

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
Departamento de Engenharia de Produção**

Ana Lívia Barbosa Cintra

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:
ESTUDO DE CASO DE FORNECEDORES DE UMA MULTINACIONAL DA LINHA
BRANCA**

**São Carlos
2015**

Ana Lívia Barbosa Cintra

**UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA 8D PARA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:
ESTUDO DE CASO DE FORNECEDORES DE UMA MULTINACIONAL DA LINHA
BRANCA**

Trabalho de conclusão de curso de
Engenharia de Produção Mecânica na
Escola de Engenharia de São Carlos

Orientador: Prof. Dr. Mateus Cecílio Gerolamo

**São Carlos
2015**

Resumo

O presente trabalho descreve um estudo de caso sobre a utilização da metodologia 8D em um fornecedor de uma multinacional da linha branca do interior do Estado de São Paulo. O projeto apresenta em primeiro lugar uma revisão bibliográfica sobre a evolução do conceito de qualidade, ferramentas da qualidade, metodologias de melhoria contínua e resolução de problemas e ferramentas utilizadas na área de desenvolvimento de fornecedores. Em seguida há uma explicação sobre o método de trabalho e uma contextualização da empresa. Em terceiro lugar há uma análise sobre o caso abordado. Posteriormente ocorre uma discussão sobre a convergência da metodologia 8D no que tange a teoria, o modelo da empresa analisada e o caso prático, ou seja, analisa-se as similaridades entre o modelo da empresa e a teoria como também as divergências e convergências entre a prática e o modelo da empresa. O modelo da empresa aborda toda a teoria, sendo mais descritivo em suas práticas e ações. Já a prática da empresa consegue satisfazer a teoria, porém não converge totalmente com o modelo da empresa, já que há falhas no que diz respeito a prazos e análise de dados. Por último há um capítulo de conclusões em que fica claro as vantagens da aplicação da metodologia 8D por ser um recurso sistêmico, contínuo e que aborda todas as etapas de uma falha. Ademais, há uma proposta de trabalho futuro sobre a importância dessa metodologia em cursos de graduação e pós-graduação.

Palavras chave: Qualidade, 8D, Resolução de Problemas, Engenharia de Desenvolvimento de Fornecedores

Abstract

This paper describes a case study on using the 8D methodology on a supplier of a white line of the multinational in the interior of São Paulo. The project describe first a literature review about the evolution of the concept of quality, quality tools, continuous improvement methodologies, problem solving and tools used in supplier development are. Then there is an explanation of the method of work and a contextualization of the company. Thirdly there is an analysis about the case. Later there is a discussion on the convergence of 8D methodology when it comes to theory, the company analyzed the model and case study, namely analyzes the similarities between the business model and theory as well as the differences and similarities between practice and the business model. The model of the company covers all the theory, being more descriptive in its practices and actions. Already practicing company can meet the theory, but not completely converges with the business model, since there are gaps with regard to deadlines and data analysis. Finally there is a chapter of conclusions in which it is clear the advantages of applying the methodology 8D to be a systemic feature, continuous and covers all stages of a failure. Moreover, there is a proposal for future work on the importance of this methodology in postgraduate and graduate.

Keywords: Quality, 8D, Problem Solving, Supplier Development Engineering

Lista de Figuras

Figura 1: Macro etapas do trabalho de conclusão do curso	11
Figura 2: Modelo de Folha de Verificação – operações de inspeção.....	17
Figura 3: Exemplo de um Gráfico de Pareto	18
Figura 4: Diagrama de <i>Ishikawa</i>	20
Figura 5 Exemplo de Histograma (medidas do diâmetro de 22 eixos em cm) ..	21
Figura 6: Diagrama de Dispersão.....	22
Figura 7: Diagrama de Relações.....	23
Figura 8: Diagrama de Afinidades	24
Figura 9: Diagrama em Árvore.	24
Figura 10: Matriz de Priorização.....	25
Figura 11: Matriz de Relações.....	25
Figura 12: Diagrama de processo decisório	26
Figura 13: Diagrama de atividades.....	26
Figura 14: Exemplo de questionário 5W2H	28
Figura 15: Exemplo de FMEA	32
Figura 16: Ciclo PDCA	39
Figura 17: Correspondência entre o DMAIC e o PDCA	42
Figura 18: Fluxograma da Metodologia 8D para Solução de Problemas.....	49
Figura 19: Funções dos fornecedores da empresa “X”	53
Figura 20: Caracterização do Estudo	54
Figura 21: Fluxo de processo da mesa de trabalho.	61
Figura 22: Mesa de trabalho do fogão.....	61
Figura 23: Mesa de trabalho trincada.....	62
Figura 24: Análise da Causa Raiz da Mesa Trincada.	65
Figura 25: Processo de lubrificação da mesa de trabalho do fogão.....	67
Figura 26: Luminosidade do posto de trabalho.	68
Figura 27: Atualização do posto de inspeção.....	68
Figura 28: Teoria versus Modelo Empresa X versus Prática Empresa X	72

Lista de Quadros

Quadro 1: As quatro principais Eras da Qualidade	16
Quadro 2: Modelos Sequenciais do MASP	40
Quadro 3: Etapas do MASP	40
Quadro 4: Relação entre 8D e ciclo PDCA.....	50
Quadro 5: Correspondência entre PDCA, MASP, DMAIC e 8D.....	51
Quadro 6: Roteiro de Análise.....	55
Quadro 7: Descrição do problema segundo ferramenta 5W2H.....	63

Lista de Abreviaturas e Siglas

5W2H- *5Why2How*

8D - Oito Disciplinas

AAI - *Inspection Approval Appearance*

AIAG - *Automotive Industry Action Group*

APQP - *Advanced Product Quality Planning*

CEP - Controle Estatístico de Processo

COV - *Components of Variation*

DFMEA - *Design Failure Modes and Effects Analysis*

DMAIC - *Define, Measure, Analyze, Improve, Control*

DOE - *Design of Experiments*

DVP&R - *Design Verification Plan & Report*

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis*

LAP - Laboratório de Análise de Produto

MASP - *Method of Analysis for Solving Problem*

MSA - *Measurement Systems Analysis*

PDCA - *Plan, Do, Check, Act*

PFMEA - *Process Failure Modes and Effects Analysis*

PPAP - *Production Part Approval Process*

PSW – *Part Submission Certificate*

TCC - Trabalho de Conclusão do Curso

Sumário

1 Introdução	10
1.1 Contextualização	10
1.2 Objetivo	11
1.3 Panorama geral do método de pesquisa e Estrutura do texto de TCC	11
2 Revisão Bibliográfica.....	12
2.1 Definições da Qualidade	12
2.2 Eras da qualidade.....	14
2.3 Ferramentas da Qualidade.....	16
2.3.1 Estratificação	17
2.3.2 Folha de verificação	17
2.3.3 Diagrama de Pareto	18
2.3.4 Diagrama de causa e efeito (<i>Ishikawa</i>)	18
2.3.5 Histograma	20
2.3.6 Diagrama de dispersão	21
2.3.7 Gráfico de controle	22
2.4 Ferramentas Gerenciais da Qualidade.....	22
2.4.1 Diagrama de relações	23
2.4.2 Diagrama de afinidades.....	23
2.4.3 Digrama em árvore.....	24
2.4.4 Matriz de priorização	25
2.4.5 Matriz de relações	25
2.4.6 Diagrama de processo decisório	25
2.4.7 Diagrama de atividades.....	26
2.5 Ferramenta 5W2H.....	27
2.6 Ferramenta 5 Porquês.....	28
2.7 FMEA	29
2.8 APQP (<i>Advanced Product Quality Planning</i>) e PPAP (<i>Production Part Approval Process</i>)	32
2.8.1 APQP	32
2.8.2 PPAP	34

2.9 Abordagens de melhorias.....	37
2.9.1 Ciclo PDCA	38
2.9.2 MASP	39
2.9.3 DMAIC	41
2.9.4 Oito Disciplinas (8D).....	43
2.9.4.1 Conceito e Evolução da Metodologia	43
2.9.4.2 Etapas da Metodologia 8D	44
2.9.4.3 Exemplos da utilização da ferramenta 8D	50
2.10 Síntese da Revisão Bibliográfica.....	51
3 Método de Pesquisa.....	52
3.1 Entendimento da Organização	52
3.2 Modelo do Estudo.....	54
3.3 Coleta de Dados.....	55
3.4 Análise e Interpretação dos Dados.....	56
4 Análises.....	57
4.1 Método 8D da Empresa X	57
4.2 Aplicação do 8D em um problema de qualidade de fornecedor	61
5 Discussão.....	70
6 Conclusões	73
7 Referências Bibliográficas	74

1 Introdução

1.1 Contextualização

Segundo Campos (1992), uma empresa não pode ser competitiva de forma isolada. Ela faz parte de uma cadeia de compradores e fornecedores, onde todas as empresas da cadeia buscam a máxima taxa de valor agregado, repassando ganhos de custo e qualidade, de forma a tornar toda a cadeia competitiva.

De acordo Crawford e Cox (1991), o envolvimento e a parceria com os fornecedores levam a uma entrega de materiais com qualidade e no tempo certo, podendo, inclusive, facilitar o desenvolvimento de novos produtos. E é dentro desse contexto que o *Supplier Development Engineer* (Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores) emprega seu tempo em promover a melhoria contínua de seus parceiros e em solucionar problemas decorrentes da falta de qualidade dos produtos dos fornecedores com o objetivo de atender satisfatoriamente seus clientes.

Logo, a qualidade não é encarada apenas como uma metodologia de suporte à inspeção e controle da produção, mas também se faz presente em todos os estados da cadeia de valor como uma estratégia de diferenciação e posicionamento que as empresas seguem vigorosamente (BASTOS, 2012).

É nesse contexto que surgem as abordagens de gestão da qualidade voltada para suprimentos. Neste âmbito os objetivos passam pela manutenção de canais de comunicação eficientes entre a empresa e os seus fornecedores, que permitam garantir uma rápida resposta a problemas de qualidade, através do envolvimento de todos os atores da cadeia de valor. Das várias ferramentas da qualidade existentes que são utilizadas para facilitar e fomentar essa interação entre cliente e fornecedor, destaca-se a metodologia das 8 Disciplinas (8D). O 8D visa facilitar respostas rápidas na resolução de problemas de qualidade que envolvam os fornecedores ou que resultem de falhas internas, eliminando a causa raiz (BASTOS, 2012).

Ou seja, para se obter uma solução eficiente e eficaz para os problemas oriundos de fornecedor, o *Supplier Development Engineer* emprega ferramentas da qualidade que agem sumariamente na correção e prevenção do problema, e é nesse

contexto que coloca-se o seguinte foco de pesquisa: como é a utilização da metodologia 8D na solução de problemas de fornecedores de uma multinacional da linha branca?

1.2 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é **analisar a utilização da metodologia 8D na resolução de problemas de qualidade de fornecedores de uma multinacional da linha branca.**

1.3 Panorama geral do método de pesquisa e Estrutura do texto de TCC

O método empregado foi o estudo de caso em uma multinacional americana da linha branca. A autora desse trabalho realizou uma análise exploratória na empresa em questão.

O Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) foi dividido em cinco macro etapas, representadas pela figura 1:

- 2. Revisão Bibliográfica
- 3. Método de Pesquisa
- 4. Análises
- 5. Discussão
- 6. Conclusões

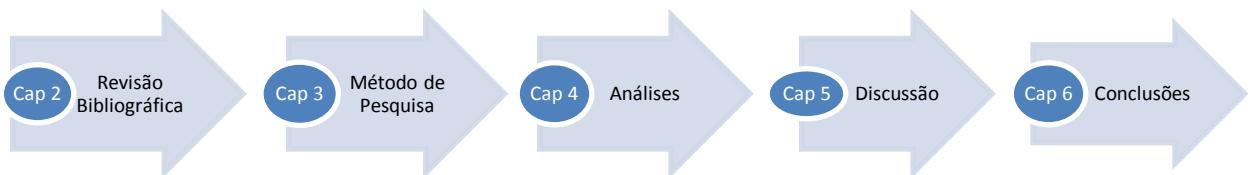


Figura 1: Macro etapas do trabalho de conclusão do curso. Fonte: Autoria própria.

2 Revisão Bibliográfica

Esse tópico do trabalho foi destinado para um estudo bibliográfico tanto da Qualidade como também das metodologias utilizadas na área de Desenvolvimento de Fornecedores da Empresa X.

Primeiramente foi feita uma revisão sobre as Abordagens, Dimensões da Qualidade e Eras da Qualidade com o objetivo de abordar todas as fases da Qualidade e sua abrangência.

Posteriormente foi feito um estudo sobre as Ferramentas da Qualidade e as Ferramentas Gerenciais da Qualidade, explicando a metodologia e o foco de cada ferramenta.

Também houve uma análise da aplicação das ferramentas 5W2H, 5Porquês e da metodologia FMEA.

Ademais, a autora realizou um estudo sobre as metodologias utilizadas na área de Desenvolvimento de Fornecedores da Empresa X, no caso o APQP e PPAP. Foi levantado o significado das siglas e suas aplicações.

Por fim houve uma análise das abordagens PDCA, MASP, DMAIC e 8D, que são métodos de melhoria contínua focados em processo e na resolução de problemas.

2.1 Definições da Qualidade

Para Garvin (2002) a qualidade é definida de acordo com cinco abordagens principais e oito diferentes dimensões.

Assim, segundo o autor as cinco abordagens principais para a definição de qualidade são:

- Transcendente: qualidade é sinônimo de “excelência inata”. Essa visão proporciona pouca orientação prática, pouco dizendo sobre como os produtos de qualidade diferem dos mais grosseiros;
- Baseada no produto: aborda a qualidade como uma variável precisa e mensurável, assim, as diferenças de qualidade refletem diferenças da quantidade de algum ingrediente ou atributo de um produto;

- Baseada no usuário: os produtos que se encaixam melhor nos desejos e necessidades dos usuários são, portanto, o de melhor qualidade;
- Baseada na produção: uma queda na qualidade do produto ocorre quando há um desvio no projeto ou na especificação da produção. De acordo com essa abordagem uma melhora da produção acarreta uma queda nos custos, diminuindo consequentemente o preço do produto;
- Baseada no valor: essa abordagem define qualidade em termos de custo e preço. Um produto de qualidade é um produto que oferece um desempenho ou conformidade a um preço ou custo aceitável.

Além disso, Garvin (2002) também descreve oito dimensões da qualidade. Essas dimensões são distintas, pois um produto pode ser bem avaliado numa e mal avaliado em outra. Na maioria das vezes essas dimensões estão inter-relacionadas e são descritas como se segue:

- Desempenho: esta dimensão da qualidade combina elementos das abordagens relacionadas ao produto assim como ao usuário;
- Características: são os adereços dos produtos, aquelas características secundárias que suplementam o funcionamento básico do produto;
- Confiabilidade: reflete a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou de falha num determinado período;
- Conformidade: é o grau em que o projeto e as características operacionais de um produto estão de acordo com padrões preestabelecidos;
- Durabilidade: medida de vida útil do produto;
- Atendimento: é a rapidez, cortesia e facilidade de reparo;
- Estética: é a aparência do produto, sendo muito subjetivo, pois é uma questão de julgamento pessoal e reflexo das preferências individuais;
- Qualidade percebida: analisa a qualidade de um produto através de medidas subjetivas, e não através de medidas diretas.

As dimensões da qualidade interferem nas diferentes abordagens da qualidade. A abordagem baseada no produto concentra-se no desempenho, nas características e

na durabilidade; a abordagem baseada no usuário concentra-se na estética e na qualidade percebida; a abordagem baseada na produção concentra-se na conformidade e na confiabilidade. Deste modo, fica evidente o conflito entre as diferentes abordagens da qualidade, pois cada uma delas vê a qualidade de acordo com certas dimensões (GARVIN, 2002).

2.2 Eras da qualidade

Há quatro “eras da qualidade” distintas: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade e gestão estratégica da qualidade.

A inspeção formal só passou a ser necessária com o surgimento da produção em massa e a necessidade de peças intercambiáveis. Com o aumento dos volumes de produção, as peças não mais podiam ser encaixadas umas nas outras manualmente, pois o processo exigia um grande grupo de mão de obra qualificada (GARVIN, 2002).

