



Matheus Henrique Hintz

**ESTRUTURAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA**

Horizontina - RS

2020

Matheus Henrique Hintz

**ESTRUTURAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Sirnei César Kach., Me.

Horizontina - RS

2020

FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“ESTRUTURAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS EM UMA EMPRESA METAL MECÂNICA”**

**Elaborado por:
Matheus Henrique Hintz**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Produção

Aprovado em: 03/12/2020
Pela Comissão Examinadora

Me. Sirnei César Kach
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Me. Eliane Garlet
FAHOR – Faculdade Horizontalina

Me. Fernanda Dresch
FAHOR – Faculdade Horizontalina

**Horizontalina - RS
2020**

Dedico este trabalho à minha mãe, por ser uma mulher de tamanha força e coragem, e também por sempre me dar o suporte necessário nos momentos mais difíceis. Você é meu orgulho!

AGRADECIMENTO

Agradeço a todos que direta ou indiretamente estiveram presentes durante a execução deste trabalho, todo auxílio foi excepcional. Meu muito obrigado!

“A lei da mente é implacável. O que você pensa, você cria; O que você sente, você atrai; O que você acredita, torna-se realidade”.

(Sidarta Gautama)

RESUMO

A necessidade por produtos de qualidade é essencial para a sobrevivência de toda empresa. No entanto, empecilhos sempre acontecerão e as organizações devem estar preparadas para solucionar os mesmos de forma rápida e eficiente. Para isso, este trabalho apresenta a aplicação prática da metodologia das 8 Disciplinas, realizando uma estruturação que tem por desígnio resolver problemas de caráter complexo. Em primeira instância, o projeto aborda uma revisão bibliográfica sobre qualidade, juntamente com sua história e algumas definições que evoluíram com o passar dos anos. Num segundo momento, são considerados tipos de ferramentas da qualidade utilizadas atualmente para resolução de problemas, descrevendo suas vantagens e desvantagens, todavia, se destacando a metodologia 8D que apresenta benefícios perante a utilização desta prática. A ferramenta aplicada se caracteriza por oito disciplinas que são exploradas com níveis de intensidade distintas, adaptadas ao empecilho em questão. Com isso, este trabalho tem por objetivo estruturar, através de ferramentas da qualidade, a metodologia das oito disciplinas que vem para auxiliar problemas evidenciados.

Palavras-chave: 8D. Qualidade. Metodologia.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo PDCA	16
Figura 2 – Gráfico da evolução da gestão da qualidade	20
Figura 3 – Ciclo PDCA e o 8D.....	25
Figura 4 – Despesas em relação ao processo de produção	29
Figura 5 – Sequencial modo de falha do diagrama <i>CTQ tree</i>	31
Figura 6 – Histograma da frequência dos defeitos de qualidade.....	39
Figura 7 – Fluxograma disciplina 1.....	41
Figura 8 – Diagrama de <i>Ishikawa</i>	47
Figura 9 – Ferramenta <i>CTQ tree (critical-to-quality)</i>	48
Figura 10 – Gráfico de Pareto	49
Figura 11 – Ferramenta diagrama de <i>Ishikawa</i>	58
Figura 12 – Ferramenta <i>CTQ tree (critical-to-quality)</i>	59
Figura 13 – Gráfico de Pareto	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição da equipe.....	42
Quadro 2 – Ferramenta 5W2H.....	43
Quadro 3 - Descrição do problema	44
Quadro 4 – Ações de contenção imediata	46
Quadro 5 – Ferramenta <i>brainstorming</i>	47
Quadro 6 – Análise da causa raiz	49
Quadro 7 – Análise de modo e feito de falha (FMEA).....	50
Quadro 8 – Validar ações corretivas	50
Quadro 9 – Plano de ação 5W2H.....	51
Quadro 10 – Implementar ações corretivas	52
Quadro 11 – Folha de verificação	53
Quadro 12 – Ações preventivas	53
Quadro 13 – Parabenização da equipe.....	54
Quadro 14 – Definição da equipe.....	55
Quadro 15 – Ferramenta 5W2H.....	56
Quadro 16 – Descrição do problema.....	56
Quadro 17 – Ações de contenção imediata	57
Quadro 18 – Ferramenta de <i>brainstorming</i>	57
Quadro 19 – Análise da causa raiz	60
Quadro 20 – Análise de modo e feito de falha (FMEA).....	61
Quadro 21 – Validar ações corretivas	62
Quadro 22 – Plano ação 5W2H.....	63
Quadro 23 – Implementar ações corretivas	64
Quadro 24 – Folha de verificação	65
Quadro 25 – Ações preventivas	65
Quadro 26 – Parabenização da equipe.....	66
Quadro 27 – Fechamento 8D.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Referência para pontuação de severidade baseada na descrição objetiva da consequência do modo de falha.....	35
Tabela 2 – Referência para pontuação da ocorrência sem descrição do critério de classificação	36
Tabela 3 – Referência para pontuação de detecção a partir da probabilidade de um defeito chegar ao cliente	36
Tabela 4 – Tabela tomada de decisão	45
Tabela 5 – Considerações e descrições/decisões	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	12
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.4 HIPÓTESES.....	14
1.5 JUSTIFICATIVA	17
1.6 OBJETIVOS	18
1.6.1 Objetivo Geral	18
1.6.2 Objetivos Específicos	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1 QUALIDADE.....	19
2.2 HISTÓRIA DA QUALIDADE.....	19
2.3 DEFINIÇÕES DE QUALIDADE.....	20
2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	22
2.5 MÉTODO.....	22
2.6 PDCA	23
2.7 OITO DISCIPLINAS (8D)	23
2.7.1 Disciplina 1 – Definição da equipe	25
2.7.2 Disciplina 2 – Descrição do problema	26
2.7.3 Disciplina 3 – Ações de contenção imediata	27
2.7.4 Disciplina 4 – Análise da causa raiz	30
2.7.5 Disciplina 5 – Validar ações corretivas	32
2.7.6 Disciplina 6 – Implementar ações corretivas	37
2.7.7 Disciplina 7 – Ações preventivas	37
2.7.8 Disciplina 8 – Parabenização da equipe	39
3 METODOLOGIA	40
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	40
3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	40
3.3 D1 – DEFINIÇÃO DA EQUIPE.....	40
3.4 D2 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	42
3.5 D3 – AÇÕES DE CONTENÇÃO IMEDIATA.....	44
3.6 D4 – ANÁLISE DA CAUSA RAIZ	46
3.7 D5 – VALIDAR AÇÕES CORRETIVAS.....	49
3.8 D6 – IMPLEMENTAR AÇÕES CORRETIVAS	51
3.9 D7 – AÇÕES PREVENTIVAS	52
3.10 D8 – PARABENIZAÇÃO DA EQUIPE	53
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	55
4.1 D1 – DEFINIÇÃO DE EQUIPE.....	55
4.2 D2 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA	55
4.3 D3 – AÇÕES DE CONTENÇÃO IMEDIATA.....	56
4.4 D4 – ANÁLISE DA CAUSA RAIZ	57
4.5 D5 – VALIDAR AS AÇÕES CORRETIVAS	60
4.6 D6 – IMPLEMENTAR AÇÕES CORRETIVAS	62
4.7 D7 – AÇÕES PREVENTIVAS	64
4.8 D8 – PARABENIZAÇÃO DA EQUIPE	66
4.9 FECHAMENTO DA METODOLOGIA.....	66
CONSIDERAÇÃO FINAL	68
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

Todo o contexto da vida humana pode ser resumido pela forma como o homem busca resolver os empecilhos que surgem até mesmo diariamente em sua vida. Necessidades e dificuldades fazem com que os pensamentos se expandam, com objetivo de facilitar ou melhorar uma condição já existente ou ainda, criar algo novo para atender tal demanda. Tanto pessoas quanto empresas reivindicam que seus problemas sejam tratados de uma forma rápida, eficiente e com o menor custo possível (CINTRA, 2015).

Num mundo com constantes mudanças e principalmente o advento da globalização, toda empresa tem sido pressionada perante o mercado, sendo estas, exigências de clientes que buscam um produto de qualidade e baixo custo. A solução dos empecilhos vem caminhando desde o início das eras juntamente com o ser humano, é um método usado para entender o que acontece em seu ambiente, identificando condições a serem alteradas e em seguida estabelecendo ajustes necessários para alcançar um resultado pretendido (SHARMA; SHARMA; SAHNI, 2020).

Diante de uma linha de produção em que são montados uma grande quantidade de itens compondo o produto final, fazer com que o mesmo seja produzido de uma forma a minimizar os defeitos, levando o máximo da qualidade ao cliente final, é desafiador.

Para minimizar estes problemas e entender que dentro de uma organização tempo é dinheiro, mais claramente, o sucesso da mesma, saber como e onde alocar esforços, é primordial. Na qualidade, busca-se resolver os empecilhos e levar o máximo de desempenho do produto ao cliente. Existem vários tipos de ferramentas, adequadas a determinadas situações, buscando uma forma eficiente e rápida para resolução do problema ou situação em questão (CINTRA, 2015).

Segundo Rambaud (2011), a metodologia das 8D tem por finalidade a resolução de problemas, através da identificação da causa raiz, das não conformidades e, posteriormente, a execução das ações corretivas necessárias. Deste modo, a aplicação do 8D pode contribuir para as empresas na manutenção da qualidade dos serviços e produtos, resultando na satisfação dos clientes. Assim, de acordo com Fernandes (2005), 8D é uma metodologia de solução de problemas

completa e eficaz, englobando os passos necessários para garantir a solução definitiva de um defeito de qualidade.

Sendo assim, percebemos que varias empresas hoje no mercado passam por problemas de difícil solução e que necessitam de um estudo mais aprofundado para chegar a uma solução do mesmo. A problemática deste trabalho está focada em solução de problemas que venham a acontecer dentro de empresa, e o objetivo, é a estruturação da metodologia das oito disciplinas, aplicando ferramentas da qualidade que venham a auxiliar a problemática apresentada.

1.1 TEMA

O tema deste trabalho consiste em realizar uma estruturação da metodologia 8D, auxiliando na análise e solução de problemas, corrigindo e eliminando defeitos recorrentes em uma linha de produção.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O tema proposto neste trabalho tem como foco a solução de problemas que podem ser encontrados durante a vivência de uma organização que manufatura produtos ou até mesmo realiza serviços. Para isto, passos oriundos da metodologia 8D vão ser elaborados buscando o melhor resultado e a máxima eficiência.

Deformidades do processo ou de não conformidade podem ser relatados com frequência dentro de grandes organizações, estas, que necessitam uma forma adequada para solução do mesmo, que economize tempo, ou se necessário, dedicando um maior acervo de tempo em adversidades complexas, encaminhando resultados satisfatórios para organização.

Para desenvolvimento desta metodologia, fez-se com base em um problema relatado dentro de uma empresa metal mecânica que necessitou uma análise mais complexa sobre o mesmo. Para isto, áreas dentro da organização como vendas, produto, manufatura, logística e qualidade, se uniram para discussão em forma de reuniões e ações direcionadas para chegarem em resultados mais satisfatórios.

A atuação direta da pesquisa deu-se com base na engenharia de qualidade, a qual, responsável pelos problemas relatados de garantia do produto que são relatadas pelos clientes. A falha apresentada tem ocorrência no acionamento do motor do

produto. Sendo assim, a pesquisa deu-se início nesta etapa, que tem objetivo final, encontrar a causa raiz da avaria relatada.

Portanto, a delimitação do tema é relacionada a elaboração da metodologia 8D que tem foco em solução de problemas que venham a acontecer dentro de empresas. Ferramentas da qualidade são utilizadas para essa estruturação.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Problemas são evidenciados diariamente dentro de toda organização geradora de produção, estes, atingindo diretamente o produto. Buscar formas efetivas para uma ação corretiva que solucione a não conformidade, colocando um ponto final ao mesmo faz agregar valor ao produto e dá liberdade para solucionar outros que possam vir à tona.

Atualmente a empresa passa por vários processos de inspeção durante a linha de produção e pós produto finalizado, onde são evidenciados os problemas e estes, analisados, avaliados e investigados, para identificação da causa raiz. Em um controle semanal, mensal ou anual, podem ser encontrados avarias repetidas que demandam um estudo mais detalhado para solução do mesmo.

Além dos contratempos que são encontrados por falha de montagem, sendo normalmente erros humanos, que tendem a ser corrigidos ainda dentro da empresa ou erros de projeto ou processo, outros defeitos são encaminhados para a empresa, estes, relatados pelos clientes. Esses relatórios vêm principalmente através de revendas, sendo filtrados por um número mínimo de acontecimentos em um âmbito geral.

Estes contratempos são falhas mais graves que afetam diretamente o funcional do produto, e também, são casos que têm um acontecimento mais frequente, tornando os itens críticos e solicitando uma ação imediata e de extrema prioridade para empresa. Em virtude disto, ações devem ser tomadas e relatórios gerados logo nos primeiros trinta dias, disponibilizando uma breve introdução à falha.

A falha evidenciada é no conjunto de um eixo tomada de força, é um motor de partida, que transmite força ao sistema para funcionamento do todo. O relato recebido foi de que o rolamento que fica em volta do eixo, responsável pela movimentação das polias nele colocadas, estão se desgastando com o tempo, danificando e deixando de exercer a sua funcionalidade e também em seu eixo principal e ainda, a polia responsável pela movimentação do conjunto.

O defeito partiu da base de relato a problema de garantia, o qual, o produto funcionava corretamente e após algumas horas de serviço, sendo relativo de produto para produto, ocorria falha no rolamento, no eixo ou na polia que envolvem o conjunto. Todos estes itens serão estudados para compreender o funcionamento geral do sistema, pois falhas de balanceamento ou de material, por exemplo, devem ser levados em consideração.

Este contratempo traz para pesquisa vários caminhos a serem analisados, constituindo um conjunto com vários itens relacionados, a causa raiz pode ser qualquer um destes, ou até mesmo, no processo de montagem interno ou manufatura externa de fornecedores. Detalhando este problema e demonstrando seus principais itens: inicia-se pelo eixo, a base que sustenta todo conjunto, este, fixo ao corpo do motor, não gerando nenhum tipo de movimento. Rolamentos são colocados neste eixo, e sobre eles, polias que estão fixas ao motor, recebendo a energia gerada por ele, transmitindo ao restante do produto através de correias, a força necessária para funcionamento do todo.

Os principais relatos de defeitos deste conjunto se dão nos rolamentos, que quebram com o tempo. A primeira análise realizada foi em relação ao projeto do produto, este, que está sendo atendido em termos de especificações nele exigidas. O efeito causado por este problema é intolerável pois prejudica o funcionamento do produto perante o todo.

Em frente ao contratempo observado, será utilizada a metodologia 8D como base para estudo da adversidade. Estruturado um corpo de análise para solução deste problema, mas, devido as grandes demandas e outras ferramentas que podem ser utilizadas para solucionar avarias, com objetivo de otimizar processos, seria o 8D a metodologia mais eficaz, que abrange um maior número de ideias e será conveniente para a solução de diferentes problemas demandados?

1.4 HIPÓTESES

Hipótese é sinônimo de suposição, ideia de uma afirmação duvidosa supondo soluções e que busca resolver o problema proposto pelo trabalho. Contudo, as hipóteses abrem outras ideias que podem ser elaboradas para solução do tema proposto e o desenvolvimento do trabalho irá confirmar ou negar a suposição levantada (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010).

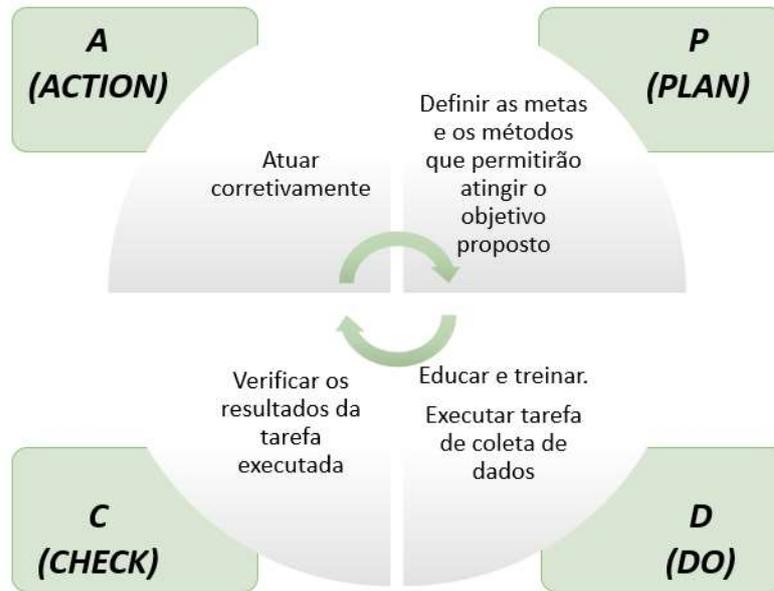
Segundo Souza e Chioli (2010), conforme as indústrias aumentam em tamanho e sofisticação, a responsabilidade pela qualidade dilui-se nos diversos órgãos especializados. O departamento de engenharia era responsável pelas especificações do produto e pelos critérios de aceitação, a produção se encarregava da fabricação e a inspeção era responsável pelos testes e verificações do produto final. Faltava uma coordenação entre os diversos órgãos quanto à responsabilidade pela qualidade. Dessa maneira, a qualidade, que era um trabalho de todos, acabava sendo um trabalho de ninguém. O americano Armand V. Feigenbaum mostrava a necessidade da criação de um departamento de engenharia da qualidade para cuidar unicamente desta função, com a atribuição de gerenciar o programa da qualidade da empresa.

Com responsabilidades evidentes, o departamento de engenharia da qualidade tem como objetivo resolver problemas que venham a aparecer, antes, durante ou depois de todo o processo, sendo, mais fácil e barato, adversidade que serão resolvidos antes ou durante o processo e os contratempos que aparecem após, geram maior perda de tempo e dinheiro.

Existem todos tipos de problemas, estes podendo ser pequenos, normalmente encontrados antes do processo, exemplo: uma peça que não atende ao projeto, identificada antes de entrar para fábrica. Um contratempo de fácil solução, encontrados durante o processo exemplo: uma peça paga errada para linha de produção. Médios que seriam um pouco mais complexos e problemas mais graves, exigindo um estudo mais aprofundado sobre o assunto que seriam encontrados ao final de todo processo, exemplo: uma peça montada com falha e visualizada somente nos testes finais.

A solução de problema pode se dar através de vários métodos, entre eles um programa PDCA (*plan-do-check-action*), uma gestão de quatro passos, conforme a Figura 1, utilizado para o controle e melhoria contínua de processos e produtos que busca identificar a causa raiz dos problemas e analisar as medidas que podem ser praticadas como soluções, padronizando informações e evitando erros coesos.

Figura 1 – Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Lucena, 2017.

Este ciclo demonstra os quatro passos essenciais, traduzidos do inglês para o português: planejar (P), fazer (D), controlar (C), agir (A), sendo as siglas baseadas nas palavras em inglês, conforme descrito.

A metodologia 8D traz consigo um leque de opções e feitos para solucionar de forma abrangente problemas encontrados. Para Farias (2017), o 8D é utilizado na busca por melhoria contínua, que identifica, corrige e elimina a reincidência de adversidade buscando melhorar produtos e processos de uma empresa, evitando gastos desnecessários com custos tanto durante o processo como em reposições (garantia) para consumidor. A utilização das oito disciplinas é necessária para registro das não-conformidades e de pós ações corretivas. A metodologia cumpre as cláusulas da norma ISO 9001:2015.

Segundo Veloso (2007), com dados estatísticos, pode-se aplicar uma metodologia seis sigma, que tem como prática a melhoria simultânea e eliminação de defeitos. O método tem como foco a satisfação do cliente e visa a redução dos custos normalmente gerados pela variabilidade do processo. Com a redução desta variação é possível, com dados estatísticos, buscar reduzir o termo financeiro e também unidades defeituosas, com taxa máxima de 3.4 falhas por milhão.

A busca de melhoria pelo seis sigma é acertada através de projetos, fundamentados e direcionados à solução. Todavia, a execução requer uma avaliação de impactos nos objetivos estratégicos e também, uma análise de viabilidade

evidenciando potenciais de ganho. O método segue a ideia lógica do DMAIC (definir, medir, analisar, aprimorar e controlar) (VELOSO, 2007).

1.5 JUSTIFICATIVA

Entendendo que toda organização tem um objetivo quando se fala de qualidade de seu produto e que esta qualidade abrange todo e qualquer resultado não esperado dentro do processo ou atividade exercida, implementar soluções que não serão realmente eficazes ou que deixem resultados superficiais ou ineficientes para “solução” deste, podem prejudicar e comprometer toda sua estrutura.

Hoje, as empresas precisam ser cada vez mais criteriosas em relação ao seu produto. Devido a um mercado cada vez mais competitivo, a qualidade se tornou um ponto indispensável para produtos de uma empresa que pretendem se concretizar dentro do mercado. Devido a isto, devem focar suas energias em métodos que tragam resultados realmente satisfatórios e que possam eliminar por completo o problema em questão.

A qualidade porta uma quantidade enorme de ferramentas e métodos que podem ser utilizados para resolver impasses. Carecido desta grande quantidade, ter uma metodologia que seja bem estruturada, adentrando em detalhes que vão beneficiar a organização para que a mesma possa resolver seus contratempos de forma rápida e consistente, é primordial.

Ao trabalhar com a metodologia das oito disciplinas, tem-se uma visão abrangente sobre o problema, a qual leva a empresa a seguir oito passos para chegar a uma causa raiz e posteriormente a aplicação de uma solução validada. Por ser uma metodologia que busca integrar várias áreas dentro da empresa, faz com que as mesmas trabalhem em equipe.

As ideias apresentadas podem não somente achar a solução do problema, mas também, durante todo esse processo, atinar possíveis pontos de melhoria que envolva este processo ou departamentos. Igualmente, a melhoria contínua está no radar de aplicação da metodologia 8D, pois sendo gerenciada e planejada corretamente, conseqüentemente novas melhorias serão agregadas durante o processo.

Todo tipo de organização, independentemente de sua área de atuação, deve buscar por pessoas que venham a agregar para a mesma, pois nenhum tipo de órgão consegue crescer de forma individual, todos dependem de indivíduos, e ter entes com

conhecimento, sabendo ministrar métodos de forma efetivas, agregam um valor incalculável.

Além do mais, a metodologia 8D desenvolve uma resposta relativamente rápida para a organização, podendo ser repassada ao cliente, o que fortalece a relação empresa/consumidor. A qualidade do produto existente é melhorada, reduz variações, melhora a eficiência de processos da empresa aumentando o conhecimento interno da corporação, disponibilizando ainda mais oportunidades para inovação e melhoria de processos.

Portanto justifica-se a aplicação do 8D como solução para qualquer tipo de problema que venham a prejudicar os produtos ou processos internamente às empresas. Essas soluções podem agregar valor de modo que deixe seu cliente satisfeitos e a empresa possa economizar com reprocesso.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral a aplicação de ferramentas da qualidade que serão utilizadas para estruturação da metodologia das oito disciplinas na solução de problemas.

1.6.2 Objetivos Específicos

Com o intuito de alcançar o objetivo geral foram listados os objetivos específicos do trabalho:

- Mapear produto e processo definindo um problema que afeta o produto final;
- Determinar de quais os setores envolvidos para solução do mesmo;
- Mapear de dados relacionados aos possíveis problemas;
- Estruturar a metodologia 8D;
- Definir planos de ação para eliminar a causa raiz do problema.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 QUALIDADE

O desenvolvimento de novos produtos, ou uma prestação de serviço tem se tornado a principal forma que impulsiona o desenvolvimento de empresas em direção ao sucesso. Estes serviços ou produtos devem ser bem elaborados e ter um preço justo, não concedendo lugar ao desperdício, assim o cliente terá confiança para utilizar este produto ou serviço prestado e ainda divulgar e relatar a qualidade dos mesmos de forma direta, comentando sobre a qualidade do mesmo ou ainda, de forma indireta, somente utilizando por anos a mesma marca. A qualidade se faz presente quando garante total satisfação do cliente (RODRIGUES; HARGREAVES, 1996).

2.2 HISTÓRIA DA QUALIDADE

A qualidade obteve grande evolução no século XX, seja inspecionando produtos acabados ou buscando uma visão estratégica de negócio. A evolução da qualidade pode ser segmentada em quatro etapas: inspeção da qualidade, controle estatístico, garantia da qualidade e gestão da qualidade total (TQM) (HERAS; MARIMON; CASADESÚS, 2009).

Para Carvalho e Paladini (2012), até meados do século XX, a qualidade nunca tinha vindo a ser um ponto que as empresas buscavam com objetividade, era algo mais enxuto. Um departamento de qualidade que busca apresentar gráficos, diagramas ou algo que controlasse de uma forma mais abrangente, com uma visão mais ampla, era raro.

A história da qualidade pode ser resumida por uma evolução que ocorreu com o passar dos séculos, onde mudanças significativas aconteceram a cada vinte anos, conforme mostra a Figura 2. O primeiro estágio da qualidade foi construído pelos próprios operadores, onde estes montavam o produto e assim era repassado ao consumidor. Num segundo momento, estes operadores foram separados por grupos onde a qualidade passou a ser responsabilidade de um supervisor.

Com o aumento dos volumes de fabricação, veio o terceiro estágio, onde foram colocados inspetores em tempo integral, acompanhando a produção para melhor controle de qualidade, sendo assim, um período do núcleo de inspetores. Durante a 2ª Guerra Mundial, uma alta demanda surgiu dentro de indústrias, que necessitam

alta evasão de produtos e também a qualidade dos mesmos. Com esta demanda, e com o surgimento de conceitos de controle de qualidade estatísticos de processo, inspetores implementaram ferramentas para tornarem suas inspeções mais eficientes. Este período pode ser denominado por controle estatístico da qualidade (FEIGENBAUN, 1994).

Figura 2 – Gráfico da evolução da gestão da qualidade



Fonte: Adaptado de Ternier, 2008.

Obtendo-se uma visão geral e o crescimento da gestão de qualidade, desde seus primórdios até os dias atuais, é perceptível o quanto este ponto fora evoluindo com o passar dos anos. A qualidade dentro das empresas deixou de ser algo fútil, para todo sistema que necessita ser estudado, analisado e avaliado, buscando uma melhoria contínua primeiramente de seus processos, que irão refletir diretamente nos seus produtos ou serviços (CARPINETTI, 2010).

2.3 DEFINIÇÕES DE QUALIDADE

Seleme e Stadler (2012) comentam que a palavra qualidade provém do latim *qualitate*. Essa palavra está baseada na relação empresa/cliente, zero defeitos e atender necessidades e satisfazer o cliente. Complementando com Feigenbaum (1994), apud Hammes et al. (2012), a qualidade pode ser uma “combinação de características de produtos e serviços referentes a *marketing*, engenharia, produção

e manutenção, através da quais produtos e serviços em uso corresponderão às expectativas do cliente”.

Para Garvin (2012), a qualidade pode ser definida em cinco principais abordagens:

- Transcendente: Qualidade é igual a “excelência inata”. Refere-se que a qualidade dos produtos produzidos, devem ser nobres;
- Baseada no produto: Se baseia em materiais que compõem o produto, diretamente proporcionais a quantidade atribuída o mesmo;
- Baseada no usuário: Para o cliente, qualidade é aquele produto que se encaixa em suas necessidades;
- Baseada na produção: Quando desvio de qualidade é identificado, é ser necessário uma melhora na produção, ou até mesmo, diminuição do preço do produto;
- Baseada no valor: Os termos de curso do produto são pagos quando a qualidade é totalmente expressada, atendendo o desempenho ou conformidade.

Além disso, Garvin (2012) fala das oito dimensões, o produto pode ser bem avaliado numa visão e em outra, não. Normalmente elas são inter-relacionadas:

- Desempenho: Combina detalhes do produto juntamente com o usuário;
- Características: O que torna o produto único;
- Confiabilidade: Funcionamento ou falha em um período de tempo;
- Durabilidade: Média de vida útil do produto;
- Atendimento: Formas de suporte realizadas ao cliente;
- Estética: Reflete no julgamento pessoal de cada indivíduo;
- Qualidade percebida: Avaliação do produto de forma subjetiva e não de medidas diretas;

Ainda citando Garvin (2012), o autor sugere que estas abordagens podem entrar em conflito, pois cada uma delas vê a qualidade de acordo com sua necessidade ou visão.

Hoje a qualidade se tornou essencial, acabou tomando tal proporção que é fator de seleção em produtos e serviços para consumidores. Para atender tal demanda, as empresas precisam controlar a qualidade, propriedade e características de seus

produtos, atendendo as necessidades de seus clientes, podendo trabalhar com as ferramentas de qualidade hoje dispostas (PEDRINI; CATEN; SOARES, 2007).

2.4 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Com a implementação do sistema de gestão da qualidade criou-se o conceito de gestão da qualidade total ou *total quality management (TQM)*, que foi originado por norte-americanos, mas se desenvolveu entre as décadas de 1980 e 1990 no Japão devido à alta competitividade no mercado, que vinha crescendo cada vez mais. Essa demanda necessitou alterar o modelo de gestão a ser utilizado para que os produtos atendessem as necessidades dos clientes e, através do uso de ferramentas, uma melhoria contínua de produtos e serviços ofertados fosse implantada (LAUTENCHLEGER, 2015, apud ASCENÇÃO, 2019).

Segundo Paladini (1997), apud Lucena (2017), é necessário desenvolver métodos e técnicas que servirão de auxílio para a implementação do controle de qualidade total. Essas técnicas são conhecidas como ferramentas para a qualidade, e nada mais são que procedimentos gráficos, números, formulações práticas, mecanismos de operação e alguns métodos estruturados para implementação da qualidade total.

Ainda, Lucena (2017) comenta que as ferramentas têm o objetivo de acompanhar o desempenho do processo, que identifica falhas e posteriormente corrige-as. As ferramentas vêm para auxiliar na tomada de decisões, resolvendo ou melhorando uma determinada dificuldade.

2.5 MÉTODO

De um modo geral, método é um caminho para atingir um determinado objetivo. É uma forma de cognição utilizada para refletir sobre um objeto de estudo. O método pode seguir dois caminhos diferentes, sendo um deles o termo investigativo, que significa orientação geral (método dialético) ou ainda, técnica particular de pesquisa (método indutivo-dedutivo). Outro caminho que pode ser seguido é o método da pesquisa que é usado para demonstrar diferentes maneira pelas quais o sujeito da pesquisa pode interagir com o caso estudado (ABBAGNAMO, 1963, apud MOURA, 2010, apud JIMÉNEZ; JACINTO, 2017).

2.6 PDCA

O ciclo PDCA foi desenvolvido por Walter A. Shewart, que começou a ser conhecido e aplicado como um ciclo por Deming em meados de 1950. É uma técnica simples que busca controle de processo, sendo utilizada para gerenciamento e organização de atividades (BAUER et al., 2002; SOUZA, 1997; ANDRADE, 2003, apud TERNER, 2008).

Ainda, segundo Campos (2014), apud Fagundes e Guidorizzi (2016) comenta que o ciclo PDCA é um método para controle do processo importante para o gerenciamento da qualidade total, exercendo um controle sobre as demandas.

Sendo composto por quatro fases, conforme Figura 1, planejar, executar, verificar e atuar, pode ser utilizado na manutenção de resultados como também na melhoria de resultados (CAMPOS, 1992, apud TERNER, 2008).

2.7 OITO DISCIPLINAS (8D)

Conforme Vargas (2017), a metodologia das 8D teve início no *standard* de qualidade MIL-STD 1520 *corrective action and disposition system for nonconforming material*, uma ação corretiva e um sistema de disposição para materiais não conforme, emitido pelo exército dos Estados Unidos da América, sendo que, posteriormente, nos anos 80, foi aperfeiçoada por Henry Ford, dentro de sua organização para melhor tratar de suas adversidades.

Correspondendo a uma sequência de ações que podem ser utilizadas em qualquer segmento industrial, devem atender desde a identificação da existência do problema até seu último passo que corresponde a parabenização da equipe pelos esforços e resultados obtidos. Quando essa sequência é executada corretamente, os passos colaboram para solucionar a dificuldade em um curto espaço de tempo e também abre uma visão para possíveis melhorias, já que se trata de uma ferramenta de melhoria da qualidade de produtos e processos. Por ser baseada em fatos, o processo de decisão e resolução das dificuldades é feito de forma estruturada, garantindo a resolução do problema (PARIS, 2003, apud VARGAS, 2017).

Fernandes (2005) apud Farias (2017), fala que a ferramenta 8D é uma metodologia de solução de problemas completa e eficaz, englobando passos necessários para garantir uma solução definitiva de adversidades relacionadas a qualidade de produto ou de processos. Comenta também que em muitos casos, não

é necessário o uso das oito disciplinas, pois nem toda avaria necessitará de uma equipe para ser resolvido, sendo assim, disciplinas (passo) como pelo menos a segunda e a última não serão necessárias.

Sendo assim, os oito passos deverão ser utilizados quando a dificuldade é totalmente desconhecida e a solução, juntamente com a possível causa raiz, está além de somente uma pessoa ter a capacidade de solucioná-lo, necessitando apoio de uma equipe (MAGALHÃES, 2005, apud FARIAS, 2017).

As funções básicas para inspirar uma equipe é a resolução de problemas, a contenção de seus efeitos, a busca pelos fatos, a identificação da causa raiz, a abertura de uma ação preventiva e assim, a solução dos problemas (KEPNER, 2001, apud CINTRA, 2015);

Chelson et al. (2005), apud Cintra (2015), cita algumas características referentes ao método 8D:

- Aplicado em equipe de forma ordenada;
- Utiliza fatos ao invés de opiniões pessoais;
- Pode ser aplicado para qualquer tipo de problema ou atividade;
- Promove comunicação entre diferentes áreas que compartilham o mesmo objetivo;
- Vale-se documentos para gerar relatórios.

Como o próprio nome já diz, esta ferramenta é dividida em oito passos que são (GONZÁLVES, 1998 apud CINTRA, 2015):

- Disciplina 1 – Definição da equipe;
- Disciplina 2 – Descrição do problema;
- Disciplina 3 – Ações de contenção imediata;
- Disciplina 4 – Análise da causa raiz;
- Disciplina 5 – Validar ações corretivas;
- Disciplina 6 – Implementar ações corretivas;
- Disciplina 7 – Ações preventivas;
- Disciplina 8 – Parabenização da equipe.

A metodologia das oito disciplinas ainda pode ser dividida dentro do ciclo PDCA, conforme mostra a Figura 3, cada etapa pode ser reconhecida como uma ação dentro deste ciclo, gestão visual.

Figura 3 – Ciclo PDCA e o 8D



Fonte: Adaptado de 8D Workbook (S.n.t.).

Para desenvolvimento do projeto, foi utilizado como base, o livro “*8D problem solving process*”, escrito pela autora Martha Begley Schade. O livro fala sobre a história do 8D, os benefícios em adotar esta metodologia, possíveis implicações em fazer o relatório, diretrizes sobre solução de problemas, a importância deste relatório para empresa, passos que podem ser seguidos e também o detalhamento de cada disciplina. Será utilizado como referencial para metodologia desenvolvida neste trabalho e alguma outra parcela em desenvolvimento de textos (SCHADE, 2013).

2.7.1 Disciplina 1 – Definição da equipe

González (1998), apud Cintra (2015), comenta que a primeira disciplina tem a finalidade de definir a composição da equipe que será responsável pela resolução do problema. A equipe deve ser formada por profissionais de múltiplas áreas do conhecimento, que sejam qualificados e principalmente, que busquem integrar suas competências para corrigir as falhas evidenciadas. Ela deve ter um líder, para dar andamento às aplicações das ferramentas e orientar o grupo de trabalho.

Ristof (2008) afirma que nesta disciplina é preciso definir uma equipe que tenha conhecimento do produto ou do processo, e conhecimento na resolução de problemas.

Ainda assim, Behrens, Wilde e Hoffman (2007) fala que o time deve ser multifuncional e deve incluir o responsável pelo processo que apresentou falhas, membro que represente a engenharia da qualidade e responsáveis por uma possível contenção, análises, correção e prevenção.

Em um resumo geral, os membros devem ser proativos, e comprometidos com as atividades, para fluir as incumbências de uma forma natural, alcançando os resultados esperados. Dentro destes comprometerimentos, devem seguir (DEFEO, 2015 apud JESUS, 2019):

- Comparecer a reuniões sobre o tema;
- Saber repassar informações a seu departamento e solicitar auxílio quando necessário;
- Auxiliar a equipe do projeto com seus conhecimentos;
- Investigar possíveis novas ideias e ou agentes causadores do problema;
- Questionar de forma construtiva opiniões e colocações;
- Saber quando algum membro do projeto está sobrecarregado e candidatar-se para execução de novas tarefas que estejam ao seu alcance.

2.7.2 Disciplina 2 – Descrição do problema

Para esta etapa, González (1998), apud Cintra (2015) fala que podem ser utilizadas algumas ferramentas da qualidade, procurando contextualizar uma compreensão da não conformidade. Entender de fato se suas origens são internas ou externas, deixam explícitos alvos para possíveis soluções, e posteriormente aplicar a ferramenta mais adequada.

Com objetivo de identificar claramente a falha, o encarregado de solucionar este contratempo, o líder de projeto, deve se esforçar para obter do cliente ou das pessoas que estão relatando o problema o máximo possível de informações concretas que contribuiriam para análise deste processo. A natureza e a localização da contrariedade devem ser fornecidas juntamente com seus impactos. Outra informação que deve ser levada em consideração, é saber se a adversidade é recorrente ou se pode ocorrer em produtos ou processos similares. Descrevendo a dificuldade, o método 5W2H pode ser utilizado, onde perguntas minuciosamente e sistematicamente devem ser respondidas: quem, o quê, onde, quando, como, quanto

e por quê. As perguntas e as respostas ajudam a esclarecer os antecedentes e as conexões para uma possível causa raiz (KRAJNC, 2012).

Vindo para auxiliar a equipe em um entendimento macro sobre o assunto, a utilização da ferramenta 5W2H garante, de forma simples, que as informações básicas que envolvem o problema sejam dispostas de uma forma visual. Para isto, essa ferramenta, detalhada abaixo, ajuda a expandir a visão e ideias sobre o assunto discutido (MEIRA, 2003 apud JESUS, 2019):

- *What* (o quê?) (objetivo, meta) – O que é o assunto tratado?
- *Who* (quem?) (responsável, equipe) – Quem está, ou deve trabalhar no assunto?
- *When* (quando?) (data, cronograma) – Quando o assunto deve ser trabalhado, ou quando aconteceu?
- *Why* (por quê?) (motivo, benefício) – Porque aconteceu ou porque deve-se trabalhar nisso?
- *Where* (onde) (local, departamento) – Onde aconteceu?
- *How much/many* (quanto custa?) (quantas peças?) (custo, quantidade) – Qual o valor que envolve o assunto?
- *How* (como?) (atividades, processos) – Como aconteceu o problema?

Cintra (2015) ressaltar que a metodologia 5W2H, não deve ser utilizada nesta etapa com o sentido de planejar e estruturar a ação, todavia como uma ferramenta exploratória que amplia a visão, contextualiza e ajuda a investigar o contratempo e toda sua abrangência. Para esta aplicação, a etapa “*How much*” não se refere a custo e sim a quantidade de itens que apresentaram defeito, “*How many*”.

2.7.3 Disciplina 3 – Ações de contenção imediata

Para esta disciplina a abordagem se dá em torno de ações que devem ser tomadas de forma imediata para evitar que o problema tome proporções maiores, protegendo principalmente o cliente final, até que as ações corretivas permanentes sejam implementadas (GONZÁLES, 1998, apud CINTRA 2015).

Whitfield (1996), apud Cintra (2015), fala que é necessário perceber quais são as áreas que podem ser afetadas com este problema, para assim, em um curto espaço de tempo, conseguir minimizar os impactos causados por este, seja na produção ou para o comprador. Dependendo das consequências que podem derivar do

contratempo, as ações de contenção imediata assumem diferentes proporções. Em um caso mais simples, esta ação pode ser somente informar o cliente sobre a contrariedade, mas em casos mais graves, pode ser necessário uma parada de produção ou recolher todos os produtos plausíveis deste defeito que já estão sendo usufruídos.

Krajnc (2012) fala que um exemplo de aplicação desta ação de contenção imediata é dentro das indústrias automobilística, sendo que, esta ação, deve ser tomada em até 24 horas e deve conter os seguintes passos:

- Verificação adicional de estoques na fábrica e no depósito em consignação;
- Verificar se alguma peça (defeito) está sendo transportada para o cliente;
- Rotulagem - bloqueando e eliminando partes de risco em um ciclo de fabricação incompleto;
- Definir medidas para remediar defeitos nas instalações do cliente.

Ainda citando Krajnc (2012), fala que, em relação à ação de interrupção, o seguinte poderá ser acordado com o cliente:

- Que a fabricante disponibilizara mão de obra para reparar defeitos;
- Que o cliente não irá arcar com custos de peças consideradas inadequadas (garantia);
- O serviço pode ser terceirizado, porém os custos serão do fabricante;

Uma ação de contenção imediata é muito importante pois afeta diretamente as despesas que a empresa arca com o projeto. Na Figura 4, observa-se uma ilustração de valores investidos em relação ao processo de produção, quanto antes for identificado a falha, menor o custo para correção, quanto mais adiante, maior o custo.

Se o defeito for contido onde o mesmo foi originado, no próprio processo, ele afeta somente o local e nada mais, podendo ser corrigido ali mesmo. Já se ele for detectado no próximo processo, o processo seguinte, causa um certo atraso, pois a etapa anterior produziu o defeito e passou adiante, e nesse processo, se espera uma peça adequada ou montada corretamente para seguir de acordo com o processo subsequente da atividade.

Figura 4 – Despesas em relação ao processo de produção

No próprio processo	No próximo processo	No fim da linha de produção	Na inspeção final	Na mão do usuário final
				
Impacto pequeno e restrito	Causa pequeno atraso	Causa retrabalho e reprograma o trabalho	Causa grande retrabalho, atraso na entrega e inspeção adicional	Custo com garantia, perda de reputação e de <i>market share</i>

Fonte: Engeteles, 2019.

Se a peça for detectada com problema no fim da linha de produção, depois de ser montada uma quantidade x de produtos, gastando um tempo y para produção de todo esse lote, o tempo que foi dedicado para a montagem deste componente é totalmente perdido e não tem como ser recuperado, sendo necessário a segregação de todo lote, caso a entrega seja programada para o dia.

Na inspeção final são realizados testes que vem com o intuito de ser um último filtro entre a fábrica e a entrega do produto ao cliente final, assim, caso o problema for detectado nessa etapa, pode ser necessário um grande retrabalho, muitas vezes obrigatório desmontar todo o produto, desperdiçando um tempo considerável e também, gerando um grande custo oneroso e, principalmente, de mão de obra, pois esse processo será repetido, sendo necessária duas ou mais inspeções, custando no mínimo o dobro do valor.

Quando uma contrariedade é detectada na mão do usuário final, as perdas são irreversíveis e calamitosas, pois quando o produto chega com defeito ao cliente final, a empresa tem custo com garantia, entre outros. Outro ponto é que a empresa perde em reputação e principalmente *market share*, sendo consequências muito graves para empresa (ENGETELES, 2019).

Com estes dados, percebe-se que quanto mais distante é detectado um problema do seu processo original (onde ele surgiu), mais dinheiro, tempo e reputação podem ser perdidos.

2.7.4 Disciplina 4 – Análise da causa raiz

Como objetivo geral, o 8D vem para identificar a causa raiz de um problema, para que o mesmo possa ser corrigido vindo a não recorrência. Para que isto ocorra com sucesso, as causas vão ser identificadas e apuradas, em seguida, agentes considerados impróprios dentro do processo, são eliminados.

Isto deve ocorrer para que todo tempo dedicado seja utilizado diante de algo concreto. O processo de identificação vai ocorrer com ferramentas da qualidade como diagrama de *Ishikawa*, *brainstorming*, *CTQ tree (critical-to-quality)*, entre outras, assim, garantindo uma abordagem mais sistemática e apropriada para solução da contrariedade (RISTOF, 2008).

2.7.4.1 *Brainstorming*

Em uma tradução literal, “tempestade cerebral”, é uma técnica criada por Osborn em 1938, que consiste em reuniões em que cada colaborador do time propõe ideias do que poderia ser uma causa raiz, relacionadas ao defeito do produto ou problema no processo. Detalhe que nesta ferramenta, não existe ideias erradas ou corretas, a finalidade é de coletar o maior número possível de opiniões (MARIANI, 2005 apud ASCENÇÃO, 2019).

Segundo Bezerra et al. (2012), apud Vargas (2017), estas reuniões devem ser geridas de uma forma totalmente livre, pois com isso, a espontaneidade de ideias dispostas entre os participantes é considerável. Essa liberdade é uma forma de encorajar a participação e a criatividade dos indivíduos do grupo, estimulando a participação de todos.

Depois das sessões, as ideias são dispostas sendo escolhidas para as que mais se direcionam aos objetivos de capacidade financeira, técnica ou administrativa da empresa, sejam escolhidas e trabalhadas.

2.7.4.2 Diagrama de *Ishikawa*

Bezerra (2009), apud Vargas (2017) fala que o diagrama de *Ishikawa* ou espinha de peixe, como é conhecido, busca apresentar a relação existente entre uma contrariedade ou processo imprevisto e posteriormente, possíveis causas que podem acarretar esses problemas, em relação a sua categoria atuando como um guia para identificar a principal causa do detrimento.

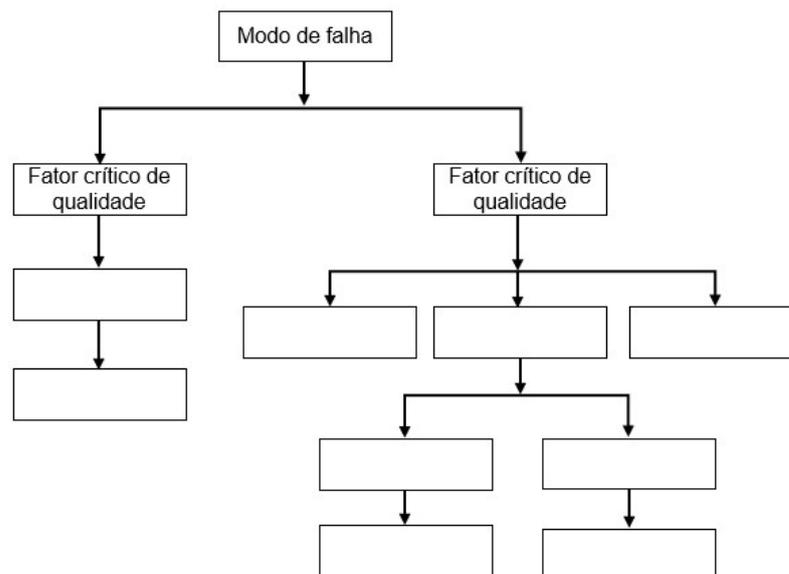
Ainda assim, para Carpinetti (2010), apud Vargas (2017) é um método usado para visualizar determinado contratempo, busca esclarecer e apurar fatores que influenciarão na causa raiz. O diagrama de *Ishikawa* se baseia em 6 M's: método, matéria, mão de obra, máquina, medição, meio ambiente (sendo estas suas possíveis causas), conforme a Figura 8, que são “puxados” por um determinado problema.

Todas as informações obtidas com base nestes dados devem ser mensuráveis e caso não forem, devem encontrar alternativas ou substituir as existentes para que atendam a esta exigência.

2.7.4.3 CTQ tree (critical-to-quality)

A ferramenta do *CTQ tree (critical-to-quality)* ou diagrama de árvore, pode ser observado na Figura 5.

Figura 5 – Sequencial modo de falha do diagrama *CTQ tree*



Fonte: Adaptado de Defeo (2000).

Esta ferramenta tem por objetivo desdobrar e detalhar um determinado modo de falha onde colaboradores da empresa que estão contribuindo com o desenvolvimento de uma análise sobre um problema, possam entender quais são os fatores críticos para a qualidade de determinado produto, assim, um possível problema é retratado (fator crítico de qualidade) e após, detalhado até sua raiz (DEFEO, 2015, apud JESUS, 2019).

Definido como o topo da árvore, a ferramenta *CTQ* mostra o modo de falha, seguido por suas ramificações, desmembrando fatores críticos de qualidade, estes são possíveis detalhes que afetam o funcionamento do produto. Posteriormente, abrem-se mais detalhes sobre possíveis causas que possam afetar a peça/produto estudado (DEFEO, 2015, apud JESUS, 2019).

2.7.5 Disciplina 5 – Validar ações corretivas

Segundo Krajnc (2012), após a verificação das etapas anteriores e uma possível causa raiz encontrada, esta ação corretiva deve ser validada e implementada. Todas as ações corretivas encontradas devem passar por um processo de validação, tanto pelas pessoas envolvidas no processo como também, com base na perspectiva de custos. Se a equipe achar que as melhorias não são apropriadas, novas discussões e análises devem ser feitas. A ação corretiva na etapa cinco do procedimento 8D é basicamente uma medida preventiva usada para resolver permanentemente o problema.

Para Marlot (2010) apud Krajnc (2012), as medições são uma importante fonte de informações que levam como comparativo um passado e futuro, verificando o estado passado com o estado atual do problema ou processo obtendo uma informação importante de comparativo e análises utilizadas como orientação. Nessa ideia, percebe-se que nenhuma medida é executada sem o devido planejamento e nenhum planejamento é executado sem uma medida concreta. Ainda citando Krajnc (2012), estas medidas podem ser feitas utilizando diferentes métodos estatísticos realizados por dispositivos digitais ou manuais, todavia devem ser armazenados em um local com fácil acesso. Podem ser medidos através de um controle estatístico de processo (CEP) incluindo índices de capacidade de processo (CP), histogramas e diagramas de Pareto.

Segundo Ristof (2008), a ação corretiva deve ser executada para a eliminação da causa raiz da contrariedade, exigindo da equipe uma análise crítica para que possa ser seguido o caminho mais adequado para a eliminação da adversidade, levando em consideração os recursos disponíveis.

2.7.5.1 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é uma ferramenta que possibilita a identificação visual das principais causas dos defeitos, e com isso, focar as ações no princípio gerador mais eminente, concentrando-se assim nessa causa, acelerando o processo de solução do problema (KUME, 1993, apud FAGUNDES; GUIDORIZZI 2016).

Para Carpinetti (2010), apud Cintra (2015), se forem identificadas as causas dos problemas enfrentados pela empresa, será possível eliminar quase todas as perdas ou defeitos, por meio de pequenas ações. O princípio de Pareto é demonstrar por meio de um gráfico de barras verticais, conforme Figura 10, evidenciando a ordem de importância dos defeitos.

2.7.5.2 FMEA

O FMEA (*failure mode and effect analysis*) é uma ferramenta que tem por objetivo identificar e classificar todas as falhas que podem vir a acontecer ou que já aconteceram. Aguiar (2016), descreve que para elaborar um FMEA, deve-se identificar o modo de falha, sua causa, o efeito que ela provoca e como deve ser controlada, em seguida, cada falha receberá uma pontuação em relação a sua severidade, ocorrência e detecção. Fagundes e Guidorizzi (2016), falam que essas notas devem ser multiplicadas, obtendo-se o número de prioridade de risco (NPR), priorizando assim, o modo e ação que devem ser seguidas.

Para Silva, Fonseca e Brito (2015), este método pode ser desenvolvido através de algumas fases que facilitam o levantamento do mesmo. Segue as fases abaixo:

- Seleção do componente a analisar;
- Estudo funcional e seleção do estado de funcionamento;
- Identificar um modo de falha potencial;
- Identificação dos efeitos potenciais da falha;
- Avaliação da gravidade da falha;
- Identificação da causa potencial da falha;
- Quantidade de ocorrências da falha;
- Medidas de controle da falha;
- Probabilidade de detecção do modo de falha;
- Ação recomendada para solução falha;

- Departamento responsável pelo desenvolvimento.

Ahsen (2008), apud Aguiar (2016), comenta que o FMEA auxilia os gestores a alocar os recursos de forma mais eficiente, evitando desperdícios. Isso ocorre pela gravidade do efeito de falha, a frequência com que a falha ocorre e a probabilidade de detecção da mesma.

Para Feili et al. (2013), o FMEA tem por objetivo analisar as características de concepção em relação ao processo de fabricação, assegurando que o produto resultante satisfaça as necessidades juntamente com as expectativas dos clientes. Keskin (2019), apud Aguiar (2016), comenta que esta ferramenta evita que falhas inaceitáveis possam atingir o cliente.

Ainda, Hadivencheh (2013), apud Aguiar (2016), fala que identifica e prioriza modos de falha. Busca iniciar ações corretivas adequadas que podem eliminar as causas de falhas ou atenuar os seus efeitos (LIU et al., 2015 apud AGUIAR, 2016).

Sobre a gestão de processos Slack, Chambers e Johnston (2002), comentam que esse processo se dá por definir cada micro contribuição relacionada a operações realizadas dentro da organização com objetivo único e necessário, satisfazer as necessidades dos consumidores.

Ainda, de acordo com Gonçalves (2000), apud Silva (2018), comenta que o processo é definido como uma atividade ou conjunto de atividades que recebem um acréscimo de valor levando um resultado final a um cliente específico. Hammer e Champy (1994) citados por Silva (2018), definem o processo como um conjunto de atividades seguidas de forma lógica, de modo a ser efetiva, e que agreguem valor ao cliente final.

O grupo irá avaliar o risco de cada causa da falha com base no desenvolvimento de métricas para medição a partir de cálculos simples que envolvem três fatores: O primeiro destes fatores é a severidade (gravidade), que mede a gravidade do efeito da falha (CHANG, 2009; SAWHNEY et al., 2010, apud AGUIAR, 2016).

O segundo fator é a ocorrência, que é a probabilidade para cada causa potencial tornar-se um problema. O terceiro fator é a detecção, que se refere à capacidade de detectar possíveis falhas antes mesmo do impacto do defeito (CHANG, 2009; SAWHNEY et al., 2010, apud AGUIAR, 2016).

Para primeira etapa, que busca o fechamento do NPR, tem-se base na Tabela 1, que é classificado quanto ao impacto dos seus efeitos pela atribuição do índice de

severidade (BAHRAMI; BAZZAZ; SAJJADI, 2012). Ainda com base em Aguiar (2016), Tozzi (2004) fala que o quadro de severidade demonstra uma classificação por pontuação, entre um a dez, sendo nota 1 para o menos grave e nota 10 para o mais grave.

Tabela 1 – Referência para pontuação de severidade baseada na descrição objetiva da consequência do modo de falha

Pontuação	Definição da severidade	Consequência do modo de falha com essa severidade
1	Nenhuma	Não perceptível, nenhum efeito relevante
2	Quase Nenhuma	Falha não perceptível, pouco efeito
3	Extremamente Baixa	Esforço extra para produzir sem atrasos
4	Muito Baixa	Curto atraso no processo
5	Baixa	Moderado atraso no processo
6	Moderada	Longo atraso no processo pela realização de reparos
7	Alta	Rejeição de produtos produzidos
8	Muito Alta	O cliente final percebe o defeito no produto
9	Extremamente Alta	Falhas que não atendem as normas legais
10	Perigosamente Alta	As pessoas podem ficar gravemente feridas

Fonte: Adaptado de Aguiar, 2016.

Com os modos de falhas definidos, Feili et al. (2013), comenta que a próxima ação é investigar a quantidade de ocorrências que este defeito vem a apresentar. A ocorrência para Petrović et al. (2014), apud Aguiar (2016), pode ser acurada com base em históricos de falhas registradas pela organização em um determinado período.

Teng et al. (2006), apud Aguiar (2016), falam que um modo de falha pode ser oriundo de diferentes probabilidades de ocorrências, sendo que cada ocorrência tem como base a Tabela 2, está com uma escala de um a dez.

Assim, Aguiar (2016) fala que com o modo de falha definido, o número de ocorrência é identificado e descrito dentro do NPR, no FMEA. Os níveis registrados têm base em quase nunca venha ocorrer, até níveis em que é quase certo a ocorrência da falha.

Tabela 2 – Referência para pontuação da ocorrência sem descrição do critério de classificação

Nível	Definição
1	Quase Nunca
2	Remoto
3	Muito Leve
4	Leve
5	Baixa
6	Média
7	Moderada Alta
8	Alta
9	Muito Alta
10	Quase Certo

Fonte: Adaptado de Aguiar, 2016.

Feili et al. (2013), comentam que a fase de detecção está diretamente relacionada a probabilidade de uma falha se detectada antes mesmo de chegar ao cliente. Para uma melhor detecção de falhas, Sharma, Kumar e Kumar (2007), apud Aguiar (2016), comentam que vários fatores devem ser considerados, tais como capacidade do operador ou pessoal de manutenção, detectando a falha visualmente ou de forma auditiva (dependendo do produto), ou ainda por meio de sensores, alarmes, entre outros pontos de inspeção, conforme Tabela 3, as detecções estão a partir da probabilidade de o defeito chegar ao cliente.

Tabela 3 – Referência para pontuação de detecção a partir da probabilidade de um defeito chegar ao cliente

Critério	Pontuação	Probabilidade de um defeito chegar ao cliente
Remota	1	0 – 5
Baixa	2	6 – 16
	3	16 – 25
	4	26 – 35
Moderada	5	36 – 45
	6	46 – 55
	7	56 – 65
Alta	8	66 – 75
	9	76 – 85
Muito Alta	10	86 – 100

Fonte: Adaptado de Aguiar, 2016.

Para Aguiar (2016), o processo de inspeção se faz extremamente importante para esta etapa, o qual reconhece/identifica determinado sufoco, todavia algumas

destas avarias ocorrem somente depois de hora do produto em uso, existindo casos em que o contratempo já é reconhecido pela empresa, porém sem causa solucionada.

Com estas probabilidades, define-se que o critério remoto, são como alguns problemas de pinturas por exemplo, defeitos que serão identificados na revisão, e corrigidos antes mesmo de sair da empresa. Critérios como muito alta, são adversidades como o citado anteriormente, após horas de uso, a avaria pode surgir em alguns produtos (AGUIAR 2016).

Finalizando o processo FMEA, todos dados (números) dos quadros acima foram alocados no Quadro 7, que irão formar o NPR, definindo qual dos modos de falha vem a afetar mais o produto (AGUIAR 2016).

2.7.6 Disciplina 6 – Implementar ações corretivas

Para Broday e Júnior (2013), nesta etapa são definidas ações para implementação das ações corretivas que buscam eliminar permanentemente a causa raiz do problema. Krajnc (2012) comenta que a implementação das ações deve ser feita para atender ao longo prazo e de preferência, acordado com o cliente, pois é ele quem receberá a ação corretiva e afirmará se estão de concordata ou não.

2.7.7 Disciplina 7 – Ações preventivas

Se a ação posteriormente for eficaz, deve ser conduzida a aplicação da alteração em procedimentos, instruções de trabalho, métodos, normas, plano de controle, FMEA, gráficos e/ou outros documentos do sistema da qualidade. Outro ponto importante para esta etapa, é a necessidade de treinamentos que abrangem a ação aplicada (RISTOF, 2008).

Cintra (2015) cita que modificar os sistemas de gerenciamento, operacionais, práticas e de procedimentos é necessário para que a ação preventiva seja implementada de forma apropriada prevenindo a não recorrência. Escolher formas de controle contínuo do processo e pós processo (cliente) incluem a metodologia uma acabativa fundamental, pois será nela que o controle de efetividade ou não será evidenciado. Será necessário alterações de procedimentos internos como instruções de trabalho, fluxogramas, diretrizes, entre outros, utilizando ferramentas como folha de verificação ou histograma.

Segundo o 8D *Workbook S.n.t*, as mudanças ocorridas por esta prática podem ser de grande validade para organização, pois ela pode extinguir problemas iguais ou semelhantes.

Para Schade (2013), vale ressaltar que, nesta etapa, deve-se ter uma visão de 360 graus. Durante o procedimento, é possível ver implicações ou efeitos em outros processos, dentro da empresa, com clientes ou qualquer outro local que possa ter relação com o produto. Esta etapa é aquela onde todos os benefícios podem ser colhidos, vindo da dedicação ao trabalho realizado. As melhorias obtidas podem ser replicadas dentro de outros processos ou documentos, evitando que ocorram problemas em outros lugares, maximizando os investimentos e benefícios colocados no 8D.

2.7.7.1 Folha de verificação

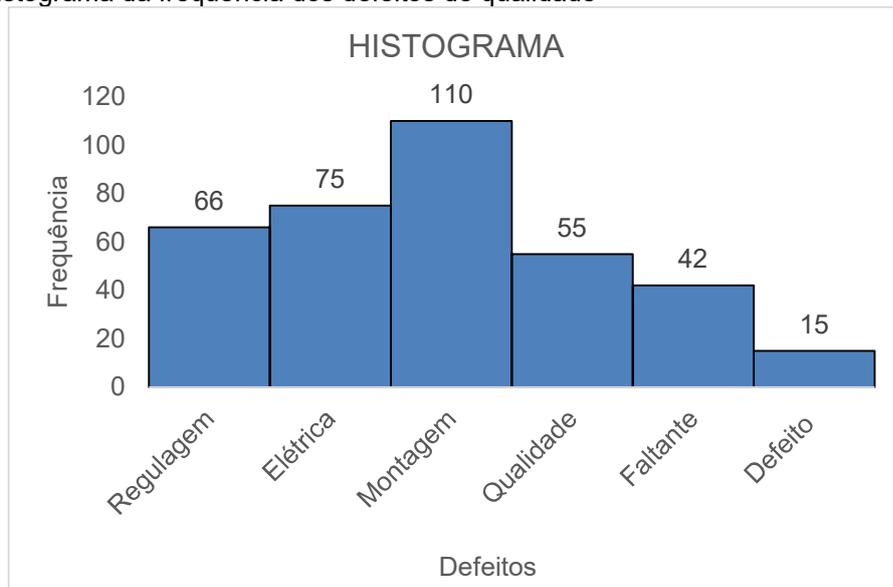
Dentre as ferramentas acima citadas, ainda pode-se utilizar ferramentas como uma folha de verificação, uma ferramenta simples e bastante utilizada dentro das indústrias. Esta ferramenta não contém um padrão para seguir, o objetivo dela é buscar englobar o máximo de informações necessárias dentro de um arranjo, podendo ter uma visão geral sobre a circunstância (MIGUEL, 2001, apud JESUS, 2019).

2.7.7.2 Histograma

Segundo Bauer et al. (2002), apud Tener (2008) o histograma é uma ferramenta representada de forma gráfica, geralmente em colunas, com o objetivo de observar a distribuição da frequência de um determinado dado. São utilizados para avaliar padrões, identificando limites e sugerindo tendências centrais.

De acordo com Saini (2014) apud Ascensão (2019), a ferramenta busca identificar a variabilidade do processo, permitindo resumir as informações contidas em um gráfico, juntamente com dados. Para cada dado, uma barra vertical é formada proporcionalmente a frequência que este dado ocorre, provisionando a informação do quão reiterado um determinado desvio ocorre. Ainda assim, o histograma pode ser disposto de outras formas, um exemplo clássico está representado pela Figura 6.

Figura 6 – Histograma da frequência dos defeitos de qualidade



Fonte: O Autor, 2020.

Com o histograma, percebe-se a distribuição de frequências que está representada graficamente em colunas. Assim, buscando a quantidade em números oriundas dos defeitos, será possível perceber qual está em maior destaque (TENER 2008).

2.7.8 Disciplina 8 – Parabenização da equipe

Magalhães (2005), apud Cintra (2015), fala que a metodologia 8D é focada em soluções de problemas, sendo completa e eficaz que engloba passos necessários para garantir a solução definitiva de um contratempo. Nem toda adversidade estudada será obrigatório o uso das 8 disciplinas, alguns, descartam a necessidade da formação de equipe, eliminando, portanto, pelo menos o primeiro e o último passo. Quando a contrariedade está além da capacidade de uma só pessoa, casos em que a causa da avaria é desconhecida, deve ser formada equipe.

De um modo geral, a disciplina oito, mesmo que o problema não seja descoberto e outra ação necessária seja tomada, os membros da equipe devem ser parabenizados por toda dedicação e esforços no trabalho, para que assim se mantenham motivados para agir sobre outro contratempo futuro (FAGUNDES; GUIDORIZZI, 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Metodologia para Toledo (2007), apud Leme (2010), é uma sequência em passos lógicos que buscam compreender ou realizar um estudo sobre um determinado tema. Comentando sobre dificuldade, a metodologia mostra passos que um grupo ou uma pessoa seguiu buscando a identificação da não conformidade até a implementação da solução, acompanhando os resultados obtidos e instrumentos usados para realizar análises e solução de problemas até a disseminação dos aprendizados. De uma forma geral, é um conjunto de ideias em forma sequencial, que busca um objetivo.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa tem por objetivo apresentar um método exploratório, que, entendendo o problema proposto e buscando proporcionar uma maior familiaridade com o mesmo, a pesquisa visa construir algumas hipóteses, realizando um levantamento bibliográfico, reuniões com pessoas que tenham experiência prática em relação ao contratempo pesquisado e dispor de exemplos que facilitem a compreensão. Ainda a pesquisa se enquadra como qualitativa pelo fato das qualificações dos dados coletados, sendo uma pesquisa aplicada descritiva, gerando relatórios e análises com base nos dados existentes e obtidos durante todo desenvolvimento, gerando uma pesquisa experimental (GIL, 2002).

Os dados relacionados aos valores que são apresentados neste trabalho são equivalentes aos reais, pois os verdadeiros valores foram restritos a serem apresentados (divulgados) devido a privacidade da empresa em estudo.

3.3 D1 – DEFINIÇÃO DA EQUIPE

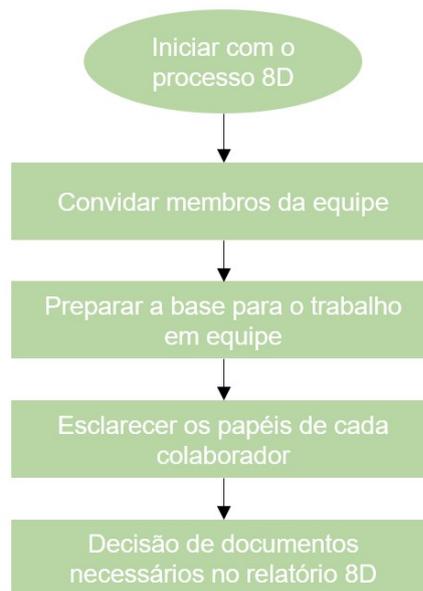
O objetivo desta etapa é formar uma equipe, buscar as pessoas certas com conhecimentos da área que estejam dispostas e sejam capazes e competentes para executar tal tarefa proposta. Sendo assim, para uma melhor introdução ao projeto:

- Tratar o problema com a equipe;
- Certificar-se de que são as pessoas certas, com conhecimentos técnicos e de processo nas áreas envolvidas;

- A equipe deve ter um líder que verificará a gestão das atividades, apoiando nas decisões e se necessário, recursos extras;
- Cada pessoa envolvida deve saber suas responsabilidades dentro do projeto. Estas responsabilidades podem mudar conforme o andamento, pois a direção e os requisitos, inclusive, podem transmutar.

A Figura 7 traz uma visão sobre os passos que foram descritos cima de uma forma mais didática.

Figura 7 – Fluxograma disciplina 1



Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Ainda pode-se realizar um tipo de *checklist* básico para a realização da primeira disciplina, que consiste em:

- Ter uma equipe entre 4 a 10 membros;
- As pessoas envolvidas devem ter claro o processo 8D (*know-how*);
- Se os papéis da equipe estão bem definidos (patrocinador, líder da equipe, moderador, gerente de documentos, garantia que os relatórios cheguem às pessoas certas e também responsáveis por qualquer teste que precise ser feito);
- Determinar quem será líder do projeto;
- Se existem recursos suficientes como sala de reuniões, financeiro, etc.;
- Objetivos do projeto, incluindo prazos, devem ser claros a equipe;
- Caso problemas de confidencialidade existir, devem ser assinados documentos de acordo;

- Quais os prazos para publicação dos relatórios.

Com todos estes passos bem alinhados, foi montado o Quadro 1 que mostra uma visão detalhada sobre a disciplina 1 e seus membros envolvidos.

Quadro 1 – Definição da equipe

1	Disciplina 1 – Definição da equipe			
	Membros da equipe:	E-mail:	Telefone:	Departamento:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Este quadro tem por objetivo evidenciar as pessoas envolvidas, departamento e contato. Esse contato manterá uma melhor comunicação entre a equipe, oportunizando acompanhamento das próximas disciplinas, evitando implicações a cada etapa deste processo. Deve-se manter a equipe alinhada, um processo estável.

A forma de aplicação desta disciplina deu-se de modo em que, o responsável pelo desenvolvimento do 8D, o autor, relacionado a engenharia de qualidade, convida membros que venham a ser necessários para reuniões de tomada de ação frisando a busca da causa raiz do problema.

3.4 D2 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Está disciplina pode ser definida como uma das partes mais difíceis do projeto, que é descrever o problema. Como *Ishikawa* disse: “Você terá meio problema resolvido definindo corretamente este em primeiro momento”, sendo assim, esta etapa é minuciosa, se busca resultados bem sucedidos, deve-se descrever de forma clara e precisa a adversidade, lembrando que quanto mais detalhes forem empregados, mais abrangente será a visão para uma possível solução.

O resultado da disciplina deve buscar a definição do contratempo. Uma definição muito importante para compreender essa etapa, é definir o problema como cliente externo ou interno. O cliente externo é aquele que recebe suas mercadorias e o interno, é daquele que recebe as mercadorias, a matéria-prima.

Pode-se descrever o problema utilizando três passos:

1. **Sintomas:** Descrever o que foi observado.

- a. Quando o problema foi encontrado?
- b. Como o problema veio à tona?

Isso pode mostrar uma prévia descrição do problema.

2. **Os fatos relativos ao problema:** O que pode ser medido e o que se tem medido em relação ao problema.

- a. Quais fatos sobre o problema?

Observar o problema e não qualquer causa potencial.

3. **Compreensão do problema:**

- a. Qual é o nível de compreensão sobre o problema?

Isso facilitará posteriormente, na disciplina 4, com a análise da causa raiz, considerando todos seus aspectos e não somente uma perspectiva. Pensar de formas diferentes, abrange uma maior visão da avaria.

Deve-se ter claro o que é a dificuldade, e com isto, também, deve ser expresso o que não é o problema, evitando assim, desperdício de tempo e força com pontos irrelevantes. Usando a ferramenta 5W2H, observa-se uma visão da irregularidade, dividindo o mesmo em perguntas que vão expandir as ideias sobre a contrariedade, elaborado o Quadro 2.

Quadro 2 – Ferramenta 5W2H

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>	<i>How many?</i>
O quê?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quantas?

Fonte: O Autor, 2020.

Com os resultados do quadro acima, ainda, um *checklist* básico pode ser feito para descrição geral do problema:

- O problema está descrito com precisão? (Qualidade, medidas de melhorias, retorno de clientes, questões de segurança, problema de produtividade).
- Quais clientes foram afetados?
- Onde o problema teve início?

- Verifique todas as fontes de informações sobre o problema e se elas estão claras.
- Problema primário ou recorrente?
- A formação da equipe ainda parece ser correta?

Assim, foi preenchido o Quadro 3, da segunda disciplina.

Quadro 3 - Descrição do problema

2	Disciplina 2 – Descrição do problema
	Descrever o problema:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Este caminho, é o que vai definir a trilha para as atividades posteriores na solução da irregularidade, buscando a descrição precisa do problema. Deve-se evitar pular esta disciplina sem antes ter confirmado a irregularidade, tomando o tempo necessário, pois quanto melhor descrever a contrariedade, mais fácil será de encontrar a causa raiz.

Esta disciplina é responsabilidade do autor, o qual descreve em detalhes para o restante do grupo anteriormente selecionado, qual o problema que está afetando o produto.

3.5 D3 – AÇÕES DE CONTENÇÃO IMEDIATA

Esta disciplina tem objetivo de aplicar uma ação de contenção imediata protegendo o cliente da contrariedade, podendo ser realizada com a efetivação de um acordo com o cliente ou, com projetos realizados dentro da organização de modo a estancar o problema até que uma ação definitiva seja implementada. Todavia nem todo projeto 8D necessitará de uma medida provisória, neste caso, direciona-se para a disciplina 4.

Se for aplicada a disciplina 3, averigua-se medidas pressupostas controlando possíveis danos e garantindo a eficácia desta precaução, por tempo limitado. Caso necessário, desenvolver outra medida como prevenção. É recomendado controlar constantemente a eficácia ou as falhas da ação tomada preventivamente e valer-se do tempo necessário para a solução definitiva ser implementada. Como auxílio para tomada de decisão, tem-se a Tabela 4.

Tabela 4 – Tabela tomada de decisão

Descrição para <i>checklist</i>	Conferência		Detalhes
1. São necessárias as medidas de contenção? (Se não, passar para Disciplina 4).	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
2. Todas outras peças que podem apresentar problemas foram impedidas de chegar até o cliente?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
3. É a melhor ação de contenção escolhida?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
4. Essa escolha foi tomada com base em fatos e dados?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
5. Todas partes envolvidas concordam com essa medida?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
6. Houve uma análise de outros possíveis problemas, listando-os e citando outras possíveis medidas preventivas?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
7. O plano de contenção escolhido tem detalhamento para implementação?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
8. A eficácia desta medida tem garantia? Como ela será medida?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	
9. O risco desta implementação é minimizado?	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

As tomadas de decisões indicadas acima vão auxiliar a fábrica a ter um detalhamento sobre alguns pontos relevantes quando implementada a ação de contenção imediata.

Após definição da ação de contenção imediata, algumas considerações conforme Tabela 5, ainda podem ser respondidas.

Tabela 5 – Considerações e descrições/decisões

Considerações	Descrições/decisões
Como será os canais de distribuição	
Como as medidas de contenção vão ser analisadas	
Como as medidas de contenção vão ser implementadas	
Como será verificado sua eficácia	
Caso o lote preventivo der problema, como será recolhido	
Quem será responsável por estas informações	
Quem receberá estas informações e como vai auxiliar	

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Ao desenvolver esses pontos, decisões necessárias para atender o cliente se formam em torno à ação preventiva, que facilitará o direcionamento das demandas necessárias atendendo o cliente final e controle interno fabril.

Como resultado da disciplina 3, foi preenchido o Quadro 4 com as informações obtidas, para melhor didática e cognição, dispendo o relatório da ação realizada para limitar os danos.

Quadro 4 – Ações de contenção imediata

3	Disciplina 3 – Ações de contenção imediata
	Descrição da ação de contenção imediata:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Por consequente, o objetivo da D3 é definir medidas que irão proteger o cliente. As medidas de contenção devem impedir que partes defeituosas cheguem ao cliente final, com um propósito de limitar ou diminuir seus danos, caso já tenham atingido o cliente, deve ser acionado a garantia é aplicada, por hora, a ação de contenção imediata. Todas as ações tomadas devem ser temporárias, até que uma ação definitiva seja encontrada.

A D3 ainda é responsabilidade de desenvolvimento da qualidade, porém como neste estudo não será aplicada uma ação de contenção imediata, a disciplina não será desenvolvida. Todavia, quando esta disciplina for aplicada dentro de um determinado projeto, ela deverá contar com o desenvolvedor do 8D e todas áreas que o mesmo solicite para auxílio, por exemplo, se for alterar um parafuso x por um y, ele solicitará o auxílio da logística interna para pagar o novo parafuso e ainda, se for necessário, a compra do mesmo pelo setor de suprimentos e/ou compras.

3.6 D4 – ANÁLISE DA CAUSA RAIZ

A disciplina 4, para este desenvolvimento, está direcionada em buscar a causa raiz do problema. A pergunta que normalmente é feita diante de um problema é: “qual o problema?” todavia, nesta etapa, deve-se perguntar: “por que este problema está aqui?”, assim englobando o geral diante de tal situação.

Para buscar uma melhor definição da causa raiz da contrariedade, será seguido passos que ligarão fatos sobre os relatos para melhores análises do defeito. Será utilizado a ferramenta *brainstorming*, diagrama de *Ishikawa* e *CTQ tree*.

A ferramenta *brainstorming*, tem por objetivo reunir todas as pessoas da equipe e com base nos relatos e fotos recebidas, gerar ideias acerca do problema. Em cada reunião (se necessário mais de uma), ideias são registradas no Quadro 5, posteriormente selecionadas e detalhadas.

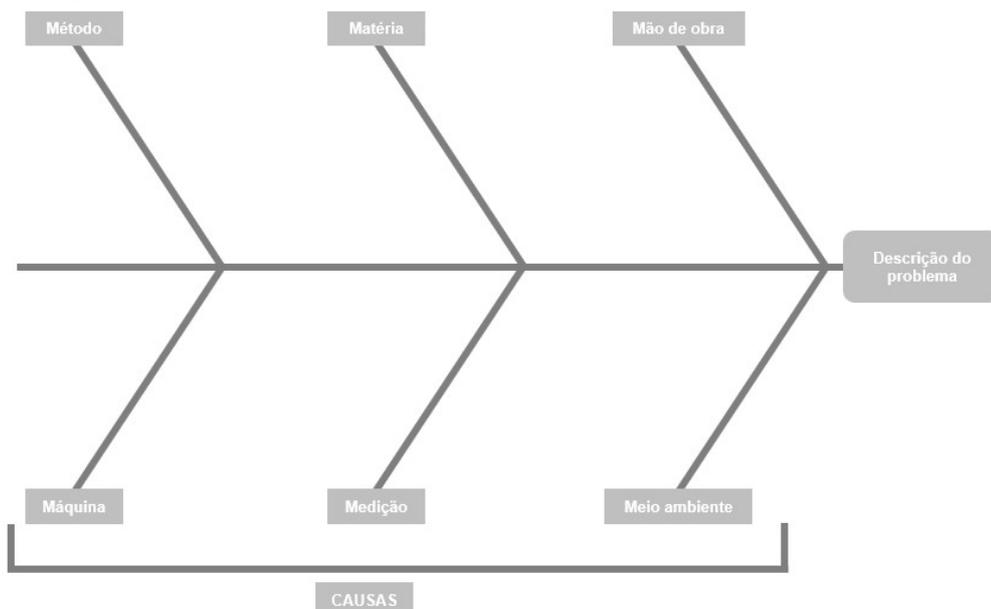
Quadro 5 – Ferramenta *brainstorming*

Logo da empresa		Nº formulário:	
Data: __ / __ / __		Status:	
Mediador:		Cargo:	
Descrição do desvio:			
Participantes envolvidos	Ideias		
	1º reunião	2º reunião	3º reunião
Engenharia qualidade			
Engenharia produto			
Processos			
Logística			
Manufatura			
Pós vendas			

Fonte: Adaptado de Ascensão, 2019.

Com o *brainstorming*, todos envolvidos dentro do projeto surgem com ideias que, baseadas no fato relacionado ao problema, podem ser uma possível causa raiz. Lembrando que dentro desta ferramenta não existe ideias certas ou erradas, todas são aceitas e avaliadas pelo grupo em geral.

O diagrama de *Ishikawa* busca trabalhar com uma linha central, onde a ponta é destacada pelo problema e, suas derivações, são com base das possíveis causas da adversidade, destacado na Figura 8.

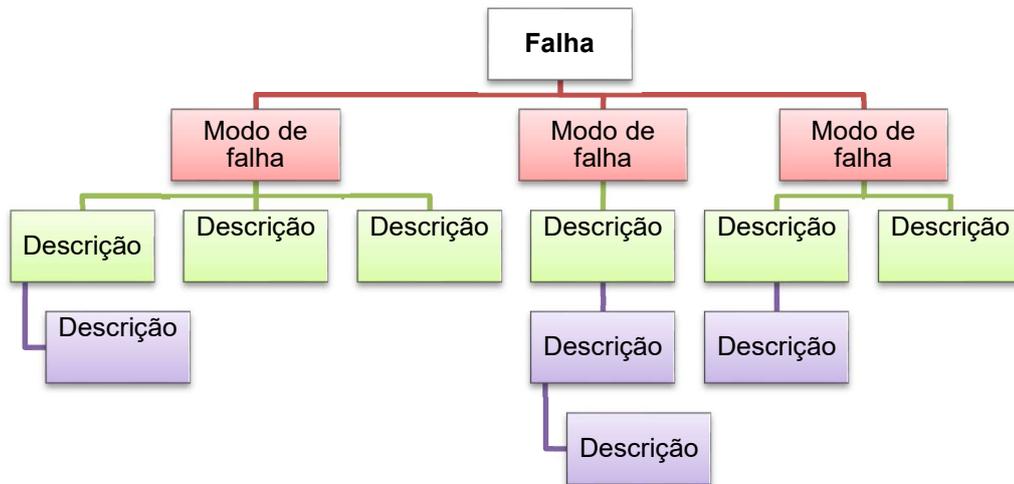
Figura 8 – Diagrama de *Ishikawa*

Fonte: O Autor, 2020.

Nesse diagrama, causas relacionadas aos 6M's abrem uma gama de informações, agregando com os dados obtidos anteriormente na ferramenta *brainstorming*, mais próximo de uma possível causa raiz é sucedida.

A ferramenta *CTQ tree (critical-to-quality)*, representada na Figura 9, leva ao caminho crítico de qualidade. É desenvolvida de modo ao qual causas listadas nas ferramentas anteriores são elencadas em forma de fluxograma até uma possível causas do problema.

Figura 9 – Ferramenta *CTQ tree (critical-to-quality)*



Fonte: O Autor, 2020.

Essa ferramenta traz ao topo a falha, posteriormente descrições que afetam o funcionamento das peças envolvidas, e, destas descrições, são destacados detalhes buscando a criticidade da avaria. A ferramenta procura seguir e interpretar qual a melhor opção para investigação. Em muitos casos pode ser necessária a investigação de todos os pontos.

Esta disciplina segue por três passos, para que a equipe abarque sobre o problema. Para alguns problemas não será necessário o uso de todas as ferramentas citadas, uma pode ser suficiente para abranger e detalhar todo o envolvido, agilizando o processo. Problemas mais complexos exigem mais detalhes que podem estar ocultos a primeira instância, somente com auxílio de ferramentas, e maior riqueza de detalhes, chegará mais próximo de uma causa raiz.

Desenvolvendo as ferramentas, tem-se um resumo sobre as possíveis causas raízes, elaborando o Quadro 6.

Quadro 6 – Análise da causa raiz

4	Disciplina 4 – Análise da causa raiz
	Causa raiz analisada:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

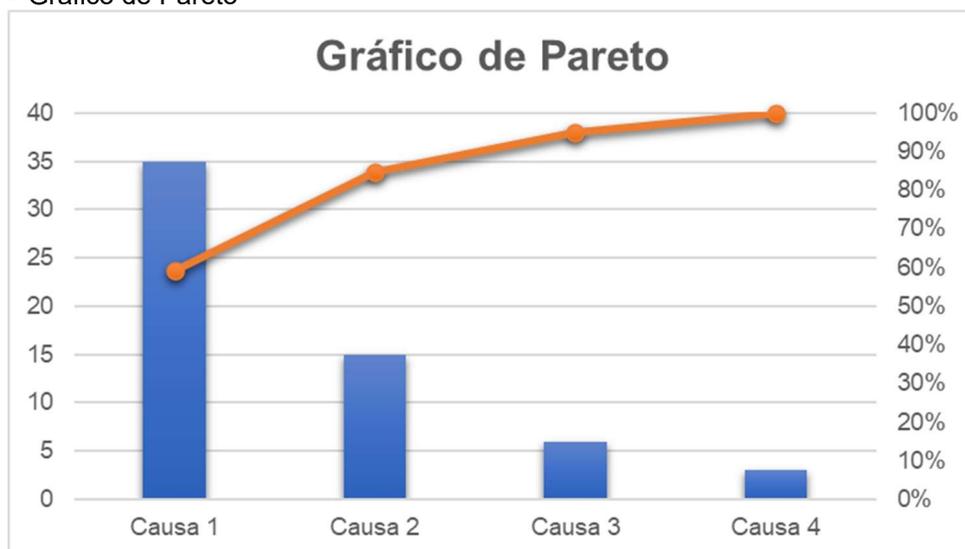
Esta disciplina tem relação com a primeira disciplina citada, pois nela, será necessária a união de todo grupo que disponibilizará ideias em relação ao problema analisado. Após todas as ideias citadas, engenharia de qualidade e produto vão ser responsáveis por analisar todas e selecionar as que mais se destacam, evidenciando as mesmas para posteriormente validá-las e aplicar a ação de correção necessária.

3.7 D5 – VALIDAR AÇÕES CORRETIVAS

Com objetivo de identificar, através das análises, foi trabalhado na disciplina 5 as causas raízes anteriormente descritas, posteriormente a correção do problema, validando a ação corretiva. Nessa etapa se fará uso de duas ferramentas, gráfico de Pareto e também o FMEA.

O gráfico de Pareto será utilizado para demonstrar qual efeito do problema tem prioridade no desenvolvimento de uma ação corretiva, conforme Figura 10. É comprovado quais são as causas do problema em uma ordem decrescente.

Figura 10 – Gráfico de Pareto



Fonte: O Autor, 2020.

Conforme visualiza-se no gráfico, o efeito que tiver mais casos (o que permanecer ao lado esquerdo) terá uma ação imediata onde o esforço e o trabalho serão direcionados.

Posteriormente desenvolvido o FMEA, que permite agrupar informações que serão compiladas com o gráfico descrito anteriormente, descrevendo o defeito, suas severidades, causas potenciais da falha, medidas de controle e ações recomendadas, validando uma ação corretiva para o problema. Assim, o Quadro 7 será preenchido como auxílio de conclusão desta ferramenta.

Quadro 7 – Análise de modo e efeito de falha (FMEA)

ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA											
Componente	Função do componente	Modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Severidade	Causa potencial da falha	Ocorrência	Medidas de controle	Deteção	NPR	Ações recomendadas	Pessoa/departamento responsável

Fonte: Adaptado de Silva, Fonseca e Brito, 2015.

O FMEA será executado a partir de uma falha, ou ainda pode ser em uma oportunidade e melhoria de processo. A função do componente (onde ocorreu a falha), é descrito quais são todos os problemas que o mesmo apresenta, seguido por seus efeitos potenciais causados ao sistema, subsequentemente uma pontuação é colocada para priorização de risco.

Com base nos dados obtidos com o gráfico de Pareto e posteriormente o FMEA, o efeito de maior relevância será evidenciado, preenchendo o Quadro 8.

Quadro 8 – Validar ações corretivas

5	Disciplina 5 – Validar ações corretivas	
	Descrição:	Realizado por:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

A finalização desta disciplina nos mostra em detalhes a descrição de qual ação de correção será validada. O uso do gráfico de Pareto e do FMEA serão inicialmente responsabilidade do departamento de engenharia de qualidade e engenharia de produto e, dependendo da característica da falha, ou oportunidade de melhoria, os

setores diretamente ligados serão recrutados a participarem de reuniões para direcionamento de atividades ou auxílio necessário.

3.8 D6 – IMPLEMENTAR AÇÕES CORRETIVAS

Depois de identificadas causas potenciais que explicam a razão do problema, devem ser tomadas ações que sejam validadas e implementadas. Para implementar a ação corretiva, é necessário realizar um cronograma com funções direcionadas a pessoas/departamentos juntamente com prazos (datas) a serem cumpridos. Todo cronograma e prazos estabelecidos dentro desta disciplina são de acordo com a especialização de cada colaborador e o tempo necessário relativo ao problema.

Para definição das ações necessárias como solução dos problemas, será utilizada a ferramenta 5W2H que servirá de norte sobre o plano de ação, desenvolvendo o Quadro 9.

- O que? – Qual atividade deve ser realizada;
 - Quem? – Departamento ou pessoa responsável;
 - Quando? – Em qual parte do processo será inspecionado;
 - Onde? – Qual setor/local será realizado a medição;
 - Porque? – Porque está ação deve ser tomada;
 - Como? – Tipos de comunicação utilizadas para desenvolvimento;
- Quanto custa – Se necessário, valor de investimento.

Quadro 9 – Plano de ação 5W2H

<i>What?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>Where?</i>	<i>Why?</i>	<i>How?</i>	<i>How much</i>
O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Como?	Quanto custa?

Fonte: O Autor, 2020.

Essa ferramenta mostrará qual ações será tomada, a pessoa responsável pelo processo, prazo de conclusão, local de aplicação, o porque da ação e como o mesmo poderá iniciar este desenvolvimento. O valor para o desenvolvimento da atividade poderá ser necessário pois em alguns caso será mandatório investimento em equipamentos entre outros.

Quadro 10 – Implementar ações corretivas

6	Disciplina 6 – Implementar ações corretivas		
	Descrição:	Pessoa responsável:	Data de implementação:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Com todo o plano de ação completo e as atividades direcionadas, foi preenchido o Quadro 10, que tem por objetivo resumir as incumbências necessárias para conclusão da disciplina que ao final do relatório será externado. Essa disciplina tem o apoio de todos os envolvidos no projeto e com isso as ações direcionadas serão devidamente ao processo, causa raiz definida. Para isto, manufatura juntamente com montagem serão responsáveis pela alteração do processo, portanto, responsáveis por esta disciplina.

3.9 D7 – AÇÕES PREVENTIVAS

Em frente ao problema estudado e suas necessidades, e a possível causa raiz encontrada, a alteração de alguns pontos pode ser necessária. Essa alteração pode afetar diretamente a manufatura interna da organização que deve ser feita de forma particular, respeitando as normas de cada empresa quando for necessária tal alteração. Devido a este estudo não estar aberto a detalhes empresariais, e as ações de correções implementadas estarem em estudo, as ações preventivas vão ser formas de controle para evitar que novos relatos venham acontecer e caso aconteçam, todo suporte será disposto.

Quando a ação corretiva definitiva é implementada, fará-se o uso da folha de verificação, pois é nela que agrupamos grande número de dados que posteriormente podem ser analisadas como um todo. Conforme o Quadro 11, os dados nela medidos será dentro de um ano, separados por meses, a quantidade de produtos que foram vendidos e o número de reclamações referentes ao problema estudado, assim, realizando um comparativo, primeiramente de três meses anteriores a implementação da ação corretiva e posterior a implementação, se realmente é satisfatório para empresa e clientes.

Quadro 11 – Folha de verificação

Mês	Faturamentos	Reclamações	
		Unidades	%
Janeiro			
Fevereiro			
Março			
Abril			
Mai			
Junho			
Julho			
Agosto			
Setembro			
Outubro			
Novembro			
Dezembro			
Total			

Fonte: O Autor, 2020.

A folha de verificação citada tem finalidade de controlar a quantidade de problemas recorrentes após a aplicação da ação de correção. De responsabilidade para pós-vendas e qualidade, sendo estas áreas quem devem controlar os produtos vendidos e como o mesmo vem se comportando diante das mãos de clientes.

Quadro 12 – Ações preventivas

7	Disciplina 7 – Ações preventivas		
	Descrição:	Pessoa/departamento responsável:	Data de implementação:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Sendo assim, elaborou-se o Quadro 12 que tem por objetivo demonstrar qual foi a ação preventiva tomada, para a (as) pessoa (as) responsável (eis) e qual foi a data da implementação da ação. A ação preventiva para esta disciplina, neste trabalho, foi com base em uma folha de verificação, porém, outras ferramentas ainda podem ser utilizadas, tais como FMEA, 5W2H, diagrama de Pareto e matriz SWOT.

3.10 D8 – PARABENIZAÇÃO DA EQUIPE

Para finalização do trabalho, toda equipe receberá um *feedback*, tudo o que foi aprendido com esta metodologia sobre processo e como transformá-los. A equipe

será parabenizada com um resultado positivo ou negativo em relação a solução do problema, pois o que deve ser considerado nesta etapa é a dedicação das pessoas em relação ao projeto.

A equipe pode ser parabenizada das seguintes formas:

- Certificados ou qualquer forma física de recordação (canetas, canecas, bonés, camisetas, entre outros);
- Divulgação de fotos, gráficos cartazes demonstrando a realização da equipe;
- Destacar em matéria do site da empresa ou em boletim de negócios;
- Permitir reformulação de seu ambiente de trabalho atual;
- Apresentar a realização a outras pessoas como executivos, visitantes, reuniões organizacionais, etc.;
- Viagens ou almoço/jantar da equipe e parceiros envolvidos.

Finalizando de uma forma didática, preenchendo o Quadro 13:

Quadro 13 – Parabenização da equipe

8	Disciplina 8 – Parabenização da equipe		
	Parabenizar equipe:	Data de fechamento:	Concluído por:

Fonte: Adaptado de Schade, 2013.

Para finalização de todo 8D, a disciplina 8 tem objetivo de demonstrar o fechamento do problema em questão, entregando uma parabenização aos envolvidos no projeto juntamente com a data de fechamento e quem está fechando a disciplina/problema. Ela tem responsabilidade direta a quem abriu o relatório, sendo está, a qualidade.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com o presente trabalho.

4.1 D1 – DEFINIÇÃO DE EQUIPE

Para solução de problemas, é necessário que pessoas estejam dispostas e sejam capazes de buscar e apresentar resultados concretos, desenvolvendo passos buscando solucionar problemas. Como já citado, o problema é necessário o envolvimento de todos os processos da empresa. Conforme o Quadro 14, segue a relação dos envolvidos.

Quadro 14 – Definição da equipe

1	Disciplina 1 – Definição da equipe			
	Membros da equipe:	E-mail:	Telefone:	Departamento:
	Membro 1	-	-	Qualidade, autor
	Membro 2	-	-	Qualidade, fábrica
	Membro 3	-	-	Processo, fábrica
	Membro 4	-	-	Produto, fábrica
	Membro 5	-	-	Logística, fábrica
	Membro 6	-	-	Compras, fábrica
	Membro 7	-	-	Pós vendas, fábrica
	Membro 8	-	-	Manufatura, fábrica

Fonte: O Autor, 2020.

Esse quadro é anexado a um documento final onde demonstra os membros envolvidos e suas áreas de uma forma geral, para quando necessário alguma informação, esteja visível e seja de fácil acesso. Atentado para quantidade de membros e suas áreas relacionadas, buscando suporte em um âmbito geral.

4.2 D2 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Após a formação da equipe, uma reunião foi marcada para maiores discussões e alinhamentos sobre o problema. Como esta falha provém do campo de atuação do produto, antes mesmo de chegar até a fábrica, relatos sobre o problema foram evidenciadas pela equipe de pós-vendas, que mostraram as falhas apresentadas no produto e as reclamações feitas pelos clientes. Esses relatos caem para o setor de qualidade, que tem por objetivo, com apoio de toda equipe, buscar uma solução eficiente para o problema.

Para deixar mais dinâmica a apresentação da falha, foi utilizado a metodologia 5W2H, conforme demonstrado no Quadro 15, este método descreve importantes detalhes para todo grupo compreender e contribuir com ideias para destacar o problema proposto e algumas de suas possíveis causas raízes.

Quadro 15 – Ferramenta 5W2H

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>	<i>How many?</i>
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quantas?
Falha do conjunto tomada de potência (TDP)	Quebra do rolamento	Cliente	Equipe 8D	14/09/2020 até 14/12/2020	Superaquecimento	13
	Falha no eixo				Dimensional/material	4
	Falha da polia				Dimensional/material	2

Fonte: O Autor, 2020.

Nesta etapa é importante deixar claro o defeito que vai ser trabalhado, sabendo que pode ser falhas envolvendo tanto um processo interno como também externo, tem-se uma gama de detalhes a serem analisados.

No momento em que todos os participantes compreendem com clareza o que aconteceu com o produto e quais foram as suas falhas, é destacado no Quadro 16 a falha geral do conjunto.

Quadro 16 – Descrição do problema

2	Disciplina 2 – Descrição do problema
	Descrever o problema:
	Falha geral do conjunto tomada de força

Fonte: O Autor, 2020.

Desta forma é demonstrado o problema que a estruturação deste 8D está disposta a buscar a causa raiz e solucionar o problema, melhora a qualidade de seus produtos portanto satisfação a seus clientes.

4.3 D3 – AÇÕES DE CONTENÇÃO IMEDIATA

Devido ao problema evidenciado neste trabalho ser somente em certas ocasiões e também em diferentes pontos relacionados ao conjunto, nenhuma ação de contenção imediata fez-se disposta. O problema vem a ocorrer somente em alguns casos e estes casos são evidenciados com horas de funcionamento do produto, não

sendo possível aplicação da ação de contenção imediata. Com isso, essa etapa não será contabilizada, seguindo para a D4.

Quadro 17 – Ações de contenção imediata

3	Disciplina 3 – Ações de contenção imediata
	Descrição da ação de contenção imediata:
	Ação de contenção imediata não aplicável

Fonte: O Autor, 2020.

Descrito pelo Quadro 17, nesta disciplina, para esta aplicação, não se tem uma aplicação de contenção imediata.

4.4 D4 – ANÁLISE DA CAUSA RAIZ

Através de reuniões pré-planejadas pelos integrantes do processo resolutivo 8D, discussões sobre possíveis causas raízes entraram em vigor, assim, utilizando a ferramenta de *brainstorming*, ideias foram apresentadas pelos integrantes do grupo. Segue resultado da discussão no Quadro 18 que apresentou o problema em sua primeira reunião e em uma segunda reunião, demonstra os causadores dos problemas.

Quadro 18 – Ferramenta de *brainstorming*

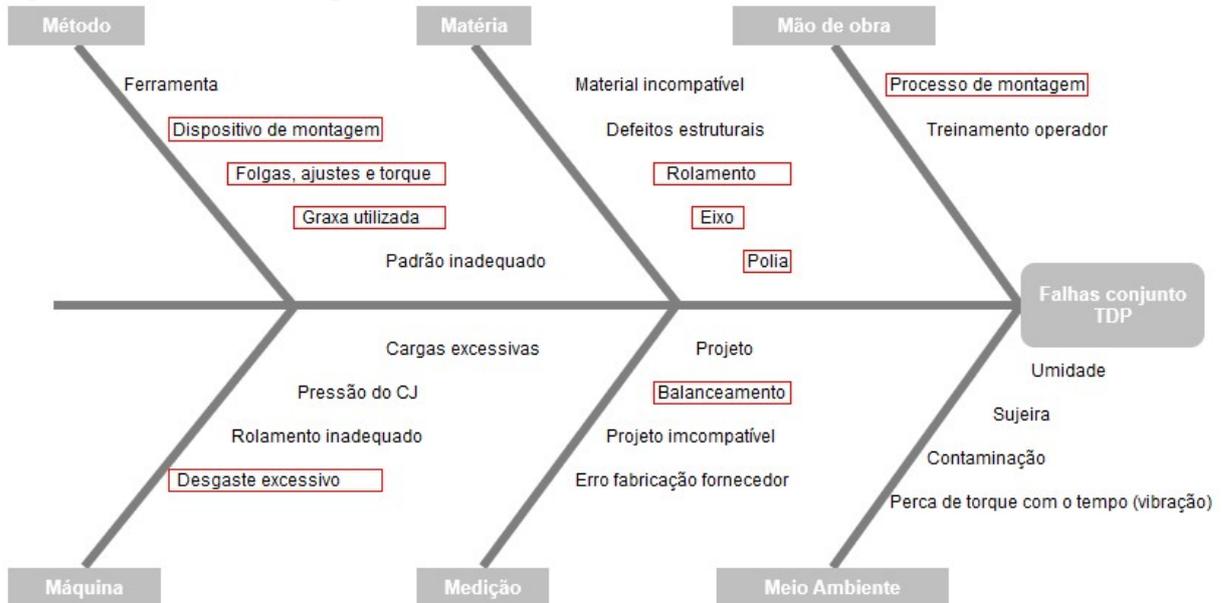
Logo da empresa		Nº formulário:
Data:		Status:
Mediador: Autor, engenharia qualidade		Cargo: Auditor de qualidade
Descrição do Desvio:		
Participantes envolvidos	Ideias	
	1ª reunião	2ª reunião
Engenharia qualidade	Falha do rolamento	Falta de processo de montagem
Engenharia produto	Falha do eixo	Erro de projeto inicial
Processos	Falha na polia	Especificação de torque incorreta
Logística		Não realizado alinhamento durante a montagem (POP)
Manufatura		Materiais fora de especificação
Pós vendas		Componentes fora do dimensional

Fonte: O Autor, 2020.

Com a ferramenta *brainstorming* foi gerado diversas suposições sobre fatores que pudessem ser, ou pelo menos contribuem para a causa raiz do problema. Essa ferramenta veio a ser aplicada para um melhor entendimento geral do grupo perante o problema.

Posteriormente a ferramenta *Ishikawa* foi utilizada, essa que quando aplicada, busca avaliar a possível causa raiz baseada nos 6M's. Conforme Figura 11, com intuito de clarear ainda possíveis agentes anteriormente não evidenciados, o *Ishikawa* vem para detalhar e contribuir com modos de falha.

Figura 11 – Ferramenta diagrama de *Ishikawa*



Fonte: O Autor, 2020.

O diagrama de *Ishikawa* mostra que em diferentes componentes, os pontos destacados em vermelho, são detalhes que carecem ser estudados, pois foram elencados pelo time como assuntos cruciais. Um estudo aprofundado sobre esses pontos pode se tornar uma solução do problema.

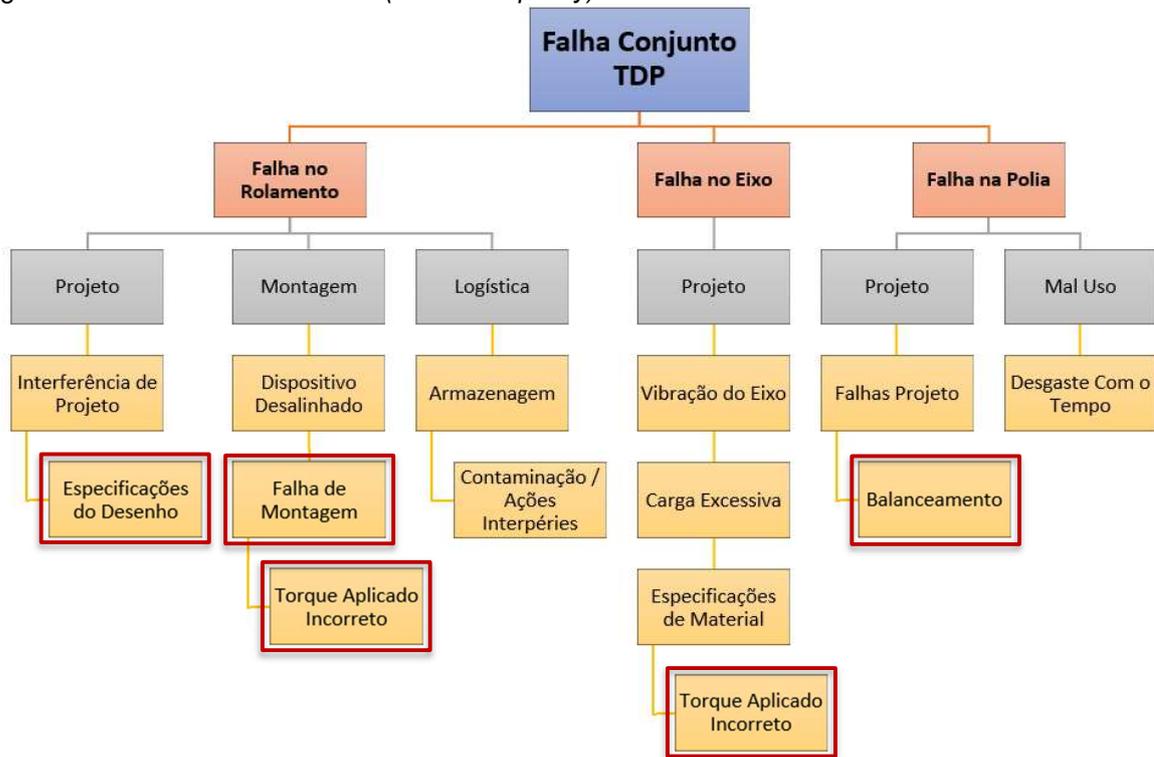
Para esta disciplina, o CTQ foi utilizado pelo time como uma forma de disponibilizar ainda mais informações, porém seguem o mesmo caminho que as outras duas ferramentas citadas anteriormente, de uma forma diferente.

A ferramenta colocou a falha em evidência no centro superior seguido dos modos de falhas, que elencou as possíveis causas raízes, assim, possíveis determinantes destes defeitos que podem ser observados conforme Figura 12, onde são detalhados o enraizamento diante de cada modo de falha colocado em pauta.

O primeiro passo desenvolvido para busca da causa raiz foi medições de todas as peças envolvidas do conjunto, ao qual inclui desde parafusos até os itens funcionais, como rolamento, polia ou o eixo. Para itens como o eixo, foi solicitado relatório de material, o qual garantiu a qualidade de sua matéria prima e atendo as especificações do projeto, matéria e distâncias. Outro exemplo é o balanceamento da

polia, fabricada por um terceiro. Solicitado os relatórios sobre o balanceamento realizado pós produção das polias, foi averiguado que as peças estão conforme. Medindo todos os itens separadamente, estes atendem as especificações do projeto.

Figura 12 – Ferramenta CTQ tree (*critical-to-quality*)



Fonte: O Autor, 2020.

Como segundo ponto, analisando o local de armazenagem dos itens, o rolamento deve ser mantido dentro de caixas, deitado, nunca em pé, pois ele acumula o óleo para baixo prejudicando posteriormente o sistema funcional. Devem também ter cuidados com o número de rolamentos empilhados, um em cima do outro, como também, manter o mesmo longe de umidade e ações intempéries. Este processo está de acordo, todo estoque de rolamento está conforme recomendação de fornecedor.

O terceiro passo, foi a verificação do processo de montagem, este que deixou a desejar, pois durante o acompanhamento, o montador necessita uma grande quantidade de tempo para montagem como também, um processo de montagem bem definido, como também dispositivos *poka-yoke* a prova de erros utilizado durante a montagem dos rolamentos. Com isso, foi verificado que havia falhas dentro do processo de montagem, ao qual o rolamento montado está sendo aplicado de forma incorreta.

Outro ponto que foi verificado como falho é o torque controlado exigido pelo projeto numa porca fixadora do eixo, esta que pode estar interferindo na força exercida sobre os rolamentos, deixando os mesmos frouxos ou muito tensionados.

Nesta etapa não há uma real causa raiz definida, mas sim, mais de uma possibilidade que afeta diretamente o funcionamento do produto, como mostrado no Quadro 19, e posteriormente na outra disciplina, a análise destas causas foram feitas pós encaminhamento das atividades realizadas.

Quadro 19 – Análise da causa raiz

4	Disciplina 4 – Análise da causa raiz
	Causa raiz analisadas:
	1. Falha no rolamento
	2. Falha no eixo
	3. Falha na polia

Fonte: O Autor, 2020.

Assim, três principais causas vão ser analisadas pelo time buscando uma solução do problema relatado. Será avaliado os pontos descritos e posteriormente regularizar as ações corretivas. Possivelmente resolvendo o problema do rolamento, solucionará os outros problemas do eixo e polia.

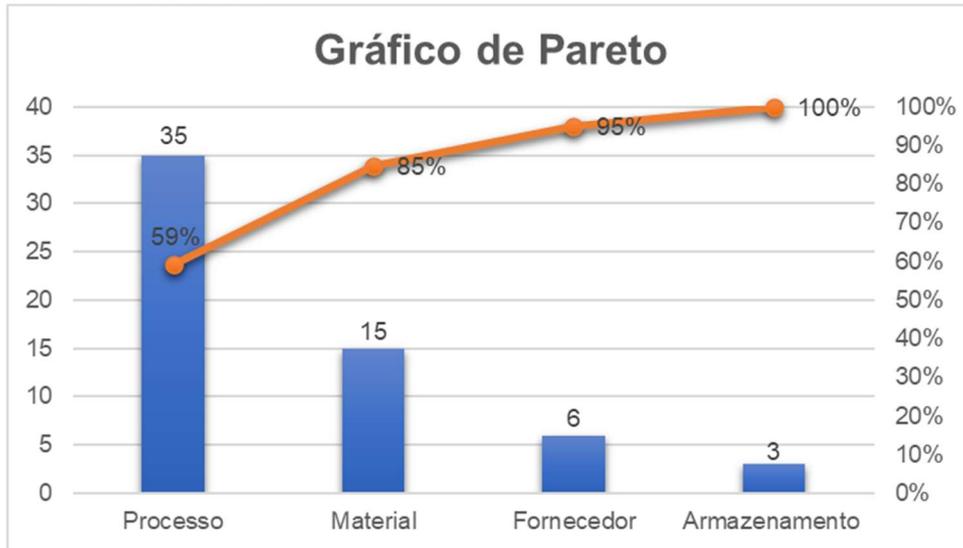
4.5 D5 – VALIDAR AS AÇÕES CORRETIVAS

Para identificar, evidenciar e validar qual a causa raiz que afeta o funcionamento do produto, foi utilizado o gráfico de Pareto, conforme Figura 13, coloca em destaque, qual a origem da avaria que afeta em demasia o produto, para posteriormente ser desenvolvido planos de ação solucionando o mesmo.

Com o desenvolvimento do gráfico de Pareto é perceptível quanto o processo é relevante e interfere sobre o problema estudado. Devido à grande porcentagem de defeitos relacionados aos processos, as ações de correção vão ser concentradas neste ponto.

Assim, percebe-se que a contribuição em falhas de processo chega a 35 enquanto a soma das outras, chegam a 24. Tendo como resultado uma porcentagem de 75% e 25%, ao qual, a parte de processo ocupa 25% do total, mas o total de falhas geradas pela mesma é muito maior do que a soma das outras atividades avaliadas. Serão dedicados 25% dos esforços no que trará 75% do resultado num primeiro momento mais efetivo.

Figura 13 – Gráfico de Pareto



Fonte: O Autor, 2020.

Aqui o time utilizou a ferramenta FMEA para melhor desenvolvimento, e conforme Quadro 20, percebe-se que ações recomendadas foram propostas pelo grupo e também designadas as respectivas áreas relacionadas e responsáveis por tal demanda.

Quadro 20 – Análise de modo e efeito de falha (FMEA)

ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA											
Componente	Função do componente	Modo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Severidade	Causa potencial da falha	Ocorrência	Medidas de controle	Deteção	NPR	Ações recomendadas	Pessoa/departamento responsável
Eixo TDP	Transmissão de força para funcionamento do produto	Rolamento	Quebra do rolamento	8	Processo de montagem	8	Acompanhado processo de montagem e orientado montador	7	23	Alterado processo de montagem	Membro 3, processo Membro 8, manufatura
		Eixo	Torque	8	Processo de montagem	7	Acompanhado processo de montagem e orientado montador	6	21	Alterado processo de montagem e inspeção do torque na produção	Membro 3, processo. Membro 2, qualidade
		Polia	Balanceamento	8	Processo de montagem	4	Solicitação dos relatórios controle de balanceamento	6	18	Análise balanceamento	Membro 1, qualidade Membro 6, compras

Fonte: Adaptado de Silva, Fonseca e Brito, 2015.

Observando os resultados obtidos dentro do FMEA e baseando na soma do número de prioridade de risco (NPR) é compreensível que o processo de montagem atualmente utilizado pela empresa é falho e necessita ser reformulado ou adaptado.

Para solucionar este problema, manufatura juntamente com processo, desenvolveram um dispositivo *poka-yoke* que fixa o rolamento na hora da montagem

dentro do cubo, o qual, faz com que o rolamento seja montado de forma retilínea na outra peça. Ainda assim, o montador foi orientado sobre os cuidados que deve tomar durante a montagem do mesmo e o uso de uma graxa de sulfonato de cálcio para montagem será utilizada. Isso evitará com que o mesmo seja danificado durante o processo de montagem.

O torque controlado, problema no eixo, também se fez necessário a alteração do processo de montagem, o qual o montador deve garantir que a força aplicada seja de acordo com as especificações. Foi consensado entre manufatura e qualidade que a qualidade irá conferir o valor deste torque nos seus processos de inspeção para ter ainda mais validação de um produto conforme Quadro 21.

Quadro 21 – Validar ações corretivas

5	Disciplina 5 – Validar ações corretivas	
	Descrição:	Realizado por:
	Processo de montagem	Membro 3

Fonte: O Autor, 2020.

Como o gráfico de Pareto destacou o processo como o maior “vilão” que veio a afetar o produto e posteriormente com a aplicação do FMEA, percebe-se em qual local mais este processo vem a afetar, a validação da solução se deu com base no processo de montagem, alterando alguns pontos do mesmo que busca a solução do problema estudado neste trabalho.

4.6 D6 – IMPLEMENTAR AÇÕES CORRETIVAS

A implementação das ações corretivas fora relacionada com o Quadro 22, que demonstra o direcionamento das ações focando no prazo e na pessoa responsável pela mesma. Como descrito na sessão anterior, o foco principal será a atualização do processo hoje existente e com isso, na próxima sessão, será medido se as implementações foram realmente efetivas.

Quadro 22 – Plano ação 5W2H

<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>	<i>How much?</i>
O que?	Por que?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto custa?
Rolamento	Montado enviesado	Montagem	Membro 3, processo Membro 8, manufatura	05/nov	Atualização do POP	Valor não informado
	Quebra do rolamento	Laboratório medição	Membro 2, qualidade Membro 5, logística	05/nov	Medição especificações do projeto	Valor não informado
Eixo	Falta de torque	Montagem	Membro 3, processo Membro 8, manufatura	05/nov	Atualização do POP	Valor não informado
	Desgaste	Laboratório medição	Membro 2, qualidade Membro 5, logística	05/nov	Medição especificações do projeto	Valor não informado
Polia	Desgaste	Relatório balanceamento fornecedor Laboratório medição	Membro 1, qualidade Membro 2, qualidade Membro 6, compras	05/nov	Solicitar relatórios de balanceamento Medição especificações do projeto	Valor não informado

Fonte: O Autor, 2020.

Para o a montagem do rolamento, foi criado um dispositivo *poka-yoke* para montagem do rolamento em seu eixo, impedindo que o sistema de presa aplique o rolamento de forma indevida. Manufatura juntamente com processos foram responsáveis por acompanhar o desenvolvimento e criar este dispositivo posteriormente, atualização do POP.

Os valores destinados a cada atividade nesta disciplina não podem ser divulgados, todavia, fora contabilizado o custo de materiais necessários para desenvolvimento do dispositivo, juntamente com o tempo em relação ao custo da mão de obra paga ao processista responsável. Os valores relacionados a medição das especificações de material foram com base no tempo necessário pelo colaborador para realização da atividade, visto que, todos materiais necessários para tal, estão dispostos.

Ainda, relacionou-se o rolamento a um problema de projeto, o qual, pode estar fora de especificação ou talvez o fornecedor esteja pecando em algum processo interno, prejudicando a qualidade final do item. Portanto, foi realizado testes de material e dureza para que fosse transparecido sua eficiência e os requisitos solicitados. Esta etapa foi concluída com sucesso e os rolamentos que foram submetidos aos testes foram todos aprovados. Em relação a medição, o valor desta atividade se aplica do mesmo modo descrito no parágrafo anterior.

O processo do eixo procedeu-se da seguinte forma, a manufatura/processo fora responsável, juntamente com a alteração do POP para a montagem do rolamento, a aplicação de um torque específico na montagem do eixo, este garantindo que o eixo trave e não fique frouxo durante a atuação de seu trabalho. O desgaste foi medido em laboratório, para identificar se o tratamento térmico e a dureza existente no material eram realmente coerentes com as especificações do projeto. Este item foi de acordo e todos foram aprovados. Valores aplicados do mesmo modo descrito anteriormente quando comentado sobre processo.

Referente a polia, foi necessário mais uma verificação do que uma real implementação. Solicitando relatório de balanceamento, o qual é realizado pelo fornecedor do produto, foi confirmado como um produto aprovado. Internamente, realizando testes de material, também, confirmando a qualidade do mesmo.

