

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS  
ENGENHARIA MECANICA  
EVERTON ANTONIO PEREIRA

N. CLASS.....  
CUTTER.....  
ANO/EDIÇÃO .....

**FMEA: como implantar em uma organização**

Varginha  
2014

**FEPESMIG**

**EVERTON ANTONIO PEREIRA**

**FMEA: como implantar em uma organização.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob orientação do Prof. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha  
2014**

**EVERTON ANTONIO PEREIRA**

**FMEA: como implantar em uma organização.**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Unis-MG, como pré-requisito para a obtenção do grau de bacharel, pela banca examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

---

Professor: Rullyan Marques Vieira

---

Professora: Deborah Reis Alvarenga

---

Engenheiro: Lucas Vicente

OBS:

Dedico este trabalho, aos meus pais Antonio e Regina, meus irmãos Evandro e Eduardo, minha namorada Lilian, meus familiares e todas as pessoas que estiveram juntas á mim me apoiando nestes cinco anos faculdade.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente sou grato a Deus, o qual sem ele, nada seria de mim, agradeço meus pais por estarem sempre ao meu lado, serem meu 'porto seguro', companheiros de todos os momentos, meus irmãos que sempre me apoiaram e me incentivaram, minha namorada por sempre acreditar na minha capacidade, meu professor e orientador Prof. Rullyan Marques Vieira pelo seu auxílio e por acreditar em meu trabalho, meus colegas que compartilharam comigo estes cinco anos de luta, os demais professores e outras pessoas que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho.

“Se o dinheiro for sua esperança de independência, você jamais terá. A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.”

Henry Ford

## RESUMO

Este trabalho aborda o tema FMEA, ferramenta de qualidade que vêm do inglês Failure Modes and Effects Analysis, que em português significa Análise dos Modos de Falha e Efeitos, e teve como objetivo retratar os detalhes de como implantar esta ferramenta em uma organização. Este trabalho foi realizado através de pesquisas bibliográficas, e elaboração de conceitos teóricos que refletem detalhes do FMEA. Esta ferramenta serve para mensurar e encontrar modos de falha em projetos ou processos, e dimensionar os efeitos que poderão ser causados por estes modos de falha. No decorrer do trabalho, o tema é explorado de acordo com os tópicos que compõe esta ferramenta mostrando seus conceitos e detalhamentos destes, e mostrando estratégias de implantação e implementação em uma organização. No final, pode-se chegar à conclusão de que sua implantação é viável, por ser eficiente e de baixo custo, e por promover a integração dos setores que compõe a organização, e também a integração com fornecedores e clientes.

**Palavras chave:** FMEA. Modo de Falha. Efeitos.

## **ABSTRACT**

*This work addresses the theme of FMEA, quality tool that come from the English Failure Modes and Effects Analysis, which in Portuguese means analysis of failure modes and effects, and aimed to portray the details of deploying this tool in an organization. This work was accomplished through bibliographic research and elaboration of theoretical concepts that reflect details of FMEA. This tool serves to measure and find failure modes in projects or processes, and scale effects that may be caused by these failure modes. In the course of the work, the theme is explored according to the topics that make up this tool showing their concepts and details of these, and showing deployment strategies and implementation in an organization. In the end, one can draw the conclusion that your deployment is feasible, for being efficient and cost-effective, and by promoting the integration of the sectors that make up the Organization, and also integration with suppliers and customers.*

*Keywords: FMEA. Failure Mode. Effects.*



## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO .....</b>  | <b>09</b> |
| <b>2 ABORDAGEM GERAL .....</b>   | <b>10</b> |
| 2.1 Histórico do FMEA .....  | 10        |
| 2.2 Tipos de FMEA.....   | 10        |
| 2.3 FMEA para a s empresas.....  | 10        |
| 2.4 Benefícios do FMEA.....  | 10        |
| 2.5 Observações a serem feitas .....                                   | 11        |
| <b>3 REQUISITOS INICIAIS .....</b>                                     | <b>13</b> |
| 3.1 Preceitos básicos .....  | 13        |
| 3.2 Componentes e dinamismo .....                                      | 14        |
| 3.3 Especificações Base.....   | 14        |
| <b>4 CONSTRUÇÃO DO FORMULÁRIO FMEA.....</b>                            | <b>16</b> |
| 4.1 Cabeçalho:.....  | 16        |
| 4.2 Funções .....  | 16        |
| 4.3 Modos de falha.....  | 16        |
| 4.4 Efeitos .....  | 17        |
| 4.5 Severidade .....   | 17        |
| 4.6 Causas.....  | 18        |
| 4.7 Ocorrência.....  | 19        |
| 4.8 Controle .....   | 20        |
| 4.9 Detecção.....  | 20        |
| 4.10 Ações recomendadas .....  | 21        |
| 4.11 Avaliação das recomendações/atualidade .....                      | 22        |
| <b>5 INTERPRETAÇÃO DO FMEA .....</b>                                   | <b>23</b> |
| 5.1 Avaliação do modo de falha em relação á ocorrência e detecção..... | 24        |
| <b>6 ESTRATÉGIAS PARA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO FMEA.....</b>     | <b>26</b> |
| 6.1 Foco da equipe e FMEA.....   | 26        |
| 6.2 Andamento .....  | 27        |
| 6.3 Recomendações de abordagem.....                                    | 27        |
| 6.4 Formulário de entrada do FMEA.....                                 | 28        |
| 6.5 Matriz de investigação.....  | 28        |
| 6.6 Manipulando o FMEA na organização .....                            | 29        |
| 6.6.1 Primeira etapa.....  | 29        |
| 6.6.2 Segunda etapa.....   | 29        |
| 6.6.3 Terceira etapa .....   | 30        |
| 6.6.4 Quarta etapa.....  | 30        |
| <b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                     | <b>31</b> |
| <b>8 CONCLUSÃO.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>33</b> |
| <b>ANEXOS .....</b>  | <b>34</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A abreviatura FMEA é proveniente da língua inglesa que vem de Failure Modes And Effects Analysis, que em português significa Análises Modos de Falhas e Efeitos e é uma ferramenta com três finalidades: Prognóstico de problemas; Atua no desenvolver e executar projetos inovadores ou na sua revisão; Marca o dia a dia de um serviço, projeto ou processo.

É considerada uma técnica de alta confiabilidade e baixo custo (Palady1997).

Funciona Baseada no princípio do Brainstorming, que se refere á tempestade de ideias, com o intuito de que se encontre o maior número de modos de falha possível e suas soluções, utilizando da fluência, flexibilidade, originalidade, percepção impulsividade e criatividade.

Quando funciona como um diário, o FMEA vem registrando um processo, um produto ou projeto desde sua concepção até o momento em que chega ás mãos do consumidor final. Se em algum momento acontecer alguma mudança em alguns dos itens citados anteriormente, deve se registrar, e fazer avaliações a fim de que não se torne prejudicial à qualidade.

Considerada uma ferramenta de alta eficácia, o FMEA é resultado de trabalhos em equipe, mas pode ser feita individualmente também, podendo gerar menos gasto, mas com a possibilidade de que seja menos eficaz, e dê um menor retorno, que muitas vezes, não supera o investimento.

Mais viável que seja feita em equipe, pois assim facilita-se o raciocínio, e abre os horizontes, visto que cada um tem conhecimentos e experiências particulares em atuações diferentes, pode-se ter uma visão de várias perspectivas, para que se possa encontrar mais possibilidade de falhas, podendo-se assim, fazer uma prevenção mais eficiente. A equipe deve dar suporte ao engenheiro, contribuindo com suas experiências, e abrindo o leque de possibilidades de falha, antes que se monte um protótipo ou se coloque em prática um plano.

## **2 ABORDAGEM GERAL**

Segundo Toledo e Amaral (2014), objetivo do FMEA é diminuir a chance de falha durante a utilização do produto, buscando assim, aumentar sua confiabilidade.

### **2.1 Histórico do FMEA**

FMEA teve seu surgimento em 1949, com análise de falhas no equipamento bélico dos Estados Unidos, na década de 1960 passou a ser utilizada pela NASA (National Aeronautics and Space Administration). Em 1976, ganha espaço no setor automobilístico, sendo usada neste até os dias de hoje. Na atualidade, diversos segmentos utilizam desta ferramenta.

### **2.2 Tipos de FMEA**

Os dois tipos básicos conhecidos de FMEA, são:

- a) FMEA de projeto (DFMEA, Designing Failure Modes and Effects Analysis);
- b) FMEA de processo (PFMEA, Process Failure Modes and Effects Analysis).

Englobados nestes dois tipos, existem outras variações, que Compartilham dos mesmos princípios e fundamentos.

### **2.3 FMEA para as empresas**

FMEA hoje é visto como uma exigência global de qualidade, sendo esta sigla usada propriamente ou alguma outra, para que se possa prever falhas em potencial, e gastos altos com correção de falhas, que costumam a ser bem mais expressivos que os custos de prevenção, se este tivesse sido executado.

As empresas carregam a ideologia de que se deve ser mensurado o risco da introdução de um novo projeto, ou processo, mas nem sempre adotam o FMEA como ferramenta de prevenção.

Esta ferramenta é uma promissora exigência para futuros padrões de qualidade, que já se adota na produção automobilística como Chrysler, Ford, General Motors, e serve como diretrizes para certificações de qualidade, como a ISO 9000, por exemplo.

Para Palady (1997) das grandezas que são possíveis mensurar com FMEA, encontram-se os custos, em que é notável que quando se tem um custo alto de falha, encontra-se um custo de avaliação baixo.

### **2.4 Benefícios do FMEA**

O FMEA, traz inúmeros benefícios, seguem exemplificações:

- a) Percussor de testes mais eficazes: Norteia os testes, mostrando o que realmente é mais eficaz e mais viável de acordo com a natureza do produto, processo ou serviço com que se trabalha;
- b) Desenvolvimento de manutenção preventiva mais efetiva: Mostra o que é mais viável, e o que é melhor deixar quebrar ou não, de acordo com a importância ou custo de reparação;
- c) Brainstorming: Fornecimento de ideias para incorporar testes ao projeto, que realmente são necessários de acordo com sua importância;
- d) Mais controle sobre imprevistos: De acordo com as ideias traçadas no documento FMEA, tem-se uma melhor noção daquilo que poderá ocorrer com um projeto ou processo, podendo-se assim, evitar parte dos eventos que possam ocorrer durante sua execução;
- e) Norteia resolução de gargalos: É bastante provável que se encontre no tópico 'Causa' ou na de 'Ações recomendadas', a resolução de um problema, e orientar a equipe para a resolução deste;
- f) Mudanças menos radicais de engenharia: Mudanças podem ser minimizadas, e até mesmo eliminadas com o desenvolver de um FMEA eficaz;
- g) Cliente mais satisfeito: O custo de falha pode gerar gastos, que conseqüentemente é repassado ao consumidor, podendo assim a empresa perder mercado, e ter que diminuir pessoal em seu efetivo;
- h) Redução de custos: Os custos de projeto, geralmente são menores que os custos de reparação, visto que se pode corrigir antes que aconteça;
- i) Menor incidência de erros futuros: Compõe o documento FMEA, o memorial de erros detectados, e supostos erros que eventualmente possam vir a acontecer;
- j) Menos custos e perdas de tempo em decorrência do desenvolvimento: O FMEA, utilizado por empresas japonesas, é um processo trabalhoso na fase de projeto, mas torna os custos menores no final das contas.

As empresas automobilísticas norte-americanas utilizavam o método "identifique e corrija", que acontece na fase do protótipo, que é testado, e nele, são identificadas as falhas e corrigidas, fazendo que o custo de falha se torne muito maior, e uma qualidade menor. Não gastam tempo significativo na fase do projeto, ao contrário dos japoneses.

## **2.5 Observações a serem feitas**

Segundo Palady (1997) a formulação do FMEA deve ser em conjunto, levando-se em conta a opinião do engenheiro, pois através do seu conhecimento, prática e intuição, ele avaliará a viabilidade. Porém uma opinião não deve ser descartada simplesmente pelo fato de que o engenheiro não concorda, mas deve passar por uma avaliação, visto que pode ser um modo de falha real ou não.

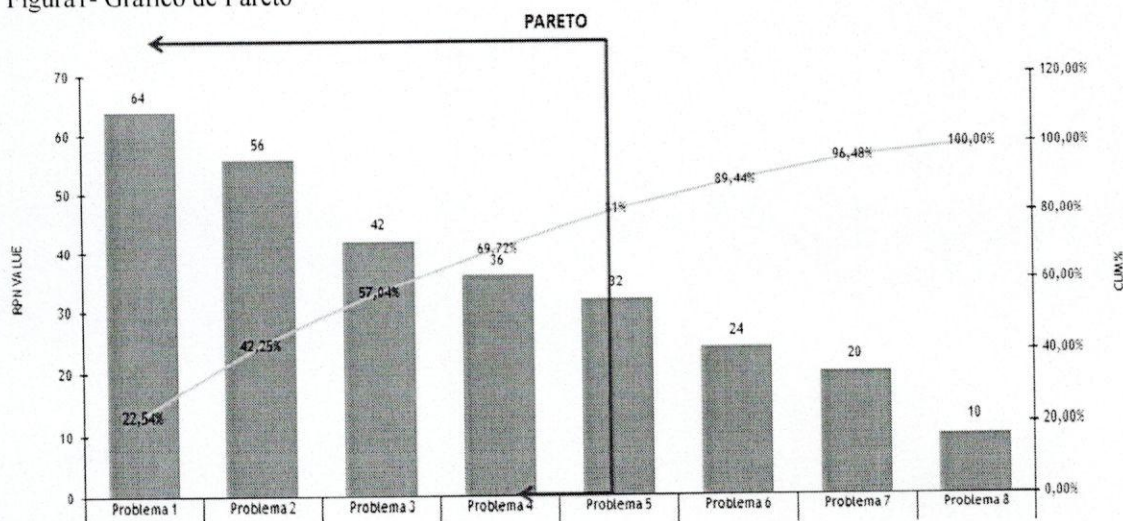
Deve-se atentar para as seguintes observações na formulação do FMEA:

- a) Não se deve substituir pelo trabalho do Engenheiro;
- b) Selecionar os modos de falha a serem observados;
- c) Não se concebe um 'projeto ideal' através dele;
- d) Inclusão de tópicos ao formulário pode desviá-la de seu foco;
- e) Tópicos a serem incluídos devem ser coerentes com o processo ou projeto;
- f) Conhecer bem o GPR (grau de prioridade e risco);
- g) Desenvolver sempre com o decorrer do tempo, e não em uma reunião;
- h) Integrantes de outras áreas ou unidades da empresa, participando de sua formulação, visto que possa trazer novas ideias e possibilidades;

Os tópicos que a compõe devem passar por uma avaliação de severidade, onde se classifica a severidade do possível gargalo.

Os modos de falhas devem ser esboçados no Gráfico de Pareto, visto que o eixo das abscissas representa os itens e o eixo das ordenadas representa o grau de prioridade e risco.

Figural- Gráfico de Pareto



Fonte: Foco T & D

### 3 REQUISITOS INICIAIS

É viável que se nomeie uma pessoa para que se responsabilize pelo FMEA, eficácia, duração, orçamento e outros tópicos, sempre lembrando que FMEA deve ser executado por várias pessoas, visto que se reúne o maior número de causas possíveis sobre o tema determinado.

Geralmente é um Engenheiro que desenvolve o FMEA, visto que ele detém grande conhecimento técnico e científico, podendo ele conhecer de 80% a 95% dos problemas potenciais, cabendo aos demais componentes da equipe, buscar os 100%.

É primordial a seleção da pessoa responsável pelo desenvolvimento do FMEA, e o recrutamento das demais pessoas que irão compor a equipe, que devem estar dispostas a acolher as imputações delegadas a elas.

Existem duas abordagens diferentes para se realiza FMEA,

A primeira chamada 'Top down' propõe que sejam feitas análises de cima para baixo, ou seja, que se comecem as análises a partir do sistema como um todo, depois que vá se especificando até que se chegue à nível de um componente de uma máquina.

A segunda Chamada 'Bottom up' que começa à nível de componente, e servem para introduzir as que vem em nível de subsistemas e sistemas, ajudando a formar um FMEA mais elaborado juntando-se o todo.

A questão de viabilidade requer Avaliação da situação.

Por exemplo, se a política 'Top down' é estabelecida, e existe uma ausência inesperada do engenheiro responsável, é viável que se estabeleça a política 'Bottom up', visto que cada engenheiro de cada área menor pode fazer um FMEA que corresponda à abrangência de seu trabalho, sendo assim, ao final, poder juntar tudo e fazer um FMEA mais elaborado.

Sempre surge a dúvida de se implantar o FMEA em um projeto ou processo já existente. Isto vai depender do custo benefício, qualidade e confiabilidade em que se trata, enfim, a viabilidade das mudanças.

Importante também, checar a influencia do FMEA de projeto no processo e vice-versa.

#### 3.1 Preceitos básicos

Nem todos os modos de falha devem ser considerados, visto que nem todo modo de falha é prático, e que existem especialistas que conhecem a fundo o projeto ou processo, se

apenas um membro da equipe insistir, deve ser incluído o modo de falha proposto por ele, por questão de bom senso e companheirismo, visto que com o desenvolver das coisas, este modo de falha se tornará óbvio.

Redigir um problema que se teve causa ou efeito não identificado, como um requisito a ser observado com o desenvolvimento do projeto é importante.

É necessário selecionar uma abordagem padrão para que sejam classificadas as causas ou modos de falha, levando-se em conta os fatores:

- a) Ocorrência: Histórico dos acontecimentos;
- b) Severidade: Natureza do acontecimento;
- c) Detecção: Procedimentos e políticas funcionais modelo;

Faz-se essencial desenvolver independentemente, os assuntos de cada coluna do formulário FMEA, visto que não se deve levar á frente questões que fogem ao foco principal, para que no fim do período programado para a elaboração do formulário, se tenha o melhor rendimento possível do conceito abordado. Por exemplo, quando se fala em possíveis falhas, não se deve fazer perguntas do tipo: “Mas se o cliente não perceber?” Visto que se isto ocorra, desvia o assunto de direção.

### **3.2 Componentes e dinamismo**

Eis aqui algumas sugestões, para a equipe de profissionais que podem compor a equipe de elaboração do FMEA:

Profissionais do setor de Pesquisa e Desenvolvimento, Engenharia de projeto, Engenharia de confiabilidade, Engenharia de processo, Engenharia da qualidade, Engenharia de materiais, Engenharia de metodologia, Manutenção, Assistência técnica, Técnicos, Embalagem e Manufatura/Produção.

Segundo Palady (1997), deve-se ter o cuidado, para que não se quebre a dinâmica da equipe, ignorando uma nota extrema, de severidade, por exemplo, em que a maioria dá importância semelhante, e apenas um, dá um valor muito pequeno, diferente dos demais. Devem ser adotadas medidas que auxiliem o dinamismo, como elaborar uma nota média total ou uma reavaliação de opiniões através de estudos estratégicos.

### **3.3 Especificações Base**

Existem especificações de importância fundamental, que devem ser primordiais nas tomadas de decisões:

- a) Especificações de Engenharia;
- b) Especificações do Cliente;
- c) Especificações de Qualidade;
- d) Especificações de Confiabilidade;



## **4 CONSTRUÇÃO DO FORMULÁRIO FMEA**

O formulário FMEA, tem diversas variações, principalmente de empresa para empresa, visto que se trabalha com projetos, processos ou serviços diferentes.

### **4.1 Cabeçalho:**

Faz se necessário que o cabeçalho do FMEA contenha os seguintes itens:

- a) Assunto tratado pelo FMEA;
- b) Envolvidos na formulação;
- c) Os influenciados pelo FMEA;
- d) Data de início;
- e) Última informação abarcada no FMEA;
- f) Responsáveis pela manutenção e pela aprovação das revisões desse FMEA.

Lembrando-se que pode ser incluídas informações neste cabeçalho, a fim de que se consiga identificar bem e monitorar o FMEA durante a sua vida útil.

### **4.2 Funções**

Parte reservada á relatar, qual a funcionalidade de um produto ou processo, em que se deve detalhar, melhor e mais coerente possível, as funções que serão delegadas ao produto/processo/serviço/, a fim de que se possa ver o problema em potencial de todas as formas possíveis, e que se tenha um documento com itens que não sejam redundantes e que complete o sentido das avaliações subsequentes em que se referem á modos de falha, efeitos e nota atribuída à severidade.

### **4.3 Modos de falha**

Modos de falha, é a causa do problema, é aquilo, cuja falha, ocasionou o problema. É nessa fase que acontece o 'brainstorming', que se procura o maior número de falhas concebíveis, que sejam práticos, e que não congestionem muito esta coluna, e sempre tomando o cuidado para que não se pule de uma coluna para a outra, sem que se tenha terminado a primeira.

Se caso houver alguma dúvida em diferenciar os modos de falhas dos demais elementos, recomenda-se usar expressões diferentes da proposta primeiramente. Por exemplo:

Um vazamento pode ser um modo de falha, uma causa ou um efeito, dependendo do contexto, mas se for substituído pela expressão “não comporta o líquido”, torna mais simplificada a interpretação.

#### **4.4 Efeitos**

Segundo Michaelis (2014), efeitos são resultados produzidos por uma ação ou um agente, denominados causa em relação a esse resultado.

Os efeitos são as decorrências dos modos de falha. Nesta fase é essencial a participação do cliente, visto que ele é o principal influenciado pela falha.

Para saber a opinião do cliente, vários meios são utilizados, como por exemplo:

- a) Relatos de reclamações da clientela;
- b) Examinas de marketing;
- c) Especulações de qualidade;
- d) Documentos de garantia;

Quando se fala em FMEA de componentes, é melhor que se fale dos efeitos imediatos/locais do componente, quando se trata em FMEA de sistema, o foco principal deve ser sistêmico/global.

O relato do cliente é importante, porque, o cliente, sente mais do que ninguém, a falha, podendo com sua opinião, aumentar a lista de efeitos.

#### **4.5 Severidade**

Segundo Michaelis (2014), severidade é austeridade, gravidade, seriedade do que se é tratado.

Severidade é o campo em que constatará qual a gravidade da decorrência do modo de falha, baseada em segurança e custo.

O Grau de severidade número nove foi destacado na tabela abaixo, porque é através dele, que partem as observações mais severas em relação á riscos de falha e custos, e devem ser investigadas quaisquer estratégias que reduzam sua gravidade. Isto não acontecendo, o ideal é que se passe as tarefas para o plano de inspeção, que vai investigar a fundo

determinado assunto, e se confirmado tal risco, ele é passado para o Plano de controle de fabricação, evidenciado na planta do projeto e citado no contrato de qualidade.

Quadro 1- Classificação da severidade

| CLASSIFICAÇÃO |  |
|---------------|--|
| 1             | Imperceptível para o cliente.  |
| 2             | Efeito desprezível, visualizado pelo cliente, mas não fez que procurasse serviços de assistência.  |
| 3             | Efeito que incomoda o cliente, mesmo assim, não o faz procurar assistência.  |
| 4             | Efeito não significativo, que faz o cliente procurar assistência.  |
| 5             | Efeito pequeno, que não faz o cliente procurar assistência.  |
| 6             | Efeito pequeno, que faz que o cliente procure assistência.   |
| 7             | Efeito mediano, que compromete o desempenho do projeto, e sua execução.  |
| 8             | Efeito expressivo, e falha grave, mas não coloca a integridade da clientela em risco nem gera grande custo de falha.                                     |
| <b>9</b>      | Funções interrompidas do projeto, cliente insatisfeito, risco significativo, mas não a ponto de comprometer a vida do cliente e custo moderado de falha. |
| 10            | Risco eminente á vida do cliente, grande custo de falha, que pode comprometer a vida da organização.   |

Fonte: Palady (1997) Adaptado.

O Grau de severidade número nove foi destacado na tabela abaixo, porque é através dele, que partem as observações mais severas em relação á riscos de falha e custos, e devem ser investigadas quaisquer estratégias que reduzam sua gravidade. Isto não acontecendo, o ideal é que se passe as tarefas para o plano de inspeção, que vai investigar a fundo determinado assunto, e se confirmado tal risco, ele é passado para o Plano de controle de fabricação, evidenciado na planta do projeto e citado no contrato de qualidade.

#### 4.6 Causas

É a coluna destinada a relatar, os motivos dos modos de falhas citados, levando-se em consideração, todas as possíveis causas, que podem implicar no modo de falha, e não apenas no projeto, mas em outros pontos em que se pode originar o modo de falha, como:

a) Processo;

- b) Fornecedor;
- c) Cliente;
- d) Ambiente;
- e) Outros acontecimentos entre o projeto e o cliente;

É importante que, na coluna de causas, coloquem-se apenas causas básicas, que contribuem com a maior porcentagem da incidência dos modos de falha, e não todas as causas que estavam no brainstorming, visto que se aloquem os recursos financeiros apenas para as causas básicas, e não se gaste com causas ordinárias.

Segundo Palady (1997), “nem todas as causas contribuem igualmente para o modo de falha potencial.”

Pode-se utilizar de ferramentas para identificar as causas básicas e separá-las das ordinárias, como por exemplo, o gráfico de espinha de peixe e Gráfico da árvore de falhas.

#### 4.7 Ocorrência

Quadro 2- Classificação da ocorrência

| Avaliação da ocorrência                   | GRAU |
|---|------|
| Extremamente remoto. Altamente improvável | 1    |
| Remoto, improvável                        | 2    |
| Pequena chance de ocorrência              | 3    |
| Pequeno número de ocorrências             | 4    |
| Espera-se um número ocasional de falhas   | 5    |
| Ocorrência moderada                       | 6    |
| Ocorrência frequente                      | 7    |
| Ocorrência elevada                        | 8    |
| Ocorrência muito elevada                  | 9    |
| Ocorrência certa                          | 10   |

Fonte: Palady (1997) Adaptado.

O quadro acima demonstra como graduar o índice de ocorrência, e é destinado a mensurar qual a possibilidade das causas estarem ocorrendo.

Segundo Palady (1997), existem duas indagações que permitem quantificar a ocorrência do modo de falha:

- a) Questionando a frequência em que ocasionará;

b) Questionando a frequência da causa do modo de falha;

Esta avaliação de ocorrência é muito genérica, e pode confundir os avaliadores, principalmente por causa do conceito individual que cada um tem em relação aos níveis 2,3 e 4. Por isso é importante que se crie uma escala de falhas individual para cada empresa, visando seus históricos de falhas em seus produtos e processos, em que se possa encontrar um percentual que seja coerente com a rotina vivida.

#### **4.8 Controle**

É a coluna destinada às atitudes que serão tomadas para a identificação e eliminação dos modos de falha.

Das formas de controle utilizadas, empregam-se para o projeto:

- a) Técnicas baseadas em dados estatísticos;
- b) Planejamento de teste;
- c) Revisões de formação da ideia;
- d) Se falando em controle de processo, pode-se dizer:
- e) Planejamento de controle;
- f) Planejamento de inspeção;
- g) Auditorias;
- h) CEP (controle estatístico de processo);

Se o projeto for pioneiro, e não for possível simular as formas de controle, é viável que se classifique estas formas de controle de acordo com considerações relacionadas á:

- a) Caro/Barato;
- b) Óbvio/não óbvio;
- c) Fácil/difícil;
- d) Conveniente/inconveniente.

#### **4.9 Detecção**

Segundo Palady (1997), detecção diz qual a chance que o modo de falha seja identificado antes que chegue ao cliente.

Cliente neste caso é a pessoa ou processo, que vem seguidamente ao cenário onde pode ocorrer o problema.

Existe uma escala de detecção, em que pode ser mensurada de acordo com conceitos pré- definidos,

Quadro3- Classificação da detecção

| Escala                               | Nível |
|--------------------------------------|-------|
| Detecção quase certa                 | 1     |
| Altíssima chance de detecção         | 2     |
| Probabilidade alta de detecção       | 3     |
| Moderada chance de detecção          | 4     |
| Probabilidade mediana de detecção    | 5     |
| Pouca probabilidade de detecção      | 6     |
| Baixa probabilidade de detecção      | 7     |
| Baixíssima probabilidade de detecção | 8     |
| Isolada probabilidade de detecção    | 9     |
| Chance de quase 0% de detecção       | 10    |

Fonte: Palady (1997) Adaptado.

É importante lembrar, que cada organização pode adotar seus critérios, mas que a escala de detecção atribuída ao modo de falha, seja condizente com a sua realidade do controle de seus sistemas, e seus níveis de qualidade e confiabilidade.

#### 4.10 Ações recomendadas

As ações recomendadas devem ter o intuito de encontrar respostas para as seguintes questões:

- a) Como prevenir as falhas em potencial?
- b) Como reduzir a severidade?
- c) Como melhorar os níveis de detecção para os clientes internos e externos?

O RPN (Risk priority number) ou GPR (Grau de Prioridade de risco), (que é o produto da severidade pela ocorrência, multiplicado pela detecção), não fornece uma maneira muito confiável para que se priorize aquilo que se torna primordial na hora de tomar as ações em relação aos modos de falha. Para não se perder nestes momentos, é importante que se vejam

os modos de falha com severidade superior ou igual a 9. A ocorrência também deve ser observada.

Deve-se atentar também, para o comportamento humano, que por questões de comodismo, deixem de praticar tais ações recomendadas, fazendo com que o problema reincida (Palady 1997).

#### **4.11 Avaliação das recomendações/atualidade**

As ações recomendadas devem passar por avaliação prévia, de viabilidade, para saber se elas irão ou não agregar valor ao produto em questão de qualidade e confiabilidade.

Estas avaliações trazem benefícios às organizações como, por exemplo:

- a) Risco mínimo para ações recomendadas;
- b) Melhor coordenação e desenvolvimento do FMEA;
- c) Documentação dos fatos e descoberta dos valores reais dos problemas.

## 5 INTERPRETAÇÃO DO FMEA

Existem algumas diretrizes que norteiam a interpretação do FMEA.

Uma delas é utilizar o RPN (Grau de prioridade e risco), que diz que o mais alto RPN, condiz com os modos de falha mais graves, segue o exemplo:

Quadro 4- Exemplo de aplicação do RPN

| Modo de falha | Severidade<br>(1-10) | Ocorrência<br>(1-10) | Detecção<br>(1-10) | RPN ou GPR |
|---------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------|
| X             | 3                    | 5                    | 9                  | 135        |
| Y             | 3                    | 7                    | 3                  | 63         |
| Z             | 8                    | 3                    | 2                  | 48         |

Fonte: O autor

Segundo a interpretação do RPN, ou RPG, é necessário que se aloque os recursos para a contenção do modo de falha 'X'.

Mas o olhando do ponto de vista do cliente, os modos de falha 'Y' e 'Z' ocasionarão altos gastos de falha se não forem corrigidos, em comparação ao custo de falha do modo 'X'. Esta é outra abordagem que pode ser utilizada para a interpretação do FMEA, que funciona através de sequências estratégicas.

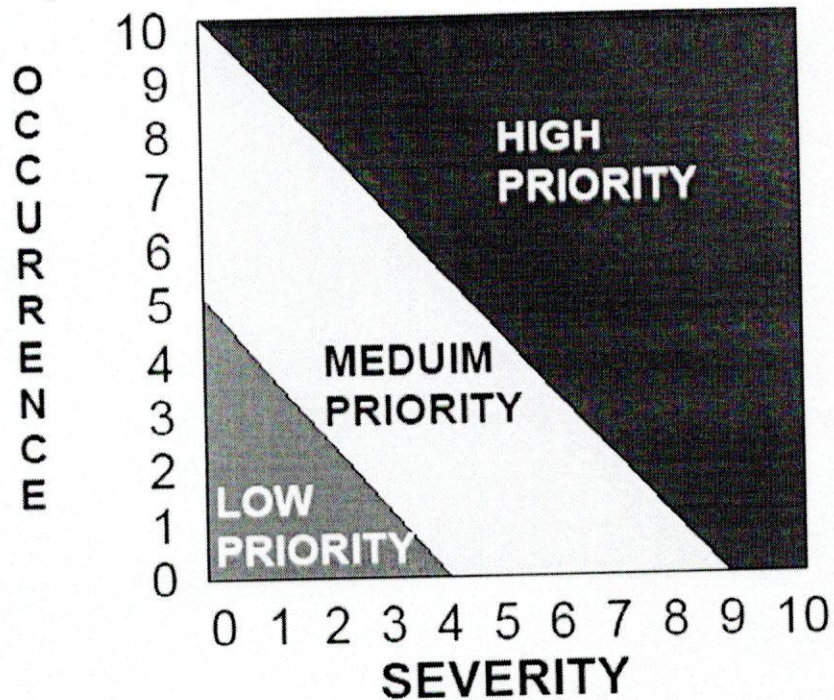
A abordagem do modo de falha X é reativa, enquanto que a abordagem dos modos de falha Y e Z é proativa.

Sendo assim, considera-se uma abordagem proativa, aquela que é baseada na severidade em função da ocorrência, onde se tem um gráfico em que se pode classificar as prioridades como baixa, média e alta.

Para a construção gráfico de áreas a seguir, foram adotados a severidade no eixo das abscissas, graduadas de 0 a 10 e no eixo das ordenadas, foi traçada uma linha transversal que sai da escala 9 da severidade ao ponto 10 da ocorrência, e a partir daí foram considerados os modos de falha que atingiram esta área como alta prioridade. A média prioridade parte de uma linha transversal que vai do grau 4 da severidade, até o grau 5 da ocorrência, e vai até a linha da alta prioridade. A baixa prioridade compreende toda a área anterior à linha da média prioridade. Os modos de falhas se localizam nas área de alta prioridade, devem ser colocados á frente dos outros na questão de sua resolução, e também na alocação de recursos para este.



Figura2- Tabela de prioridades



Fonte: Palady (1997)

Outra estratégia usual para a abordagem dos modos de falha, diz que se deve trabalhar na ocorrência para extingui-la, se não for possível, diminuir a severidade, depois reduzir a ocorrência, abrir caminhos para a detecção, e por último, fornecer uma forma de detecção para o cliente, como recurso derradeiro.

A forma que utiliza da relevância também é muito usual, de forma que se os recursos empregados não gerarem retorno proporcional de qualidade, confiabilidade ou rentabilidade, não é viável o investimento, mas antes de considerar viável ou não, é crucial ouvir a opinião do cliente relacionado ao modo de falha abordado. Através desta opinião, poderá se reconsiderar os níveis de severidade.

### 5.1 Avaliação do modo de falha em relação á ocorrência e detecção

A princípio faz-se necessário uma investigação com relação à frequência com que o modo de falha acontece, e com a facilidade ou dificuldade em detectar este modo de falha.