O controle da qualidade se limitava à inspeção e a atividades restritas como a contagem, a classificação pela qualidade e os reparos. A solução de problemas era visto como fora do campo de ação do departamento de inspeção. Porém, nos dez anos seguintes, o papel do profissional da qualidade foi redefinido. Surgiu o Controle Estatístico da Qualidade (GARVIN, 2002).

No fim dos anos 40, então, o controle da qualidade já estava estabelecido como disciplina reconhecida. Seus métodos eram, porém, basicamente estatísticos e seu impacto confinou-se em grande parte à fábrica (GARVIN, 2002).

Pouca coisa mudaria até a publicação de diversas obras que representaram marcos nos anos 50 e inicio da década de 60. Essas obras introduziram a Era da Garantia da Qualidade.

No período da garantia da qualidade, a qualidade passou de uma disciplina restrita e baseada na produção fabril para uma disciplina com implicações mais amplas para o gerenciamento. A prevenção de problemas continuou sendo seu objetivo fundamental, mas os instrumentos da profissão se expandiram muito além da estatística. Havia quatro elementos distintos: quantificação dos custos da qualidade,

controle total da qualidade, engenharia da confiabilidade e zero defeito (GARVIN, 2002).

A produção sem defeitos, objeto tanto da garantia da qualidade quanto do controle estatístico da qualidade, era muito limitada em seu escopo. A solução foi definir a qualidade do ponto de vista do cliente, com uma visão mais ampla e com maiores perspectivas, voltada para a alta gerência (GARVIN, 2002):

A participação da alta gerência, o treinamento generalizado e a formação de equipes foram realizados para que os empregados enxergassem a qualidade como uma responsabilidade de todos, e não somente do departamento da qualidade. Muitas empresas constataram que só depois de seus mais altos executivos terem destinado algum tempo à qualidade é que os empregados perceberam sua importância (GARVIN, 2002).

Segundo Garvin (2002), não existe um único modelo bem sucedido de gestão estratégica da qualidade. As empresas têm necessidades diferentes, que exigem atenção para diferentes questões e um enfoque em diferentes departamentos operacionais. As culturas organizacionais são igualmente diversas. Um bem sucedido programa de implantação da qualidade em uma empresa poderia perfeitamente ir mal em outra. A qualidade não é mais uma função isolada, independente, dominada por técnicos especialistas. Em um número cada vez maior de empresas ela tem se incorporado ao sistema empresarial como um todo. O quadro 1 representa uma comparação entre as Eras da Qualidade.

Quadro 1: As quatro principais Eras da Qualidade (Garvin, 2002, p. 44)

Identificação de características	Inspeção	Controle Estatístico da Qualidade	Garantia da Qualidade	Gerenciamento Estratégico da Qualidade
Preocupação Básica	Verificação	Controle	Coordenação	Impacto Estratégico
Visão da Qualidade	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido	Um problema a ser resolvido, mas que seja enfrentado pró ativamente	Uma oportunidade de concorrência
Ênfase	Uniformidade dos produtos	Uniformidade dos produtos com menos inspeção	Toda a cadeia de produção	As necessidades do mercado e do consumidor
Métodos	Aparelhos de medida e mensuração	Instrumentos e Técnicas Estatísticas	Programas e Sistemas	Planejamento Estratégico
Papel dos Funcionários da Qualidade	Inspeção, classificação, contagem e avaliação	Solução de problemas e aplicação de métodos estatísticos	Mensuração da qualidade, planejamento da qualidade e projeto de programas	Estabelecimento de objetivos, treinamento e trabalho consultivo com outros times
Quem é o responsável pela qualidade	Departamento de Inspeção	Departamentos de Fabricação e Engenharia	Todos os departamentos e a gerência se envolve perifericamente	Todas na empresa com a alta gerência exercendo forte liderança
Orientação e Abordagem	"inspeciona a qualidade"	"controla a qualidade"	"constrói a qualidade"	"gerencia a qualidade"

2.3 Ferramentas da Qualidade

De acordo com Carpinetti (2010), existem sete ferramentas da qualidade:

- Estratificação
- Folha de verificação
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de causa e efeito
- Histograma
- Diagrama de dispersão
- Gráfico de controle

A utilização da maior parte dessas ferramentas é feita por meio de levantamento de ideias e opiniões em um trabalho de equipe conhecido como brainstorming (CARPINETTI, 2010).

2.3.1 Estratificação

Consiste na divisão de um grupo em diversos subgrupos com base em características distintas. Com a estratificação dos dados, objetiva-se identificar como a variação de fatores como insumos, equipamentos, pessoas e métodos interfere no resultado do processo ou problema que se deseja investigar (CARPINETTI, 2010).

Para se analisar os dados de maneira estratificada é preciso que a origem dos dados seja identificada e os fatores que sofrem alterações durante o período de coleta dos dados também deve ser levado em consideração. Além disso, os dados devem ser coletados durante um período de tempo não muito curto (CARPINEETTI, 2010).

2.3.2 Folha de verificação

A Folha de verificação é usada para planejar a coleta de dados a partir de necessidades de análise de dados futuros. Com isso, a coleta de dados é simplificada e organizada, eliminando-se a necessidade de rearranjo posterior dos dados. De modo geral, a folha de verificação consiste num formulário no qual os itens a serem examinados já estão impressos (CARPINETTI, 2010).

Na figura 2 pode-se observar um exemplo típico de folha de verificação:

FOLHA DE CHECAGEM – OPERAÇÕES DE INSPEÇÃO					
Produto: MOTOR AH2		Data: 10/03	Identificação: Jane		
Área: MONTAGEM 10		Período: 12:00-24:00			
Horas					
OPERAÇÕES	CHECAGEM	TOTAL	DEFEITOS	OBSERVAÇÃO	
1. Eixos		5	0		
2. Hélices		6	2		
3. Vibrador	///	3	1		
4. Suporte		7	0		
TOTAL		21	3		

Figura 2: Modelo de Folha de Verificação – operações de inspeção. Fonte: Paladini, 1997.

2.3.3 Diagrama de Pareto

O princípio de Pareto afirma que entre todas as causas de um problema, algumas poucas são as grandes responsáveis pelos efeitos indesejáveis do problema (CARPINETTI, 2010).

Logo, se forem identificadas as poucas causas dos problemas enfrentados pela empresa, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de um pequeno número de ações. O princípio de Pareto é demonstrado através de um gráfico de barras verticais (Gráfico de Pareto) que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a ordem de importância de problemas, causas e temas em geral (CARPINETTI, 2010).

Um exemplo de gráfico de Pareto pode ser visualizado na figura 3.

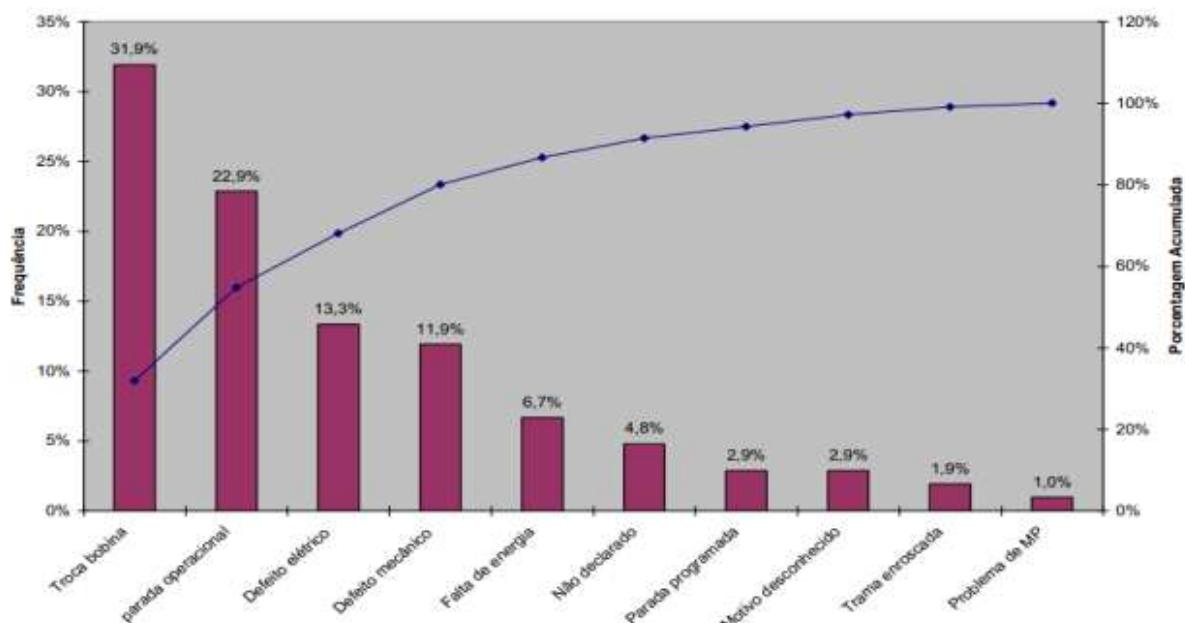


Figura 3: Exemplo de um Gráfico de Pareto. Fonte: Vasconcelos, 2009.

2.3.4 Diagrama de causa e efeito (*Ishikawa*)

Este diagrama permite estruturar hierarquicamente as causas de um determinado problema e relacionar com seu efeito (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Criado pelo Prof. Kaoru Ishikawa pode ser chamado também de diagrama

espinha-de-peixe, pois tem uma estrutura parecida com uma espinha de um peixe. O Diagrama de *Ishikawa* representa graficamente as possíveis causas que levam a um efeito, defeito ou falha (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

No diagrama de espinha de peixe as causas são normalmente conhecidas como 6 M's: Material, Mão-de-Obra, Meio Ambiente, Máquina, Método, Medida e o Efeito que estas causas geram são os problemas ou objetivos previamente identificados (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009).

Colenghi (2007) indica um roteiro para construção de um diagrama de espinha de peixe, onde esse se inicia pela definição do problema, em seguida são apresentadas às causas que geraram o mesmo. Posteriormente as causas são identificadas e repassadas para o diagrama.

A construção de um diagrama de espinha de peixe segue alguns passos, onde a coluna do meio, sinalizada por uma seta, representa o efeito ou consequência, na parte lateral, acima e abaixo da seta, estão às causas que interferem no processo (WERKEMA, 1995). A figura 4 demonstra um modelo de gráfico de espinha de peixe.

No entendimento de Werkema (1995), o diagrama causa e efeito é utilizado para auxiliar na identificação das causas raízes, por meio de uma “representação gráfica entre o processo (efeito) e os fatores (causas) do processo”. Essa representação gráfica facilitará o entendimento do problema e o alcance de uma solução para o problema, pois apontará as várias influências que comprometem o processo, tornando possível a análise do conjunto e não apenas do problema de forma pontual. Dessa forma, podem-se distribuir as ações e priorizar os esforços na solução.

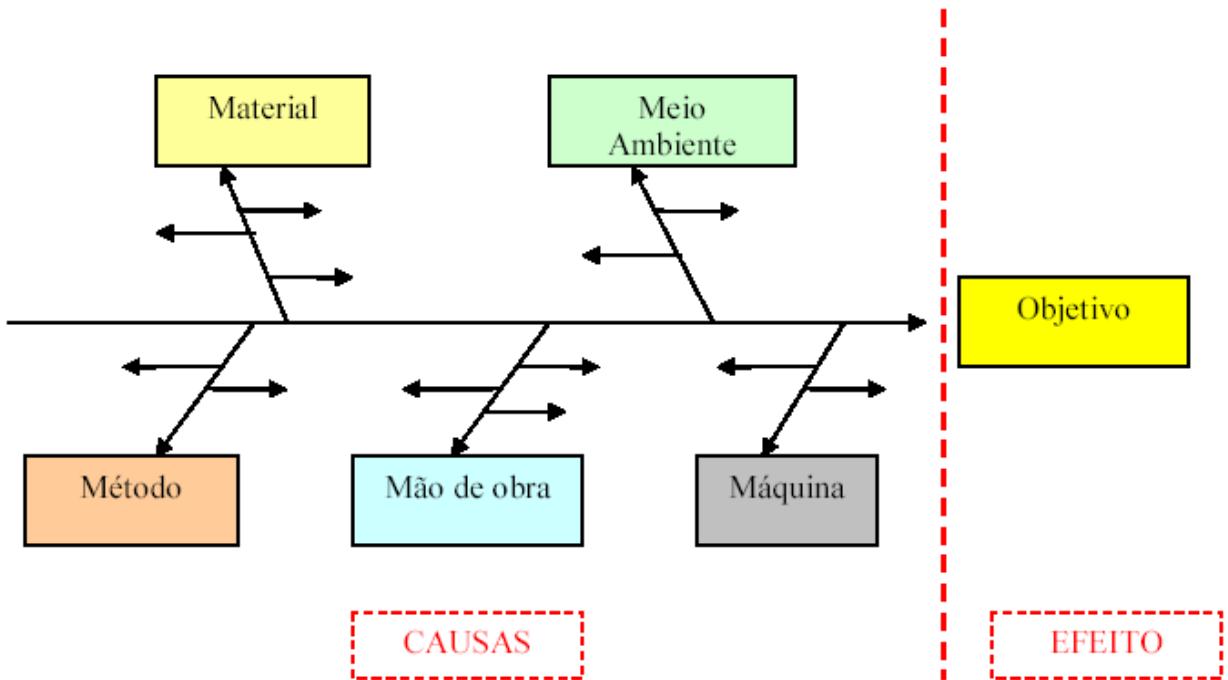


Figura 4: Diagrama de *Ishikawa*. Fonte: ISO 9001.

2.3.5 Histograma

O histograma é um gráfico de barras no qual o eixo horizontal, subdividido em vários pequenos intervalos, apresenta os valores assumidos por uma variável de interesse. Para cada um destes intervalos, é construída uma barra vertical, cuja área deve ser proporcional ao número de observações na amostra, cujos valores pertencem ao intervalo correspondente (CARPINETTI, 2010).

Assim, o histograma dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma da distribuição de um conjunto de dados e também a percepção da localização do valor central e da dispersão dos dados em torno desse valor central (CARPINETTI, 2010).

A comparação de dados resultantes de um processo, para uma característica de qualidade de interesse, organizados na forma de histograma com os limites de especificação estabelecidos para aquela característica, permite responder perguntas como se o processo é capaz de atender as especificações e se é necessário adotar alguma medida para reduzir a variabilidade do processo (CARPINETTI, 2010).

A figura 5 mostra um exemplo de histograma, o qual pode ser feito a partir de um conjunto de dados representativos de fenômenos ou da população.

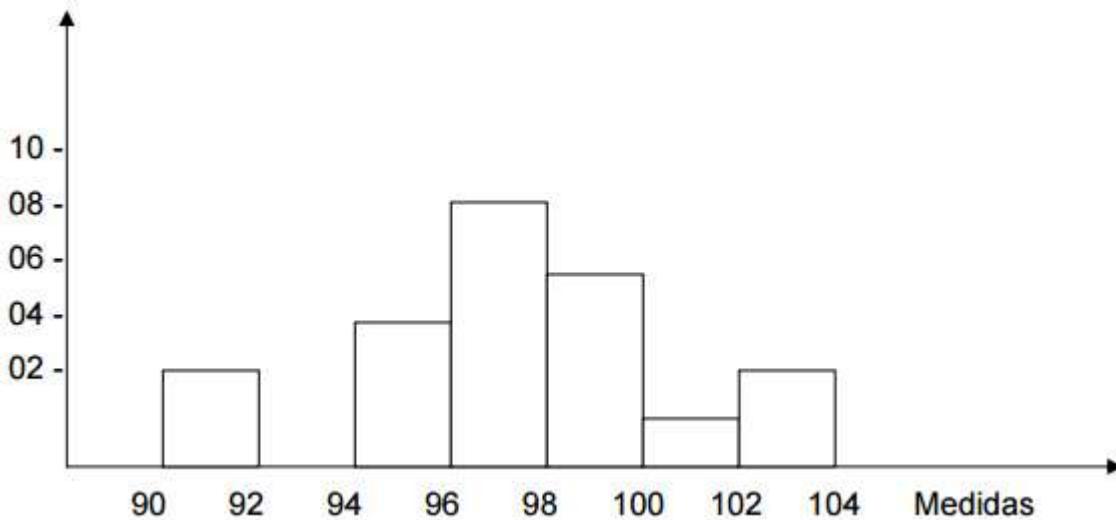


Figura 5: Exemplo de Histograma (medidas do diâmetro de 22 eixos em cm). Fonte: Paladini, 1997.

2.3.6 Diagrama de dispersão

O diagrama de dispersão é um gráfico utilizado para a visualização do tipo de relação existente entre duas variáveis (CARPINETTI, 2010). De modo geral, gráficos de dispersão são usados para relacionar causa e efeito (CARPINETTI, 2010).

Alguns padrões de relacionamento entre duas variáveis são:

- Relação positiva: o aumento de uma variável leva a um aumento da outra.
- Relação negativa: o aumento de uma variável leva à diminuição da outra variável.
- Relação inexistente: a variação de uma variável não leva a uma variação da outra variável.

Pode-se observar na figura 6 um exemplo de diagrama de dispersão, que mostra a relação direta (consumo de energia e a velocidade de operação do motor, quanto mais rápido mais gastos); e uma relação inversa (velocidade de operação do motor e a vida útil de uma ferramenta: maior desgaste, menor vida útil).

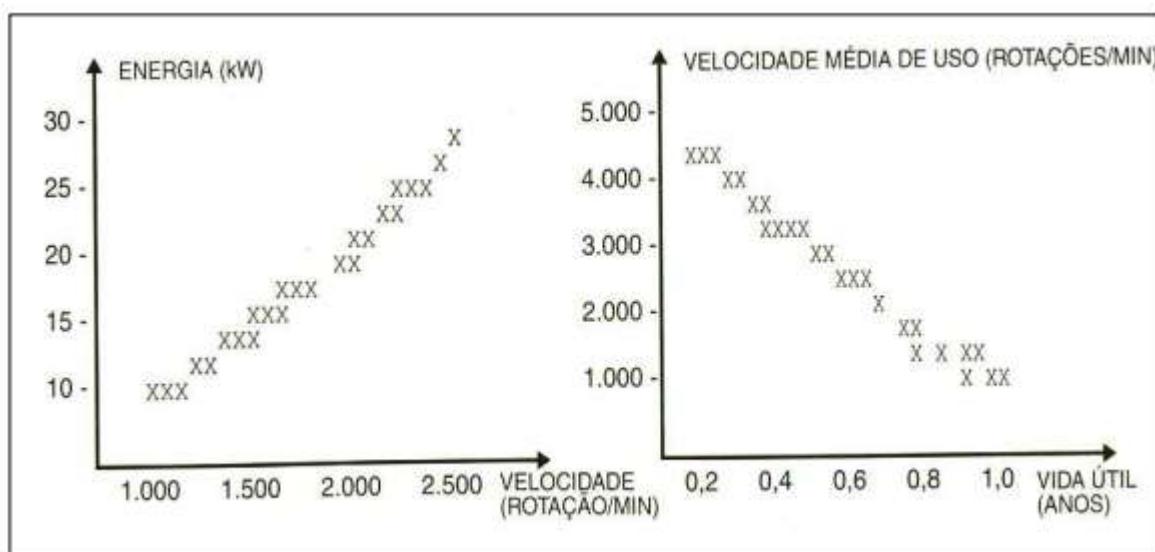


Figura 6: Diagrama de Dispersão. Fonte: Paladini, 1997.

2.3.7 Gráfico de controle

O objetivo do uso de gráficos de controle é garantir que o processo opere na sua melhor condição (CARPINETTI, 2010). Quando um processo está em controle estatístico, o resultado do processo deve se distribuir aleatoriamente segundo um padrão de distribuição normal, variando dentro de limites previsíveis em torno de um ponto central (CARPINETTI, 2010).

Quando o processo não se encontra em controle estatístico, a distribuição dos pontos no gráfico apresentará pontos fora dos limites do gráfico ou com uma distribuição não aleatória, indicando que algum problema presente está causando uma piora da qualidade do resultado do processo (CARPINETTI, 2010).

2.4 Ferramentas Gerenciais da Qualidade

Além das Sete Ferramentas da Qualidade há as Sete Ferramentas Gerenciais (CARPINETTI, 2010):

- Diagrama de relações
- Diagrama de afinidades
- Digrama em árvore
- Matriz de priorização

- Matriz de relações
- Diagrama de processo decisório
- Diagrama de atividades

2.4.1 Diagrama de relações

Segundo Carpinetti (2010), essa ferramenta tem por objetivo estabelecer relações de causalidade entre diferentes fatores. Ela se constitui em um mapa de relações de causa e efeito entre o efeito indesejável em estudo e as suas causas fundamentais. É normalmente usada para o levantamento de possíveis causas-raízes de um problema, na fase de análise de um processo de melhoria. O diagrama de relações pode ser usado como uma alternativa ou um complemento ao diagrama espinha de peixe, já que ele mostra de forma mais clara as relações de causa e efeito.

A figura 7 retrata a estrutura de um diagrama de relações.

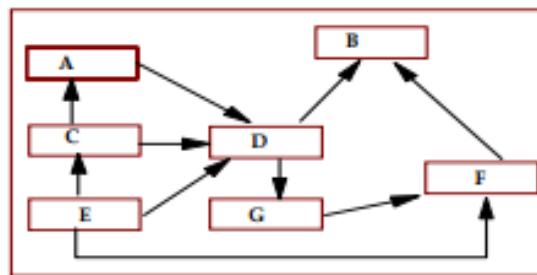


Figura 7: Diagrama de Relações. Fonte: Moura, 1994.

2.4.2 Diagrama de afinidades

O diagrama de afinidades agrupa ideias semelhantes relacionadas a um tema (CARPINETTI, 2010). Com esse processo, eliminam-se redundâncias, identificam-se lacunas no processo de levantamento de ideias e consequentemente comprehende-se melhor um fenômeno (CARPINETTI, 2010).

Na figura 8 encontra-se presente um exemplo de diagrama de afinidades:

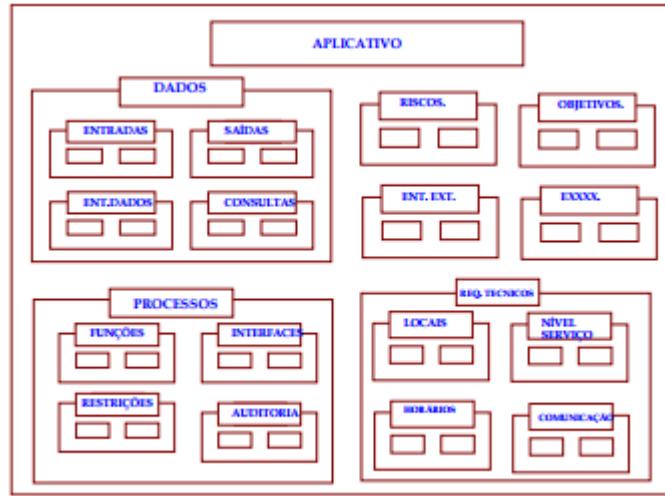


Figura 8: Diagrama de Afinidades. Fonte: Moura, 1994.

2.4.3 Digrama em árvore

O diagrama em árvore é uma ferramenta que tem por objetivo o detalhamento ou desdobramento de uma ação ou atributo em níveis hierárquicos (CARPINETTI, 2010). O diagrama em árvore pode ser usado para representar a estrutura de componentes de um produto (árvore de produto) ou para representar a estrutura funcional de uma organização (organograma) (CARPINETTI, 2010).

A figura 9 abaixo contém um diagrama em árvore que retrata a construção de um sistema.

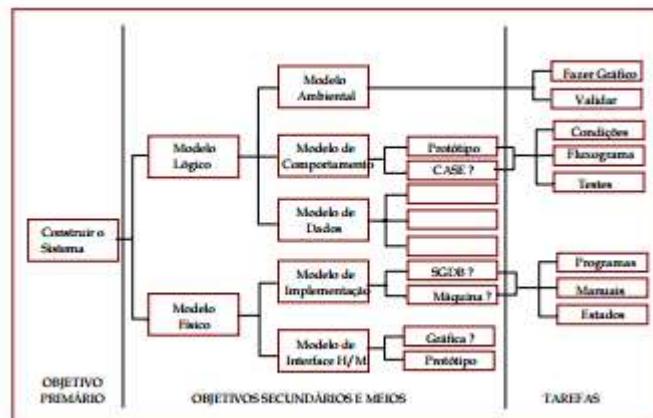


Figura 9: Diagrama em Árvore. Fonte: Moura, 1994.

2.4.4 Matriz de priorização

A matriz de priorização relaciona fatores a critérios de prioridade. Por exemplo, pode-se priorizar uma lista de ações e melhoria baseada em critérios como redução de custos internos e melhoria da satisfação do cliente (CARPINETTI, 2010).

Uma matriz de priorização é retratada na figura 10.

	CRITÉRIOS				PRIORIDADE
	a	b	c	d	
A					4
B					5
C					3
D					2
E					7
F					8
					1

Figura 10: Matriz de Priorização. Fonte: Moura, 1994.

2.4.5 Matriz de relações

De acordo com Carpinetti (2010), a matriz de relações tem por objetivo identificar a existência de relações entre variáveis. Normalmente, procura-se identificar o grau de relacionamento entre as variáveis: se forte, médio ou fraco (CARPINETTI, 2010). A matriz de relações pode também analisar as relações de dependência entre níveis da mesma variável (CARPINETTI, 2010).

A figura 11 contém um exemplo de matriz de relações.

	a	b	c	d	
A					4
B	●	△		●	5
C			○		3
D	●	○	●		2
E				△	7
F		○			8
					1

Figura 11: Matriz de Relações. Fonte: Moura, 1994.

2.4.6 Diagrama de processo decisório

O diagrama de processo decisório é uma ferramenta que procura sistematizar o processo de decisão, ilustrando por meio de um diagrama em árvore o encadeamento entre as decisões tomadas e as consequências ou desdobramentos dessas decisões (CARPINETTI, 2010). As decisões podem se referir a explicações para um problema sendo analisado ou podem se referir a ações para se atingir determinado objetivo (CARPINETTI, 2010). A decisão decorre de um processo de análise, em que as alternativas são identificadas e analisadas quanto à sua viabilidade e eficácia ou probabilidade de ocorrência (CARPINETTI, 2010).

Um exemplo de diagrama do processo decisório é retratado na figura 12.

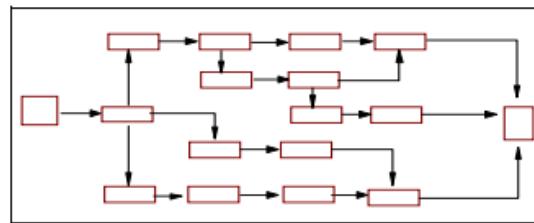


Figura 12: Diagrama de processo decisório. Fonte: Moura, 1994.

2.4.7 Diagrama de atividades

Segundo Carpinetti (2010), o diagrama de atividades é usado para o planejamento das atividades para se atingir determinado objetivo, especialmente em situações onde haja um número grande de atividades com precedência sobre outras.

Um exemplo de diagrama de atividades é encontrado na figura 13.

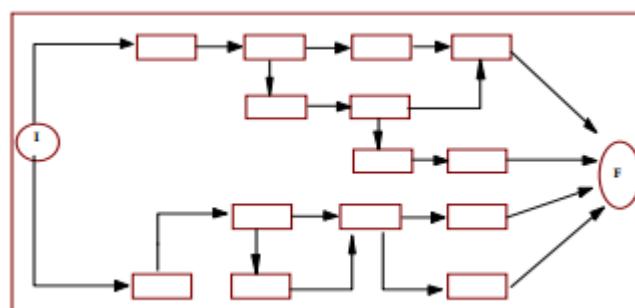


Figura 13: Diagrama de atividades. Fonte: Moura, 1994.

2.5 Ferramenta 5W2H

5W2H é a ferramenta utilizada para o planejamento de uma determinada ação a ser tomada, capaz de orientar as diversas ações que deverão ser implementadas, essa pode também ser utilizada para descrição de algum problema do qual se necessite de um aprofundamento mais amplo para chegar a sua causa raiz (OLIVEIRA, 1996).

A ferramenta atua como referência para sustentar as decisões, desta forma permite a realização do acompanhamento, do incremento ou desenvolvimento de um determinado projeto (OLIVEIRA, 1996).

O 5W2H trata de um documento que, preenchido passo a passo, apresenta as ações que devem ser tomadas e seus respectivos responsáveis pela execução. Os planos de ação necessitam ser estruturados, procurando permitir a identificação de forma rápida e eficaz, dos elementos indispensáveis para a implementação de um projeto. Estes elementos são identificados pelo 5W2H, que confere os 5W e os 2H, listados na sequência (OLIVEIRA, 1996).

- What (o que)?
- Why (porquê)?
- When (quando)?
- Where (onde)?
- Who (quem)?
- How (como)?
- How much (quanto)?

Segundo Oliveira (1996), o 5W2H pode ser apresentado de várias formas, permitindo o usuário utilizar seu próprio formulário adaptado a sua realidade. Na figura 14, pode ser observado um exemplo.

Descrição do Problema/Problem Description	
O que? What?	O que aconteceu? What happened?
Porque? Why?	Porque é problema? Why is a problem?
Quando? When?	Quando aconteceu? When happened?
Quem? Who?	Quem detectou? Who detected?
Onde? Where?	Onde foi detectado? Where was detected?
Como? How?	Como foi detectado? How was detected?
Quanto? How much?	Quantas peças com problemas? How much parts with problems?

Figura 14: Exemplo de questionário 5W2H. Fonte: Autoria própria.

2.6 Ferramenta 5 Porquês

Os “5 Porquês” é uma ferramenta para encontrar a causa raiz de um defeito ou problema. É uma técnica de análise que parte da premissa que após perguntar 5 vezes o porque um problema está acontecendo, sempre relacionado a causa anterior, será determinada a causa raiz do problema ao invés da fonte de problemas (BICHENO, 2006).

Esta ferramenta é muito usada na área de qualidade, mas na prática se aplica em qualquer área, e inclusive pode ser muito útil em seu dia a dia. Essa ferramenta simples de resolução de problemas foi desenvolvida por Taiichi Ohno, pai do Sistema de Produção Toyota, e consiste em formular a pergunta “Porquê” cinco vezes para compreender o que aconteceu (a causa-raiz) (BICHENO, 2006). Nada impede, porém, que mais (ou menos) do que 5 perguntas sejam feitas. O número 5 vem da observação de Ohno de que esse número costuma ser suficiente para se chegar à causa raiz (BICHENO, 2006).

A ferramenta permite encontrar a causa primária do problema, de modo que se pode determinar o que aconteceu, por que aconteceu e descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso aconteça novamente (LIKER, 2004).

A razão é que geralmente quando indagados sobre o que causa um problema, o ser humano tende a culpar alguma coisa ao invés de raciocinar e realmente procurar a causa. Geralmente diz-se que no primeiro porquê temos um sintoma, no segundo porquê temos uma desculpa, no terceiro um culpado, no quarto uma causa e no quinto uma causa raiz (LIKER, 2004).

2.7 FMEA

Segundo Palady (1997), FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é uma técnica que oferece três funções: a função de ferramenta de diagnóstico de problemas; a função de procedimento para execução e desenvolvimento de projetos; e a função de registro do projeto, processo ou serviço. Por ser utilizado como ‘diário’ no serviço, processo ou produto, cada alteração de qualidade ou confiabilidade que ocorre ao longo da vida de mercado, é documentada no FMEA.

Conforme Palady (1997, p.5) “FMEA é uma das técnicas de baixo risco mais eficientes para prevenção de problemas e identificação das soluções mais eficazes em termos de custos, a fim de prevenir esses problemas”.

Segundo Carpinetti (2010), FMEA pode ser aplicado tanto na melhoria do produto, quanto na melhoria do processo e o método foca no desenvolvimento de possíveis ações de melhoria, corretivas/preventivas, a partir da determinação de:

- Todos os possíveis modos de falhas;
- Os efeitos de cada falha sobre o desempenho;
- As causas dos modos de falhas.

Com base nisso, a tomada de decisão baseia-se em (CARPINETTI, 2010):

- Gravidade do efeito: Qual a severidade do efeito de falha no cliente?
- Ocorrência de falha: Qual a frequência de ocorrência de falha?
- Detecção de falha: Qual a chance de se detectar a ocorrência de falha antes que elas gerem o efeito indesejável no cliente?

Para a análise do produto e processo, é feita a tabela FMEA com os seguintes campos (CARPINETTI, 2010):

- Campos item e função/requisito: Para o produto, o primeiro campo indica qual o item será analisado e o segundo campo tem como objetivo caracterizar a função do item, incluindo especificação técnica. No caso de processo, o segundo campo é substituído por requisito, que tem como objetivo especificar o processo de forma mais completa;
- Campo modo de falha: Devem-se listar os modos de falha, ou seja, eventos que causam uma diminuição parcial ou total da função do produto ou do requisito do processo e de suas metas de desempenho. Em suma, defeitos e não conformidades;
- Campo efeito potencial de falha: Descrevem-se os efeitos de modos de falha no desempenho do produto ou no resultado do processo. É o que o cliente observa. Pergunta-se: o que acontecerá se ocorrer esse tipo de falha? Quais consequências poderão sofrer o cliente?
- Campo severidade: Traduzir a gravidade do efeito de falha numa escala de 1 a 10, sendo 1 muito baixa e 10 muito alta;
- Campo causa potencial de falha: Enumeradas todas as possíveis causas para a ocorrência das falhas. Essas causas podem ser definidas com ajuda de diagramas de causa-efeito. No caso do FMEA as causas podem ser relacionadas à engenharia do produto ou do processo;
- Campo ocorrência: Avaliar qual a chance de essas causas levarem à ocorrência de falhas. Também se deve numerar em uma escala de 1 a 10, como a de severidade;
- Campo controles atuais: São listados os mecanismos de controle atuais que tem o potencial de detectar as falhas decorrentes das causas ou possíveis causas identificadas. São os controles que podem evitar ou diminuir a chance da falha ocorrer;
- Campo detecção: Atribuir uma nota que expresse a chance de esse controle detectar a falha antes que ela ocorra, variando também em uma escala de 1 a 10. Entretanto, quanto maior a chance de detecção, menor nota atribuída;
- Campo RPN: Número de prioridade de risco (Severidade*Ocorrência*Detecção).

Ademais, Palady (1997, p.6,7) relata que, existem dois tipos de FMEA, “o DFMEA - *Design Failure Modes and Effects Analysis* (Análise de Modo e Efeito de Falha em Projeto): FMEA de projeto e o PFMEA - *Process Failure Modes and Effects Analysis* (Análise de Modo e Efeito de Falha em Processos): FMEA de processo”.

Para Palady (1997, p.7), a diferença entre eles está em seus objetivos, podendo ser identificados através das seguintes perguntas:

FMEA de projeto:

- Como esse projeto pode deixar de fazer o que deve fazer?
- O que devemos fazer para prevenir essas falhas potenciais de projeto?

FMEA de processo:

- Como esse processo pode deixar de fazer o que deve fazer?
- O que devemos fazer para prevenir essas falhas potenciais de processo?

A figura 15 apresenta um exemplo de FMEA.

Espaço do Processo	Entrada Chave do Processo	Modo de Falha Potencial	Efeitos de Falha Potencial	Severidade	Causas Potenciais	Ocorrência	Controles Atuais	Detecção	NPR
Colocar a bala na catapulta	bala	bala fora da especificação	não encaixar na caçamba	6	especificação incorreta	3	auditoria do sistema da qualidade	5	90
Colocar a bala na catapulta	caçamba	caçamba quebrar	parar o processo	8	fadiga, desgaste	4	manutenção preventiva	8	256
Posicionar o braço no ângulo	escala	escala incorreta	distorção nos lançamentos	5	escala não aferida	7	testes de aferição	8	280
Posicionar o braço no ângulo	especialista em ângulo	posicionamento incorreto	distorção nos lançamentos	5	falta de treinamento	7	conferância do posicionamento	8	280
Executar o disparo	operador	não realizar o disparo	parar o processo	8	greve	4	clima organizacional e plano de remuneração	8	256
Executar o disparo	elástico	não realizar o disparo	parar o processo	8	rompimento do elástico	8	manutenção preventiva	4	256

Figura 15: Exemplo de FMEA. Fonte: FILHO (2015).

2.8 APQP (*Advanced Product Quality Planning*) e PPAP (*Production Part Approval Process*)

2.8.1 APQP

APQP – *Advanced Product Quality Planning* (planejamento avançado da qualidade do produto) – é um método estruturado e estabelecido para garantir o atendimento do nível da qualidade nos prazos estipulados pelo cliente e é definido pelo manual APQP da AIAG (*Automotive Industry Action Group*) (APQP, 2015).

O APQP visa ter uma efetiva interface entre todos os setores envolvidos no planejamento e desenvolvimento do produto gerando sinergia entre todos os componentes dos grupos multifuncionais que venham ser formados nesse processo (APQP, 2015). Os grupos se estruturam com o objetivo da realização de todas as

etapas do processo do APQP nos prazos previstos em cronograma, buscando uma redução ou até mesmo a eliminação de possíveis modos de falha e também a minimização dos riscos de baixa qualidade no lançamento do produto (APQP, 2015).

O APQP também é essencial para o direcionamento dos recursos através da satisfação do cliente, identificando antecipadamente as mudanças dos requisitos, evitando mudanças no desenvolvimento do produto e após seu lançamento e alcançando a qualidade do produto num menor prazo a um custo mínimo (APQP, 2015).

O processo APQP é definido pelo Manual APQP da AIAG, documento atualizado e publicado pela AIAG. O manual inclui (APQP, 2015):

- Manual *Production Part Approval Process* (PPAP)
- Manual FMEA
- Manual CEP (Controle Estatístico do Processo)
- Manual MSA (*Measurement Systems Analysis*)

O APQP possui as seguintes características (APQP, 2015):

1. Foco

- Planejamento da qualidade;
- Satisfação dos consumidores;
- Melhoria Contínua.

2. Fases

- Planejamento e Programa de Definição;
- Projeto de Produto e Verificação de Desenvolvimento;
- Projeto de Processo e Verificação de Desenvolvimento;
- Validação de Processo e Produto;
- Lançamento, Feedback, Ações Corretivas e de Avaliação.

3. Atividades principais

- Planejamento;
- Projeto de Produto e Desenvolvimento;

- Projeto de Processo e Desenvolvimento; Validação de Processo e Produto; Produção.

4. Elementos principais

- Compreensão da necessidade do consumidor;
- Feedback corretivo e ações corretivas;
- Projetar dentro das capacidades do processo;
- Análise e tratamento de falhas;
- Verificação e Validação;
- Revisão de Projeto;
- Controles especiais/características críticas.

2.8.2 PPAP

O PPAP – *Production Part Approval Process* – é um processo derivado do APQP-PPAP, desenvolvido no final dos anos 80 por uma comissão de experts das três maiores indústrias automobilísticas: Ford, General Motors e Chrysler (PPAP, 2015). Essa comissão investiu cinco anos para analisar o então corrente estado de desenvolvimento e produção automotivo nos Estados Unidos, Europa e especialmente no Japão (PPAP, 2015).

O PPAP é utilizado na indústria para estabelecer um padrão entre as empresas e seus fornecedores de peças, componentes e processos de produção. A indústria relata a especificação de como deseja o produto (características técnicas e layout), para que o fornecedor possa efetuar todo o planejamento: processo de fabricação, testes e colhimento de dados. Desta maneira, pode-se mostrar que o fornecedor possui condições para o fornecimento desse produto, com base em todos os testes e seus resultados (PPAP, 2015).

O PPAP possui 18 elementos essenciais (PPAP, 2015):

1. Histórico do Desenho: o projeto grava a cópia do desenho. Se o cliente for responsável pelo projeto, esta será uma cópia do desenho do cliente que é emitido

junto com a ordem de compra. Se o fornecedor for o responsável, este desenho será liberado no momento da liberação do fornecedor.

2. Documento de Mudança de Engenharia Autorizada: documenta o projeto original e mostra a descrição detalhada de mudanças.

3. Aprovação de Engenharia: experimentação da engenharia com as peças de produção executadas na indústria do cliente. “Um desvio provisório” é requerido geralmente para emitir as peças ao cliente antes do PPAP.

4. DFMEA: análise da modalidade e do efeito de falha do projeto (DFMEA) revisto e assinado pelo fornecedor e pelo cliente. Se o cliente for responsável pelo projeto, geralmente não compartilha o projeto original com o fornecedor. Entretanto, a lista de todas as características críticas ou elevadas do impacto do produto deve ser compartilhada com o fornecedor.

5. Diagrama de Fluxo de Processo: indica todas as etapas e sequência no processo da fabricação, incluindo novos componentes.

6. PFMEA: processo de análise e modalidade do efeito de falha (PFMEA), assinado pelo fornecedor e pelo cliente. O PFMEA segue as etapas de fluxo do processo e indica os erros que podem ocorrer durante a fabricação e no conjunto de cada componente.

7. Plano de Controle: plano de controle, assinado pelo fornecedor e pelo cliente. Segue as etapas de PFMEA e fornece mais detalhes, como as alterações potenciais que podem ser verificadas dentro da qualidade, no processo de produção do conjunto ou durante a inspeção dos produtos.

8. Estudos da Análise do Sistema de Medidas (MSA): MSA contém geralmente as configurações para as características críticas ou elevadas do impacto e a calibragem usada para medir estas características.

9. Resultados Dimensionais: esta lista mostra a característica do produto, a especificação, os resultados da medida e a exibição da avaliação se esta dimensão foi “aprovada” ou “não aprovada”. Um mínimo de seis partes é relatado geralmente por produto/combinação de processos.

10. Registros de Material / Teste de Performance: os registros do material/desempenho testam o sumário de cada teste executado na divisória. Este sumário está geralmente em um formulário de DVP&R (*Design Verification Plan & Report*), que demonstra cada teste individual, quando foi executado, a especificação, resultados e a passagem da avaliação/falha. Se houver uma especificação da engenharia, geralmente anota-se na cópia. O DVP&R será revisto e assinado por grupos de engenharia do cliente e do fornecedor. O coordenador da qualidade procurará uma assinatura do cliente neste original. Além disso, esta seção lista todas as certificações de materiais (aço, plásticos, chapeamento, etc.), mostrando as conformidades.

11. Estudos do Processo Inicial: esta seção mostra todas as cartas estatísticas do controle do processo que afetam as características mais críticas. O objetivo é demonstrar que os processos críticos possuem estabilidade.

12. Documentação dos Laboratórios Selecionados: cópias da documentação do laboratório de todas as certificações que executaram os testes.

13. Relatório de Aprovação de Aparência: cópia do relatório da aprovação de aparência do formulário de AAI (*inspection approval appearance*) assinado pelo cliente. Aplicável para os componentes que afetam a aparência somente.

14. Amostra das Partes de Produção: produção de amostras do mesmo lote da produção inicial. O pacote de PPAP mostra geralmente um retrato da amostra e onde é mantido (cliente ou fornecedor).

15. Amostra mestra: amostra aprovada e assinada pelo cliente e pelo fornecedor; aquela que será usada para treinar operadores em inspeções subjetivas, tais como visuais ou de ruído.

16. Verificações Adicionais: quando houver ferramentas especiais para verificar as peças, as amostras desta seção são retratos da ferramenta e os registros da calibração, incluindo o relatório dimensional da ferramenta.

17. Exigências Específicas do Cliente: cada cliente pode ter exigências específicas, a serem incluídas no pacote de PPAP. É uma boa prática pedir ao cliente expectativas de PPAP.

18. Certificado de Submissão de Peça (PSW – *Part Submission Certificate*): formulário que sumariza o processo completo do PPAP. Este formulário mostra a razão para a submissão (mudança do projeto, revalidação anual, etc.) e o nível dos originais submetidos ao cliente. Há uma seção que pede resultados que se encontrem com todas as exigências do desenho e da especificação. Se houver algum desvio, o fornecedor deve anotar na autorização ou informar que o PPAP não pode ser submetido.

2.9 Abordagens de melhorias

Para Slack, Chamber e Johnston (2009) são duas as estratégias de melhorias, as quais em certas medidas são inclusive opostas, sendo elas melhoria contínua e melhoria revolucionária. Carpinetti (2010) define melhoria contínua como uma abordagem para a melhoria caracterizada por um processo de contínuo aperfeiçoamento, um processo cíclico e iterativo, caracterizado por passos incrementais. Por outro lado, a melhoria revolucionária ou radical, refere-se a um melhoramento baseado em uma mudança radical, uma mudança dramática na forma

como a atividade é realizada (CARPINETTI, 2010). O escopo do presente trabalho engloba somente métodos de melhoria contínua.

2.9.1 Ciclo PDCA

A natureza cíclica e iterativa do melhoramento contínuo pode ser resumida pela ideia de ciclos de melhorias, o que representa um processo sem fim de questionamentos e requestionamentos sobre as características do processo (SLACK, CHAMBER E JOHNSTON, 2009). O método mais genérico de processo de melhoria contínua é o ciclo PDCA (CARPINETTI, 2010).

PDCA são as iniciais em inglês das palavras *Plan*, *Do*, *Check* e *Action* e segundo Campos (1992) o ciclo envolve as seguintes etapas:

- Planejamento (P): estabelecer metas, os itens de controle e os métodos para atingir a meta proposta;
- Execução (D): execução de atividades previstas e coleta dos dados para a futura verificação do processo. Ocorre nessa etapa também o treinamento para execução;
- Verificação (C): comparação dos resultados atingidos com os resultados propostos na etapa de planejamento;
- Ação Corretiva (A): atuação nos desvios detectados visando fazer correções definitivas. Se necessário, replanejamento das ações de melhoria e reinício do ciclo.

A figura 16 representa uma ilustração do ciclo PDCA.

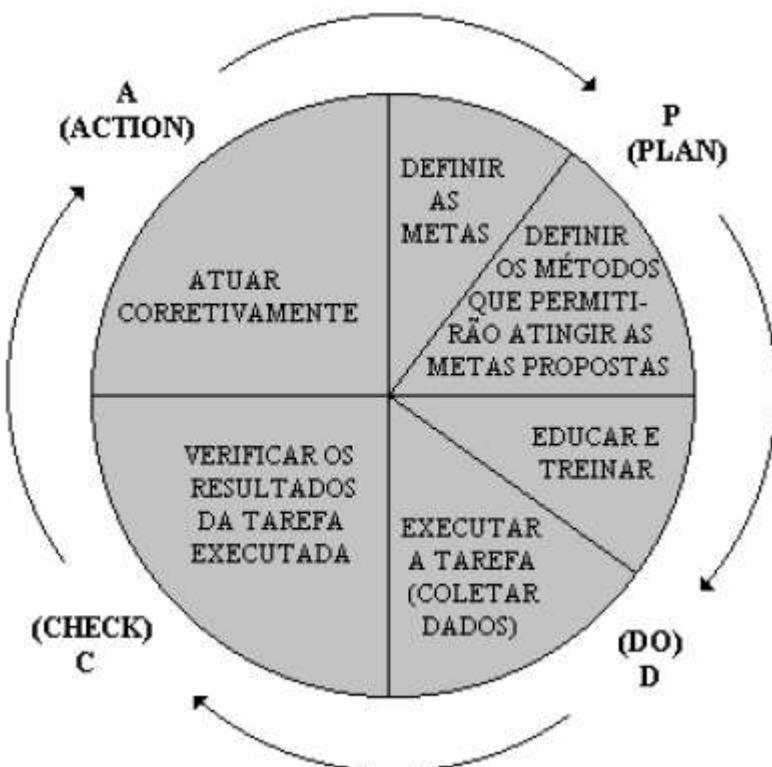


Figura 16: Ciclo PDCA (CAMPOS, 1992, p.30)

2.9.2 MASP

O MASP (*Method of Analysis for Solving Problem*) ou Método de Análise e Solução de Problemas ou ainda QC Story é, segundo Carpinetti (2010), uma versão mais detalhada do método PDCA. Essa metodologia se baseia na obtenção de fatos que justifiquem ou comprovem teorias ou hipóteses previamente levantadas, baseado no raciocínio lógico e natural (WERKEMA, 2004). Há diversas sequências que podem ser sugeridas para o MASP. No quadro 2 são apresentadas duas sequências utilizadas por autores consagrados (WERKEMA, 2004):

Quadro 2: Modelos Sequenciais do MASP (WERKEMA, 2004)

Sequência do Instituto Juran	Sequência de Hitoshi Kume – QC Story
1. Definir e organizar o projeto;	1. Problema – identificar o problema;
2. Diagnosticar as causas;	2. Observação – apreciar as características do problema 3. Análise – determinar as causas principais;
3. Remediar o problema;	4. Ação – agir para eliminar as causa
4. Reter os benefícios.	5. Verificação – confirmar a eficácia da ação; 6. Padronização – eliminar definitivamente as causas; 7. Conclusão – recapitular as atividades desenvolvidas e planejar para o futuro.

Para Carpinetti (2010), são 8 etapas do MASP, as quais se encaixam no ciclo PDCA, como pode ser visto no quadro 3:

Quadro 3: Etapas do MASP (CARPINETTI, 2010)



2.9.3 DMAIC

De acordo com Werkema (2004), o DMAIC é composto por cinco etapas: *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar).

Etapa D: *Define* (Definir)

A primeira etapa do DMAIC (D: *define*) consiste na definição do problema, devendo esta ser a mais específica possível (BRUSSEE, 2004). Werkema (2004) indica que, para isso, os seguintes pontos devem ser determinados: problema a ser abordado pelo projeto; meta a ser atingida; clientes envolvidos com o problema; processo relacionado ao problema; e impacto econômico do projeto.

Etapa M: *Measure* (Medir)

Nessa etapa (M: *measure*) é determinado o foco do problema, o que deve ser feito por meio do levantamento das seguintes questões: resultados a serem medidos para a obtenção de dados úteis à determinação do foco do problema; e focos prioritários do problema (WERKEMA, 1995).

De acordo com Carpinetti (2010), nessa fase deve-se coletar dados para investigar as características do problema, ou seja, mensurar a capacidade e a dispersão de resultados.

Etapa A: *Analyze* (Analizar)

Esta etapa (A: *analyze*) é direcionada ao entendimento da ocorrência do problema prioritário, ou seja, à descoberta de suas causas fundamentais e sua quantificação (WERKEMA, 2004). A análise dos dados coletados na etapa M deve ser realizada, por meio da utilização de ferramentas da qualidade e estatísticas, de modo a verificar a coerência entre os dados e os problemas definidos e identificar a causa raiz (BRUSSEE, 2004).

Etapa I: *Improve* (Melhorar)

A etapa (I: *improve*) se dedica, conforme Brussee (2004), à implementação das prováveis soluções identificadas, verificando os resultados obtidos. Esta é uma fase crítica, visto que as melhorias são incorporadas ao processo, havendo a interação entre a equipe e as pessoas responsáveis pelas atividades (CARVALHO; ROTONDARO, 2005).

Etapa C: *Control* (Controlar)

A última etapa do método DMAIC (C: *control*), de acordo com Tonini, Laurindo e Spínola (2005), consiste na documentação e no monitoramento do desempenho do novo processo, após a implementação das melhorias propostas.

Aguiar (2006) explica que o DMAIC foi desenvolvido como uma evolução do ciclo PDCA, sendo dada, de acordo com Werkema (2004), grande ênfase ao planejamento antes da execução de qualquer ação. Na figura 17 é mostrada a correspondência entre os dois métodos:



Figura 17: Correspondência entre o DMAIC e o PDCA. Fonte: Werkema, 2004.

2.9.4 Oito Disciplinas (8D)

2.9.4.1 Conceito e Evolução da Metodologia

A metodologia 8D teve origem no *standard de qualidade MIL-STD 1520 “Corrective Action and Disposition System for Nonconforming Material”* emitido pelo exército dos Estados Unidos da América (BEHRENS et al., 2007). Introduzido em 1974, era um método eficiente para lidar com material não conforme (BEHRENS et al., 2007). O principal objetivo era a identificação do erro, a análise da causa raiz, a limitação de perdas, a prevenção da recorrência da falha, redução de custo de produção e um crescimento da qualidade (BEHRENS et al., 2007).

Posteriormente foi desenvolvida e melhorada pela Ford Motor Company nos anos 80 (GONZÁLES & MIGUEL, 1998). Depois o VDA (*German Association of the Automotive Industry*) publicou sua própria versão para os fornecedores da indústria automotiva alemã (BEHRENS et al., 2007).

O método 8D (oito disciplinas) também é conhecido como TOPS (*Team Oriented Problem Solving* ou em português, solução de problema orientado à equipe), ou mesmo como TOPS 8D (*Team Oriented Problem Solving- Eight Discipline process*, ou em português solução de problema orientado à equipe – processo das oito disciplinas). Chelson et al. (2005) descrevem que este é o método da Ford para resolução de problemas, e de acordo com Zairi (1999), a alta direção da Ford apoiava tal ferramenta, a qual teve início na indústria automotiva. Porém, Campagnaro et al. (2008) abordam que a utilização do 8D não se dá apenas em empresas da cadeia automotiva, mas em praticamente todos os seguimentos industriais, e assim os autores concluem que o 8D goza de razoável reputação entre as empresas de manufatura.

Oito disciplinas é uma ferramenta de melhoria da qualidade de produtos e processos (GONZÁLES; MIGUEL, 1998). É utilizada para a resolução de não conformidades, ordenando o pensamento e facilitando a análise e solução de um problema (GONZÁLES; MIGUEL, 1998). É orientada ao trabalho em equipe, sendo utilizada dentro das organizações devido sua simplicidade e eficiência (GONZÁLES; MIGUEL, 1998).

A metodologia 8D é uma metodologia de acompanhamento de fornecedores que define uma sequência de passos que devem ser seguidos quando um problema se torna evidente (WHITFIELD; KWOK, 1996). Esta metodologia promove o desenvolvimento de ações que eliminam a raiz de um problema e a implementação de medidas corretivas permanentes para os eliminar (RIESENBERGER; SOUSA, 2010). Dentro deste método, a reclamação do cliente é enviada ao fornecedor, que cria um time para lidar com a reclamação (BEHRENS *et al.*, 2007).

As funções básicas para inspirar uma equipe é a resolução de problemas, a contenção de seus efeitos, a busca pelos fatos, a localização da causa raiz, a abertura de ações preventivas e solução dos problemas (KEPNER; TREGOE, 2001).

A seguir estão algumas características do método 8D, segundo Chelson *et al.* (2005):

- É aplicado em equipe de forma ordenada;
- Utiliza fatos ao invés de opiniões pessoais;
- Pode ser aplicado para qualquer tipo de problema e atividade;
- Promove melhor comunicação entre diferentes áreas que compartilham do mesmo objetivo;
- Faz uso de documentos e gera relatório.

2.9.4.2 Etapas da Metodologia 8D

O principal objetivo da metodologia 8D é enfrentar o problema e descobrir as fraquezas existentes no sistema de gestão que permitiram que o problema tenha ocorrido (Riesenberger e Sousa, 2010), reduzir o custo de produção e fomentar uma melhoria da qualidade (Behrens *et al.*, 2007). Mais especificamente, a metodologia 8D tem por finalidade a identificação do problema, a resolução do problema evitando a sua recorrência e a documentação de todo esse processo.

Os oito passos (8D) para aplicação desta ferramenta são: Disciplina 1 – Definição da Equipe; Disciplina 2 – Descrição do Problema; Disciplina 3 – Ações de Contenção Imediata; Disciplina 4 – Análise da Causa Raiz; Disciplina 5 – Validar Ações

Corretivas; Disciplina 6 – Implementar Ações Corretivas; Disciplina 7 – Ações Preventivas; Disciplina 8 – Análise de Encerramento (González e Miguel, 1998):

Disciplina 1 – Definição da Equipe

A primeira disciplina tem a finalidade de definir a composição da equipe para resolução do problema (GONZÁLES; MIGUEL,1998). Esta deve conter necessariamente profissionais de múltiplas áreas do conhecimento, qualificados, e que busquem integrar suas competências para solucionar as falhas existentes (GONZÁLES; MIGUEL, 1998). Em consenso essa equipe deve apontar um líder, para dar andamento às aplicações das ferramentas de qualidade e orientar o grupo de trabalho (GONZÁLES; MIGUEL,1998).

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

O time deve ser multifuncional e deve incluir o dono do processo, o membro da qualidade e os responsáveis pela contenção, análise, correção e prevenção do problema (BEHRENS *et al.*, 2007).

Disciplina 2 – Descrição do Problema

Nessa etapa são utilizadas as ferramentas da qualidade, procurando a contextualização das não conformidades, de forma objetiva, buscando saber sua origem (interna ou externa); deixando explícitos os objetos alvos a servirem de base para a aplicação das ferramentas apropriadas (GONZÁLES; MIGUEL,1998).

Para explicitar qual é o problema e qual sua origem, nesta disciplina, deve-se aplicar as seguintes perguntas: quem, que, onde, porque, quanto, como e quando (RISTOF, 2008).

Pode proceder-se à caracterização do problema através da técnica de *5W2H - Who, What, When, Where, Why, How e How much* - de forma a conseguir descrever o problema de uma maneira objetiva e quantificável. O problema deve ser definido em termos de qual produto é afetado, qual o problema do produto, quando é que o

problema surgiu, onde é que o problema acontece, porque é um problema, como se mede os defeitos e quantas unidades estão defeituosas (WHITFIELD; KWOK, 1996).

É importante ressaltar que a técnica 5W2H não é utilizada nessa etapa no sentido de planejar e estruturar uma ação, e sim como uma ferramenta exploratória para investigar e contextualizar o problema em toda sua abrangência. Assim, a etapa *how much* não se refere a custo como a teoria sugere, e sim a quantidade de peças com defeito.

O time descreve o problema com as palavras do fornecedor, assim esclarecendo a descrição da falha entregue pelo cliente (BEHRENS *et al.*, 2007).

Disciplina 3 – Ações de Contenção Imediata

Essa disciplina aborda as ações a serem tomadas de forma imediata para evitar que o problema tome proporções maiores e para proteger o cliente (interno ou externo) até que as ações corretivas sejam implantadas (GONZÁLES; MIGUEL, 1998).

As ações de contenção devem ser tomadas a fim de isolar o efeito causado pelo problema, até que a ação corretiva seja tomada (RISTOF, 2008).

De maneira a evitar que o problema assuma proporções catastróficas ou se espalhe pela organização, é necessário perceber quais são as áreas afetadas num curto espaço de tempo para assim se conseguir minimizar o impacto do problema na produção, ou no mercado. Dependendo das consequências que podem derivar do problema, as ações a serem tomadas assumem diferentes proporções. Em alguns casos uma ação de contenção pode ser apenas informar o cliente do problema de qualidade, mas em casos mais graves pode ser necessário parar a produção e recolher todos os produtos afetados do mercado (WHITFIELD; KWOK, 1996).

Na indústria automobilística, o tempo usual para a ação de contenção ser tomada é de 24 horas e deve conter as seguintes ações (KRAJNC, 2012):

- Checar os estoques e armazém do cliente e fornecedor;
- Checar peças transportadas para o cliente;
- Bloquear e eliminar peças defeituosas que estejam sendo manufaturadas;
- Definir medidas para remediar os danos causados ao cliente.

Ademais, o fornecedor é responsável por abordar o problema nas instalações do cliente, como também assumir todos os gastos com as peças defeituosas. Se houver necessidade de terceirizar o processo de contenção, o fornecedor que deve contratar a empresa terceira e pagar os serviços prestados por ela (KRAJNC, 2012).

Disciplina 4 – Análise da Causa Raiz

Nessa etapa prioriza-se a identificação e análise da raiz do problema, aplicando as ferramentas da qualidade apropriadas para a situação. Geralmente, essa é a parte mais demorada e importante do estudo, pois dará o direcionamento da aplicação das próximas disciplinas (GONZÁLES; MIGUEL, 1998).

Esta é a fase mais crítica desta metodologia, pois dela depende o sucesso da aplicação. Neste estágio deve ser identificada qual a causa raiz do problema e para isso utilizam-se as ferramentas de qualidade aplicáveis no caso. Algumas dessas ferramentas podem ser digrama de causa e efeito, cinco porquês e ferramentas estatísticas (RISTOF, 2008).

Esta fase envolve a estruturação e atribuição de diferentes prioridades a todas as potenciais causas do problema para investigação futura. Deve-se proceder a uma sessão de *brainstorming* em que se recorre a diferentes ferramentas da qualidade tais como o diagrama de Ishikawa e o 5Why. Nesta etapa não se procura encontrar uma solução para o problema, mas sim encontrar a raiz deste (WHITFIELD; KWOK, 1996).

Disciplina 5 – Validar Ações Corretivas

Ao longo do processo de identificação das potenciais causas, potenciais soluções vão sendo encontradas. Estas soluções devem ser estudadas, para ter a certeza que a solução encontrada irá resolver o problema sem, que por outro lado, crie um novo problema (GONZÁLES; MIGUEL, 1998).

Nesta disciplina há a escolha da ação corretiva a ser implementada para a eliminação da causa raiz do problema (RISTOF, 2008).

Disciplina 6 – Implementar Ações Corretivas

Nesta fase o principal objetivo é o de implementar as ações escolhidas previamente. A equipe deve desenvolver uma estratégia de implementação bem estruturada, para que seja claro o que irá mudar, quando irá ocorrer essa mudança e quem será o responsável por mudança (GONZÁLES; MIGUEL,1998).

Nesta fase ocorre a implementação das ações corretivas e a certificação de que não haverá reincidência do problema, por meio de monitoramento em longo prazo (RISTOF, 2008).

Disciplina 7 – Ações Preventivas

Após análise e discussão dos resultados, se o resultado for positivo, revisa-se a documentação de produção, a fim de padronizar os processos com a nova metodologia de execução, evitando assim que as causas voltem a ocorrer (GONZÁLES; MIGUEL,1998).

Se a ação foi eficaz, deve-se conferir se há necessidade de alterações em instrumentos de trabalhos, procedimentos, planos de controle. Também, nesta fase, deve se identificar a necessidade de treinamentos e a abrangência da ação em outros processos ou produtos (RISTOF, 2008).

Disciplina 8 – Análise de Encerramento

Destina-se ao agradecimento às pessoas envolvidas no processo, pelos resultados obtidos e pelos esforços empregados por toda a equipe (GONZÁLES; MIGUEL,1998).

Segundo Fernandes (2005), 8D é uma metodologia de solução de problemas completa e eficaz, englobando os passos necessários para garantir a solução definitiva

de um problema de qualidade. Ainda, conforme descrito por Magalhães (2005) nem sempre é obrigatório o uso dos 8 passos, pois nem todos os problemas precisam de uma equipe para serem resolvidos, sendo que nesses casos, pelo menos o primeiro e o último passos não são necessários. Portanto, de acordo com Magalhães (2005), deverão ser usados todos os oito passos quando a causa do problema é desconhecida ou quando a resolução do problema está para além da capacidade de uma só pessoa. A figura 18 representa o fluxograma da metodologia 8D para solução de problemas.

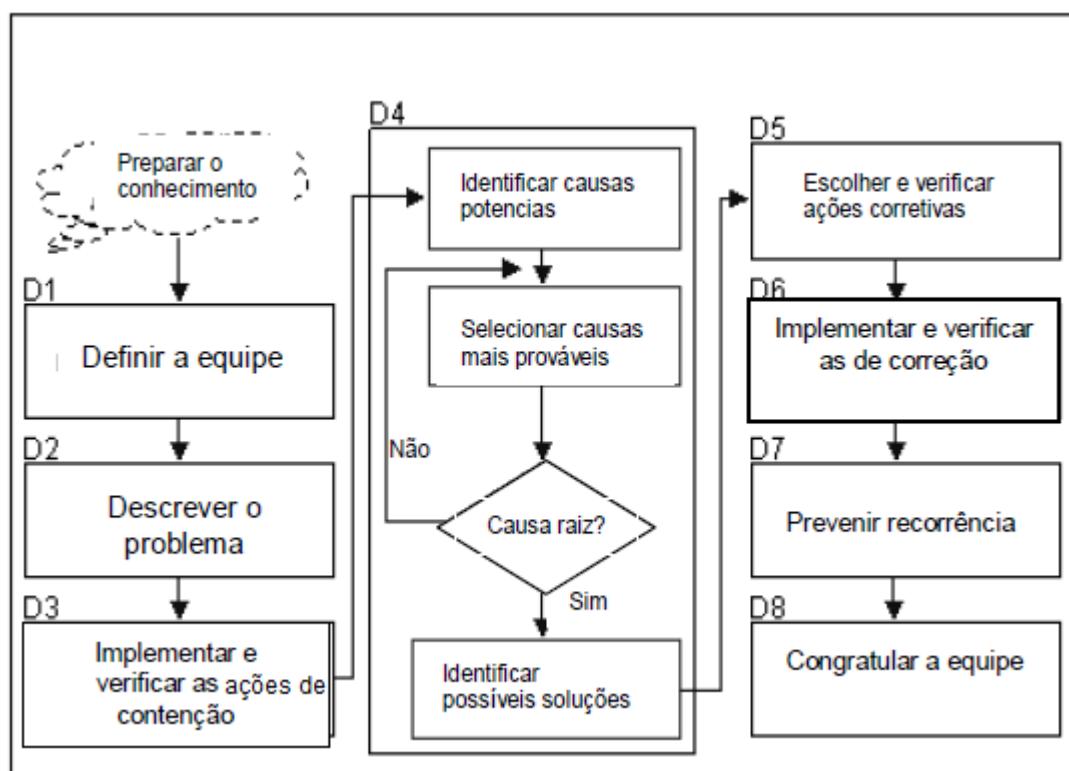


Figura 18: Fluxograma da Metodologia 8D para Solução de Problemas. Fonte: Rambaud (2006).

As ações que se encontram intrínsecas em cada passo podem variar de acordo com as especificações e processos da empresa. Esta característica da metodologia 8D é por vezes um aspecto negativo, pois em casos esporádicos com o intuito de resolver um problema de qualidade o mais rápido possível as empresas impõem limites temporais demasiado curtos para o cumprimento dos diferentes passos da metodologia. Esta abordagem pode ser imprudente visto que alguns problemas de qualidade resultam de acontecimentos únicos e aleatórios que necessitam de uma investigação

profunda por parte da equipe responsável pelo projeto, sendo a sua replicação bastante difícil (WHITFIELD; KWOK, 1996).

Ademais, pode-se fazer a seguinte relação entre 8D e ciclo PDCA, resultando no quadro 4.

Quadro 4: Relação entre 8D e ciclo PDCA. Fonte: Krajnc (2012).

Ciclo PDCA	8D
Plan	1D - Definir a equipe
	2D - Descrever o problema
	4D - Identificar causa raiz
Do	3D - Ação de contenção
	5D - Validar ações corretivas
Check	6D - Implementar ações corretivas
Act	7D - Ação preventiva
	8D - Análise de encerramento

2.9.4.3 Exemplos da utilização da ferramenta 8D

Alguns dos exemplos emblemáticos da utilização da ferramenta 8D incluem:

Caso Motorola – a metodologia foi inserida na Motorola pela Ford Motor Company em 1989 sendo exigido à Motorola o seu uso na resolução dos problemas relacionados com os produtos Ford. O 8D foi iniciado com o objetivo de otimizar a montagem dos circuitos eletrônicos, sendo o resultado final muito positivo. A equipe, após os oito passos da metodologia, sentiu que a ferramenta 8D foi indispensável para o aprimoramento do processo. (BEHRENS *et al.*, 2007).

Caso da Indústria Automobilística Alemã – a metodologia 8D foi implementada pela Associação da Indústria Automobilística Alemã (VDA) e ficou demonstrado que a utilização da metodologia 8D permitiu preencher o vazio existente entre os vários elementos da cadeia de abastecimento do setor automobilístico. O 8D foi utilizado como um meio de transferência de informação simples e robusto à gestão de reclamações de clientes (BEHRENS *et al.*, 2007).

2.10 Síntese da Revisão Bibliográfica

A revisão bibliográfica foi fundamental para fornecer um entendimento teórico da Qualidade e da metodologia aplicada na área de Desenvolvimento de Fornecedores como também a relação entre os tópicos estudados.

O processo APQP é focado na melhoria contínua para desenvolver um produto robusto e que atenda as especificações de engenharia. Logo, dentro do APQP há utilização do ciclo PDCA como também do 8D para Resolução de Problemas.

O PPAP é o processo de aprovação da peça, logo para ocorrer uma aprovação é necessário que haja o PFMEA e o DFMEA do produto para assegurar a não ocorrência de falhas. Ademais, o PPAP e o APQP são intimamente relacionados, já que o PPAP é parte do processo APQP.

Há também uma correspondência entre o PDCA, DMAIC, 8D e MASP já que todos são processos focados em melhoria contínua. Essa correspondência pode ser observado no quadro 5.

Quadro 5: Correspondência entre PDCA, MASP, DMAIC e 8D. Fonte: Autoria própria

PDCA	MASP	DMAIC	8D
Plan	Identificação do problema	Define	1D - Definir a equipe
	Observação	Measure	2D - Descrever o problema
	Análise	Analyze	4D - Identificar causa raiz
	Plano de Ação		3D - Ação de Contenção
Do	Ação	Improve	5D - Validar Ações Corretivas
			6D - Implementar Ações Corretivas
Check	Verificação	Control	7D - Ação Preventiva
Act	Padronização	Control	8D - Análise de Encerramento
	Conclusão		

O foco do projeto é a utilização da ferramenta 8D, logo nos próximos capítulos do projeto encontra-se um estudo de caso sobre a aplicação da Metodologia 8D como também das ferramentas da qualidade para a Resolução de Problemas e Melhoria contínua.

3 Método de Pesquisa

3.1 Entendimento da Organização

A empresa “X” é uma multinacional da linha branca que possui no Brasil mais de uma fábrica, escritórios administrativos, centros de tecnologia, vários laboratórios e centros de distribuição.

Oferece ao mercado brasileiro um portfólio completo de produtos em vários segmentos de linha branca. Ademais, é uma empresa que investe em sustentabilidade, sendo guiada pelo conceito de Inovação Sustentável, ou seja, desenvolver produtos e processos cada vez mais sustentáveis, considerados os fatores sociais, ambientais e econômicos de forma responsável.

A qualidade e a inovação dos eletrodomésticos produzidos no Brasil torna possível sua exportação para mais de 70 países em todos os continentes. Além disso, as marcas da empresa “X” são líderes em preferência no país e, juntas, correspondem a quase metade do mercado.

O estudo de caso foi feito na fábrica do interior do Estado de São Paulo, especificamente no Departamento de Suprimentos (*Supply Chain*), área de Desenvolvimento de Fornecedores (*Supplier Development Engineering*).

Os fornecedores da empresa “X” possuem três objetivos claros dentro da organização representados pela figura 19:

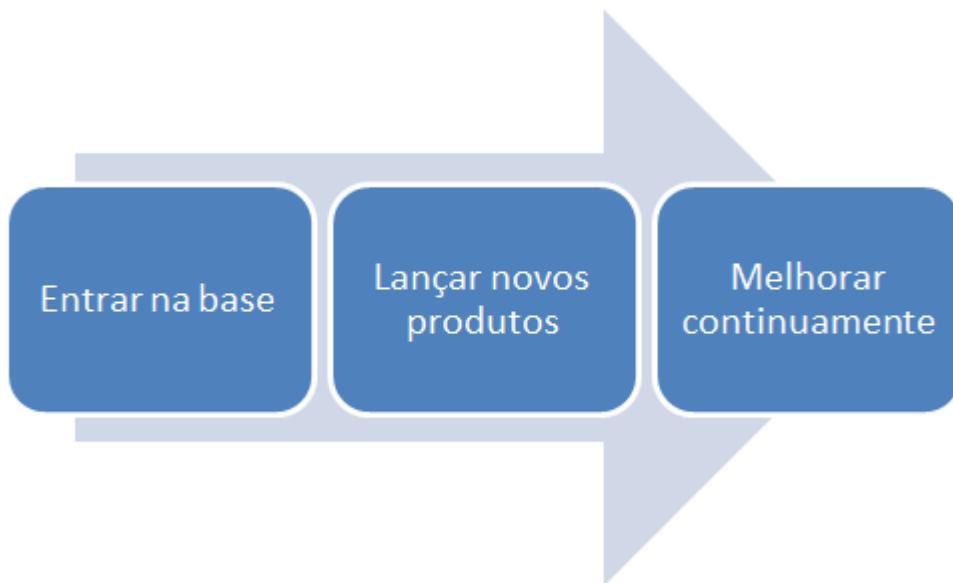


Figura 19: Funções dos fornecedores da empresa “X”. Fonte: Autoria própria.

Logo, os Engenheiros de Desenvolvimento de Fornecedores (*Supplier Development Engineer*) da empresa “X” são responsáveis pelas seguintes atividades:

1 - Auxiliar o desenvolvimento de fornecedores através do controle de auditorias

As auditorias são realizadas com o objetivo de validar a entrada do fornecedor na base de fornecedores da empresa “X”. Somente após a validação e aprovação da auditoria o fornecedor pode concorrer comercialmente para o fornecimento de produtos.

2 - Desenvolver fornecedores utilizando a ferramenta APQP e PPAP com eventuais visitas aos fornecedores

O fornecedor, após ganhar comercialmente o fornecimento do novo produto, deve ser desenvolvido com base nas fases do APQP para atender aos requisitos de qualidade da empresa “X”.

Para cada novo item, o fornecedor deve preencher o PPAP atendendo aos requisitos do desenho, normas técnicas e os índices de capacidade do processo. O Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores valida o PPAP e consequentemente começa a produção em massa do item na fábrica do fornecedor.

3 - Monitorar e avaliar planos de ação desenvolvendo fornecedores na busca de melhoria contínua através da ferramenta 8D

Quando há algum problema no produto do fornecedor, o Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores é acionado e desenvolve um plano de melhoria contínua e solução de problemas através da ferramenta 8D. O time do fornecedor e o Engenheiro da empresa “X” se unem para preencher e implementar o 8D na fábrica do fornecedor.

O presente trabalho foi estudado dentro do último tópico, ou seja, na resolução de problemas e melhoria contínua do fornecedor através do 8D e ferramentas da qualidade.

3.2 Modelo do Estudo

O estudo foi definido como descritivo, já que pretende expor as características de uma determinada população (VERGARA, 2000, p.47). Ademais, é um estudo de caso, pois trata-se de um estudo empírico de um fenômeno dentro do contexto da empresa “X” (YIN, 1981, p.23).

O foco principal do estudo foi analisar a aplicação da metodologia 8D na Empresa X e fazer as seguintes comparações: compreender qualitativamente como é a relação entre a teoria e o modelo da empresa X; entender como é a relação entre a teoria e a prática da empresa X; comparar o modelo da empresa X com a prática da organização. A figura 20 apresenta a caracterização do estudo.

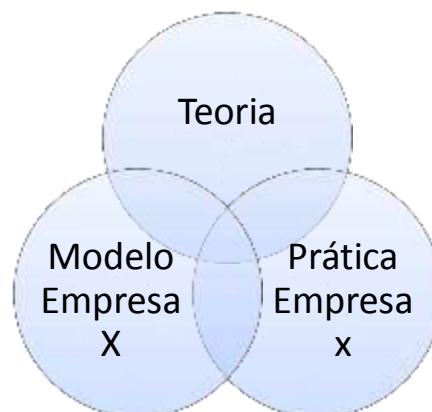


Figura 20: Caracterização do Estudo. Fonte: Autoria própria

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada através de análise documental e observação pessoal. Conforme Vergara (2000, p. 49), "a pesquisa participante não se esgota na figura do pesquisador. Dela tomam parte pessoas implicadas no problema sob investigação, fazendo com que a fronteira pesquisador/pesquisado, ao contrário do que ocorre na pesquisa tradicional, seja tênue".

A autora do trabalho elaborou um roteiro de análise, conforme quadro 6, para acompanhar o estudo de caso e conseguir coletar as informações necessárias para uma avaliação da metodologia 8D na Empresa X.

Quadro 6: Roteiro de Análise. Fonte: Autoria própria

Roteiro de Análise	
1D - Montar uma Equipe	Quais foram os membros do time?
	Houve na equipe um profissional da Empresa X?
	A equipe era multifuncional?
	Houve na equipe um profissional do fornecedor?
2D - Descrição do Problema	Houve uma descrição do problema?
	Utilizou-se a metodologia 5W2H?
	Identificou-se o problema em termos quantificáveis?
3D - Ação de Contenção	A ação de contenção foi apresentada com evidência gráfica?
	Qual foi o prazo para instalação da contenção? Foi em 24 horas?
	Houve seleção e bloqueio de lotes?
	Como foi o envio dos próximos lotes de produção após a identificação da falha?
4D - Causa Raiz	Utilizou-se ferramentas de mapeamento para identificar a causa raiz?
	Houve coleta e análise de dados para identificar a causa raiz (COV, DOE, MSA)?
	Utilizou-se diagrama de causa e efeito para identificar a causa raiz?
	Porque o fornecedor não conseguiu detectar o problema e evitar o envio de peças ruins para a Empresa X?
	Qual foi o tempo necessário para identificar a causa raiz?
5D - Ação Corretiva	Foi definida as ações corretivas?
	Foi levantada a eficácia das ações corretivas?
6D - Implementar Ação Corretiva	Houve controles contínuos para analisar se a causa raiz foi eliminada?
	Houve monitoramento dos efeitos a longo prazo?
	Houve programas de teste de pré produção depois de implementada as ações corretivas?
	Houve testes funcionais e de confiabilidade para avaliar a eficácia das ações corretivas?
	Houve análise dos riscos a cerca das ações corretivas?
	As ações corretivas foram implantadas após 15 dias da ocorrência do problema?
	Houve revisão do plano de controle?
7D - Ação Preventiva	Houve revisão do FMEA?
	Houve revisão de fluxogramas, instruções de trabalho e diretrizes de design?
	Houve documentação das ações?
8D - Fechamento e Assinatura	Qual foi o tempo para fechar o 8D? O 8D foi fechado em 30 dias após a ocorrência do problema?
	Houve aprovação e fechamento do 8D pelo Engenheiro de Desenvolvimentos de Fornecedores da Empresa X?
	As ações corretivas foram verificadas 45 dias após a ocorrência do problema?
	O 8D foi preenchido no Sistema Global da Empresa X?

Ademais, não há nenhuma limitação quanto a informações pesquisadas na empresa, já que a pesquisadora teve plena liberdade de acesso a informações dentro da organização como também contato direto com os envolvidos na tratativa do caso, os quais eram responsáveis por responder os questionamentos contidos no roteiro de análise.

3.4 Análise e Interpretação dos Dados

Como a pesquisa foi feita em uma única empresa, a abordagem utilizada para análise considera que, a interpretação dos dados foi qualitativa. Segundo Vergara (2000), a análise qualitativa fornece a possibilidade de os dados serem apresentados de forma estruturada, e posteriormente analisados.

4 Análises

4.1 Método 8D da Empresa X

A Empresa X requer o uso da metodologia 8D (oito disciplinas) para estruturar o processo de solução de problemas do fornecedor. Os fornecedores devem dar uma resposta inicial para a Empresa X e devem ter uma contenção em prática dentro de 24 horas a partir do recebimento da notificação, a não ser que de outra forma orientado pela empresa. Espera-se que as correções estejam em prática dentro de 15 dias, que os 8Ds sejam preenchidos (fechados com a aprovação) em 30 dias, e que as ações corretivas sejam verificadas em 45 dias, a não ser que de outra forma autorizado pela Empresa X.

Algumas premissas para abertura do 8D na Empresa X:

- O 8D deve ser aberto pelo time de inspeção da qualidade da Empresa X já que são eles que tiveram o primeiro contato com o produto apresentando falha na linha de produção ou nos testes finais de aprovação;
- Todo 8D deve ser fechado pelo *Supplier Development Engineer* da Empresa X pois ele é o recurso que possui o conhecimento técnico para avaliar, juntamente com o time do fornecedor, a falha;
- O preenchimento do 8D é feito on-line e através de um sistema virtual específico para essa ferramenta.

Etapas da metodologia 8D na empresa X são:

1. Montar uma equipe

Identificar os membros da equipe que são especialistas no assunto em questão (interfuncional se aplicável). A equipe deve obrigatoriamente incluir um responsável do problema, um time de aprovação (que deverá rever o relatório e dar aprovação para o fechamento final) e um profissional da Empresa X. Situações poderão ocorrer em que os membros da equipe da Empresa X devem fazer parte da equipe de resolução.

2. Descrição do Problema

Descrever em detalhes o defeito que a Empresa X observou. Especificar os problemas, identificando em termos quantificáveis todos os aspectos relevantes do problema, ou seja, o que, porque, quando, quem, onde, como e quanto (metodologia 5W2H). Estabelecer a melhor medição e metodologia de rastreamento.

3. Ação de Contenção

Definir e implementar ações de contenção para impedir que o problema seja enviado para a Empresa X até que ações corretivas permanentes estejam disponíveis. Recomenda-se verificar a eficácia do plano de ação com evidência gráfica (gráficos de variação, cartas de controle e mapas do produto, entre outros). A não ser que de outra forma solicitado pela Empresa X, o fornecedor deve apresentar, dentro de 24 horas do recebimento da comunicação de não conformidade, uma resposta inicial que incluirá, mas não se limitará a:

- Ações de contenção imediatas e contínuas a serem tomadas pelo fornecedor para impedir mais entregas de componentes, produtos, peças ou materiais não conformes de acordo com o que foi concordado entre o fornecedor e a Empresa X. Ações formais de contenção devem incluir a coleta e a análise de dados;
- A eliminação de componentes, produtos, peças ou materiais não conformes na instalação da Empresa X e em trânsito. O fornecedor deve analisar toda a rede de entregas para identificar quaisquer componentes, produtos, peças ou materiais suspeitos, ou em trânsito para qualquer instalação da empresa X. O fornecedor é responsável por assegurar a eliminação de todos os produtos, peças ou materiais suspeitos, o que pode incluir autorização de retorno do material e empresas terceirizadas de coleta seletiva quando utilizadas;

- A data da próxima entrega de componentes, produtos, peças ou materiais, incluindo como serão identificadas;
- Nome, cargo e número de telefone do representante do fornecedor que facilitou as informações acima e que é responsável pelo Plano de Controle.

4. Causa Raiz

Identificar todas as causas potenciais que podem explicar a razão do problema. Isolar e verificar a causa raiz, testando cada uma em potencial contra a descrição do problema e testar os dados, buscando responder se o problema pode ser reproduzido e/ou eliminado. Identificar ações corretivas e alternativas para eliminar a causa raiz. Algumas ferramentas que a Empresa X recomenda para investigar o problema são: Ferramentas de Mapeamento (raciocínio, produto e mapas do processo), métodos de coleta de dados (tais como MSA – *Measurement Systems Analysis*, COV – *Components of Variation*, DOE – *Design of Experiments*) e diagramas de causa e efeito. A análise da causa raiz deve incluir e responder sobre a razão do processo de planejamento não ter previsto este modo de falha, a causa do *design* ou o processo de manufatura não ter impedido o modo de falha e o motivo de o processo de qualidade não ter protegido a Empresa X de receber produtos, peças ou materiais defeituosos.

5. Ação Corretiva

Quantitativamente, confirmar se as ações corretivas selecionadas resolverão os problemas para a Empresa X e não causarão efeitos colaterais indesejáveis. Definir o que será feito e a eficácia da ação corretiva permanente.

6. Implementar Ação Corretiva

Definir e implementar as ações corretivas permanentes a serem tomadas e as estender para todas as linhas de produtos e processos aplicáveis que possam estar

sujeitos ao mesmo tipo de falha. Os pontos a seguir devem ser considerados ao criar o plano de ação corretiva para implementação:

- Controles contínuos para garantir que a causa raiz seja eliminada;
- Uma vez em produção, monitorar e avaliar os efeitos de longo prazo;
- Quantitativamente, confirmar se as ações corretivas selecionadas resolverão os problemas para o cliente e não terão efeitos colaterais indesejados. Isso pode ser obtido por meio de programas de teste de pré-produção. Testes funcionais e de confiabilidade podem ser necessários para confirmar a eficácia das ações corretivas implementadas;
- Esclarecer os riscos (técnicos, comerciais e de tempo) e planejar a mitigação dos mesmos.

7. Ação Preventiva

Modificar os sistemas de gerenciamento, sistemas operacionais, práticas e procedimentos para impedir a reincidência deste problema e similares. Escolher controles contínuos que devem incluir a metodologia à prova de erro, tal como o uso de características de processos e/ou projeto para impedir com que o problema ocorra novamente. Revisar e atualizar o Plano de Controle, FMEAs, fluxogramas, instruções de trabalho e diretrizes de *design*, entre outros.

8. Fechamento e Assinatura

O fornecedor e a Empresa X devem revisar os detalhes de validação, confirmando a solução do problema e métrica impactada, que foi documentada na Identificação do Problema.

4.2 Aplicação do 8D em um problema de qualidade de fornecedor

A mesa de trabalho dos fogões da Empresa X é fornecida por uma estamparia do interior do Estado de São Paulo. O processo produtivo da mesa de trabalho segue o seguinte fluxo representado pela figura 21:

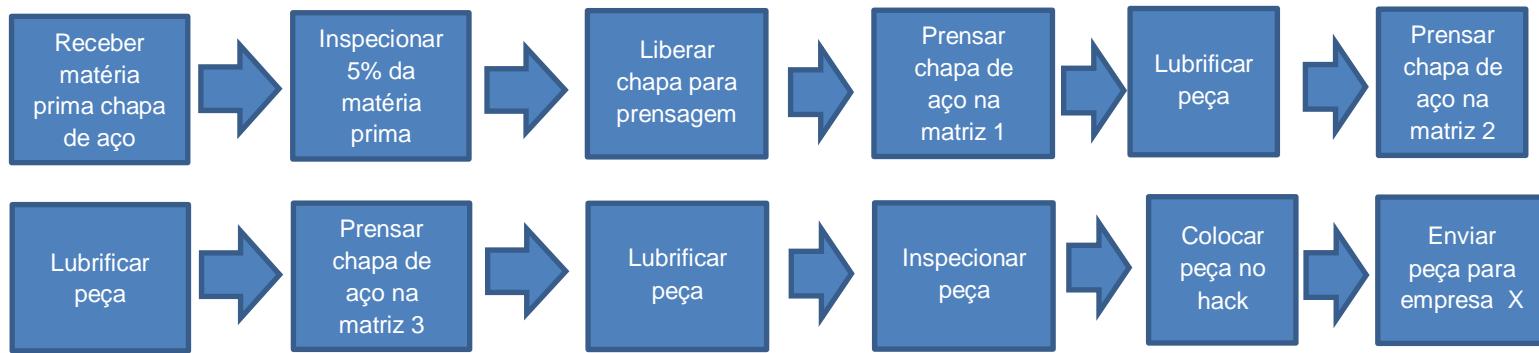


Figura 21: Fluxo de processo da mesa de trabalho. Fonte: Autoria própria.

O produto final mesa de trabalho é o apresentado na figura 22:



Figura 22: Mesa de trabalho do fogão. Fonte: Autoria própria

Porém, no dia 01/04/2015, o operador detectou uma mesa de trabalho trincada no LAP (laboratório de aprovação de produto) da Empresa X. Com relação ao LAP, 5% de cada lote de produção de fogão é direcionado para uma sala de teste em que o produto é analisado funcionalmente e esteticamente, simulando o uso do consumidor.

A mesa de trabalho apresentou uma trinca na região da borda da mesa, como representada pela figura 23:

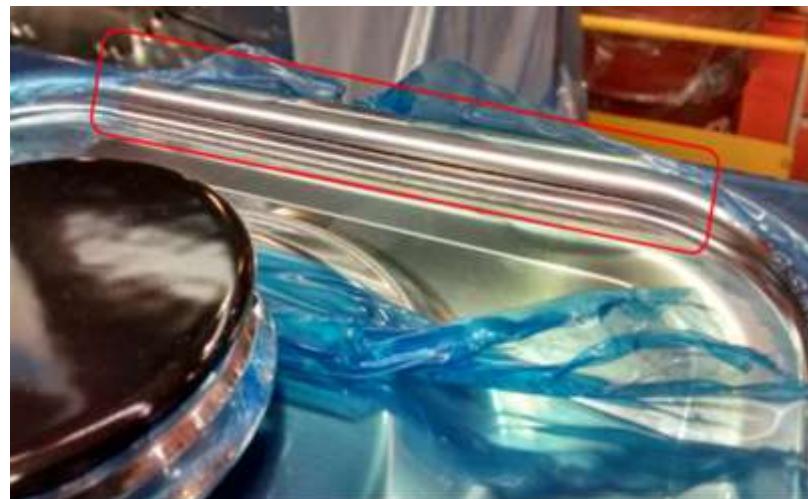


Figura 23: Mesa de trabalho trincada. Fonte: Autoria própria.

1. Montar uma equipe

Assim que o operador detectou o problema, o inspetor da qualidade foi comunicado, e reportou a informação ao Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores responsável pelo item.

Tanto as áreas de Qualidade de Fábrica como a área de Desenvolvimento de Fornecedores analisaram o modo de falha e concluíram que se tratava de uma falha de responsabilidade do fornecedor. O fornecedor foi acionado e no próprio dia 01/04 enviou um representante à Empresa X para buscar a peça com falha e proceder com as análises.

O inspetor da qualidade abriu o 8D para o fornecedor via sistema e preencheu o 1D em 01/04 com as seguintes informações:

Líder do time: Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores da Empresa X

Membro do time: Inspetor da qualidade da Empresa X

Membro do time: Engenheiro de Produto/Processo do fornecedor

Membro do time: Analista da Qualidade do fornecedor

2. Descrição do Problema

Essa etapa foi preenchida pelo inspetor da qualidade no sistema dia 01/04, o qual utilizou a ferramenta 5W2H para ter maior riqueza de informação, conforme quadro abaixo:

Quadro 7: Descrição do problema segundo ferramenta 5W2H. Fonte: Autoria própria

Descrição do Problema	
What? O que?	O que aconteceu? Mesa do fogão trincada
Why? Porque?	Porque é um problema? A trinca na mesa é um problema pois afeta características de design do produto como também as características de segurança do consumidor
When? Quando?	Quando aconteceu o problema? A detecção da trinca aconteceu em 01/04/2015 durante o primeiro turno de trabalho
Who? Quem?	Quem detectou o problema? Operador
Where? Onde foi detectado?	Onde foi detectado? LAP (laboratório de análise de produto)
How? Como foi detectado?	Como foi detectado? Operador encontrou a falha durante auditoria estética e funcional do produto
How much? Quanto?	Quantas peças apresentaram falha? 1

Outras informações colocadas no sistema nessa etapa foram: o código da peça, o nome da plataforma de projetos, lote da peça e o código do fogão (dados confidenciais).

3. Ação de Contenção

No dia 01/04 (dia da ocorrência da falha) o inspetor da qualidade da Empresa X determinou o bloqueio dos lotes de mesa de trabalho presentes tanto na Empresa X

como no fornecedor. O analista da qualidade, representante do fornecedor, ficou responsável por inspecionar 100% dos lotes da Empresa X como os lotes de sua empresa.

Para facilitar e agilizar o processo, o analista da qualidade contratou uma empresa terceirizada para realizar essa inspeção e assumiu todos os gastos provenientes dessa atividade.

É importante ressaltar que todas as peças produzidas no fornecedor a partir da data 01/04 deveriam ser inspecionadas pelo operador do fornecedor e posteriormente por uma empresa terceirizada (procedimento chamado de Embarque Controlado Nível 2) antes de serem enviadas para a Empresa X. A inspeção voltaria a ser somente 100% (realizada pelo operador do fornecedor) quando o Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores decidisse.

Logo, seguem os dados da ação de contenção:

1 - Seleção em 100% do estoque da Empresa X: inspeção visual realizada pela empresa terceira contratada pelo fornecedor que ocorreu em 01/04 até 04/04, sendo que 4604 peças foram inspecionadas e 7 apresentaram trincas na mesa.

2 - Seleção em 100% do estoque do fornecedor: inspeção visual realizada pela empresa terceira contratada pelo fornecedor que ocorreu em 01/04 até 03/04, sendo que 5886 peças foram inspecionadas e 5 apresentaram trincas na mesa.

3 – Embarque Controlado Nível 2 da produção do fornecedor: duas inspeções visuais realizadas após a produção da peça, uma inspeção feita pelo operador depois de todo o processo produtivo e a outra inspeção feita pela empresa terceira contratada pelo fornecedor. Esse embarque começou em 23/04 e durou até 26/06. Após essa data passou a ser somente inspeção 100% (realizada somente pelo operador do fornecedor).

4. Causa Raiz

O time do fornecedor fez o Diagrama de Causa e Efeito (*Ishikawa*) para levantar possíveis causas da mesa trincada e obteve-se o seguinte resultado como mostrado na figura 24:

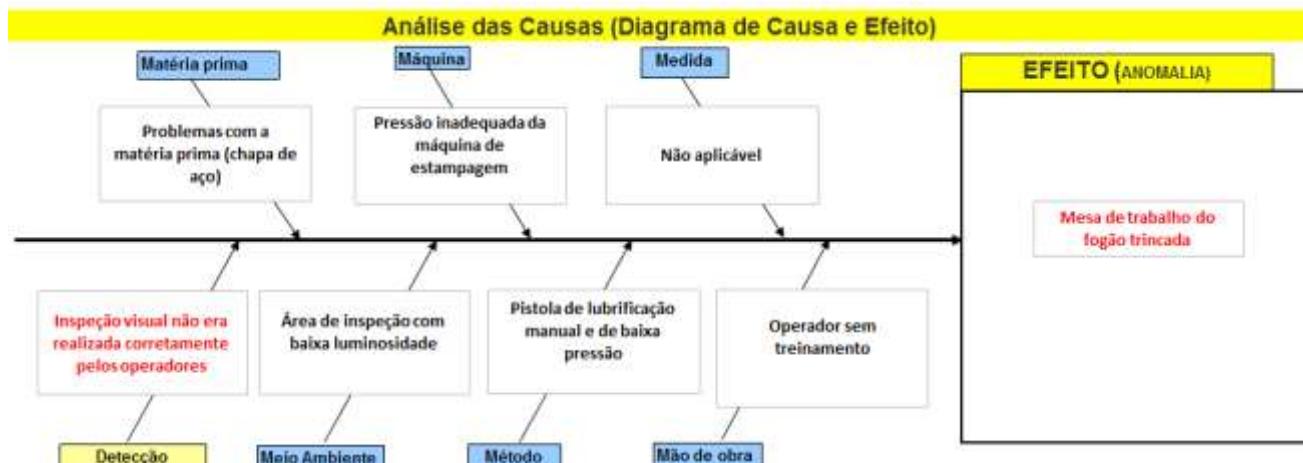


Figura 24: Análise da Causa Raiz da Mesa Trincada. Fonte: Autoria própria.

A partir desse diagrama, o fornecedor conseguiu chegar aos seguintes pontos:

- Problemas com a matéria prima (chapa de aço): cogitou-se que essa era uma possível causa da mesa trincada, porém realizou-se teste com a matéria prima e obteve-se o resultado de que a chapa de aço atendia todas as especificações e requisitos;
- Pressão inadequada da máquina de estampagem: a pressão da máquina de estampagem é inerente da máquina, ou seja, ela não varia durante o processo de estampagem, logo descartou-se essa possível causa;
- Área de inspeção com baixa luminosidade: a área de inspeção do fornecedor possuía baixa luminosidade, mas essa não era a causa raiz do problema, e sim um fator potencial de não identificação da falha durante a inspeção;
- Operador sem treinamento: os operadores do fornecedor não possuíam o treinamento adequado para realização da inspeção visual das mesas, logo a Empresa X recebeu peças defeituosas, porém essa não era a causa raiz do problema;

- Pistola de lubrificação manual e de baixa pressão: entre duas prensagens havia sempre a lubrificação da mesa, a qual era feita de forma manual pelo operador. Ademais, a pistola de lubrificação era de baixa pressão, ou seja, havia locais da mesa que não sofriam lubrificação, logo aumentava-se o atrito entre a prensa e a chapa, ocasionando trincas. Houve um estudo conjunto entre engenheiro do fornecedor e o engenheiro de desenvolvimento de fornecedores da Empresa X chegando-se a conclusão de que essa era a causa raiz do problema.

A causa raiz do problema foi fechada e aprovada em 29/04 pelo Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores e todos os dados relacionados à causa raiz foram colocados no sistema 8D pelo fornecedor.

5. Ação Corretiva

Como ações corretivas, o fornecedor listou as seguintes:

- Novo treinamento, *in loco*, dos operadores e inspetores: ação voltada para melhorar a inspeção das peças e deixar os operadores mais capacitados;
- Atualização dos postos/procedimentos de inspeção e controle da qualidade: criar um espaço específico para a inspeção da empresa terceira e melhorar a luminosidade dos postos de inspeção;
- Mudança no processo de lubrificação, antes manual e com pistola de baixa pressão para automatizada com quatro pistolas de alta pressão: essa ação é para eliminar totalmente a causa raiz do problema, ou seja, para o processo de lubrificação não depender do operador e ser feito tanto na região superior como na região inferior da chapa, em todos os lados.

As ações corretivas foram determinadas em 20/05/2015.

6. Implementar Ação Corretiva

As ações corretivas foram implantadas nas seguintes datas:

- Novo treinamento, *in loco*, dos operadores e inspetores: 11/06/2015;
- Atualização dos postos/procedimentos de inspeção e controle da qualidade: 23/06/2015;
- Mudança no processo de lubrificação, antes manual e com pistola de baixa pressão para automatizada com quatro pistolas de alta pressão: 10/06/2015.

Após as ações corretivas serem implementadas, o Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores foi validar e inspecionar as ações no dia 26/06/2015, conforme figuras 25 e 26 e 27:



Figura 25: Processo de lubrificação da mesa de trabalho do fogão. Fonte: Autoria própria.



Figura 26: Luminosidade do posto de trabalho. Fonte: Autoria própria.

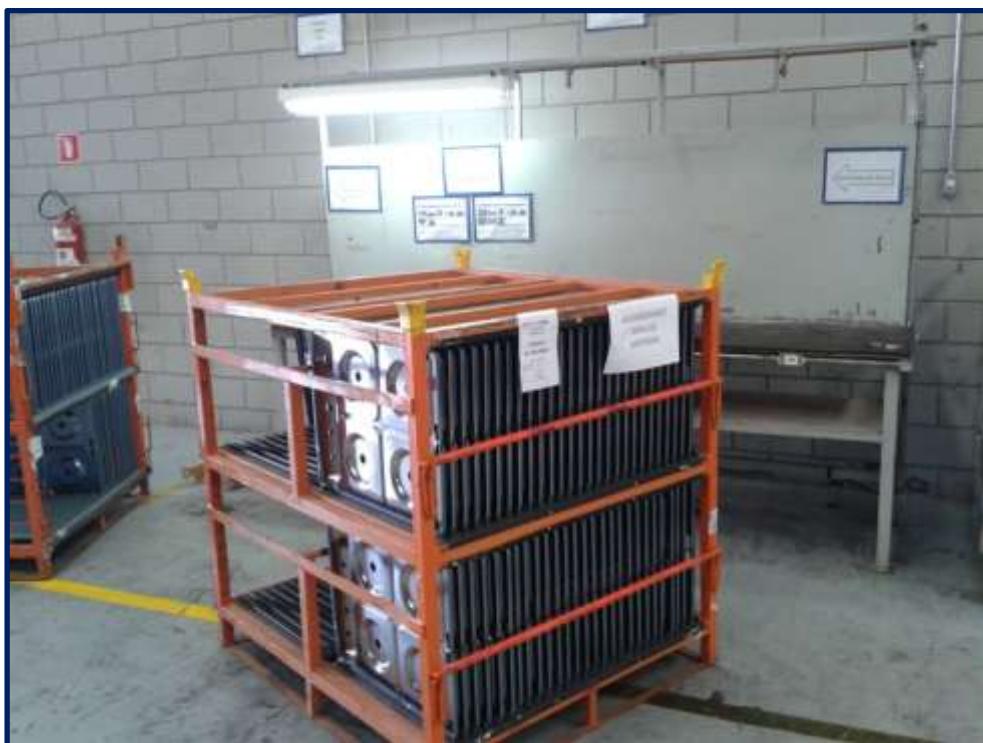


Figura 27: Atualização do posto de inspeção. Fonte: Autoria própria.

7. Ação Preventiva

As ações preventivas determinadas pelo fornecedor foram:

- Quadro orientativo contendo a Folha de Instrução de Trabalho: foi instalado um quadro na área de inspeção orientando sobre o modo de inspeção e como deve ser a disposição e descarte da peça rejeitada – implantação em 05/07/2015
- Elaboração de alerta da qualidade: elaborado um alerta sobre o problema da mesa trincada para motivar o operário a colaborar com a inspeção – implantação em 05/07/2015
- Revisado plano de controle para o item em questão e demais itens (abrangência) – implantação em 20/07/2015
- Revisado P-FMEA: implantação em 20/07/2015

8. Fechamento e Assinatura

O Engenheiro de Desenvolvimento de Fornecedores fechou o 8D no sistema em 24/07 depois do fornecedor enviar todas as evidências de implantação das ações preventivas.

Após fechar o 8D ele comunicou todas as pessoas envolvidas na tratativa do problema.

5 Discussão

A teoria e o modelo da Empresa X convergem bastante com relação à Metodologia 8D. A Empresa X, ao adaptar essa metodologia à sua realidade, foi fiel a teoria. Todas as etapas do 8D estão inter-relacionadas e a Empresa X é mais detalhista que a teoria com relação ao tempo de resposta de cada passo como também as ferramentas que devem ser utilizadas em cada etapa.

A Empresa X tem datas claras para fechamento das etapas: a contenção deve ser fechada em 24 horas, as ações corretivas devem ser aplicadas após 15 dias da ocorrência do problema e o 8D deve estar fechado 30 dias após a ocorrência do problema. Já a teoria não menciona datas, somente que o prazo para a contenção é de 1 dia.

Ademais, a Empresa X determina as ferramentas e análises que devem ocorrer em cada D. Para a análise da causa raiz há o MSE, DOE, COV e Diagrama de Causa e Efeito. Para a Ação Preventiva é abordado sobre a atualização do FMEA, Plano de Controle e Ficha de Instrução de Trabalho. Já a teoria direciona as ferramentas que devem ser utilizadas, mas não de maneira tão detalhada como a empresa.

Em resumo, conclui-se que a Teoria e o Modelo da Empresa X convergem com relação à metodologia 8D, sendo o modelo da empresa X mais descriptivo em suas ações.

Já a prática do 8D na Empresa X, no contexto do caso estudado, não foi totalmente fiel ao Modelo da Empresa, o que pode ser observado abaixo:

- 1D – Montar a equipe: o caso apresentado abordou todo o Modelo da Empresa X;
- 2D – Descrição do problema: o caso apresentado abordou todo o Modelo da Empresa X, pois utilizou a metodologia 5W2H e descreveu o problema em termos quantificáveis;
- 3D – Ação de Contenção: não abordou totalmente o Modelo da Empresa X, pois não houve representação gráfica sobre a ação de contenção e a ação de contenção durou quase três meses, um tempo extremamente longo, que reflete a incerteza com relação a adoção das ações corretivas.

- 4D – Causa Raiz: não abordou totalmente o Modelo da Empresa X, pois não utilizou-se ferramentas de mapeamento e análise de dados (COV, DOE, MSA) para identificar a causa raiz. Além disso, demorou-se 29 dias para determinar qual era a causa raiz.
- 5D – Ação Corretiva: o caso apresentado abordou todo o Modelo da Empresa X;
- 6D – Implementar Ação Corretiva: não abordou totalmente o Modelo da Empresa X, pois as ações corretivas não foram implementadas 15 dias após a ocorrência do problema, e sim quase três meses depois. Além disso, não houve uma análise dos riscos das ações como também testes funcionais e de produção.
- 7D – Ação Preventiva: o caso apresentado abordou todo o Modelo da Empresa X;
- 8D – Fechamento e Abertura: não abordou totalmente o Modelo da Empresa X, pois o 8D foi fechado 4 meses depois da ocorrência do problema, evidenciando atraso e dificuldade do fornecedor em conduzir a tratativa do problema.

Pode-se observar que o fator tempo foi a principal discrepância com relação ao Modelo da Empresa X, já que as etapas não foram encerradas nas datas adequadas. Além disso, não houve um estudo técnico com análise de dados para encontrar a causa raiz e validar as ações corretivas. As ações foram tomadas baseadas em uma análise do processo e modo de produção, sem que haja nenhum embasamento numérico e estatístico para validá-las.

Logo, a prática na Empresa X não segue plamente o Modelo da Empresa X, havendo uma discrepância com relação às datas e validação de dados.

A figura 28 representa claramente a configuração de Teoria, Modelo da Empresa X e Prática da Empresa X:

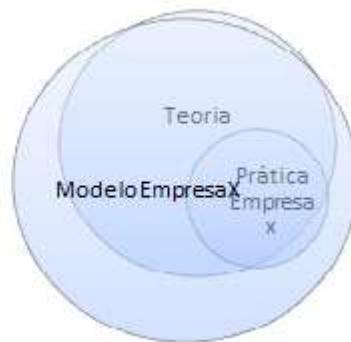


Figura 28: Teoria versus Modelo Empresa X versus Prática Empresa X. Fonte: autoria própria

O Modelo da Empresa X aborda toda a teoria, porém é mais descritivo em suas práticas e ações, ou seja, tem um universo maior de abordagem. Já a Prática da Empresa X consegue satisfazer a teoria, mas não converge totalmente com o Modelo da Empresa X, já que há falhas no que diz respeito a datas, prazos e análise de dados.

Para a Prática da Empresa X coincidir totalmente com o Modelo da Empresa X é necessário que a empresa reveja a flexibilidade do modelo no que diz respeito a datas, porque algumas análises podem desprender mais tempo do que o determinado no modelo.

No caso apresentado houve uma mudança de processo como também uma mudança organizacional no que diz respeito a treinamento de pessoas e layout de inspeção. Logo, torna-se bastante desafiador concluir a resolução do problema dentro de 30 dias, necessitando-se de mais tempo para planejamento e execução das ações.

Sugere-se, portanto, que a empresa X torne-se menos engessada na questão tempo, pois resolver efetivamente o problema é mais vantajoso do que cumprir datas e prazos incoerentes com a realidade prática da metodologia 8D.

6 Conclusões

O objetivo da pesquisa de analisar a utilização da metodologia 8D em uma multinacional da linha branca foi atingido. A autora conseguiu elaborar um relatório de análise, coletar respostas e comparar a prática na Empresa X com a Teoria e o Modelo da Empresa X.

Ficou claro que a metodologia 8D é recomendada para a tratativa de problemas, já que é um recurso sistêmico, contínuo e que aborda todas as etapas de uma falha. Além disso, o 8D é uma abordagem de melhoria contínua que muito se assemelha ao PDCA, MASP e DMAIC, evidenciando a sua importância como resolução de problemas.

Logo, conclui-se que o trabalho foi efetivo e coerente com a proposta inicial de pesquisa.

7 Referências Bibliográficas

- **Advanced Product Quality Planning** <<http://www.apqp.com.br>>. Acesso em 26 abril 2015.
- AGUIAR, S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Nova Lima: INDG, 2006.
- BASTOS, A.J.A.. **Implementação da ferramenta 8D em fornecedores de embalagem Bosch**. Universidade de Aveiro, 2012.
- BEHRENS, B.A., WILDE, I.; MANFRED H. **Complaint management using the extend 8D - method along the automotive supply chain**. Production Engineering. 1 (1): 91 - 95, 2007.
- BICHENO, J. **The New Toolbox Enxuta** (p152). Picsie Books, 2006.
- BRUSSEE, W. **DMAIC: The basic six sigma roadmap**. In Statistics for six sigma made easy!. New York: McGraw-Hill, 2004.
- CAMPAGNARO, C.A.; REBELATO, M.G.; RODRIGUES, A.M.; RODRIGUES, I.C.; **Um estudo sobre métodos de análise e solução de problemas (MASP) na cadeia de fornecimento das montadoras automotivas nacionais**, In: Enegep, XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2008, Rio de Janeiro, anais, disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/index.asp?pchave=MASP&ano=2008&x=0&y=0>>. Acesso em: 27 nov. 2013.
- CAMPOS, V.F. **TQC Controle da Qualidade Total – No estilo japonês**. 2 edição, Rio de Janeiro: Bloch Editores S.A., 1992.

- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- CARVALHO, M. M.; ROTONDARO, R. G. **Modelo Seis Sigma**. In: CARVALHO, Marly Monteiro et al. (Org.). Gestão da qualidade: teoria e caos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. p. 125-151.
- CHELSON, J.V.; PAYNE, A.C.; REAVILL, L.R.P. **Management for Engineers, Scientists and Technologists**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. , 2005.
- COLENGHI, V.M.. **O & M e qualidade total: uma integração perfeita**. 3 ed. Uberaba: Ad Sumus, 2007.
- COSTA, A.F.B.; EPPRECHT, E.; CARPINETTI, L. C.R. **Controle Estatístico de Qualidade**. Atlas, 2004.
- CRAWFORD, K.M.; COX, J.F. **Addressing manufacturing problems through the implementation of Justin-time**. Production and Inventory Management Journal, v. 32, n. 1, p. 33- 36, 1991.
- FERNANDES, J. M. R. **Proposição De Abordagem Integrada De Métodos Da Qualidade Baseada no FMEA**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Giroto Rebelato. Curitiba, 2005.
- FILHO, M. M. **Treinamento: Construção de Diagrama SIPOC e FMEA de Processos**. Disponível em:<<http://www.advanceconsultoria.com/?p=5357>>. Acesso em 15 agosto 2015.
- GARVIN, D. A. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Quality Mark Ed., 2002.

- GONZÁLES, J. C. S.; MIGUEL, P. A. C. **Uma Contribuição à Interpretação da QS 9000. Programa de Mestrado em Engenharia de Produção. Núcleo de Gestão da Qualidade & Metrologia. Centro de Tecnologia**, Universidade Metodista de Piracicaba. ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 1998.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO. **ISO 9001:2008. Quality management systems. Requirements.** International Organization for Standardization. 2008. 27p.
- KEPNER, C.H.; TREGOE, B. **O Administrador Racional - Uma abordagem sistemática à solução de problema e tomada de decisões.** 2 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.
- KRAJNC, M. **With 8D method to excellent quality. Journal of Universal Excellence.** October 2012, Year 1, No. 3, pp. 118-129.
- LIKER, J. **The Toyota Field Book**, 2004.
- MAGALHÃES, H. P. **Uma Investigação sobre Métodos para Solução de Problemas na Ótica da Engenharia: análise da teoria e da prática.** Programa de Pós-Graduação da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte Escola de Engenharia da UFMG, 2005.
- MOURA, E. **As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade** - Makron Books Brasil, 1994.
- OLIVEIRA, S.T. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade.** 2 ed. São Paulo: Pioneira, 1996.

- PALADINI, E.P.. **A Gestão da Qualidade Total nas Organizações e a Escola Clássica de Administração.** Anais do ENEGEP 97 – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, (disponível em CD-ROM), Porto Alegre – RS, UFRGS, PPGEP, 1997.
- PALADY, P. **FMEA – Análise dos Modos de Falha e Efeitos: Prevendo e Prevenindo Problemas Antes que Ocorram.** 1997. 1^a ed. Editora IMAM. p. 1-37; 213- 231.
- **Processo de Aprovação de Peças de Produção.** <<http://ppap.com.br>>. Acesso em 26 abril 2015.
- RAMBAUD, L. **8D structured problem solving: a guide to creating high quality 8D reports (spiral – bound).** PHRED Solution, 2006.
- RIESENBERGER, C.A.; SOUSA, S.D. (2010). **The 8D Methodology: An Effective Way to Reduce Recurrence of Customer Complaints?**, *Proceedings of the World Congress on Engineering*, Vol III;
- RISTOF, K.D. **Desenvolvimento e Implementação de um método para o gerenciamento de ações corretivas através times de melhoria da qualidade de uma empresa do setor metal mecânico.** 2008. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
- SLACK, N; CHAMBER, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3 edição, São Paulo: Editora Atlas S.A 2009.
- TONINI, A. C; LAURINDO, F. J. B ; SPÍNOLA, M. M. **O Seis Sigma na melhoria dos processos de software.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE

PRODUÇÃO, 12., 2005, Bauru. Anais eletrônicos... Bauru: UNESP, 49 2005.
Acesso em: 05 jun. 2015.

- VASCONCELOS, D. C. **A utilização das Ferramentas da Qualidade Como Suporte a Melhoria do Processo de Produção – Estudo de Caso na Indústria Têxtil**, 2009. Disponível em: Acesso em: 05/06/2015.
- VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2000.
- WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas Estatísticas Básicas para o Gerenciamento de Processos**. Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte: 1995.
- WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima, 2004.
- WHITFIELD, R.C.; KWOK, K.M. Richard C.(1996). **Improving integrated circuits assembly quality - case study**, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol.13 Iss: 5 pp. 27 – 39.
- YIN, Robert K. **Case Study Research: Design and Methods** . USA: Sage Publications, 1981.
- ZAIRI, M.; DUGGAN, R. **Best Practice Process Innovation Management**. Oxford: Routledge, 1999.