizado como uma etapa específica do processo de solução.

**H2:** Cada ferramenta da qualidade tem sua aplicabilidade em momentos diferentes da solução de problemas e são eficientes para o que se delimitam a representar, quando estas são utilizadas em conjunto de maneira correta, facilita o trabalho da equipe responsável e potencializa os resultados obtidos.

Comentário: Conforme mencionado no comentário da hipótese anterior, cada etapa foi devidamente sinalizada, e cada ferramenta tem sua aplicabilidade em etapas diferentes, de forma que estas não mostrarão de fato a solução para o problema, mas basta sua correta utilização para o bom direcionamento de esforços e ações a serem tomadas pela equipe para neutralizar ou atenuar qualquer problema.

## 5.2.AVALIAÇÃO DOS OBJETIVOS PROPOSTOS

De maneira semelhante ao tópico anterior, foi examinado se os objetivos propostos para este trabalho foram devidamente cumpridos.

- Fazer um levantamento estatístico do número de incidências de problemas diferentes relatados pela equipe de produção e definir o problema que será solucionado com as ferramentas da qualidade.

Comentário: Com o emprego do diagrama de Pareto foi possível avaliar o evento que deveria ser analisada no projeto, entre todas os outros problemas e dificuldades levantadas pela equipe de manufatura.

- Utilizar o ciclo PDCA como metodologia principal para acompanhar o andamento da solução do problema.
- Analisar o momento certo de utilizar cada ferramenta da qualidade e aplicá-la da maneira correta.

Conforme analisado anteriormente, o ciclo PDCA foi utilizado para identificação das etapas do processo de solução de problemas e para avaliar qual ferramenta deveria ser utilizada no momento.

- Propor uma solução para o problema.

Na etapa de resolução do problema foi apresentado um plano de ação com 4 ações para solucionar 3 possíveis causas raízes do problema.

- Comparar os resultados obtidos com a melhoria/solução com os problemas detectados anteriormente.

Na parte final do capítulo de análise e interpretação dos resultados foi possível analisar um gráfico comparativo entre as incidências do evento analisado no projeto antes e depois da implementação das ações propostas.

Por fim, pôde-se notar que as hipóteses levantadas no projeto se mostraram verdadeiras, e que os objetivos específicos traçados foram concluídos, podendo assim cumprir com o objetivo geral do trabalho que foi analisar a eficácia da utilização das ferramentas da qualidade mais utilizadas na indústria, por meio de bibliografias e outros materiais acadêmicos, para solução de problemas práticos em uma linha de processo produtivo.

## 6. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Maria Margarida de. *Introdução a Metodologia do Trabalho Científico*. 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 2000. 172 p.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.
- MARIANI, Celso Antonio. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso**. São Paulo: RAI – Revista de administração e inovação, 2005.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.
- PALADINI, Edson Pacheco. **Controle de qualidade: uma abordagem abrangente**. São Paulo: Atlas, 1990.
- LAKATOS, MARCONI, 1994. **Metodologia científica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1994.
- FORNARI, Celso Carlino Maria. **Aplicação da ferramenta da qualidade (diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para reutilização dos resíduos sólidos de coco verde**. INGEPRO – Inovação, Gestão e Produção, 2010.
- RUIZ, J.A. **Metodologia científica: guia para eficiência nos estudos**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- OAKLAND, John S. **Gerenciamento da qualidade total**. São Paulo: Nobel, 1994.
- RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para a qualidade**. 5. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2014.
- JOHANN, DE OLIVEIRA, BECKERT, MOREIRA. **Gestão da mudança e cultura organizacional**. Rio de Janeiro: FGV, 2016.
- MARSHALL, ROCHA, MOTA, QUINTELLA. **Gestão da qualidade e processos**. Rio de Janeiro: FGV, 2014.
- LONGO, R.M.J. **A revolução da qualidade total: histórico e modelo gerencial**. Brasília: IPEA, 1994.
- VEIGA, POLACINSKI, SILVA, TAUCHEN, PIRES. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para indústria de erva-mate**. Revista ADMPG, v. 6, n. 1, 18 jul. 2013.
- GIL, Antonio de Loureiro. **Auditoria da qualidade**. São Paulo: Atlas, 1994.
- FONSECA, MIYAKE. **Uma análise sobre o ciclo PDCA como método para solução de problemas da qualidade**. Fortaleza: ENGEPE, 2006.

- RODRIGUES, SANTOS, SERRA, PINHEIRO. **A utilização do ciclo PDCA para melhoria da qualidade na manutenção de shunts**. IJIE – Iberoamerican Journal of industrial engineering, 2017.
- ROCHA, GALENDE. **A importância do controle de qualidade na indústria farmacêutica**. Maringá: Revista Uninguá Review, v. 20 n. 2, 2014.
- COSTA, EPPRECHT, CARPINETTI. **Controle estatístico da qualidade**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- RIBEIRO, DIAS. **Aplicação das ferramentas básicas da qualidade nos processos produtivos: em uma indústria metalmeccânica**. Itapira: Prospectus, 2020.
- FONSECA, Mario Roberto da. **Marketing e qualidade de vendas**. Universidade Candido Mendes, 2006
- GIOCONDO, Francisco I. César. **Ferramentas Básicas da Qualidade. Instrumentos para gerenciamento de processo e melhoria contínua**. São Paulo: Biblioteca24horas, 2011.
- GODOY, Adelice Leite de. **Ferramentas da qualidade**. 2009
- JURAN, Joseph M. **Planejamento para a qualidade**. 2ed. São Paulo: Pioneira, 1998.
- LUCINDA, Marcos Antônio. **Qualidade: fundamentos e prática para curso de graduação**. 3ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- LUPPI, Denise e ROCHA, Renata Araújo. **Praticando a qualidade**. 2ed. SEBRAE, 1998.
- MEIRELLES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente**. São Paulo: Arte e ciência, 2001.
- VERGUEIRO, Waldomiro. **Qualidade em serviços de informação**. 2002
- FILHO, Walker Z. Bastos. **As 7 Ferramentas da Qualidade: Controle Estatístico do Processo**. FGV- Fundação Getulio Vargas, 2017
- RAMON, C. R., SILVA, A. M., BEZERRA, R. R., e JUNIOR, I. D. **Padronização de processos para redução de erros em uma distribuidora: um estudo de caso**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção.
- CHAVES, A. A., LIMA, E. M., MATOS, M. L., NASCIMENTO, R. S., e PINTO, R. S. **Aplicação das ferramentas básicas da gestão da qualidade em uma cerâmica vermelha**. XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção.