



Iuri Nicoletti de Jesus

**METODOLOGIA 8D PARA DEFINIÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM ESTUDO DE CASO**

Horizontina - RS

2019

Iuri Nicoletti de Jesus

**METODOLOGIA 8D PARA DEFINIÇÃO DAS AÇÕES CORRETIVAS NA
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UM ESTUDO DE CASO**

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

Horizontina - RS

2019

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

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

**“Metodologia 8D para definição das ações corretivas na resolução de
problemas: Um estudo de caso”**

Elaborada por:

Iuri Nicoletti de Jesus

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

Aprovado em: 27/11/2019
Pela Comissão Examinadora

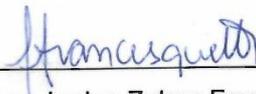


Me. Sirnei César Kach

Presidente da Comissão Examinadora - Orientador



Me. Francine Centenaro Gomes
FAHOR – Faculdade Horizontina



Dra. Janice Zulma Francesquett
FAHOR – Faculdade Horizontina

Horizontina - RS

2019

Às duas pessoas fundamentais em minha vida, minha mãe Graciela e meu irmão Fabrício, por me educarem e me transformarem na pessoa que hoje sou. Mãe, sua garra e vontade de vencer na vida, com certeza transbordaram e me atingiram em cheio. Irmão, seus pensamentos centrados e fundamentados me auxiliaram nas minhas maiores decisões de vida. Obrigado, a construção da minha vida pessoal e profissional, sem dúvidas tem grande parte de vocês.

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, que sempre está conosco, cuidando e protegendo-nos. Agradecer também toda a minha família, que sempre me auxiliou e apoiou, mas dar ênfase a minha mãe e meu irmão que estiveram ao meu lado em todos os momentos, principalmente nos difíceis, apesar destes episódios ainda me fortalecem para continuar a caminhada em busca dos meus objetivos. Por último, mas não menos importante, aos meus colegas de trabalho, que abriram as portas da empresa, transmitiram todos seus conhecimentos disponíveis e mais ainda por poderem os chamar de amigos.

Your work is gonna fill a large part of your life, and the only way to be truly satisfied is to do what you believe is great work. And the only way to do great work is to love what you do. If you haven't found it yet, keep looking, and don't settle. As with all matters of the heart, you'll know when you find it. And like any great relationship, it just gets better and better as the years roll on. So keep looking. Don't settle.

(Steve Jobs)

RESUMO

A busca pela qualidade distinta nos produtos, aliada a baixos custos, é o que torna empresas comprometidas com estes quesitos, em empresas competitivas no mercado atual. O presente trabalho aborda uma compreensão ampla de como a metodologia 8D é aplicada em ações corretivas, de forma multidisciplinar e em equipes multifuncionais, com o intuito de corrigir problemas atuando diretamente na eliminação da causa raiz, e então aumentar o nível de qualidade dos produtos. Um estudo de caso, com a aplicação da metodologia após uma pesquisa de caráter exploratório visa a resolução de uma ação corretiva, está sobre o desgaste prematuro de uma engrenagem, utilizando as mais variadas ferramentas da qualidade que englobam a metodologia. Tem como objetivo reduzir 80% da taxa de falha do componente pertencente a ação corretiva e demais métricas estabelecidas pelo time durante a abertura da mesma, além de mensurar os demais ganhos em prol de um nível de qualidade distinto ao produto da empresa. A execução da metodologia 8D, aplicada a ação corretiva trouxe ganhos superiores aos esperados, como por exemplo a redução de 100% da taxa de falha do item que apresentava problemas, também pode-se agregar uma redução de custo ao conceito quando comparado ao sistema antigo e ainda a obtenção de uma espécie de biblioteca de dados para ser utilizada em ações corretivas futuras. Todos esses resultados comprovam a eficácia da metodologia 8D quando aplicada na definição de ações corretivas na resolução de problemas.

Palavras-chave: 8D. Metodologia. Qualidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – As 8 Disciplinas da metodologia 8D, divididas sob o ciclo PDCA	19
Figura 2 - Diagrama de pareto	21
Figura 3 - Modelo de um histograma.....	22
Figura 4 - Árvore do CTQ.....	24
Figura 5 - Cinco principais características do FMEA.....	30
Figura 6 - Modelo de Gráfico de pareto utilizado.....	35
Figura 7 - Modelo do CTQ utilizado.....	38
Figura 8 - Modelo do diagrama de Ishikawa utilizado	39
Figura 9 - Modelo da ferramenta dos 5 Porquês utilizada	39
Figura 10 - Gráfico utilizado para comparar quantidade de garantias.....	45
Figura 11 - Gráfico de pareto com os modos de falha reportados à fábrica.....	47
Figura 12 - CTQ desenvolvido pelo time multifuncional	51
Figura 13 - Diagrama de Ishikawa desenvolvido.....	52
Figura 14 - Ferramenta dos 5 porquês desenvolvida	52
Figura 15 - Relatório de garantias para a engrenagem.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo da ferramenta dos 5 Porquês	24
Quadro 2 - Exemplo da ferramenta do 5W2H disposto em um quadro	25
Quadro 3 - Sequência de passos para execução de um <i>brainstorming</i>	27
Quadro 4 - Passos para realização de um benchmarking	28
Quadro 5 - Mitos e verdades do benchmarking	28
Quadro 6 - Exemplo de aplicação da matriz de decisão	31
Quadro 7 - Exemplo de folha de verificação, aplicado a registros de reclamações ..	32
Quadro 8 - Modelo de <i>brainstorming</i> , utilizado durante o desenvolvimento da metodologia, com sugestão de passos a serem seguidos	37
Quadro 9 - Modelo de matriz de decisão utilizado	40
Quadro 10 - Alterações de custos durante a ação corretiva	41
Quadro 11 - Folha de verificação desenvolvida pelo time multifuncional	43
Quadro 12 - Brainstorming realizado sobre as possíveis causas do modo de falha .	50
Quadro 13 - <i>Brainstorming</i> sobre possíveis novos conceitos	54
Quadro 14 - Matriz de decisão aplicada aos conceitos	55
Quadro 15 - Levantamento de custos	55
Quadro 16 - Folha de verificação desenvolvida	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores que definem a criticidade da ação corretiva	36
Tabela 2 - Graus de Criticidade da ação corretiva	37
Tabela 3 - Modelo parcial de FMEA utilizado para classificação dos possíveis riscos do novo conceito	42
Tabela 4 - Avaliação de riscos do novo conceito	42
Tabela 5 - Modelo parcial de FMEA, separando os riscos e sua respectiva classificação	43
Tabela 6 - Critério de criticidade definidos pelo time	48
Tabela 7 - Ranking da ação corretiva, com base no resultado do cálculo de criticidade	49
Tabela 8 - Avaliação da necessidade de testes de validação para novo conceito	56
Tabela 9 - FMEA realizado para avaliação do novo conceito	57

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

8D – Oito disciplinas, oito fases da metodologia 8D

PDCA – Ciclo *plan, do, check, act*, ferramenta da qualidade

FMEA – *Failure mode and effects analysis*, análise de modos de falha e efeitos

DFMEA – *Design failure mode and effects analysis*, análise de modos de falha e efeitos relacionados ao design

PFMEA – *Process failure mode and effects analysis*, análise de modos de Falha e efeitos relacionados ao processo

D4 – Quarta fase da metodologia 8D

CTQ – Critical to quality, crítico para qualidade

5W2H – 5 *Whys and 2 hows*, ferramenta da qualidade

NASA – *National aeronautics and space administration*, administração nacional da aeronáutica e espaço, organização do governo americano

FPM – Falhas por máquina

PPAP – Processo de aprovação da peça de produção, documento exigido para aprovação de novos itens

PSW – *Part submission warrant*, certificado de submissão de peça

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 TEMA	13
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.4 HIPÓTESES.....	15
1.5 JUSTIFICATIVA	16
1.6 OBJETIVOS	17
1.6.1 Objetivo Geral	17
1.6.2 Objetivos Específicos	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 METODOLOGIA 8D	18
2.2 DESCRIÇÃO DAS 8 DISCIPLINAS E SUAS FERRAMENTAS	18
2.2.1 D1 – Definição do Time	19
2.2.2 D2 – Descrição do Problema	20
2.2.3 D3 – Desenvolver uma Ação de Contenção	22
2.2.4 D4 – Definir e Validar a Causa Raiz	22
2.2.5 D5 – Escolher e Validar a Ação Corretiva Permanente	26
2.2.6 D6 – Implementar a Ação Corretiva Escolhida	31
2.2.7 D7 – Prevenir a Recorrência	33
2.2.8 D8 – Reconhecimento do Time	33
2.3 FECHAMENTO REVISÃO DA LITERATURA	33
3 METODOLOGIA	34
3.1 DEFINIÇÃO DO TIME	34
3.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	35
3.3 DESENVOLVER UMA AÇÃO DE CONTENÇÃO.....	37
3.4 DEFINIR E VALIDAR A CAUSA RAÍZ.....	38
3.5 ESCOLHER E VALIDAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE	40
3.6 IMPLEMENTAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE	42
3.7 PREVENIR A RECORRÊNCIA	44
3.8 RECONHECIMENTO DO TIME	44
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
4.1 DEFINIÇÃO DO TIME	46
4.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA.....	47
4.3 DESENVOLVER UMA AÇÃO DE CONTENÇÃO.....	49
4.4 DEFINIR E VALIDAR A CAUSA RAÍZ.....	50
4.5 ESCOLHER E VALIDAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE	54
4.6 IMPLEMENTAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE	57
4.7 PREVENIR A RECORRÊNCIA	59
4.8 RECONHECIMENTO DO TIME	59
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62
ANEXO A – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CAUSA-E-EFEITO	64
ANEXO B – EXEMPLO DE UMA PLANILHA DE FMEA DE PROJETO	65

1 INTRODUÇÃO

O acesso a informação que a tecnologia do século XXI trouxe as pessoas, fez com que as mesmas se tornassem cada vez mais exigentes, buscando por produtos que tenham a alta qualidade aliada a um baixo custo. Desde então a competitividade entre as indústrias cresceu exponencialmente, todos os dias diversas empresas são criadas nos mais diversos setores, visando atender toda a demanda gerada por uma população faminta de produtos que atendam suas atividades.

Entretanto para que estas mesmas empresas se mantenham em um mercado competitivo como este, conquistar e manter clientes fiéis, é um princípio básico para o crescimento financeiro. Clientes fidelizados, acabam se tornando o que podemos chamar de "departamento de *marketing* externo" da empresa, pois estes, podem conseguir fidelizar novos clientes. A conta pode ser fácil de ser compreendida, quanto maior o número de clientes fiéis a empresa, ou seja, os clientes chamados de *promoters*, e menor o número de clientes insatisfeitos, os chamados de *detractor*, maior será o percentual do crescimento financeiro da empresa. Esta diferença entre clientes *promoters* e *detractor* é chamada de *net-promoter score* (REICHHELD, 2003).

Apesar do cálculo ser de fácil compreensão, é necessário trabalhar com as ferramentas adequadas para entregar o produto final com a qualidade esperada pelo cliente, e assim, garantir sua lealdade. Segundo DeFeo e Juran (2015), quanto maior a qualidade menos erros, defeitos e menos falhas de campos existirão.

Para reduzir os erros, número de defeitos e falhas de campo, a metodologia das 8 disciplinas ou 8D, tem o intuito de abordar de forma multidisciplinar, e em equipes multifuncionais, o agente causador de um determinado problema, trabalhando com foco em eliminá-lo e prevenindo a sua recorrência (KRAJNC, 2012). Utilizada a algumas décadas, tem suas origens dentro do exército americano, mas foi aperfeiçoada e amplamente utilizada pela indústria automobilística devido a sua capacidade de sintetizar as mais diversas ferramentas da qualidade, tornando-a assim extremamente eficaz.

O presente trabalho tem o intuito de trazer uma aplicação da metodologia 8D, aplicação essa realizada dentro de uma empresa que fabrica máquinas agrícolas no interior do Rio Grande do Sul, onde existem diversas ações corretivas abertas, buscando um endereçamento a fim de aumentar a qualidade de seus produtos.

A escolha da ação corretiva para o desenvolvimento da metodologia 8D no presente trabalho, se deu em virtude de que o item que apresentava a falha estava no topo do relatório de garantias da empresa, ou seja, era o item que mais apresentava falha para aquele determinado produto. Com relação a ação corretiva em si, o problema que o cliente possuía era a parada de máquina, gerada devido ao desgaste prematuro de uma engrenagem do equipamento e o objetivo geral da ação corretiva era a redução da taxa de falha do componente.

1.1 TEMA

O foco principal deste trabalho é a metodologia 8D como resolução de problemas em ações diretamente ligadas a causa raiz de não conformidades.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

A empresa em que a ação foi desenvolvida possui diversas frentes para elevar o quesito qualidade dos seus produtos, um deles é a redução da taxa de falha dos componentes, quando o item se encontra dentro do período de garantia.

A empresa possui relatórios dos números de solicitações de garantia mesclados com a taxa de falha dos componentes, com isso pode-se saber quando um determinado item começa a apresentar falhas repentinamente. O problema aqui trabalhado é o desgaste prematuro de uma engrenagem, onde o mesmo encontrava-se no topo dos relatórios de determinada família de produto, visto isso houve a solicitação de abertura de ação corretiva para o item em questão.

O presente trabalho delimita-se na coleta de dados acerca do que compõem a metodologia 8D, buscando compreender as suas respectivas 8 fases, ou disciplinas. Para uma melhor compreensão a aplicação da metodologia se dará em uma ação corretiva, cujo intuito principal é reduzir a taxa de falha do componente dentro das melhorias esperadas durante a abertura da mesma. O autor do presente trabalho, teve a oportunidade de auxiliar o time multifuncional trabalhando dentro do setor da engenharia do produto da empresa, porém, auxiliando em todas as etapas da ação corretiva.

Dentro da empresa onde o se desenvolveu o trabalho, existem diversos produtos agrícolas sendo produzidos, sendo que para cada um deles, existem subfamílias de subsistemas. As ações corretivas da empresa são oriundas de todos

estes produtos e subsistemas, e o presente trabalho visa a aplicação da metodologia 8D em uma ação corretiva de um específico subsistema. O problema desenvolvido pela ação corretiva, teve seu setor de atuação descoberto durante o andamento da mesma, onde observou-se que o projeto do equipamento dava margem para que o mesmo ficasse suscetível à falha.

A aplicação da metodologia 8D se dará ao longo do endereçamento da ação corretiva, passando por suas oito respectivas fases e servindo como base de direcionamento para o decorrer da mesma. As primeiras cinco fases, definição do time, descrição do problema, desenvolvimento de uma ação de contenção, definição e validação da causa raiz, escolha e validação da ação corretiva permanente terão um destaque, visto que são as fases mais importantes para a entrega de uma solução assertiva. As demais fases da metodologia 8D também serão abordadas, porém sem uma análise aprofundada, mesmo assim serão importantes para o desenvolvimento da ação corretiva.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema a ser evidenciado, é a resolução de forma efetiva de uma ação corretiva, aberta em virtude do item, que apresenta a falha, estar no topo dos relatórios de garantia e taxa de falha da empresa. Como fidelizar clientes é essencial para o crescimento financeiro de toda e qualquer empresa, e uma das maneiras de fidelizar o cliente é entregando um produto de alta qualidade, a empresa tem em um de seus pilares fundamentais este requerimento. Baseando-se nisso a abertura de ações corretivas que visam diminuir as taxas de falhas são constantemente abertas, visando o endereçamento destes problemas.

A abertura de ação corretiva, que foi trabalhada no presente trabalho, foi gerada devido ao item estar no topo dos relatórios, com uma taxa de falha de aproximadamente 8% e um aumento substancial no número de solicitações de garantia do componente. Como há uma combinação de fatores importantes, como por exemplo a parada total da máquina e a alta taxa de falha do componente a ação corretiva aberta é de extrema prioridade para a empresa, tornando-se crítica. Em virtude disso existe a prerrogativa de que a mesma tem de ser implementada dentro de um período máximo de 140 dias a partir da data em que a mesma é aberta. Outro fator importante e que aumenta a criticidade do problema é o de que a empresa continua a produzir equipamentos enquanto se trabalha na ação corretiva, ou seja, a

linha de produção da empresa está produzindo máquinas que já se sabe que possuem o modo de falha.

A falha em si, evidenciada pelo time que trabalhou na ação corretiva, se trata do desgaste prematuro de uma engrenagem que transmite movimento para o equipamento, devido ao desalinhamento entre o componente principal e secundário, ocasionando então a perda de função do equipamento por completo (a causa raiz detalhada do problema será abordada nos resultados).

Devido a parada de máquina, o problema pode deixar o cliente insatisfeito e dar margem para o mesmo se tornar um cliente *detractor*, ou seja, um cliente que não fala bem da marca do equipamento, conseqüentemente não faz o marketing externo à empresa, ou faz um marketing negativo, o que pode acabar gerando perda de confiabilidade à marca e até mesmo, em casos extremos, perda de clientes (REICHHELD, 2003).

Atualmente o prazo proposto para entrega de soluções é em média de 140 dias, além de buscar eliminar ou somente reduzir o modo de falha do componente, que atualmente passa da marca de 8%. Sendo assim questiona-se: a metodologia 8D realmente é o método mais eficaz para atuar diretamente na causa raiz do problema, auxiliar o time multifuncional a entregar a solução no prazo pré-estipulado atendendo conforme meta definida na abertura da ação corretiva, garantindo assim uma qualidade distinta do sistema?

1.4 HIPÓTESES

Em um âmbito em que a qualidade está se tornando prioridade número um em diversas empresas, e nos mais variados ramos da indústria, a todo momento surgem novas ferramentas para auxiliarem na busca do aperfeiçoamento deste fundamento tão importante nos dias de hoje, a maioria destas ferramentas, que são extremamente úteis e aplicáveis, têm viés individual e não trabalham de forma colaborativa umas com as outras, visto isso, certas vezes acabando sendo má utilizadas por não serem complementares e sim únicas.

A metodologia 8D, difundida e amplamente utilizada pela indústria automobilística, que possui como ações de entrada as mais diversas ferramentas da qualidade como por exemplo, diagrama de pareto, Ishikawa, 5 porquês, FMEA (*Failure Mode Effects Analysis*), *brainstorming*, etc., agrupadas para serem utilizadas complementarmente uma com as outras, porém subdivididas em suas respectivas

fases, e como fatores de saída garante um processo bem estruturado com relatórios completos incluindo dados, histórico, números de ocorrência, etc., acerca das ações corretivas é assertiva na solução dos problemas dentro de uma empresa produtora de equipamentos agrícolas, que tem como objetivo reduzir drasticamente as taxas de falhas dos seus produtos.

1.5 JUSTIFICATIVA

Sendo um pilar fundamental para a sobrevivência de qualquer empresa, em um mercado tão competitivo como o de hoje, a qualidade do produto produzido e entregue ao cliente final é de suma importância para que tal empresa se estabeleça em um mercado como este. Diariamente são abertas inúmeras empresas no Brasil como um todo, cada vez mais rápido surgem concorrentes diretos e isto influencia diretamente nos números fiscais da empresa em que estamos inseridos, visto que os clientes destas buscam valores, aliados a alta qualidade, competitivos. Com isso a qualidade torna-se um item indispensável para o produto de uma empresa que quer se estabelecer em um mercado como este.

A metodologia 8D criada pelo exército militar americano, e enraizada pela *Ford Motor Company*, tem como objetivo auxiliar na busca pela qualidade distinta da empresa, visto que a mesma busca englobar as mais diversas ferramentas da qualidade e de concepção de resultados em uma metodologia única, de fácil utilização e de abordagem multidisciplinar. Atuando assim, garante que os problemas enfrentados dentro das empresas serão abordados como um todo, de forma multidisciplinar com foco em eliminar a causa raiz garantindo assim que o problema seja eliminado por completo (KRAJNC, 2012).

Utilizando a metodologia de forma coerente, podem ser obtidos inúmeros ganhos, como por exemplo na aplicação do presente trabalho, onde mesmo com o nível de criticidade que a ação corretiva trabalhada exigia (entregar a solução dentro de 140 dias), a utilização da metodologia se mostrou eficaz em entregar uma redução de 100% da taxa de falha do componente, onde se era exigido 80%, além disso, mesmo não sendo o foco da ação corretiva, o time multifuncional conseguiu entregar uma redução de custo para o projeto trabalhado.

Após a implementação do que podemos chamar de cultura 8D, a empresa poderá desfrutar de um sistema com diversas informações acerca das ações corretivas já implementadas e seus respectivos ganhos no entorno, visto que a

metodologia é capaz de gerar um banco de dados com histórico dos problemas e outros dos mais variados tipos de dados, auxiliando assim na garantia da qualidade dentro da empresa e seus respectivos processos.

Para o engenheiro, seja mecânico, de produção, ou outro, ter o conhecimento teórico e de abordagem da metodologia 8D como um todo, é de extremo valor, visto que o mercado atual busca e necessita trabalhar o pilar da qualidade dentro das suas empresas, buscando se adequar aos novos padrões de mercado. O engenheiro que souber ministrar com maestria a metodologia 8D saberá trabalhar com as mais variadas ferramentas da qualidade, visto que a metodologia aborda tais ferramentas durante suas 8 fases.

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 Objetivo Geral

Comprovar a eficácia da metodologia 8D, quando utilizada de forma coerente e executada todas as suas disciplinas, como ferramenta da resolução de ações corretivas, atuando diretamente na causa raiz do problema, garantindo assim a eliminação de uma falha evidenciada durante o período de garantia de um componente mecânico.

1.6.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, o presente trabalho elenca os seguintes:

- Definir o setor envolvido no problema em estudo e elaborar uma coleta de dados sobre o cenário;
- Aplicar a metodologia 8D objetivando comprovar sua eficácia e;
- Definir planos de ação para buscar reduzir/eliminar a taxa de falha do componente mecânico, conforme objetivos, métricas e melhoria esperada definida na abertura da ação corretiva, estruturando e caracterizando o método.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 METODOLOGIA 8D

A metodologia 8D, consiste em uma abordagem multidisciplinar realizada em equipes, com foco principal em eliminar o agente causador de um determinado problema, garantindo assim um aumento no nível de qualidade do produto em questão e consequentemente o aumento da satisfação do cliente final (KRAJNC, 2012). Teve suas raízes criadas em meados dos anos de 1974 dentro do exército dos Estados Unidos da América, onde o intuito inicial dos militares era principalmente identificar erros, fazer análises de causa raiz, prevenir a recorrência e reduzir custos com materiais não conformes, e englobando isso, implementar um padrão de qualidade dentro do exército americano (LARSSON; NORÉN, 2011).

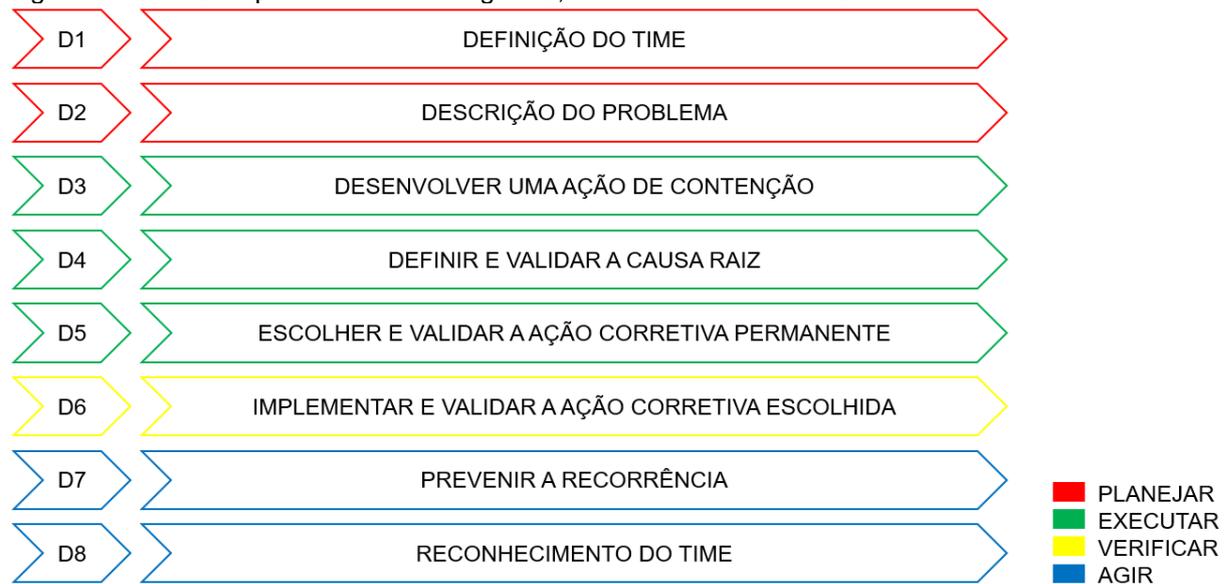
Atualmente a metodologia 8D é amplamente conhecida devido ao desenvolvimento realizado pela *Ford Motor Company* em meados dos anos de 1990, publicado como “*8D Workbook*”, que deu origem a metodologia de solução de problemas mundialmente conhecida como “*Global 8D Problem Solving (G8D)*”, também conhecida como 8 disciplinas, ou ainda 8D, sendo as 8 disciplinas as seguintes:

- D1 – Definição do Time;
- D2 – Descrição do Problema;
- D3 – Desenvolver uma ação de contenção;
- D4 – Definir e Validar a Causa Raiz;
- D5 – Escolher e Validar Ação Corretiva Permanente;
- D6 – Implementar e Validar a Ação Corretiva Escolhida;
- D7 – Prevenir a Recorrência;
- D8 – Reconhecimento do Time (8D WORKBOOK S.n.t.).

2.2 DESCRIÇÃO DAS 8 DISCIPLINAS E SUAS FERRAMENTAS

Como mencionado anteriormente, a Metodologia 8D é dividida em 8 disciplinas, conforme Figura 1, cada uma aborda determinada etapa do processo da resolução da ação corretiva ou problema a ser trabalhado com a metodologia.

Figura 1 – As 8 Disciplinas da metodologia 8D, divididas sob o ciclo PDCA



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

Como pode ser observado na Figura 1, as 8 fases da metodologia podem também ser divididas dentro do ciclo PDCA.

2.2.1 D1 – Definição do Time

Na etapa de estabelecimento do time que irá trabalhar na solução do problema, deve-se atentar para que os integrantes do time possuam habilidades e/ou proficiências técnicas nas mais variadas áreas que possam envolver o problema. O time deverá dispor de tempo, autoridade e as ferramentas adequadas para trabalhar na ação corretiva. Deve-se também designar um *Champion* para o time e um *Team Leader*, para coordenar o processo como um todo (8D WORKBOOK S.n.t.).

A constituição de uma equipe que deseja ter sucesso em suas execuções se dá no momento em que a mesma é formada. A equipe como um todo precisa ter um envolvimento entre si, para que o compartilhamento de ideias, execuções de tarefas e a noção do comprometimento com a meta pré-estabelecida seja mútua entre todos os membros. A importância da diversidade de áreas que constituem a equipe é grande, visto que isto proporciona uma melhor aceitação na hora de implementar uma nova solução, visto que todas as áreas da empresa, estão representadas dentro da equipe. Os membros como um todo devem ser proativos em algumas tarefas para que o fluir das atividades seja alcançado, algumas delas são:

- Comparecer às reuniões sobre o problema/projeto;
- Ter a consciência de estar representando seu departamento;

- Auxiliar a equipe com seus conhecimentos específicos;
- Instigar possíveis novas ideias e ou o agente causador de problemas;
- Questionar, de forma construtiva, as opiniões dos outros membros da equipe;
- Candidatar-se livremente a execução de tarefas que auxiliarão no desenvolver do problema/projeto (DEFEO; JURAN, 2015).

2.2.2 D2 – Descrição do Problema

Nesta etapa deve-se descrever o problema de forma detalhada, na forma que o cliente relata, atentando-se para conseguir responder o que está errado, ou seja, o problema que o cliente está enfrentando diante do seu produto. Nesta fase é importante entender os dados que cercam o problema, tais como o que está errado com o produto, quando o problema aconteceu, quais famílias de produtos estão sendo afetadas, se for o caso, quantas unidades fabris estão sofrendo com esse problema e qualquer outra pergunta que possa vir a ser útil em uma definição clara do agente causador do problema (WHITFIELD; KWOK, 1996 *apud* LARSSON; NORÉN 2011).

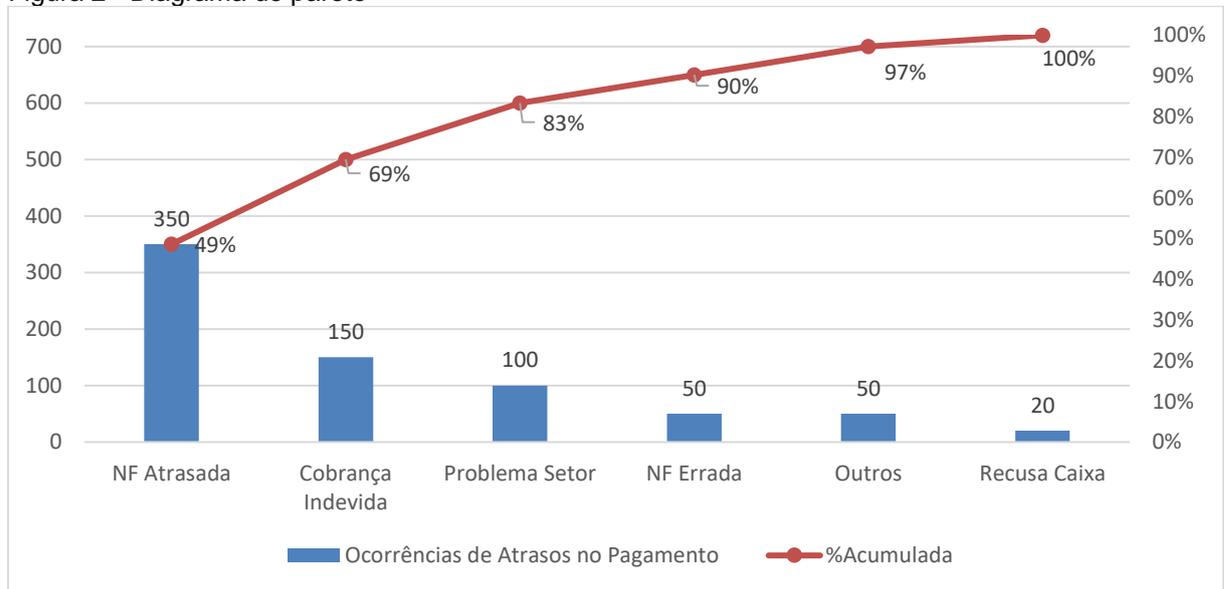
2.2.2.1 FERRAMENTA: DIAGRAMA DE PARETO

Em algumas situações, um mesmo problema pode apresentar mais de um modo de falha, ou seja, pode-se haver mais de uma causa-raiz. Para separar estes modos de falha, a ferramenta da qualidade chamada de Diagrama de Pareto se torna útil. O diagrama de Pareto, ou análise de Pareto, surgiu por volta de 1897, com uma combinação da teoria dos economistas Pareto e Lorenz, onde o primeiro apresentou uma fórmula retratando a distribuição de renda desigual e o segundo representou tal assunto graficamente, demonstrando assim que a maior parte da riqueza pertencia a poucas pessoas. Entretanto Juran foi quem aplicou o método gráfico para analisar problemas relacionados a qualidade, classificando causas frequentes e não frequentes, e batizou este método de Análise de Pareto, demonstrando que em grande parte dos casos as falhas decorrem de problemas frequentes ou comuns em comparação às não frequentes (KUME, 1993).

O diagrama consiste no agrupamento dos dados, por ordem de importância, conseguindo assim determinar as prioridades a serem trabalhadas. O gráfico a ser construído é constituído pelos elementos no eixo X, em ordem decrescente, que

seriam a descrição dos problemas, e seus respectivos valores no eixo Y. Uma curva da soma dos elementos distribuídos no eixo X pode ser utilizada, conforme visto na Figura 2 (MIGUEL, 2001).

Figura 2 - Diagrama de Pareto



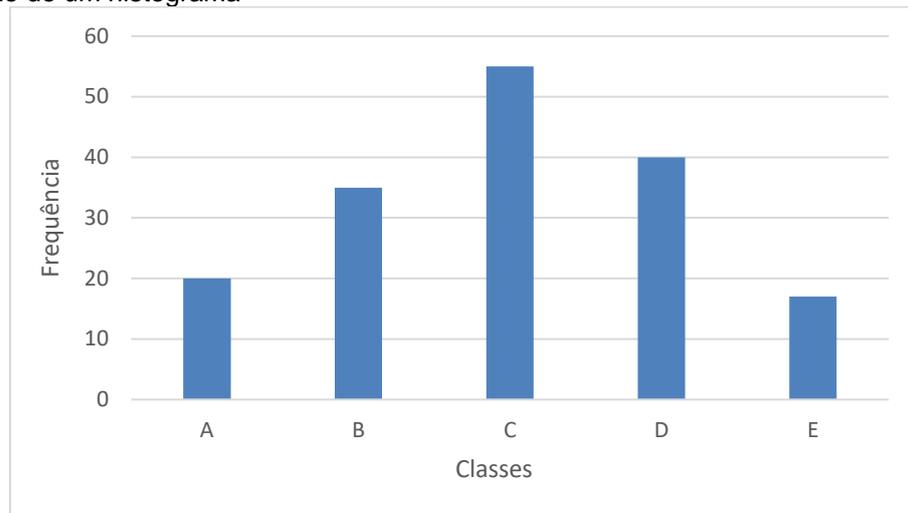
Fonte: Adaptado de Miguel (2001)

O diagrama, observado na Figura 2, evidencia o objetivo pelo qual foi criado, mostrar que a grande quantidade de problemas, ou seja, onde estão os maiores números, é produzida por um número único, ou pequeno de causas (AKKARI, 2018).

2.2.2.2 HISTOGRAMA

O histograma é um gráfico que permite a análise a partir de dados que representam uma população por completa. É apresentado em forma de um gráfico de barras, onde a largura destas representa o intervalo da classe variável, e a altura, disposta sobre o eixo vertical representa a frequência, conforme pode ser visualizado na Figura 3. A partir de dados coletados de uma determinada população e com a organização destes dados em uma tabela, pode-se obter um gráfico com a variação em função de sua população, este gráfico é conhecido como histograma (MIGUEL, 2001).

Figura 3 - Modelo de um histograma



Fonte: Adaptado Miguel (2001)

O histograma deixa extremamente visível qual o problema teve mais importância ou ocorrências em sua análise, tornando a ferramenta útil para evidenciar de forma simples problemas dentro de uma revisão de dados corriqueira (PAES; VILGA, 2016).

2.2.3 D3 – Desenvolver uma Ação de Contenção

Nesta etapa é desenvolvida uma ação paliativa para o problema, a fim de isolar os efeitos que o mesmo está causando, até que a solução permanente seja validada e implementada. A ação de contenção deve ser implementada o mais breve possível, a fim de evitar problemas maiores. Na indústria automobilística é comum que esta ação de contenção seja realizada em no máximo 24 horas. A ação de contenção pode ser uma checagem adicional dos estoques da empresa, das peças que estão em trânsito para a fábrica e até mesmo uma modificação do sistema enquanto a solução final está sendo desenvolvida (KRAJNC, 2012).

2.2.4 D4 – Definir e Validar a Causa Raiz

A quarta disciplina da metodologia 8D, é de grande importância, visto que tem o objetivo de definir a causa raiz do problema. Quando a causa raiz é clara e bem definida, as fases seguintes de escolha da solução, validação, etc, se tornam mais assertivas. A D4 da metodologia 8D pode ser definida como, isolar e verificar a causa raiz do problema, testando cada possibilidade descrita na fase da descrição do problema. Detectar possíveis agentes contribuintes para a causa raiz, que possam

acontecer no processo produtivo do produto, mas não são a causa raiz principal (8D WORKBOOK S.n.t.).

2.2.4.1 FERRAMENTA: DIAGRAMA DE CAUSA-E-EFEITO (ESPINHA DE PEIXE)

O diagrama de causa-e-efeito, espinha de peixe ou ainda diagrama de Ishikawa, como é conhecido, foi desenvolvido em 1953 pelo professor da universidade de Tóquio Kaoru Ishikawa, com o intuito de sintetizar algumas opiniões em forma de um diagrama de causa-e-efeito, de engenheiros de uma empresa do Japão (KUME, 1993).

O diagrama de causa-e-efeito pode ser definido como uma representação visual, cujo objetivo é facilitar as informações sobre o problema, para que então seja possível uma melhor identificação das causas que podem ser confirmadas em relação a um determinado problema (MEIRA, 2003).

Esta ferramenta é amplamente utilizada quando se quer compreender quais fatores influenciam no problema em que se está trabalhando. O diagrama é elaborado a partir da sintetização do problema, geralmente escrito ao lado direito do gráfico, conforme observa-se no exemplo do ANEXO A, e após isto faz-se a descrição de suas influências, distribuídas em 4 principais causas, conhecidas como “4M”: mão-de-obra, máquina, método e matéria prima, podendo ainda ser estendida para “6M” quando se quer considerar causas relacionadas a: medida e meio ambiente (MIGUEL, 2001).

Com a representação gráfica construída, contendo todas as associações que podem ter correlação com a sintetização do problema feitas, o diagrama de causa-e-efeito torna-se uma ferramenta útil para realizar a análise de quais fatores influenciam ou não no processo e/ou problema a ser trabalhado (SILVA, 2017).

2.2.4.2 FERRAMENTA: OS 5 PORQUÊS

Os 5 porquês são amplamente utilizados em virtude de que o intuito da ferramenta é encontrar a causa raiz do problema, para então poder ser trabalhada em uma ação corretiva. A técnica dos 5 porquês tem aplicabilidade simples, visto que a ferramenta tem como propósito fazer o questionamento do “porquê” sobre a causa pressuposta, repetidamente até que se chegue na causa raiz (SELEME; STADLER, 2012). O Quadro 1 apresenta um exemplo de aplicação desta ferramenta, onde percebe-se a facilidade de executá-la.

Quadro 1 - Exemplo da ferramenta dos 5 Porquês

Perguntas (porquês)	Respostas encontradas
Por que o produto não foi entregue?	Porque não tinha embalagem
Por que não tinha embalagem?	Porque a produção não entregou
Por que a produção não entregou?	Porque não tinha matéria-prima
Por que não tinha a matéria-prima?	Porque o fornecedor não entregou
Por que o fornecedor não entregou?	Porque houve atraso no pagamento

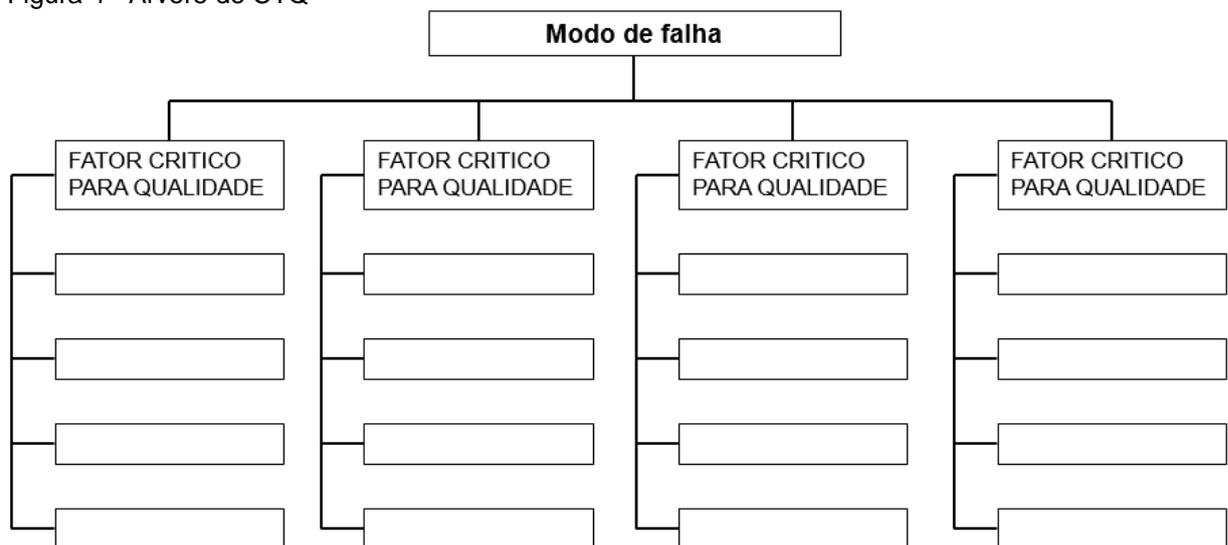
Fonte: Seleme; Stadler (2012)

Para a execução da ferramenta, não há obrigatoriedade da aplicação do “porquê” exatamente cinco vezes, visto que alguns casos específicos podem ser ações superficiais. Visto isso, a causa raiz pode ser encontrada nos primeiros questionamentos (FERREIRA; SILVA; FAGNANI, 2017).

2.2.4.3 FERRAMENTA: CRÍTICO PARA A QUALIDADE - CTQ

A ferramenta do CTQ (*Critical to quality*) tem o intuito de transcrever a necessidade do cliente para os colaboradores da empresa, ou seja, tem o intuito de que estes mesmos colaboradores que estão trabalhando em determinado problema, entendam quais são os fatores críticos para a qualidade de determinado produto, com isso os problemas serão baseados nestas informações, que serão chamadas de *drivers* de qualidade. Desta forma as necessidades dos clientes estarão sendo observadas dentro da ferramenta, que é disposta em forma do que costumam chamar de árvore do CTQ, que pode ser observada na Figura 5 (DEFEO; JURAN, 2015).

Figura 4 - Árvore do CTQ



Fonte: O autor (2019)

O esqueleto da ferramenta, mostrado na Figura 5, é composto pela descrição do problema no nível superior, logo abaixo, no nível intermediário são colocados os chamados drivers da qualidade, que são as necessidades mais importantes aos olhos do cliente, e logo abaixo destas, são colocadas as possíveis causas raiz do problema, correlacionado com o respectivo fator crítico para a qualidade.

2.2.4.4 FERRAMENTA: 5W2H

A ferramenta da qualidade conhecida como 5W2H (5 *Whys and 2 Hows*), tem como objetivo auxiliar a equipe que a utiliza no entendimento do macro de um determinado problema. A sua utilização garante, de forma simples, que as informações básicas acerca do problema sejam dispostas de forma visual. A ferramenta leva este nome em virtude de que sua utilização se dá através da resposta de 7 perguntas, das quais cinco começam com a letra “W” e as outras duas com a letra “H”, todas as palavras originadas da língua inglesa, sendo elas:

- *What* (O quê?) – O que é o assunto tratado?
- *Who* (Quem?) – Quem está, ou deve trabalhar no assunto?
- *When* (Quando?) – Quando o assunto deve ser trabalhado, ou quando aconteceu?
- *Why* (Por quê?) – Porque aconteceu ou porque deve-se trabalhar nisso?
- *Where* (Onde) – Onde aconteceu?
- *How much* (Quanto custa?) – Qual o valor que envolve o assunto?
- *How* (Como?) – Como aconteceu o problema? (MEIRA, 2003)

Na grande maioria das vezes, a ferramenta é utilizada disposta em um quadro, conforme pode ser observado o exemplo do Quadro 2.

Quadro 2 - Exemplo da ferramenta do 5W2H disposto em um quadro

Pergunta instigadora	Resposta obtida
O que deve ser feito?	Deve ser realizado o carregamento do caminhão
Quem é o responsável?	O operador da paleteira manual
Onde deve ser feito?	A carga deverá ser carregada na doca, que mede 1,2 m, para a base do caminhão a 1 m
Quando deve ser feito?	Quando o caminhão estiver estacionado na doca
Por que é necessário fazer?	Foi feita a instrução do operador para executar a tarefa
Como será feito?	A paleteira manual transportará a carga para o interior do caminhão
Quanto vai custar?	Valor ajustado entre transportador e cliente

Fonte: Adaptado de Seleme; Stadler, 2012

A execução da ferramenta em forma de quadro, torna-a ainda mais fácil de ser compreendida, e com certeza auxilia no entendimento dos problemas dispostos sobre a mesma.

2.2.5 D5 – Escolher e Validar a Ação Corretiva Permanente

A quinta disciplina da Metodologia 8D tem como objetivo desenvolver e selecionar a melhor opção para que a causa raiz do problema seja desligada, visto que a causa raiz já foi definida na fase anterior, juntamente com suas causas contribuintes. Uma boa aplicação desta disciplina, é desenvolver diversas ideias que possam ser utilizadas e então validar qual a melhor entre elas, tendo como foco o desligamento total da causa raiz, mas também vendo se a solução não gerará novos problemas para o sistema. Para isto é nesta disciplina também onde se faz a validação da solução proposta para o problema, para que se haja total certeza de que a solução a ser escolhida não apresente falhas (LARSSON; NORÉN, 2011).

2.2.5.1 FERRAMENTA: *BRAINSTORMING* (TEMPESTADE DE IDEIAS)

A palavra *brainstorming* vem do inglês e significa tempestade de ideias, a ferramenta faz jus a sua nomeação, visto que o objetivo da ferramenta é de extrair de um determinado grupo, as mais variadas ideias para solução de determinado problema. A ferramenta é destinada ao desenvolvimento de diversas ideias sobre um assunto determinado ao iniciar a execução da ferramenta. Deve ser realizada dentro de um ambiente propício, para que a criatividade seja estimulada, pois aqui toda e qualquer ideia deve ser bem-vinda (MEIRA, 2003).

Alguns autores consideram que para uma boa execução do processo do *brainstorming*, o mesmo deve ser dividido em três fases, descritas abaixo, e que podem ser subdivididas conforme o Quadro 3.

- Conceber as ideias;
- Esclarecimento das ideias;
- Avaliação da viabilidade das ideias.

Quadro 3 - Sequência de passos para execução de um *brainstorming*

fase	passo	descrição
1	1	Escolhe-se um facilitador para o processo que definirá o objetivo.
	2	Formam-se grupos de até dez pessoas.
	3	Escolhe-se um lugar estimulante para a geração de ideias.
	4	Os participantes terão um prazo de até dez minutos para fornecer suas ideias, que não devem ser censuradas.
2	5	As ideias deverão ser consideradas e revisadas, disseminando-se entre os participantes.
	6	O facilitador deverá registrar as ideias em local visível (quadro, cartaz, etc.) esclarecendo novamente o propósito.
3	7	Deverão ser eliminadas as ideias duplicadas.
	8	Deverão ser eliminadas as ideias fora do propósito delimitado.
	9	Das ideias restantes devem ser selecionadas aquelas mais viáveis (se possível, por consenso entre os participantes).

Fonte: Adaptado de Seleme; Stadler (2012)

Toda e qualquer ideia deve ser aceita durante a realização da ferramenta do *brainstorming*, visto que chegando ao fim da ferramenta, as ideias serão filtradas e deverá se chegar em uma ideia final, comumente aceita entre os membros participantes (FERREIRA; SILVA, 2016).

2.2.5.2 FERRAMENTA: BENCHMARKING

Com surgimento em meados da década de 70, a ferramenta do *benchmarking* teve a Xerox como empresa pioneira em sua real utilização, tendo como objetivo uma metodologia que buscava conhecer os melhores competidores que estavam dispostos no mercado naquela época, porém foram os japoneses os primeiros a utilizarem algo relacionado a ferramenta, buscando a combinação de novos e atuais métodos, processos e boas práticas, que se fossem olhados separadamente, não tinham conexões entre si, mas como um todo e fazendo alguns ajustes, se tornaram ferramentas bastante competitivas no mercado (CAMP, 1998 *apud* ZAGO; ET AL s.d.).

O *benchmarking* é a ferramenta onde busca-se fazer uma análise de algo semelhante ao que você está desenvolvendo, que já está implementado no mercado, seja isto, um produto ou até mesmo um processo. Fazer a utilização da ferramenta não significa fazer uma cópia fiel de algo, até por que isso pode infringir leis e/ou patentes, mas sim uma melhoria e adaptação de algo que já está dando certo. Alguns autores, como por exemplo, Seleme e Stadler (2012) indicam alguns passos, conforme Quadro 4, como boas práticas para a execução de um *benchmarking*.

Quadro 4 - Passos para realização de um benchmarking

passo	descrição
1	Identificar os problemas a serem resolvidos.
2	Separar os processos que estão gerando problemas.
3	Identificar organizações que resolveram problemas semelhantes.
4	Elaborar um plano para obtenção de dados (pesquisa/observação)
5	Coletar os dados das organizações escolhidas.
6	Montar uma equipe para proceder à análise das informações e da adaptação
7	Elaborar um plano de ação adaptado às necessidades.
8	Treinar a equipe e implementar o plano de ação.
9	Monitorar os resultados.
10	Realizar nova comparação para a verificação do benchmarking

Fonte: Adaptado Seleme; Stadler (2012)

A execução da ferramenta não se finda na busca do melhor em competidores de qualidade, mas sim, continua na busca pelo aperfeiçoamento do melhor encontrado, sendo necessário compreender as necessidades do cliente que será atendido (CAMP, 1998 *apud* ZAGO; ET AL s.d.).

Como o *benchmarking* é uma ferramenta amplamente utilizada, alguns mitos se criaram no decorrer dos anos, Spendolini (1994) *apud* Zago; et al (s.d.) exemplifica estes mitos e verdades no Quadro 5.

Quadro 5 - Mitos e verdades do benchmarking

Benchmarking é	Benchmarking não é
Um processo contínuo;	Um evento que ocorre uma única vez;
Um processo de investigação que fornece informações valiosas;	Um processo de investigação que fornece respostas simples;
Um processo de aprendizado com os outros; uma busca pragmática de ideias;	Copiar, imitar;
Um processo que leva tempo e dá trabalho, exigindo disciplina;	Rápido e fácil;
Uma ferramenta viável que fornece informações úteis para melhorar praticamente qualquer atividade de negócio.	Uma novidade, uma moda.

Fonte: Adaptado de Spendolini (1994) *apud* Zago (s.d.)

A ferramenta do benchmarking torna-se aplicável quando os seus utilizadores a usam de forma coerente e bem executada, sendo assim, excelentes ganhos podem ser coletados.

2.2.5.3 FERRAMENTA: FMEA

O FMEA teve seu desenvolvimento inicial feito pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) no início dos anos de 1960, com o principal intuito de aumentar a confiabilidade dos projetos da indústria aeroespacial. Posteriormente foi aplicada também nas indústrias nuclear e aeronáutica, mas somente no final da década de 60 que a *Ford* dos Estados Unidos da América aplicou a ferramenta muito bem estruturada, para detectar e prevenir potenciais problemas. A implementação inicial se deu na área de projetos novos, mas também para eventuais mudanças corriqueiras, sendo analisadas toda e qualquer falha potencial. Somente por volta da década de 80 a ferramenta passou a ser amplamente utilizada nos mais diversos ramos da indústria (MIGUEL, 2001).

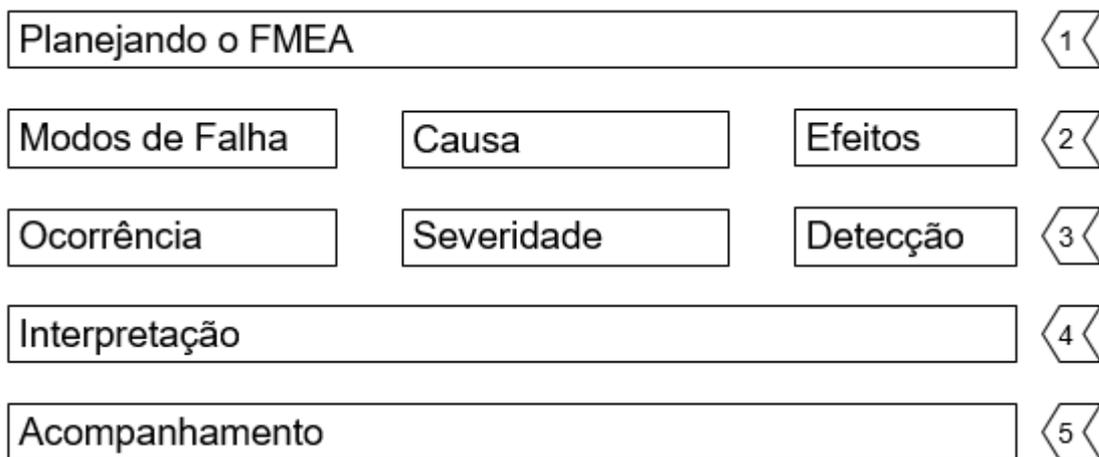
A ferramenta tem como objetivo elencar potenciais falhas, não vistas previamente, pela pessoa que está desenvolvendo o projeto, ou processo de manufatura e devido a isto é extremamente eficaz quando utilizado dentro de uma equipe multifuncional. Apesar dos custos envolvidos para execução bem-feita de um FMEA, os retornos são rapidamente obtidos, visto que quando o mesmo é bem executado obtém-se redução nos custos de falhas prematuras, que só seriam vistas após a construção de um primeiro protótipo por exemplo, aumentando a qualidade e confiabilidade do produto (PALADY, 2004).

Embora existam duas vertentes da ferramenta, uma voltada para a concepção de projetos, ver ANEXO B como exemplo de uma planilha de um FMEA de projeto, e outra com olhos para as etapas processo de construção desse projeto, a metodologia e forma de aplicar a ferramenta é igual para ambos. Para Palady (2004), um FMEA só será bem executado se constituir cinco elementos principais, listados a seguir e mostrados na Figura 5.

- Escolher o FMEA que tenha maior potencial, bem como retorno de qualidade e confiabilidade;
- Responder às três perguntas, como pode falhar, porque falha e o que acontece quando falha;
- Desenvolver um método a fim de identificar os modos de falha mais importantes, segundo a ocorrência, a severidade e a detecção;

- Priorizar os modos de falha encontrados, baseados no grau de prioridade de risco (RPN – *Risk Priority Number*) ou o índice de importância;
- Fazer o acompanhamento do FMEA após a execução do mesmo, garantindo assim a conclusão da execução da ferramenta.

Figura 5 - Cinco principais características do FMEA



Fonte: Palady (2004)

Todo e qualquer FMEA, seja ele de projeto ou processo, quando executado traz benefícios à organização, visto que a aplicação da ferramenta gera ganhos antecipados a final execução do produto.

2.2.5.4 FERRAMENTA: MATRIZ DE DECISÃO

A matriz de decisão, como o próprio nome da ferramenta diz, tem como objetivo auxiliar na tomada de decisão, considerando todos os aspectos que envolvem o objeto de estudo. A utilização da ferramenta consiste na utilização de uma tabela, conforme Quadro 6, previamente construída, que correlaciona determinados critérios, que são relevantes para quem está aplicando a matriz, com o benefício de cada conceito que será analisado na matriz. Para cada critério são atribuídos valores que serão multiplicados com os valores atribuídos pelos participantes, o conceito que obter uma maior pontuação, deve ser o conceito escolhido (MEIRA, 2003).

Quadro 6 - Exemplo de aplicação da matriz de decisão

Qual a melhor solução para o problema de ovos quebrados?			
Critério	Reduzir a distância do chão	Reduzir a dureza do chão	Aumentar a resistência da casca do ovo
Custo (4)	10	5	1
Rapidez (2)	8	6	1
Provável eficácia (3)	6	6	3
Facilidade para implementar (3)	9	9	1
Total	101	77	18

Fonte: Adaptado de Meira (2003)

Tendo como base a matriz de decisão do Quadro 6, o conceito que tem o objetivo de reduzir a distância do chão, deveria ser o escolhido, visto que atingiu maior pontuação entre os demais. Este método de escolha aparenta ser mais preciso em relação a métodos tradicionais de votos, por exemplo, onde pessoas que possuem cargos mais altos dentro das empresas, possuem maior poder de voto (PALADY, 2004).

2.2.6 D6 – Implementar a Ação Corretiva Escolhida

A implementação da ação corretiva se dá em algumas subfases, visto que todo o sistema produtivo precisa estar ciente de que uma alteração do produto e do processo está por vir, até mesmo o pós-venda precisa estar atento a esta implementação. A parte inicial da implementação se dá dentro da fábrica, com as alterações de instrução de montagem e sequência de eventos, caso o item trabalhado na ação corretiva seja comprado de um terceiro, este fornecedor precisa estar 100% apto com o fornecimento do mesmo, com ferramentais alterados e documentações da qualidade aprovadas. O pós-venda da empresa também necessita estar com peças boas e prontas para entregar ao cliente final. Um ponto importante a ser capturado nesta fase, é o ponto de corte da implementação da solução, ou seja, qual foi o primeiro produto que saiu da fábrica com o novo sistema, isto auxiliará em futuros problemas que possam vir aparecer. Uma boa implementação tem o intuito de evitar eventuais problemas novos dentro dos processos produtivos (LARSSON; NORÉN, 2011).

2.2.6.1 FERRAMENTA: FOLHA DE VERIFICAÇÃO (*CHECKLIST*)

A folha de verificação é uma ferramenta da qualidade bastante simples de ser utilizada, devido a isso, é utilizada em larga escala nas indústrias que buscam a qualidade de seus produtos. Tem como objetivo fazer uma espécie de análise ou revisão do objeto de aplicação. Existem diversos modelos da ferramenta, entretanto geralmente é constituída, por uma folha que contém um defeito ou objeto a ser analisado, a frequência que precisa ser analisado e um campo para confirmar a inspeção. Como mencionado anteriormente, existem diversos modelos de folha de verificação, e assim, não existe uma regra específica do que se deve conter na ferramenta, apenas sugestões (MIGUEL, 2001).

Dentre as diversas aplicações da ferramenta, as mais utilizadas são:

- Para processo produtivo;
- Para análise de itens defeituosos;
- Para registros de reclamações em geral.

O Quadro 7, exemplifica uma folha de verificação que tem como objetivo o agrupamento dos registros de reclamações acerca de um determinado produto (SELEME; STADLER, 2012).

Quadro 7 - Exemplo de folha de verificação, aplicado a registros de reclamações

Mês	Atendimentos	Reclamações	
		Unidades	%
Janeiro	13508	111	0,82
Fevereiro	14370	118	0,82
Março	11240	121	1,08
Abril	11070	110	0,99
Mai	13580	130	0,96
Junho	12340	118	0,86
Julho	1440	120	0,83
Agosto	15080	130	0,86
Setembro	15250	135	0,89
Outubro	14870	138	,93
Novembro	15180	142	0,94
Dezembro	15390	120	0,78
Totais/Ano	166318	1493	0,90

Fonte: Adaptado de Seleme; Stadler (2012)

Pode-se observar que a síntese das reclamações, geradas na folha de verificação do Quadro 7, auxiliam no entendimento do assunto como um todo, podendo, a partir da ferramenta, gerar ações futuras acerca do problema.

2.2.7 D7 – Prevenir a Recorrência

Na sétima fase da metodologia 8D, deve-se modificar sistemas e/ou produtos, que possam ter um conceito igual ou semelhante ao problema encontrado no desenvolver da ação corretiva. Mudanças de práticas e políticas da organização também podem ser necessárias e de grande valia para evitar assim problemas iguais ou semelhantes (8D WORKBOOK S.n.t.).

2.2.8 D8 – Reconhecimento do Time

A última disciplina da Metodologia 8D consiste em fazer o reconhecimento do time multidisciplinar que trabalhou no desenvolver da ação corretiva, parabenizando-os pelo sucesso da implementação e da nova solução, juntamente com seus respectivos ganhos. Também deve-se parabenizar as contribuições individuais se for o caso (8D WORKBOOK S.n.t.).

2.3 FECHAMENTO REVISÃO DA LITERATURA

As ferramentas anteriormente apresentadas, juntas formam uma base para uma aplicação bem estruturada da metodologia 8D, o presente trabalho foi baseado em uma pesquisa exploratória, buscando o melhoramento das ideias acerca dos dados obtidos através do levantamento bibliográfico e também na aplicação do estudo a metodologia atíça a compreensão dos resultados obtidos. Pode ser classificada também quanto uma análise qualitativa, devido a simplicidade dos passos definidos, porém quantitativa devido aos pressupostos teóricos e também a extensão da amostra (GIL, 2002).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado dentro de uma empresa do ramo de máquinas agrícolas, onde a mesma tem como um dos seus principais valores a qualidade dos produtos que entrega aos clientes. Baseado nisso, a busca pela chamada qualidade distinta é trabalhada no dia-a-dia, com colaboradores que são extremamente engajados neste e nos demais valores da empresa.

Um dos métodos de melhoria contínua da qualidade utilizado pela empresa é em forma de ações corretivas, que buscam reduzir, ou eliminar, o número de falhas dos componentes das máquinas, dentro do período de garantia.

Para o estudo da ação corretiva, foram consideradas um total de 167 máquinas, quantidade esta que se refere ao número de máquinas que foram produzidas no ano de 2017 e que continham o mesmo item suscetível a falha. Para contagem do número de falhas, foram avaliados somente as falhas que ocorreram dentro do período de garantia do produto.

A metodologia utilizada aqui, buscando resolver uma destas ações corretivas, é a metodologia 8D, utilizando o 8D Workbook (S.n.t.) como base de consulta da metodologia, passando por suas oito fases que são, definição do time, descrição do problema, desenvolver uma ação de contenção, definir e validar a causa raiz, escolher e validar a ação corretiva permanente, implementar a ação corretiva permanente, prevenir a recorrência e por último, reconhecimento do time. Esta última fase foi realizada somente um ano após a implementação da ação corretiva, e com o requisito de a ação corretiva ter atingido a redução da taxa de falhas estabelecida durante a abertura da mesma, caso positivo o time recebe o reconhecimento e a ação corretiva é findada.

3.1 DEFINIÇÃO DO TIME

A primeira etapa realizada foi a definição do time que trabalhou na ação corretiva. Como há um grande foco na questão qualidade por parte da empresa, existe uma predefinição do time que trabalha nas ações corretivas. Um fator que pode influenciar nesta definição é a procedência do item, que pode ser manufaturado dentro da empresa ou comprado pronto, fator este que foi analisado durante a abertura da ação corretiva.

Um membro de cada um dos principais setores que possuem relações diretas com o produto forma o time da ação corretiva, engenharia do produto, engenharia da qualidade, engenharia da manufatura, compras, suporte ao cliente e o time de reposição de peças, caso o item seja um item disponível para reposição.

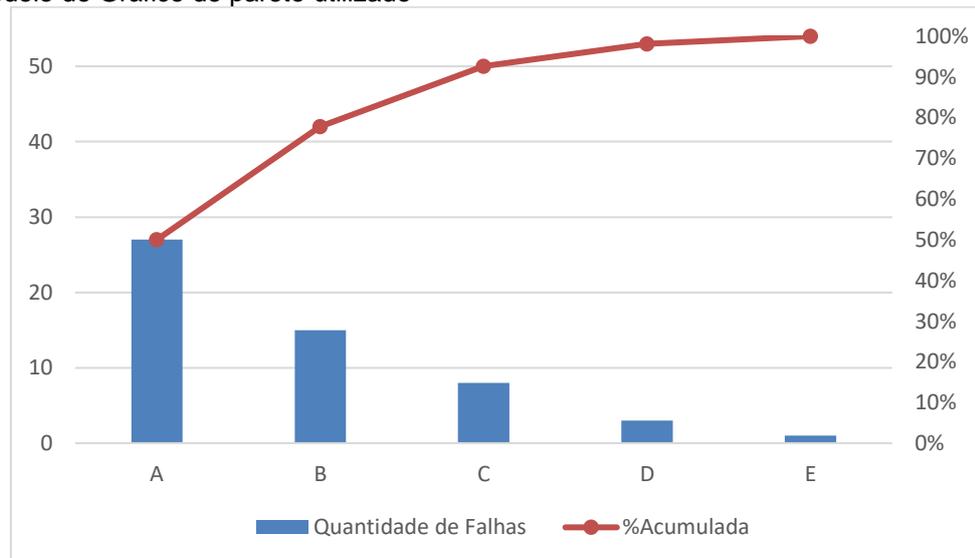
A escolha do membro dentro dos times acima mencionados, se deu através da designação dos mesmos para com as ações corretivas, ou seja, dentro de cada um destes times existe um membro dedicado a trabalhar com as ações corretivas dos produtos correntes da empresa.

3.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

O problema trabalhado pela ação corretiva é originado a partir dos relatórios de garantia da empresa, onde o item em questão encontrava-se entre os primeiros no quesito número de falhas. A partir disso os membros do time de suporte ao cliente e engenharia da qualidade realizaram um levantamento de dados acerca do problema, como por exemplo, código do item que está falhando, tipo de falha, numeração das máquinas, quando a mesma foi produzida e também a descrição da falha.

Baseado nestes dados, realizou-se a separação dos modos de falhas, para que se tornasse mais visual a relação dos modos de falhas com suas respectivas quantidades, para isto utilizou-se um diagrama de pareto, conforme Figura 6.

Figura 6 - Modelo de Gráfico de pareto utilizado



Fonte: O autor (2019)

Juntamente a isso foi realizado o cálculo de FPM (Falhas por Máquina) através da Equação (1), para se saber qual é a taxa de falha dos modelos de máquinas afetados.

$$FPM = \frac{F}{M} \quad (1)$$

Onde:

- F = o número de máquinas que apresentaram a falha;
- M = o número total de máquinas no ano.

Neste caso usando como base as que possuem o componente, ou seja, que podem vir a apresentar a falha, fabricadas no ano de 2017.

Por último foi definida a criticidade da ação corretiva, baseada em três fatores definidos previamente pela empresa e mostrados a seguir na Tabela 1, FPM, tempo de máquina parada até o conserto e criticidade da falha vista pelo cliente.

Tabela 1 - Fatores que definem a criticidade da ação corretiva

FPM (%)	Tempo de máquina parada / Performance afetada	Criticidade vista pelo cliente	Multiplicador
< 0,5	Até 15 min / Mínima perda	Sem incômodos	1
0,5 a 1	Até 1 hora / Até 10%	Conforto afetado	2
1 a 2.5	Mais de 1 hora / Mais que 10%	Função de trabalho afetada	3
2.5 a 5	Até meio dia / Mais que 20%	Completa perda de função	4
5 a 10	Mais de meio dia / Mais que 30%	Cliente quer trocar o produto	5
10 a 25	Mais de um dia / Mais que 30%	Cliente quer devolver o produto	6
> 25	Mais de dois dias / Mais que 30%	e ir para concorrência	7

Fonte: O autor (2019)

A partir dos dados gerados com os dados da Tabela 1 foram utilizados os fatores multiplicadores para serem colocados na Equação (2), a fim de se obter o grau de criticidade da ação corretiva.

$$\text{Criticidade} = FPM \times \text{Tempo de máquina parada} \times \text{Criticidade vista pelo cliente} \quad (2)$$

A partir do resultado do cálculo de criticidade a mesma foi definida baseando-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Graus de Criticidade da ação corretiva

Valor obtido	Criticidade
≤ 8	Incidental
$> 8 \leq 30$	Baixa
$> 30 \leq 60$	Alta
> 60	Crítica

Fonte: O autor (2019)

Os resultados da definição da criticidade da ação corretiva, obtidos através da mescla da Tabela 1 e 2 e seus respectivos cálculos, orientaram o time conforme sua prioridade perante outros trabalhos e até mesmo ações corretivas que são discutidas paralelamente.

3.3 DESENVOLVER UMA AÇÃO DE CONTENÇÃO

Na terceira disciplina da metodologia 8D o time multifuncional se reuniu com o intuito de tentar desenvolver uma ação de curto prazo para que o problema seja estancado ou pelo menos diminuir a intensidade do mesmo.

Visto isso, já com os dados acerca do problema definidos o time utilizou aqui a ferramenta do *brainstorming*, conforme modelo do Quadro 8, para que fossem geradas diversas ideias que pudessem ser úteis na estanqueidade do problema.

Quadro 8 - Modelo de *brainstorming*, utilizado durante o desenvolvimento da metodologia, com sugestão de passos a serem seguidos

fase	passo	descrição
1	1	Escolhe-se um facilitador para o processo que definirá o objetivo.
	2	Formam-se grupos de até dez pessoas.
	3	Escolhe-se um lugar estimulante para a geração de ideias.
	4	Os participantes terão um prazo de até dez minutos para fornecer suas ideias, que não devem ser censuradas.
2	5	As ideias deverão ser consideradas e revisadas, disseminando-se entre os participantes.
	6	O facilitador deverá registrar as ideias em local visível (quadro, cartaz, etc.) esclarecendo novamente o propósito.
3	7	Deverão ser eliminadas as ideias duplicadas.
	8	Deverão ser eliminadas as ideias fora do propósito delimitado.
	9	Das ideias restantes devem ser selecionadas aquelas mais viáveis (se possível, por consenso entre os participantes).

Fonte: O autor (2019)

Todas as ideias geradas nesta etapa foram bem-vindas, pois após o time filtrar estas, a melhor solução foi implementada na linha de produção sem nenhum tipo de validação, visto que está só permaneceu válida até a implementação da ação corretiva permanente.

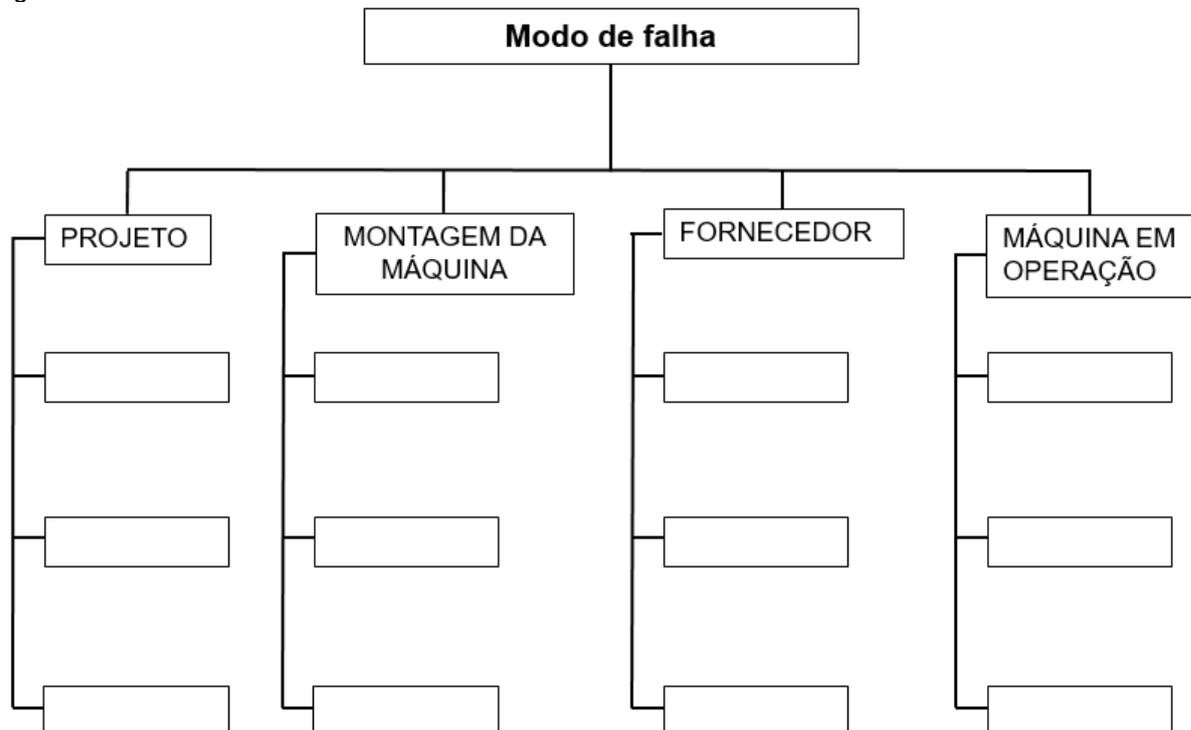
3.4 DEFINIR E VALIDAR A CAUSA RAÍZ

Na quarta disciplina, ou fase, da metodologia 8D o time reuniu-se diversas vezes para descobrir e validar a causa raiz do problema. Tendo como uma das principais fases da metodologia, aqui foi onde o time multifuncional mais despreendeu tempo, visto que uma análise errônea pode tornar todo o trabalho da ação corretiva em vão.

As reuniões do time para definir a causa raiz tiveram início com a utilização das ferramentas da qualidade que auxiliam na determinação da mesma. Como a ferramenta do *brainstorming*, conforme exemplo do Quadro 8, é extremamente ampla, aqui também se utilizou da mesma, porém com o intuito de tirar dos integrantes fatores que contribuíam para a falha do sistema.

O CTQ foi a ferramenta seguinte a ser preenchida, também com intuito de auxiliar na determinação da causa raiz. O time multifuncional baseou-se em um modelo pré-definido pela empresa conforme Figura 7, onde os fatores críticos para qualidade já eram conhecidos.

Figura 7 - Modelo do CTQ utilizado

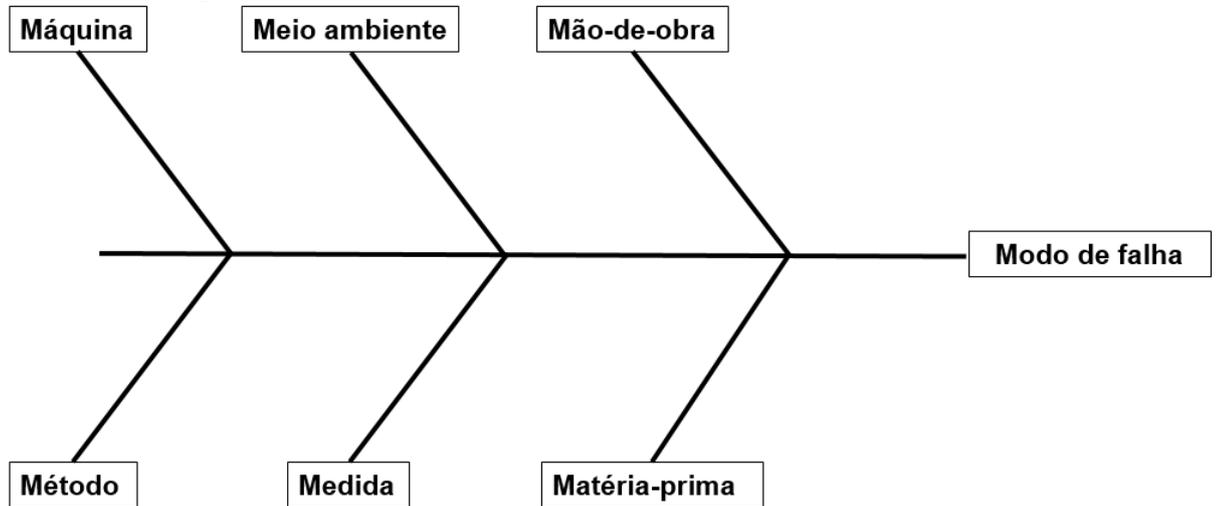


Fonte: O autor (2019)

Outra ferramenta também utilizada foi o diagrama Ishikawa, a fim de esclarecer determinados fatores que poderiam ser influenciadores à causa raiz da ação corretiva.

O diagrama de Ishikawa utilizado baseou-se no modelo dos 6M: máquina, mão-de-obra, meio ambiente, mão-de-obra, método, medida e matéria-prima. O diagrama base é apresentado na Figura 8.

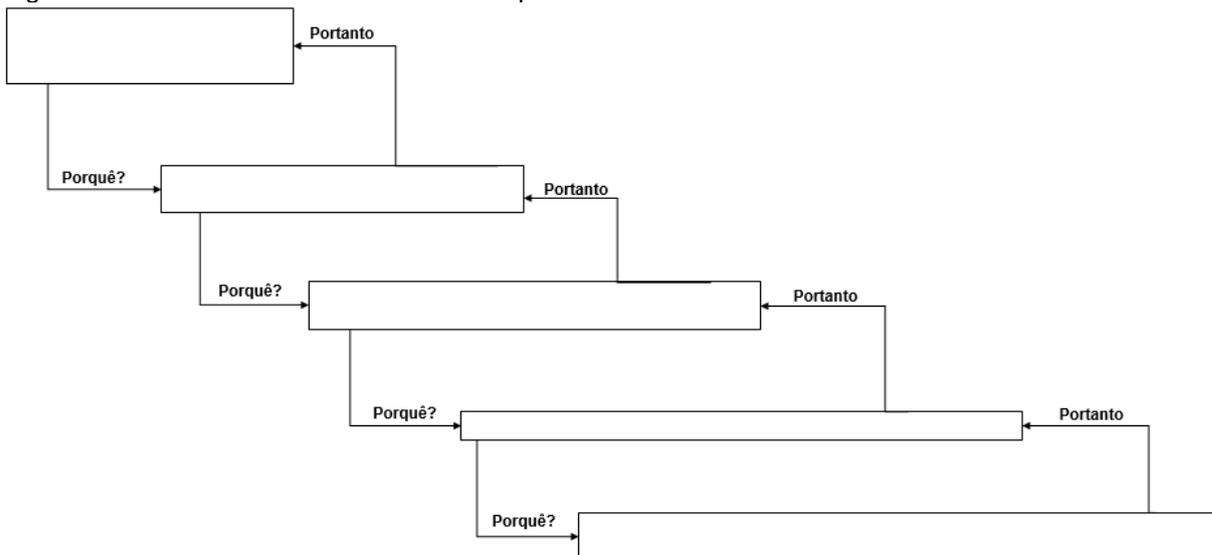
Figura 8 - Modelo do diagrama de Ishikawa utilizado



Fonte: O autor (2019)

Uma das ferramentas finais e que mais auxiliam na determinação da causa raiz é a ferramenta dos 5 porquês, apresentada no modelo da Figura 9, onde foi utilizada a descrição do problema como questão inicial, que é o problema majoritário enfrentado pelo cliente.

Figura 9 - Modelo da ferramenta dos 5 Porquês utilizada



Fonte: O autor (2019)

Tendo como base a descrição do problema vista pelo cliente, a ferramenta foi utilizada perguntando-se o porquê da resposta subsequente, até que se chegou na

causa raiz do problema. As ferramentas da qualidade anteriormente utilizadas, serviram como base aqui, pois o time pode fazer uma comparação com as mesmas.

Por último a validação da causa raiz encontrada foi realizada, onde o time tinha como objetivo replicar o modo de falha visto pelo cliente, observando os pontos descobertos pelas ferramentas anteriores. Com o auxílio do time de engenharia de testes colocou-se a máquina em uma situação mais próxima de quando está em plena operação considerando as variáveis que influenciavam no problema. Caso a causa raiz não fosse validada pelos testes, o time teria que voltar alguns passos e rever a determinação da causa raiz.

3.5 ESCOLHER E VALIDAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE

Para definição do novo conceito o time baseou-se na causa raiz, previamente definida e validada. Iniciou-se a rodada de reuniões, novamente com o auxílio da ferramenta do *brainstorming*, ou tempestade de ideias, mesmo modelo do Quadro 8, para depois lapidá-las a fim de chegar em uma ideia final que foi consenso entre todos os membros do time.

Para que um conceito fosse aprovado e passado para fase de análise de riscos, o mesmo antes precisou passar por uma matriz de decisão, onde fatores como eficácia, montabilidade, custo e fabricação foram avaliados, para que então fosse tomada uma decisão coerente. O modelo de matriz de decisão utilizado é o apresentado no Quadro 9.

Quadro 9 - Modelo de matriz de decisão utilizado

		Matriz de decisão				
Presentes na reunião	Critério	1	2	3	4	5
	Provável Eficácia (5)					
	Montagem (2)					
	Custo (4)					
	Fabricação (2)					
	Total					

Fonte: O autor (2019)

O time pontuou os conceitos com notas, de 0 a 10, para os critérios. O conceito que obtiver a maior pontuação deverá ser o conceito escolhido pelo time. A matriz de decisão tem os conceitos distribuídos nas linhas verticais, 1, 2, 3, etc, e nas linhas horizontais os critérios que avaliam os conceitos, juntamente com seus fatores de multiplicação, explicados na sequência.

- Provável eficácia, fator de multiplicação 5. Quanto maior o número, em uma escala de 0 a 10, mais eficaz o conceito será.
- Montagem, fator de multiplicação 2. Quanto maior o número, em uma escala de 0 a 10, mais fácil é a montagem do conceito proposto.
- Custo, fator de multiplicação 4. Quanto maior o número, em uma escala de 0 a 10, mais caro o conceito proposto será.
- Fabricação, fator de multiplicação 2. Quanto maior o número, em uma escala de 0 a 10, mais fácil é o conceito de se fabricar, seja na própria fábrica ou no fornecedor, e montar na linha de produção.

Outro fator relevante para a empresa são os impactos nos custos dos produtos, com a melhoria da qualidade que as ações corretivas trazem, muitas vezes os custos dos produtos aumentam, nesta ação corretiva o time multifuncional trabalhou paralelamente durante a concepção do novo conceito o quesito custos, e para critério de explanação, uma planilha simples, conforme Quadro 10, foi montada.

Quadro 10 - Alterações de custos durante a ação corretiva

Descrição do item	Valor atual do item (%)	Novo valor do item (%)	Qtde	Acréscimo /Redução (%)

Fonte: O autor (2019)

Com as informações desta planilha o time multifuncional reportou os impactos de custos provenientes da ação corretiva à um responsável específico da empresa que gerencia este tipo de informação.

Como passo final da 5ª fase, uma análise de riscos foi realizada, onde a ferramenta é baseada em um FMEA, a fim de prevenir eventuais riscos e/ou problemas que possam ser gerados a partir da nova solução escolhida para a ação corretiva. Os integrantes do time multifuncional colocaram quais os possíveis riscos que poderiam aparecer com o novo conceito, mostrados na Tabela 3,

Tabela 3 - Modelo parcial de FMEA utilizado para classificação dos possíveis riscos do novo conceito

Denominação do Risco	Classificação

Fonte: O autor (2019)

No lado esquerdo da Tabela 3 os integrantes do time multifuncional deveriam colocar quais os possíveis riscos que devem ser analisados, e ao lado direito as respectivas classificações do risco, baixo, médio ou alto.

Na Tabela 4, os riscos definidos na Tabela 3, devem ser correlacionados a um nível de criticidade.

Tabela 4 - Avaliação de riscos do novo conceito

Tipo de Risco	Aplicação de testes de validação
1 - Probabilidade e impacto baixo	Sem necessidade
2 - Probabilidade e/ou impacto médio	Desejável
3 - Probabilidade e/ou impacto alto	Obrigatória

Fonte: O autor (2019)

Os riscos que tiveram sua definição como desejável ou obrigatória, devem passar pelos respectivos testes para que possam ser mitigados, antes que o novo conceito seja aprovado.

Após a aprovação do novo conceito para a efetivação da ação corretiva, com a validação e os demais processos já executados, o novo conceito partiu para a fase final, onde os detalhes da implementação da ação corretiva foram analisados.

3.6 IMPLEMENTAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE

Com a solução definida e validada o time passou para a fase de implementação da ação corretiva permanente. Como a ação corretiva era de nível crítico à empresa, o time multifuncional teve como métrica interna, a implementação da ação corretiva em até 140 dias, a partir da abertura da mesma. Com isso, as reuniões com o intuito de acelerar os processos de implementação foram recorrentes.

Nesta mesma fase o time de engenharia de manufatura, com o auxílio do time multifuncional, realizou o FMEA, semelhante ao executado para avaliação de riscos da fase anterior. Uma tabela com os riscos foi desenvolvida, mostrada na Tabela 5 a seguir, e correlacionada com a Tabela 4, que auxilia na avaliação da determinação ou não de testes. Com a ajuda do time como um todo, foram observados se poderiam

haver pontos a serem trabalhados durante o processo do produto, a fim de mitigar possíveis novos modos de falha que fossem decorrentes do novo conceito.

Tabela 5 - Modelo parcial de FMEA, separando os riscos e sua respectiva classificação

Denominação do Risco	Classificação

Fonte: O autor (2019)

Outra ferramenta da qualidade bastante simples, porém de grande valia que o time multifuncional utilizou durante a implementação do novo conceito foi o *checklist*, ou folha de verificação. A folha de verificação foi construída pelo time, conforme Quadro 11, de forma bastante simples e ágil de ser executada, para ser utilizada pelos colaboradores na linha de montagem durante a confecção do conjunto.

Quadro 11 - Folha de verificação desenvolvida pelo time multifuncional

Folha de verificação	
Nome do sistema	
Tarefa	

Fonte: O autor (2019)

Paralelamente às atividades desenvolvidas dentro da empresa, para a linha de produção, etc., os itens que são comprados de fornecedores terceiros estavam sendo desenvolvidos. Para o desenvolvimento de um item com um fornecedor terceiro, diversos documentos que asseguram a qualidade do item foram requeridos, como por exemplo, certificado de matéria prima, dimensional do item, fluxo do processo, amostras, etc.

Para implementação do novo conceito ocorrer, também se fez necessário a análise do estoque dos itens antigos, tanto nos estoques da fábrica, como nos estoques do centro de distribuição de peças, e então o questionamento para o time foi realizado: será necessário utilizar tais itens, ou deve-se fazer o sucateamento dos mesmos?

Outro fator necessário para uma boa implementação da ação corretiva foi o envio de peças do novo conceito ao centro de distribuição de peças, visto que esse é o lugar de onde os clientes receberão as peças caso necessitem.

Antes do novo conceito começar a ser montado na linha de produção, a ação de contenção, desenvolvida em uma das primeiras fases da metodologia, foi desativada, e uma atualização conforme o novo conceito foi postada para os clientes.

Chegando a fase final da implementação, todos os processos precisavam ser devidamente registrados no sistema próprio da empresa, para fins de consulta e organização de dados, que podem ser úteis em ações corretivas futuras, como por exemplo o número do chassi da primeira máquina que saiu com a solução, entre suas inúmeras utilizações, o número do chassi da primeira máquina serve para que caso mais problemas iguais ao trabalhado na ação corretiva sejam reportados, o time multifuncional pode ver se a máquina que reportou o problema é uma máquina produzida anteriormente ou posteriormente ao chassi de ponto de corte.

3.7 PREVENIR A RECORRÊNCIA

A fim de evitar problemas parecidos com o trabalhado na ação corretiva, após a implementação da mesma o time multifuncional se reuniu novamente, o intuito da reunião foi a busca por sistemas semelhantes ao que continha a falha. De uma forma simples, os membros buscavam sistemas semelhantes que os vinham na memória e, a partir disso uma análise do sistema era realizada e verificava-se a possibilidade e a necessidade de implementar uma solução parecida com a solução final da ação corretiva.

O time multifuncional também trabalhou para elencar possíveis falhas no processo da concepção de projetos novos, a fim de construir e/ou revisar métodos e processos que pudessem mitigar um potencial novo problema que não fossem vistos durante sua concepção.

3.8 RECONHECIMENTO DO TIME

O reconhecimento do time que trabalhou na ação corretiva foi realizado um ano após a implementação da ação corretiva, visto que, passado um ano da implementação o time faz uma reavaliação do item que estava falhando.

Foram realizadas as avaliações dos relatórios de garantias, comparando os números de quando a ação corretiva foi aberta e o momento atual, mostrados na Figura 10, e se houveram problemas na linha de montagem com o novo conceito implementado, caso a taxa de falha do item não houvesse reduzido conforme melhoria esperada durante a abertura da ação corretiva a mesma deveria ser reaberta. Após esta avaliação o time foi reconhecido formalmente com um e-mail que constava a taxa de falha do item no momento em que a ação corretiva foi aberta versus a taxa de falha atual do item. Além do time a liderança da empresa também recebeu o e-mail, a fim de prestigiar os envolvidos.

Figura 10 - Gráfico utilizado para comparar quantidade de garantias



Fonte: O autor (2019)

Caso a redução da taxa de falhas, estipulada na abertura da ação corretiva, não fosse atingida, a mesma deveria ser reaberta, para que o conceito, proposto inicialmente, seja revisto.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A realização das atividades se deu através da execução completa da ação corretiva do desgaste prematuro de uma engrenagem, de um dos produtos da empresa em que o trabalho foi realizado. Com o objetivo de apresentar a vasta abrangência da metodologia 8D, todas suas 8 fases foram executadas. Como o foco do trabalho está na metodologia em si, e não no problema, nem em seus conceitos de projeto, e também devido a confidencialidade de alguns dados, exigidos pela empresa, os resultados não apresentarão nenhuma imagem, do produto em si, do novo conceito desenvolvido e também dos testes realizados dentro da empresa.

A ação corretiva foi aberta em meados do mês de maio de 2018, e sua implementação se deu no final de agosto do mesmo ano. As fases iniciais da metodologia, mais precisamente da segunda a sexta fase, são as mais importantes para o desenvolver da ação corretiva, visto isso, elas apresentam mais materiais e métodos, entretanto as demais fases também foram abordadas para análise e conclusão dos resultados.

O problema em si da ação corretiva, era o desgaste prematuro de uma engrenagem, onde ocorria o desalinhamento entre os componentes principal e secundário, o que acarretava no desgaste de um destes. Para solução da ação corretiva, a metodologia 8D aplicada, agrupou as mais variadas ferramentas da qualidade com o intuito de resolver o problema com a maior assertividade possível.

A seguir serão apresentadas as oito fases abordadas e suas respectivas ferramentas utilizadas para definição dos passos que levaram o time multifuncional a implementação da ação corretiva com total sucesso.

4.1 DEFINIÇÃO DO TIME

A primeira análise realizada por parte do time de suporte ao cliente e qualidade, antes mesmo da abertura da ação corretiva, foi a verificação da procedência do item, como constatou-se que o item era de origem externa a empresa e é um item disponível para reposição de peças, o time da ação corretiva foi construído da seguinte forma:

- Suporte ao cliente (um membro);
- Engenharia da qualidade (um membro);
- Engenharia do produto (dois membros, um engenheiro mais autor);
- Compras (um membro);

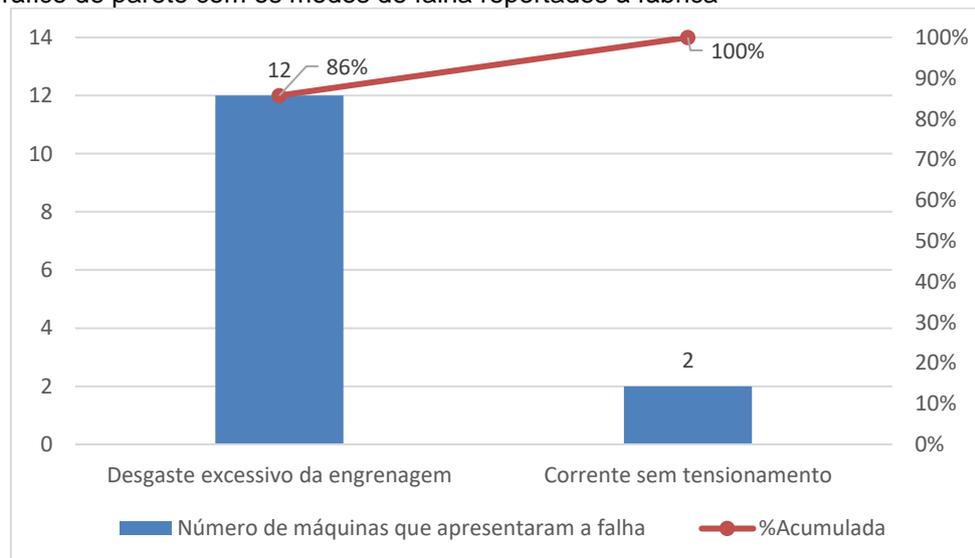
- Engenharia de manufatura (um membro);
- Reposição de peças (um membro).

4.2 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Em uma das primeiras reuniões do time multifuncional foram levantados os dados acerca do problema. Os relatórios de garantia do item e como os técnicos estavam reportando o problema.

O problema visto pelo cliente era a perda de função do equipamento, visto que o sistema como um todo parava de funcionar, porém havia duas vertentes disso que estavam sendo reportadas para a fábrica. O primeiro era de que uma engrenagem de transmissão de movimento da máquina estava tendo desgaste excessivo, com o avanço deste desgaste, a corrente que transmitia o movimento da engrenagem motora para movida, acabava caindo do conjunto e assim ocasionando parada total do sistema. O segundo problema era o de que o equipamento já chegava para o cliente com a corrente sem tensionamento e acabava caindo. Ambos os problemas foram colocados em um gráfico de pareto, como mostrado na Figura 11, e a partir disto, como o primeiro problema tem um percentual maior de falhas, a ação corretiva teve como objetivo endereçá-lo.

Figura 11 - Gráfico de pareto com os modos de falha reportados à fábrica



Fonte: O autor (2019)

Como primeira ação, foi realizado o cálculo de FPM, para o item que apresentava a falha. Observou-se que haviam sido produzidas 167 máquinas do mesmo modelo que poderiam apresentar o problema no último ano [M], e até o

momento da abertura da ação corretiva haviam 14 máquinas que apresentaram a falha [F]. Com estes dados a Equação 1 foi utilizada para realizarmos o cálculo do FPM.

$$\text{FPM} = \frac{14}{167} \quad \rightarrow \quad \text{FPM} = 0.083$$

O cálculo mostrou um resultado de 0.0838 falhas por máquina, ou seja, aproximadamente 8,3% de taxa de falha para o item em questão.

Para dar andamento na abertura da ação corretiva, o time reuniu-se novamente para elencar os critérios que definem a criticidade da ação corretiva, para isso o time baseou-se nas informações da Tabela 6.

Tabela 6 - Critério de criticidade definidos pelo time

FPM (%)	Tempo de máquina parada / Performance afetada	Criticidade vista pelo cliente	Multiplicador
< 0,5	Até 15 min / Mínima perda	Sem incômodos	1
0,5 a 1	Até 1 hora / Até 10%	Conforto afetado	2
1 a 2.5	Mais de 1 hora / Mais que 10%	Função de trabalho afetada	3
2.5 a 5	Até meio dia / Mais que 20%	Completa perda de função	4
5 a 10	Mais de meio dia / Mais que 30%	Cliente quer trocar o produto	5
10 a 25	Mais de um dia / Mais que 30%	Cliente quer devolver o	6
> 25	Mais de dois dias / Mais que 30%	produto e ir para concorrência	7

Fonte: O autor (2019)

Os critérios foram definidos de acordo com o que o time multifuncional possui de dados no momento da abertura da ação corretiva, caso necessário, estes números podem ser revistos no decorrer da mesma e caso saia da faixa atual o seu ranking pode ser alterado. Para a ação corretiva que o time trabalhou a classificação ficou da seguinte forma.

- FPM: de 5 a 10%, fator multiplicador “5”;
- Tempo de máquina parada/Performance afetada: Até meio dia / Mais que 20%, fator multiplicador “4”;
- Criticidade vista pelo cliente: Completa perda de função, fator multiplicador “4”.

Com os critérios definidos, a próxima etapa foi a da realização do cálculo para definição final do ranking da ação corretiva, com base na Equação 2, e os fatores multiplicadores pré-estabelecidos, a equação ficou da seguinte forma:

$$\text{Criticidade} = 5 \times 4 \times 4$$

$$\text{Criticidade} = 80$$

O resultado obtido através do cálculo e baseando-se na Tabela 7, mostrou que a ação corretiva deve ser ranqueada com nível crítico, pois atingiu uma pontuação superior a 60.

Tabela 7 - Ranking da ação corretiva, com base no resultado do cálculo de criticidade

Valor obtido	Criticidade
≤ 8	Incidental
$> 8 \leq 30$	Baixa
$> 30 \leq 60$	Alta
> 60	Crítica

Fonte: O autor (2019)

A indicação crítica significou que a ação corretiva deveria ser trabalhada com prioridade e adicionando o fator, este aplicado pelas normas da empresa, que a ação corretiva deve ser finalizada em até 140 dias após sua abertura.

4.3 DESENVOLVER UMA AÇÃO DE CONTENÇÃO

Com o time multifuncional montado e a descrição do problema já executada, a fase seguinte que o time trabalhou foi a de desenvolver uma ação de contenção para o problema.

O time se reuniu para procurar uma solução de curto prazo, divididas em duas ocasiões, a primeira era para fábrica, visto que a linha de montagem continuava a produzir máquinas que poderiam vir a apresentar o mesmo defeito que ação corretiva estava trabalhando, e a segunda para o cliente, visto que o mesmo precisava usar o equipamento que havia adquirido.

Para desenvolver uma ação de curto prazo, que não necessitasse de validação o time realizou um *brainstorming* para que as mais variadas ideias surgissem. Após inúmeras ideias que surgiram durante a realização do *brainstorming*, o time multifuncional filtrou as mesmas, filtros como custos e aplicabilidade foram os mais impactantes para esta filtragem, com isso originou-se duas soluções, uma para o cliente que já possuía a máquina e outra para a linha de produção da empresa.

A solução desenvolvida e aprovada para o cliente, foi a de que o mesmo deveria verificar o alinhamento das engrenagens a cada dia de trabalho. Por mais que a solução não se pareça prática e eficiente de se realizar, foi a saída que o time encontrou para auxiliar os clientes que estavam presenciando a falha até o momento que tínhamos a solução final para a ação corretiva.

Para a fábrica, o dispositivo de alinhamento que a linha de produção já possuía para conferir o alinhamento das engrenagens foi revisto, a fim de melhorar o método de utilização. Os colaboradores que montavam o conjunto foram instruídos a ter mais cuidados com o conjunto, explicando para os mesmos que estávamos enfrentando problemas com as máquinas em campo. Por último o torque aplicado no conjunto foi analisado, para que se pudesse chegar ao maior torque possível antes de quebrar o parafuso.

4.4 DEFINIR E VALIDAR A CAUSA RAIZ

A quarta e uma das mais importantes fases da metodologia 8D, foi a definição e validação da causa raiz, onde o time multifuncional teve o intuito de descobrir qual era o fator que estava gerando a falha do componente.

Baseando-se nos relatos e fotos recebidos dos clientes que presenciaram o problema, o time realizou um *brainstorming*, mostrado no Quadro 12, para que pudessem ser geradas ideias iniciais acerca do problema.

Quadro 12 - Brainstorming realizado sobre as possíveis causas do modo de falha

Reunião Definição e Validação Causa Raiz - <i>Brainstorming</i>	
Presentes na reunião	Possíveis causas contribuintes
Engenheiro da Qualidade	1 - Montagem incorreta dos componentes
Engenheiro do Produto	2 - Não realização do alinhamento dos itens
Suporte ao Cliente	3 - Material dos componentes fora da especificação
Engenheiro de Manufatura	4 - Desalinhamento dos itens
Compras	5 - Perda de torque do conjunto
	6 - Falta de torque no componente
	7 - Especificação de torque incorreta
	8 - Falta de componentes no conjunto
	9 - Componentes fora do dimensional

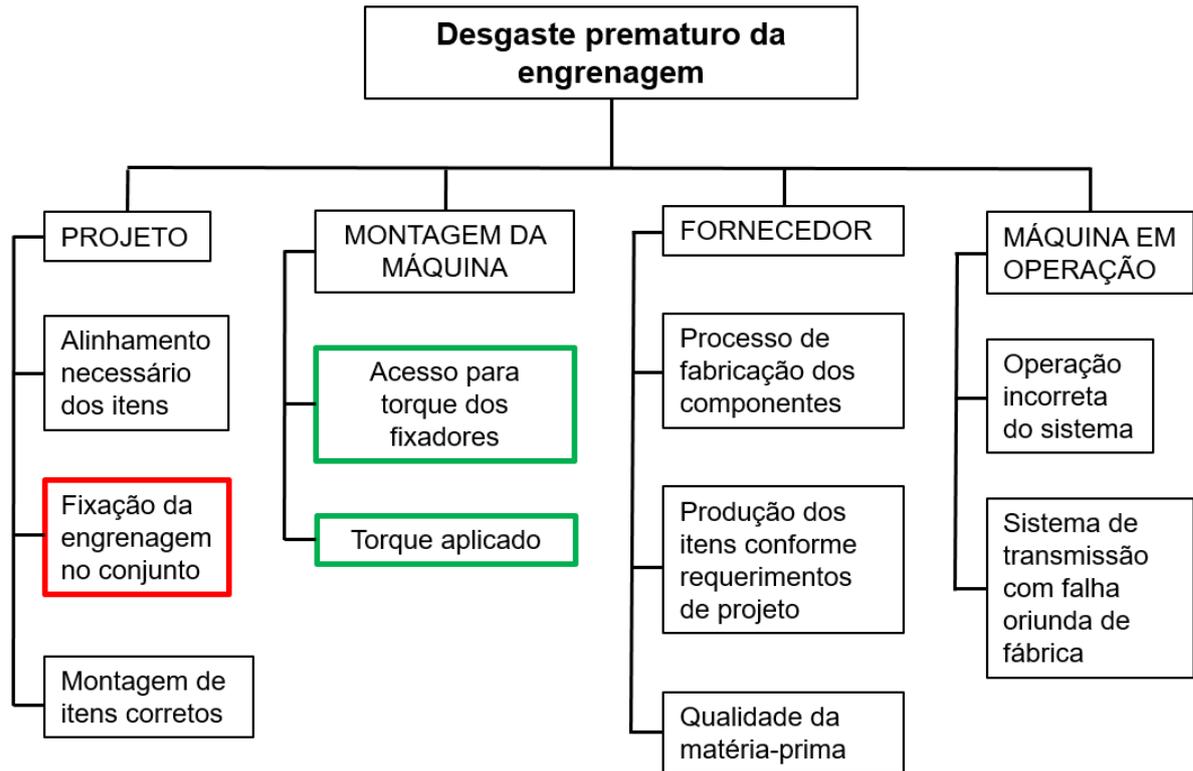
Fonte: O autor (2019)

A ferramenta do *brainstorming* gerou diversas suposições sobre fatores que pudessem ser, ou pelo menos contribuir para a causa raiz do problema. A partir das conclusões desta atividade o desenvolvimento das seguintes foram mais claras e objetivas.

O CTQ foi a ferramenta seguinte que o time multifuncional utilizou, colocando o modo de falha no nível superior e os níveis críticos de qualidade foram estabelecidos pela empresa, projeto, montagem da máquina, fornecedor e máquina em operação.

Após isso, o time multifuncional elencou quais as possíveis causas raízes que estariam correlacionadas com cada um destes níveis críticos, conforme mostrado na Figura 12, de forma a auxiliar na divisão das possíveis falhas e também com o intuito de clarear alguns pontos específicos que pudessem ser discutidos posteriormente na definição final da causa raiz.

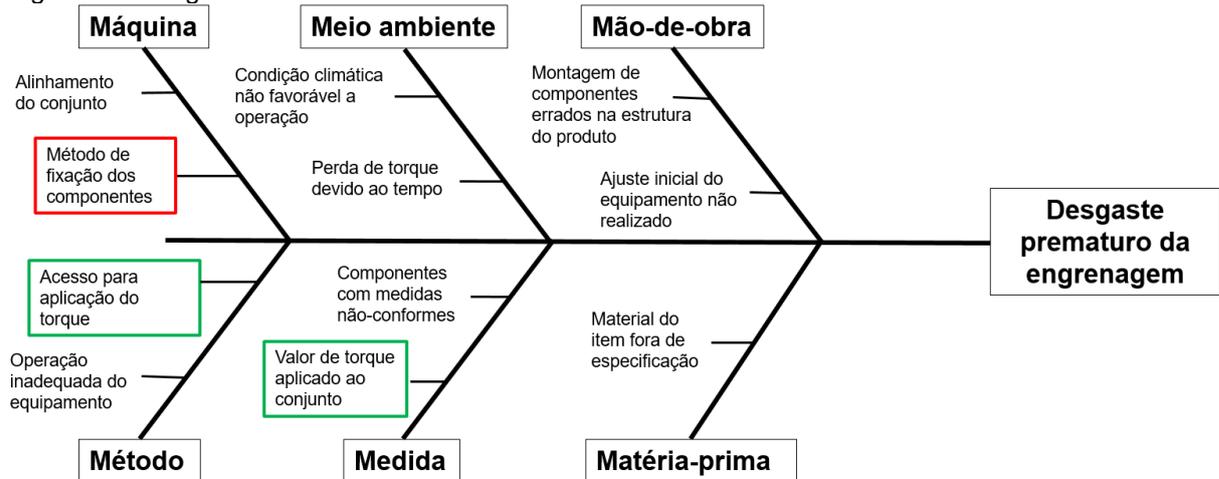
Figura 12 - CTQ desenvolvido pelo time multifuncional



Fonte: O autor (2019)

Outra ferramenta da qualidade utilizada para auxiliar na busca pela causa raiz do problema, foi o diagrama de Ishikawa, com o intuito de clarear possíveis causas contribuintes ao modo de falha correlacionadas as suas causas, e com isso, dar algumas pistas iniciais para busca da causa raiz. O diagrama de Ishikawa desenvolvido pelo time, é mostrado na Figura 13.

Figura 13 - Diagrama de Ishikawa desenvolvido

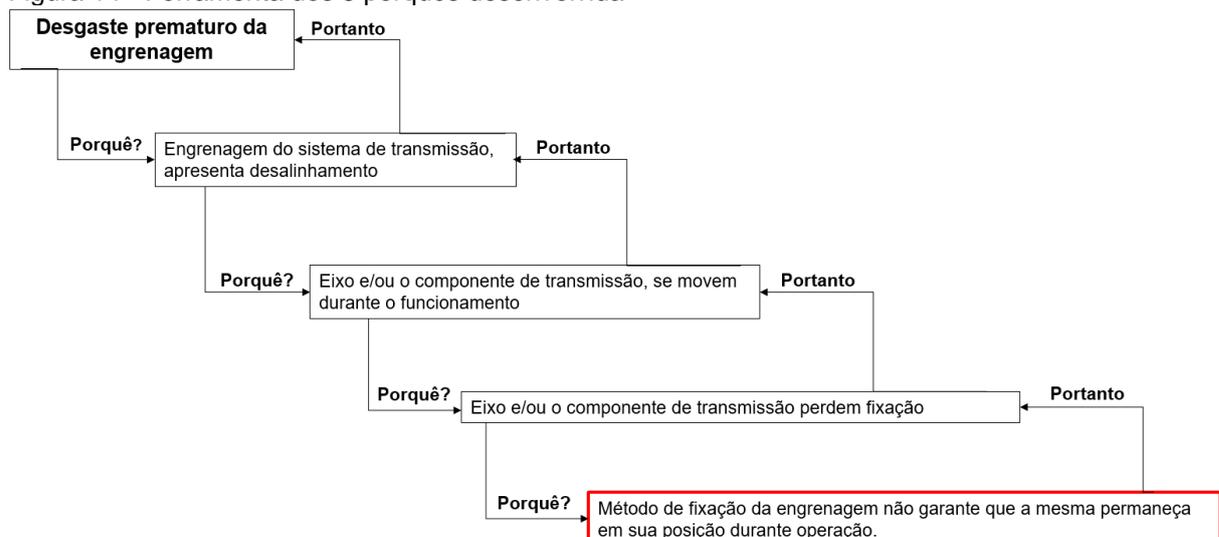


Fonte: O autor (2019)

O diagrama de Ishikawa mostrou que o método de fixação dos componentes, destacado em vermelho, item relacionado ao projeto da máquina, auxilia em grande parte o problema ocorrer. Já os dois pontos destacados em verde foram causas contribuintes que o time multifuncional elencou como necessárias a serem observadas.

Com base nas ferramentas anteriormente utilizadas, algumas possíveis falhas estavam se tornando mais factíveis de se tornarem a causa raiz principal do problema. Para defini-la, o time multifuncional utilizou a ferramenta dos 5 porquês, Figura 14, onde em consenso se chegou na determinação da mesma.

Figura 14 - Ferramenta dos 5 porquês desenvolvida



Fonte: O autor (2019)

Com a utilização da ferramenta dos 5 porquês, e também com base nos resultados das ferramentas anteriormente utilizadas, a causa raiz da ação corretiva ficou claramente definida, pois pode-se observar uma semelhança das informações nas ferramentas da qualidade executadas anteriormente, todas apontam para o mesmo problema, destacado em vermelho, visto isso a causa raiz está agora definida como:

- Método de fixação da engrenagem não garante que a mesma permaneça em sua posição durante operação.

Durante o trabalho de busca da causa raiz foram encontradas algumas causas que apesar de não serem a causa raiz da ação corretiva, o time entendeu como fortes causas contribuintes para que o modo de falha ocorresse, visto isso, as mesmas foram elencadas e documentadas, podendo ser observadas nas Figuras 12, 13 e 14 destacadas na cor verde, para que na fase de desenvolvimento da solução estes pontos também fossem considerados, são eles:

- Acesso para aplicação do torque de fixação dos componentes;
- Valor do torque aplicado ao conjunto;

Com a causa raiz da ação corretiva definida pelo time, o passo seguinte foi o da validação da mesma, ou seja, o time multifuncional precisa reproduzir a causa raiz em uma máquina, ligando e desligando o modo de falha visto pelo cliente.

Aqui o time de engenharia de testes da empresa auxiliou o time multifuncional da ação corretiva. Em uma máquina de mesmo modelo das que apresentaram a falha, foi montado o sistema, deixando todo o conjunto extremamente alinhado, conforme requerimentos. Em poucas horas de uso da máquina observou-se que os itens apresentaram desalinhamento, visto que o componente que transmite movimento, moveu-se sobre o eixo.

O procedimento de teste seguinte foi o de garantir que o componente transmissor de movimento permanecesse imóvel, impedindo-o de movimentar-se sobre o eixo em que é fixado. Nesta rodada de testes não houve desalinhamento dos componentes.

Estes dois testes comprovam a causa raiz definida pelo time multifuncional, que o método de fixação do componente não garante que o mesmo permaneça em seu local de operação, porém quando o mesmo permanece em seu devido local, não há o desalinhamento e conseqüentemente não há o desgaste prematuro dos componentes.

Por razões de confidencialidade, pré-estabelecidos pela empresa, e o intuito da pesquisa ser a metodologia 8D em si, as imagens dos testes e dos equipamentos não serão adicionadas no presente trabalho.

4.5 ESCOLHER E VALIDAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE

Na quinta fase da metodologia 8D, o time multifuncional tem como objetivo a definição e validação de uma solução para o problema encontrado, baseando-se principalmente na causa raiz, previamente definida e validada.

Para início das discussões acerca de um novo conceito que atinja os objetivos da ação corretiva, o time multifuncional reuniu-se e realizou um *brainstorming* para que diversas ideias fossem levantadas, ao final da reunião o resultado foi o apresentado no Quadro 13.

Quadro 13 - *Brainstorming* sobre possíveis novos conceitos

Reunião Definição e Validação Novo Conceito - <i>Brainstorming</i>	
Presentes na reunião	Possíveis soluções
Engenheiro da Qualidade	1 - Aumentar o torque do conjunto
Engenheiro do Produto	2 - Remover fixador do conjunto
Suporte ao Cliente	3 - Acesso que possibilita o torque do conjunto
Engenheiro de Manufatura	4 - Conceito a prova de erros
Compras	5 - Conceito sem torque
	6 - Mudar método de transmissão de movimento
	7 - Mudar material do componente

Fonte: O autor (2019)

Após a realização do *brainstorming* o time da engenharia do produto trabalhou para desenvolver possíveis soluções, baseadas na ferramenta previamente e executada e tendo em mente que a causa raiz precisava ser solucionada.

Com alguns conceitos desenvolvidos, o time multifuncional reuniu-se novamente, agora para a execução da matriz de decisão, onde foram levados três possíveis conceitos, para que fossem discutidos e então selecionado o melhor, que atendesse ao maior número de critérios solicitados pelo time e que as expectativas da ação corretiva. A matriz de decisão teve os levantamentos mostrados no Quadro 14, e o que atingiu o maior número total de pontos, seria a solução escolhida para passar pelo processo de validação. Um melhor entendimento da funcionalidade da matriz de decisão pode ser visto na metodologia do presente trabalho. Para fins de

conhecimento, as opções elencadas pelo time e discutidas na matriz de decisão foram as seguintes:

- Aumento do torque do conjunto como um todo;
- Troca do método de fixação do componente que transmite movimento, eliminando fixadores, sistema a prova de erros;
- Melhoria do acesso aos itens de fixação do conjunto.

Quadro 14 - Matriz de decisão aplicada aos conceitos

Presentes na reunião	Matriz de decisão			
	Critério	1	2	3
Engenheiro da Qualidade	Provável Eficácia (5)	4	10	7
Engenheiro do Produto	Montagem (2)	2	9	8
Suporte ao Cliente	Custo (4)	8	5	7
Engenheiro de Manufatura	Fabricação (2)	7	8	6
Compras	Total	70	104	91

Fonte: O autor (2019)

Tendo como base o resultado da matriz de decisão, a solução escolhida e consequentemente mais bem pontuada, foi o conceito número dois, que tem como objetivo a substituição do método de fixação do item que apresenta o desgaste prematuro, criando um sistema a prova de erros.

Em razão de a empresa ter o acréscimo e/ou redução de custos em seus produtos um fator importante, um levantamento dos custos gerados com o novo conceito foi gerado, conforme visto no Quadro 15, para que os mesmos pudessem ser reportados a equipe responsável.

Quadro 15 - Levantamento de custos

Descrição do item	Valor atual do item (%)	Novo valor do item (%)	Qtde	Acréscimo /Redução (%)
Engrenagem	100	120	1	+20
Parafuso 1	100	0	1	-100
Parafuso 2	100	92	2	-16
Anel retenção	0	100	1	+100
Bucha	100	0	2	-200

Fonte: O autor (2019)

Os itens que tiveram em seu novo valor, um número maior que 100%, tiveram um acréscimo em seu valor em relação ao atual, já os itens que tiveram valor inferior a 100%, obtiveram uma redução de valores. O item com valor atual cadastrado como

zero, é um item que não existia no sistema atual, já os itens cadastrados como zero em seu novo valor, são itens que foram retirados do sistema. A análise de custos foi enviada à equipe responsável, e como retorno o time multifuncional foi informado que o novo conceito gerou uma redução de custos de 15% em relação ao conceito atual.

Como passo final da quinta fase da metodologia 8D, o conceito precisou ser avaliado quanto seu grau de risco, para que então fosse definida a necessidade ou não de testes de validação do mesmo. Para isso, o time multifuncional realizou o levantamento de riscos do projeto.

Os riscos que poderiam ser gerados com a implementação do novo conceito foram levantados, Tabela 8, e sob eles foram levantados os graus de criticidades de cada um, correlacionados a estes graus de criticidade, a necessidade ou não de testes de validação foi sendo verificada.

Tabela 8 - Avaliação da necessidade de testes de validação para novo conceito

Denominação do Risco	Classificação
Desalinhamento do conjunto	3
Dificuldade de ajuste do sistema de transmissão	2
Intercambialidade com sistema antigo	2
Resistência do conjunto	3
Acúmulo de tolerâncias	1

Fonte: O autor (2019)

Como foram levantados riscos que tem obrigatoriedade de testes de validação, o time multifuncional, juntamente com a equipe de testes da empresa, optou por fazer a validação dos riscos obrigatórios e desejáveis, deixando apenas o acúmulo de tolerâncias sem validação.

Os testes foram realizados em um mesmo produto que apresentou a falha do desgaste prematuro do item, igualmente feita, quando a causa raiz do problema foi validada, o time repetiu fielmente os procedimentos.

O novo conceito desenvolvido pelo time da engenharia do produto, em conjunto com o time multifuncional foi validado com 100% de aprovação, tendo todos seus riscos mitigados. Com isso, o conceito foi aprovado por todas as etapas de desenvolvimento requeridas pela metodologia 8D e também pelas ferramentas auxiliares que a empresa dispõe. Agora a implementação do conceito na linha de produção da empresa estava apta a ter seu início.

4.6 IMPLEMENTAR A AÇÃO CORRETIVA PERMANENTE

A implementação da ação corretiva se deu através da execução de diversos passos, que juntos combinam na implementação total do novo conceito na linha de produção da empresa.

Como passo inicial, o time da manufatura realizou o FMEA, para que fossem analisados possíveis riscos que viessem a ocorrer durante a montagem dos novos componentes na linha de produção. Os dados gerados são apresentados no Tabela 9, e tem como base de definição de testes ou não a Tabela 4, apresentada na metodologia.

Tabela 9 - FMEA realizado para avaliação do novo conceito

Denominação do Risco	Classificação
Segurança para realização da montagem	3
Dispositivo de alinhamento do conjunto	2
Sequência de montagem	1

Fonte: O autor (2019)

A partir da execução da ferramenta, o time multifuncional levantou a necessidade de avaliar o quesito segurança na hora em que se for realizado a montagem dos componentes, visto que esse fator é extremamente importante para a empresa. O time se reuniu novamente para que uma simulação de montagem fosse executada e o risco em questão fosse mitigado. Com esta validação realizada, o time pode passar para os passos seguintes da implementação do novo conceito.

Para auxiliar os colaboradores que trabalham na linha de montagem, mais uma ferramenta da qualidade foi utilizada, uma folha de verificação bastante simples, conforme visto no Quadro 16, foi desenvolvida para que os colaboradores pudessem fazer a aferição dos parâmetros considerados importantes pelo time multifuncional, no sistema que antes apresentava falha.

Quadro 16 - Folha de verificação desenvolvida

Folha de verificação	
Desgaste prematuro da engrenagem	
Tarefa	
Alinhamento entre os itens	
Fixação dos componentes	
Teste de funcionamento do conjunto	
Avaria nos itens	

Fonte: O autor (2019)

Apesar de simples, a folha de verificação foi de extrema importância, visto que agora os colaboradores, possuem uma ferramenta que os auxilia na hora da checagem final da montagem da engrenagem.

Alguns dos itens que são montados no sistema de transmissão são comprados de fornecedores terceiros, visto isso, paralelamente as atividades realizadas dentro da empresa, o time multifuncional estava desenvolvendo os novos itens com seus respectivos fornecedores. Para garantir que o fornecedor entregue os itens com a qualidade requerida pela empresa, o PPAP dos itens é requerido, diversos documentos da qualidade compõem o PPAP requerido pela empresa, são eles:

- Certificado de matéria prima;
- Diagrama do fluxo do processo;
- PFMEA;
- Plano de controle;
- Resultados dimensionais;
- Ensaio específicos (Composição química, ensaio de tração, etc.);
- Relatório de aprovação de pintura ou zincagem;
- Amostras de peças;
- PSW assinado.

Antes que o novo conceito comece a ser utilizado na linha de montagem, a verificação dos estoques dos itens antigos, que apresentam a falha, foi realizada, tanto nos estoques da empresa, como nos estoques do centro de distribuição de peças. Como a ação corretiva é de nível crítico para a empresa, todas as peças encontradas nesses estoques foram sucateadas, a empresa optou por arcar com os valores de sucateamento, prevenindo assim, que mais máquinas viessem a apresentar o mesmo problema.

Também no centro de distribuição de peças, as peças do novo conceito precisavam estar disponíveis para os clientes, visto que juntamente com a implementação do novo conceito, a ação de contenção desenvolvida foi desativada e os clientes passaram a conhecer a nova solução disponível. O envio das peças ao centro de distribuição foi realizado, e a solução, explicando o novo conceito foi postada para os clientes.

Quando todas as tarefas do processo de implementação foram findadas, os novos itens começaram a ser montados na linha de produção. Por questões de

registros, o chassi da primeira máquina que continha a solução foi devidamente coletado e juntamente com os demais dados da implementação anexados no sistema da empresa, para que pudessem ser pesquisados quando necessário. Sendo assim, a implementação da ação corretiva foi realizada com pleno sucesso, sendo implementada com 126 dias, abaixo da métrica de 140 dias, outro fator importante para a empresa, mas não determinante para a ação corretiva, foi a redução de custos do sistema, aliada a melhoria de qualidade.

Aqui terminou-se a parte mais trabalhosa da ação corretiva, porém o time ainda se reuniu para que seja abordada a 7ª fase da metodologia 8D.

4.7 PREVENIR A RECORRÊNCIA

Na sétima fase da metodologia 8D, a solução já está implementada e o problema da ação corretiva resolvido, porém nesta fase o time reuniu-se com o intuito de procurar por sistemas semelhantes ao que falhou, podendo assim, evitar futuros problemas que já poderiam ter sido corrigidos.

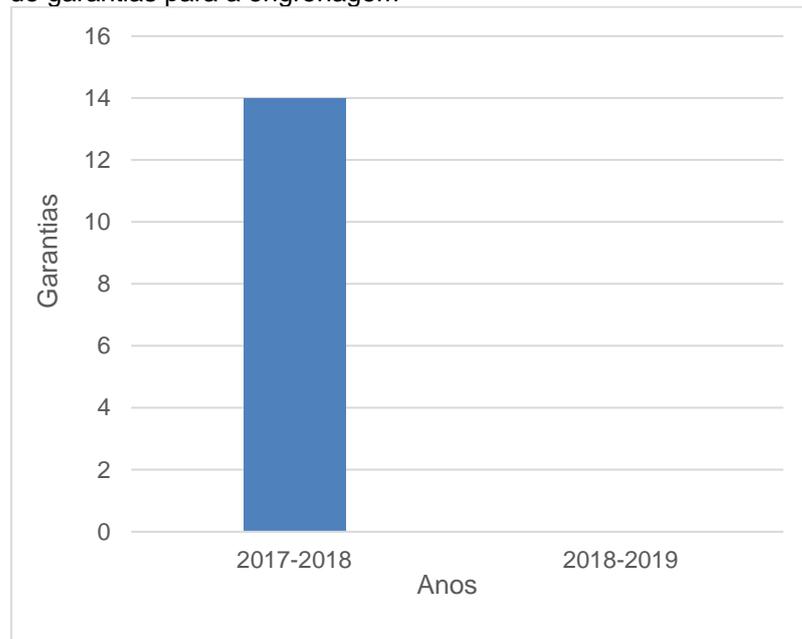
Alguns sistemas semelhantes ao que apresentou a falha foram encontrados, porém o time multifuncional, conjuntamente definiu que em nenhum dos sistemas poderia ser aplicado o conceito, principalmente devido a aplicabilidade do sistema.

Na busca por melhorias no processo de concepção dos itens, que pudessem conter falhas, o time multifuncional elencou como mandatária a análise do sistema por completo, durante o teste final da máquina, realizado na última etapa da linha de produção do item. Esta checagem auxiliou a encontrar falhas nas máquinas quando as mesmas ainda estavam dentro da empresa.

4.8 RECONHECIMENTO DO TIME

Por critérios definidos pela empresa, após a implementação da solução a ação corretiva permaneceu em *stand-by* durante um ano, até que as novas máquinas que foram produzidas com o novo conceito comecem a performar, e então um novo relatório de garantias sobre os itens que estavam apresentando falhas foi gerado, mostrado na Figura 15, fazendo um comparativo entre o período que a ação corretiva foi aberta e o atual cenário. O período avaliado compreende os meses de setembro de 2017 a fevereiro de 2018 para as falhas iniciais e os mesmos meses, porém para os anos subsequentes, para as falhas que poderiam aparecer com o novo conceito.

Figura 15 - Relatório de garantias para a engrenagem



Fonte: O autor (2019)

Tendo como base os números deste relatório o time de análise de dados fez a checagem com a meta de redução de falhas estabelecida durante a abertura da ação corretiva, que era de 80%. Felizmente nenhum requerimento de garantia para o item foi feito neste período, sendo assim a melhoria obtida pela ação corretiva foi de 100%, atingindo a meta estabelecida.

Como a meta foi atingida a ação corretiva pode então ser finalizada, e com isso o time multifuncional recebeu um e-mail de reconhecimento, informando sobre o sucesso da ação corretiva, e-mail este que continha em cópia a gerência da empresa. Sendo assim a ação corretiva que teve total sucesso foi finalizada.

CONCLUSÃO

Em um meio produtivo onde a qualidade é um dos principais focos a serem trabalhados constantemente, a metodologia 8D com foco na resolução de ações corretivas para resolução de problemas se mostrou eficiente. O agrupamento das mais variadas ferramentas da qualidade que a metodologia traz como complementares umas às outras, durante a resolução das ações corretivas, fazem com que estas sejam assertivas em suas resoluções.

Os resultados obtidos com a aplicação da metodologia 8D no estudo de caso do presente trabalho, enfatizaram sua representatividade quando utilizada de forma coerente e com uma equipe multifuncional dedicada a alcançar as metas estabelecidas, por isso, a ação corretiva executada aqui, conseguiu definir planos de ação bem estruturados durante o desenvolver da mesma e baseado nestes, alcançou não somente a meta de redução da taxa de falha estabelecida durante a abertura da ação corretiva, que era de 80%, mas sim um patamar ainda maior, entregando 100% de redução da taxa de falha e com isso, elevando ainda mais a qualidade do produto. Outro objetivo atingido pela equipe foi o de entregar a solução em até 140 dias, visto que a ação corretiva era de nível crítico para a empresa, objetivo esse também atingido, onde a ação corretiva foi implementada em 126 dias, devido ao engajamento de toda a equipe. Por último além dos objetivos que foram definidos na abertura, também conseguiu-se entregar uma redução de custo de 15% do novo conceito em relação ao antigo, o que prova que a união da equipe e com o esforço de todos, consegue-se entregar bons resultados. Pode-se então dizer que o resultado da ação corretiva teve seu supassumo alcançado.

Com todos os objetivos alcançados, pode-se dizer que a metodologia 8D é extremamente útil na aplicação da resolução de ações corretivas com o objetivo de resolver problemas.

REFERÊNCIAS

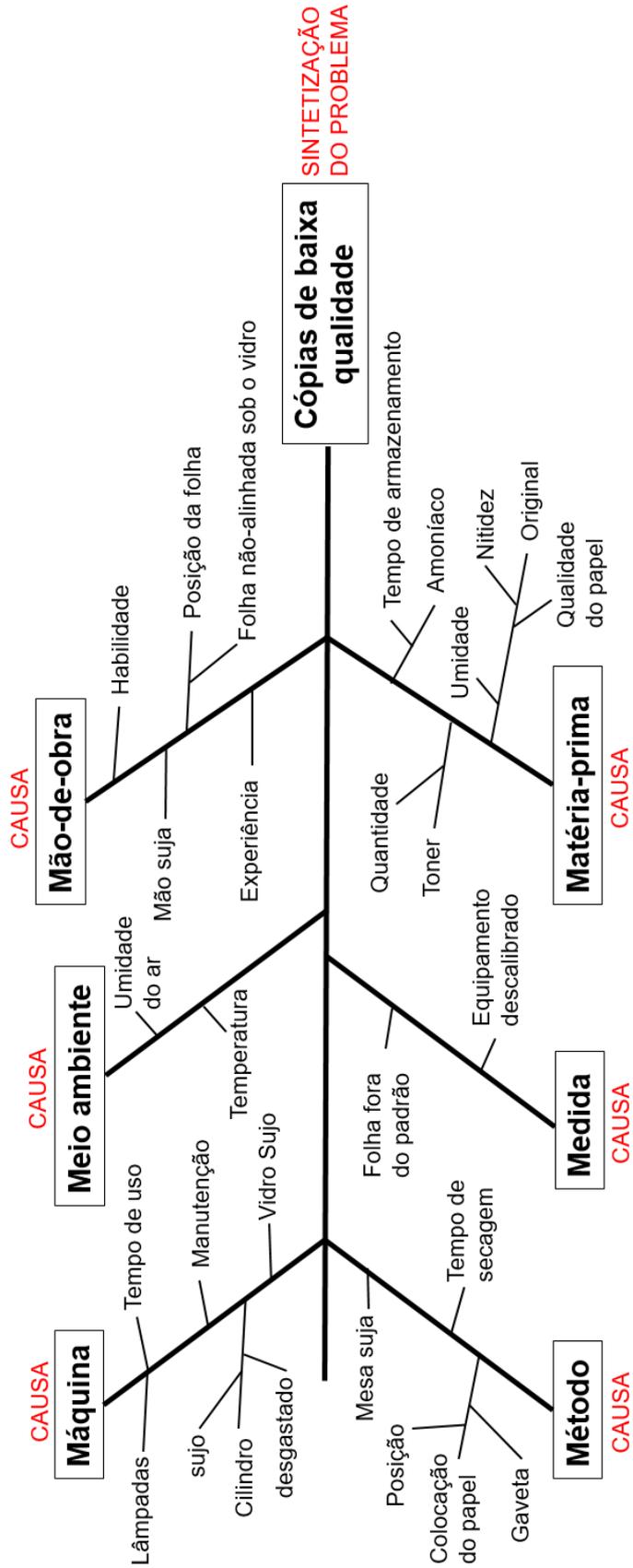
- 8D Workbook: Understand the problem, Use a team approach, Share the lessons learnt. [S.n.t.]. Disponível em: <http://cdn2.hubspot.net/hub/170850/file-18472412-pdf/docs/global_8d_workbook.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2019.
- AKKARI, A. C. S. **Sistemas de gestão da qualidade**. Londrina: Educacional S.A., 2018.
- 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.
- FERREIRA, L; SILVA, E. B. **Gerenciamento e controle de qualidade**. Londrina: Educacional, 2016.
- FERREIRA, L; SILVA, E. B; FAGNANI, K. C. **Gestão da qualidade na agroindústria**. Londrina: Educacional, 2017.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- 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: 04 mar. 2019.
- KUME, H. **Métodos estatísticos para melhoria da qualidade**. Trad. de D. I. Miyake. Rev. A. W. Ramos. São Paulo: Editora Gente, 1993.
- LARSSON, M; NORÉN, M. **Assessment and improvement of Volvo Powertrain's problem solving process: "Quality Journal" vs "Six Sigma"**. 2011. Master of Science Thesis (Master Degree Programme / Division of Quality Sciences) – Department of Technology Management and Economics, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden, 2011.
- MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. 2ª ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2003.
- MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber Editora, 2001.
- PAES, E. S; VILGA, V. F. **Gestão de projetos**. Londrina: Educacional S.A., 2016.
- PALADY, P. **Análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. 3ª ed. Trad. de Outras Palavras. Rev. J. C. da Graça Junior. São Paulo: IMAM, 2004.
- REICHHELD, F. F. The one number you need to grow. Harvard Business Review 81: 46-54, dez. 2003. Disponível em: <<https://hbr.org/2003/12/the-one-number-you-need-to-grow>>. Acesso em: 23 jan. 2019.

SELEME, R; STADLER, H. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. Curitiba: Ibpex, 2012.

SILVA, E. B. **Gestão da qualidade**. Londrina: Educacional S.A., 2017.

ZAGO, C. A. et al. **Benchmarking: uma perspectiva da avaliação de desempenho logístico**. [artigo científico]. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/516_516_benchmarking_logistico_seg et.pdf>. Acesso em: 16 out. 2019.

ANEXO A – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CAUSA-E-EFEITO



Fonte: Adaptado de Miguel (2001)

ANEXO B – EXEMPLO DE UMA PLANILHA DE FMEA DE PROJETO

Peça/Componentes: Fio elétrico Engenheiro do Subsistema: Muktar
 Ano do Modelo: 1994 Engenheiro do Sistema: Neelanganie
 Lançamento Previsto do Produto: 6-Dec-94 Data do FMEA: Original: 6-Nov-94 Revisado:
 Fornecedor Externo Sim

Código de Identificação	Nome/Número	Função	Modo de falha	Efeito	S E V	O C O	Causa	D E T	R P N	Ações recomendadas	Situação atual
S04	Fio elétrico	Transmitir corrente elétrica	1. Fio arrebitado	Choque elétrico	8	1	Uso indevido	1	8	Deve-se usar material de melhor qualidade com alta moldabilidade	Em andamento
				Secador não funciona							
			2. Fio pega fogo	Choque elétrico	8	1		1	8	Verificar e revisar as especificações, a fim de incorporar energia elétrica	
				Secador não funciona						Melhor projeto para o fio	

Aprovações: De acordo:
 Gerente de Projeto: M. Sohail Ahmed Controle de Qualidade do Staff
 Supervisor de Confiabilidade: S. Asif Ali Controle de Qualidade da Fábrica