Quadro 23 – Implementar ações corretivas

6	Disciplina 6 – Implementar ações corretivas		
	Descrição:	Pessoa responsável:	Data de implementação:
	Dispositivo poka-yoke	Membro 8	05/nov
	Alteração processo montagem e controle de torque	Membro 3	05/nov

Fonte: O Autor, 2020.

As implementações das ações corretivas foram diretamente focadas sobre o processo interno, o qual, segundo o estudo relatado, equivale a mais de 50% dos defeitos relatados. Assim, foi elaborado o Quadro 23 que destaca as ações corretivas implementadas dentro da empresa, guiadas por membros selecionados e com prazos a serem cumpridos e com isso, uma causa raiz encontrada.

4.7 D7 – AÇÕES PREVENTIVAS

Para verificar a eficácia das ações corretivas, a sétima disciplina realizada foi executada de modo que, após as implementações de correção solicitadas, é necessário verificar se as mesmas foram efetivas ou não, deste modo, será apurada dentro do prazo de três meses, as implementações realizadas e para esse controle, o Quadro 24 foi preenchido. Após a análise destes três meses, deverá ser comparado

os números obtidos com a quantidade de reclamações anteriormente existentes a aplicação da correção, validando a ação tomada como efetiva.

Quadro 24 – Folha de verificação

FOLHA DE VERIFICAÇÃO			
Mês	Faturamentos	Reclamações	
		Unidades	%
Novembro			
Dezembro			
Janeiro			
Total			

Fonte: O Autor, 2020.

Desenvolvendo o quadro descrito acima, tem-se a relação dos itens que foram faturados e quais destes recorreram à reclamação inicialmente estudada. Devido a disciplina ainda estar em análise dentro da empresa, não se tem números para apresentar, mas ela deve ser desenvolvida de modo descrito no parágrafo anterior e relacionadas a quantidade igual de itens faturados dentro dos meses anteriores para que os resultados não sejam divergentes.

Após as informações obtidas com a folha de verificação, preenche-se o Quadro 25 para uma melhor didática da disciplina que demonstra a descrição da ação tomada, a pessoa ou departamento responsável pelo controle da mesma e a data de implementação.

Quadro 25 – Ações preventivas

7	Disciplina 7 – Ações preventivas		
	Descrição:	Pessoa/departamento responsável:	Data de implementação:
	Controle dos defeitos através da folha de verificação	Engenharia da qualidade	Não definida

Fonte: O Autor, 2020.

Com isso, tem-se o direcionamento da atividade para a engenharia de qualidade através da folha de verificação. Essa folha mostrará a quantidade de defeitos encontrados após a implementação da ação corretiva, e, fica a cargo da qualidade fazer o comparativo que acompanhará o relatório de fechamento do 8D.

4.8 D8 – PARABENIZAÇÃO DA EQUIPE

Para fechamento da metodologia, aplicou-se a disciplina 8 que tem por objetivo parabenizar a equipe por todo trabalho e dedicação, independentemente do resultado obtido.

Essa parabenização pode ser feita através de várias maneiras, porém, como todo trabalho ainda não fora concluído, essa disciplina não será fechada.

No momento de fechamento, devido ao problema relatado ser de alta criticidade, a validação final se dará a partir dos três meses finais em relação a avaliação da aprovação da disciplina 7. Após a conclusão e a constatação de que todas ações e trabalhos realizados foram efetivos ou não, é fechado a aplicação da metodologia com a parabenização da equipe.

Quadro 26 – Parabenização da equipe

8	Disciplina 8 – Parabenização da equipe		
	Parabenizar equipe:	Data de fechamento:	Concluído por:

Fonte: O Autor, 2020.

O Quadro 26 acima deve ser preenchido no fechamento do problema, quando o mesmo estiver com todas suas avaliações, sejam elas positivas ou negativas, a parabenização da equipe pode ser concluída com alguma bonificação, juntamente com a data de fechamento e a/o pessoa/departamento responsável, neste caso, o departamento de engenharia de qualidade.

4.9 FECHAMENTO DA METODOLOGIA

Para fechamento da metodologia aplicada, foi realizada uma finalização conforme o Quadro 27, que demonstra um resumo sobre cada metodologia aplicada.

Quadro 27 – Fechamento 8D

Fechamento 8D				
1	Disciplina 1 – Definição da equipe			
	Membros da equipe:	E-mail:	Telefone : Departamento:	
	Membro 1	-	-	Qualidade, autor
	Membro 2	-	-	Qualidade, fábrica
	Membro 3	-	-	Processo, fábrica
	Membro 4	-	-	Produto, fábrica
	Membro 5	-	-	Logística, fábrica
	Membro 6	-	-	Compras, fábrica
	Membro 7	-	-	Pós vendas, fábrica
Membro 8	-	-	Manufatura, fábrica	
2	Disciplina 2 – Descrição do problema			
	Descrever o problema:			
Falha geral do conjunto tomada de força (TDP)				
3	Disciplina 3 – Ações de contenção imediata			
	Descrição da ação de contenção imediata:			
Ação de contenção imediata não aplicável				
4	Disciplina 4 – Análise da causa raiz			
	Causa raiz analisadas:			
	1. Falha no rolamento			
	2. Falha no eixo			
3. Falha na polia				
5	Disciplina 5 – Validar ações corretivas			
	Descrição:	Realizado por:		
Processo de montagem		Membro 3		
6	Disciplina 6 – Implementar ações corretivas			
	Descrição:	Pessoa responsável:	Data de implementação:	
	Dispositivo <i>poka-yoke</i>	Membro 8	05/nov	
Alteração processo montagem	Membro 3	05/nov		
7	Disciplina 7 – Ações preventivas			
	Descrição:	Pessoa/departamento responsável:	Data de implementação:	
Controle dos defeitos através da folha de verificação	Engenharia da qualidade	Não definida		
8	Disciplina 8 – Parabenização da equipe			
	Parabenizar equipe:	Data de fechamento:	Concluído por:	

Fonte: O Autor, 2020.

Esse quadro é um resumo final da metodologia aplicada, que ficará como registro do trabalho realizado pela equipe.

CONSIDERAÇÃO FINAL

A qualidade tem por objetivo garantir que o produto desenvolvido dentro da empresa seja visto com olhos do cliente e para isso, a mesma tem por objetivo garantir que o mesmo receba o produto nas condições especificadas. Porém, devido a falhas não previstas dentro do processo ou ainda a erros humanos, é possível que produtos não adequados, que tenham uma qualidade não aceitável, cheguem ao cliente final.

Compreendendo que estas falhas prejudicam diretamente o cliente e principalmente a reputação da empresa, uma vez que geram gastos não previstos, que podem trazer consequências graves e, muitas vezes, não reversíveis a empresa. A qualidade dos produtos ou serviços é o que faz uma empresa crescer e se manter firme no mercado, pois o cliente paga pela qualidade ou pelo status da marca e jamais irá pagar por um produto que não atenda suas exigências.

Saber trabalhar com os empecilhos relatados é de suma importância, e, obtendo conhecimento a respeito destes aspectos, utilizou-se a metodologia 8D na resolução do problema avaliado, que, através de uma equipe multidisciplinar, a contrariedade foi identificada e analisada, buscando encontrar sua causa raiz para que ações corretivas fossem aplicadas e posteriormente comprovada sua eficácia.

A metodologia iniciou-se com a identificação do empecilho que, após reuniões com a equipe, ações foram designadas para correção dos itens identificados com possível falhas de processo

Logo, conclui-se que a metodologia realizada e as ferramentas utilizadas para a elaboração do 8D foram coerentes com a proposta inicial da pesquisa, todavia, testes e análises finais ainda necessitam ser realizados e validados para fechamento da aplicação da metodologia.

REFERÊNCIAS

- 8D WORKBOOK* Disponível em <http://cdn2.hubspot.net/hub/170850/file-18472412-pdf/docs/global_8d_workbook.pdf> Acesso em: 11 junho, 2020.
- AGUIAR, D. C. **Modelo Conceitual Para A Aplicação De FMEA De Processo Na Indústria Automotiva**. Guaratinguetá, 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/138936/aguiar_dc_dr_guara.pdf?sequence=3&isAllowed=y> Acesso em: 23 julho, 2020.
- ASCENÇÃO, T S. F. **Aplicação Das Ferramentas Da Qualidade Na Avaliação De Desvios Na Indústria Farmacêutica**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/35035>> Acesso em: 04 agosto, 2020.
- BAHRAMI, M.; BAZZAZ, D. H.; SAJJADI, S. M. Innovation and Improvements In Project Implementation and Management; Using FMEA Technique. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 41, 2012.
- BEHRENS, B. A., WILDE, I.; HOFFMANN, N. Complaint Management Using the Extended 8D-Method Along the Automotive Supply Chain. **Production Engineering**, 2007. Disponível em: <<https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1007/s11740-007-0028-6>> Acesso em 23 março, 2020.
- BRODAY, E. E.; JÚNIOR, P. P. A. Application of A Quality Management Tool (8d) For Solving Industrial Problems. **Ed Independent Journal of Management & Production**, vol. 4, núm. 2, julio-septiembre, 2013, pp. 377-390. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449544338002>>. Acesso em: 21 março, 2020;
- CARPINETTI, L. C. T. **Gestão da qualidade. Conceitos e Técnicas**. São Paulo: Editora Atlas, 2010. Acesso em 10 de março, 2020;
- CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. (2012) **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO.
- CINTRA, A. L. B. **Utilização Da Metodologia 8D Para Resolução De Problemas: Estudo De Caso De Fornecedores De Uma Multinacional Da Linha Branca**. São Carlos, 2015. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-04012016-110958/?&lang=br>> Acesso em 23 março, 2020;
- DEFEO, J. M.; JURAN, J. M. **Fundamentos da qualidade para líderes**. Trad. de R. S. de Menezes. Rev. A. F. Klippel. Porto Alegre: Bookman, 2015.
- ENGETELES - ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO, **Metodologia 8D: Método Para Solução De Problemas**. Youtube, 2019 Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=2GfGwHiXBE4>> Acesso em: 11 junho, 2020.

FAGUNDES, L. D.; GUIDORIZZI, M. C. **Aplicação Do 8D Em SMA Empresa De Autopeças**. XXXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_227_328_29873.pdf> Acesso em 18 julho, 2020.

FARIAS, A; **Aplicação Da Ferramenta Oito Disciplinas No Processo De Tecnologia De Montagem Em Superfície De Manufatura Industrial**. PPGEP. Belém 2017. Acesso em 23 mar, 2020.

FEIGENBAUN, A. V. **Controle da Qualidade Total**. V.1. São Paulo: Makron Books, 1994.

FEILI, H. R. et al. Risk analysis of geothermal power plants using Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) technique. **Energy Conversion and Management**, v. 72, 2013.

FERNANDES, J. M. R. **Proposição De Abordagem Integrada De Métodos Da Qualidade Baseada no FMEA**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giroto Rebelato. Curitiba, 2005.

GARVIN, D. A. **Gerenciado a Qualidade: a Visão Estratégica e Competitiva**. Rio de Janeiro: Quality Mark Ed. 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HAMMES, J.; PERIN, T.; POLACINSKI, E. LOEBLEIN, L. C.; GODOY, L. P. **Uma Aplicação Da Metodologia 8d No Setor De Estamparia Em Uma Empresa Metal Mecânica**. Santa Maria, RS, 2012. Acesso em 29 agosto, 2020.

JESUS, L.; **Metodologia 8D Para Definição Das Ações Corretivas Na Resolução De Problemas: Um Estudo De Caso**. FAHOR. Horizontina, 2019. Acesso em 23 março, 2020;

JIMÉNEZ, A. R.; JACINTO, A. O. P. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. **Revista EAN**, 82, pp.179-200, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-81602017000100179&script=sci_abstract&lng=pt> Acesso em 07 de setembro, 2020.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da Pesquisa, um guia prático. **Via Litterarum**, Itabuna Bahia, 2010. Via Litterarum. Disponível em: <<https://biblioteca.isced.ac.mz/bitstream/123456789/713/1/Metodologia%20da%20Pesquisa.pdf>> Acesso em 01 junho, 2020.

KRAJNC, M. With 8D Method to Excellent Quality. **Journal of Universal Excellence** n. 3, p. 118-129, out. 2012. Disponível em: <https://www.fos-unm.si/media/pdf/RUO_2012_15_Krajnc_Marjanca.pdf>. Acesso em: 16 março, 2020;

LEME, T. S. P. **Aplicação De Um Método De Análise E Melhoria De Processo Em Uma Empresa Automobilística**. Juiz de Fora, 2010. Acesso em 29 de agosto, 2020.

LUCENA, E. L. M. **Ciclo PDCA: Um Estudo De Caso Na Distribuidora De Bebidas Alef**. Capanema, Pará, 2017. Disponível em: <<http://bdta.ufra.edu.br/jspui/bitstream/123456789/459/1/Ciclo%20PDCA%20um%20e%20estudo%20de%20caso%20na%20distribuidora%20de%20bebidas%20Alef.pdf>> Acesso em 08 agosto, 2020.

PEDRINI, D; CATEN, C. T.; SOARES, A. C. M. **Gráficos de controle para média e desvio-padrão com tamanho de amostra variável**: uma aplicação em uma indústria do setor metalúrgico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007, Foz do Iguaçu, Paraná. Anais... Paraná: ENEGEP, 2007.

RAMBAUD, L. **8D Structured Problem Solving: a guide to Creating High Quality 8D reports**. 2 ed. PHRED Solutions, 2011.

RISTOF, K. D. **Desenvolvimento E Implementação De Um Método Para O Gerenciamento De Ações Corretivas Através De Times De Melhoria Da Qualidade Em Uma Empresa Do Setor Metalmeccânico**. Florianópolis, 2008 Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91049/261410.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 18 julho, 2020.

RODRIGUES, F. F., LEAL, M. L., & HARGREAVES, L. (1996). **Qualidade em Prestação de Serviços**. Rio de Janeiro: Editora Senac Nacional. HERAS, I.; MARIMON, F.; CASADESÚS, M. (2009) Impacto competitivo de las herramientas para la gestión de la calidad. Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa, v.12, p. 7-35.

SCHADE, M. B. 8D Problem Solving Process. **E-book Kindle**. Via Amazon.com.br. 2013 Disponível em< https://www.amazon.com.br/8D-Problem-Solving-Process-English-ebook/dp/B00DFOLI0E/ref=sr_1_1?__mk_pt_BR=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&dchild=1&keywords=8d+problem&qid=1595274129&sr=8-1> Acesso em 11 junho, 2020

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da Qualidade: As Ferramentas Essenciais**. Curitiba: InterSaber, 2012.

SHARMA, M.; SHARMA S.; SAHNI, S. **Structured Problem Solving: Combined Approach Using 8D And Six Sigma Case Study**. ed. India ORCID, 2020. Disponível em <https://www.empas.pb.edu.pl/media/5fcc9b1c-f394-47d2-b966-1b84a4858163/JHs2Yw/Global%20Resources/2020/1/Sharma_et_al.pdf> Acesso em 10 de março, 2020;

SILVA, S.; FONSECA, M.; BRITO, J.; **Metodologia FEMA e Sua Aplicação à Construção de Edifícios**. ResearchGate, 2015. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/231165649.pdf>> Acesso em 18 julho, 2020.

SILVA, W. R. S.; **Aplicação Do Controle Estatístico Para Uma Empresa De Beneficiamento De Milho**. Sumé – PB, 2018. Acesso em 29 de agosto, 2020.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração Da Produção**. Tradução: Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Corrêa. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002. Acesso em 29 de agosto, 2020.

SOUZA, D.; CHIROLI, D. **Diagnóstico De Qualidade Em Uma Empresa Do Setor Metalmeccânico**. IV encontro de engenharia de produção agroindustrial, Campo Mourão – PR, 2010. Disponível em: <http://www.fecilcam.br/anais/iv_eepa/data/uploads/4-engenharia-da-qualidade/4-01-com-autor.pdf>. Acesso em 22 março, 2020;

TERNER, G. L. K. **Avaliação Da Aplicação Dos Métodos De Análise E Solução De Problemas Em Uma Empresa Metalmeccânica**. Porto Alegre, 2008. Acesso em 22 março, 2020;

VARGAS, D. L. **Resolução De Problemas Utilizando A Metodologia 8d: Estudo De Caso De Uma Indústria Do Setor Sucroalcooleiro**. Sergipe 2017. Disponível em: <<https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7672/2/ResolucaoProblemasMetodologia8D.pdf>> Acesso em 10 agosto, 2020. Acesso em 22 março, 2020;

VELOSO, S. M. **Monografia Submetida À Coordenação De Curso De Engenharia De Produção Da Universidade Federal De Juiz De Fora Como Parte Dos Requisitos Necessários Para A Graduação Em Engenharia Produção**. Juiz de Fora, MG 2007. Disponível em: <https://www.ufjf.br/ep/files/2009/06/tcc_jan2007_sabrinaveloso.pdf> Acesso em 10 agosto, 2020.