Se os índices da severidade e da detecção constarem altos, faz se necessário uma nova investigação que segue a sequência:

- a) Realizar avaliação do modo de falha;
- b) Mensurar a influência das causas;
- c) Dimensionar a melhoria das causas;

- d) Relacionar a evolução da solução das causas ao modo de falha;
- e) Infligir nova graduação ao modo de falha;

Na questão das ações recomendadas, podem ser utilizados os POP's (procedimentos operacionais padrão), mas existe o problema deles serem pouco aderidos, como por exemplo, a velocidade máxima permitida nas estradas, que poucos respeitam, mesmo as penalidades sendo rígidas. Sendo assim, é importante que se busquem ações de alta permanência, que não caiam no esquecimento com o tempo.

## 6 ESTRATÉGIAS PARA IMPLANTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DO FMEA

Segundo Michaelis (2014), falando de implantação, diz-se estabelecer a longo prazo. Se falando de implementação, diz-se de algo imediato, de colocar-e em prática, tornar concreto.

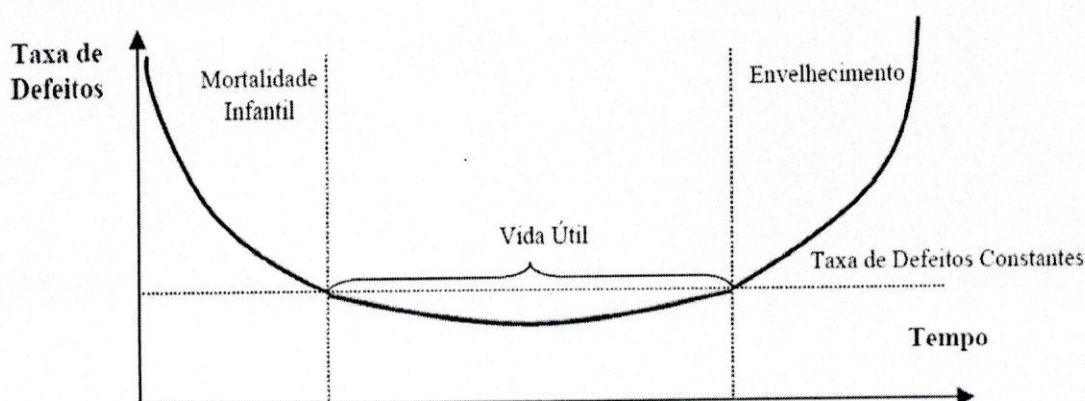
### 6.1 Foco da equipe e FMEA

Como pode ser visto em muitas organizações nos dias de hoje, o FMEA é muitas vezes, deixado de lado, visto que muitos pensam que ele é uma atividade à parte do trabalho do engenheiro. Neste ponto é que muitos se enganam, pois o FMEA é uma atividade 100% pensada em que envolve principalmente o engenheiro, por ter um grande conhecimento técnico, e os demais profissionais envolvidos.

O desenvolver de um projeto é comparado à vida humana, onde a fase da infância é representada pela qualidade do projeto e qualidade gerencial, a maturidade, é representada pela plenitude do funcionamento do projeto, que é influenciada pelos hábitos do usuário, e também pelo ambiente em que se trabalha, e por fim, a velhice, que é o desgaste do projeto, que é influencia da também pela qualidade do projeto e de seu gerenciamento. (LAFRÁRIA, 2001).

Estes dados estão representados abaixo no gráfico chamado ‘Curva da Banheira’.

Figura 3-Curva da banheira



Fonte: Lafrária (2001) adaptado.

Cabe ao engenheiro a responsabilidade pelo FMEA, lembrando que ele é feito com esforço em equipe. É importante certificar-se que existe participação de todas as áreas envolvidas no produto, processo ou serviço. É importante que as fronteiras corriqueiras, não

atrapalhem a qualidade e a confiabilidade do produto, visto que cada setor tem suas metas específicas para alcançar.

Crucial também, a participação dos clientes e fornecedores no FMEA. Pode-se ter relação com fornecedores, sem que haja comprometimento de dados técnicos da empresa, com um membro da equipe do FMEA, fazendo integração com fornecedores, e explicando a eles, as necessidades reais de sua organização, e com acordos de direitos autorais. O cliente pode ser abordado através de pesquisas de marketing e de satisfação. A participação de clientes e fornecedores torna qualquer FMEA formidável e eficiente.

O desenvolver de procedimentos próprios na organização, ajuda a gerenciar o FMEA.

## 6.2 Andamento

São essenciais no caminhar do FMEA:

- a) Introdução: Deve haver uma breve explicação de o que é, como deve ser aplicada e o motivo de sua aplicação;
- b) Diretrizes: São passos que norteiam a construção do FMEA, sua construção e interpretação;
- c) Escalas: Elemento que deve conter a graduação de elementos como severidade, ocorrência e detecção, que cada organização deve traçar de acordo com pesquisas de marketing e históricos de seus produtos;
- d) Exemplificações: é importante constar exemplos coerentes, para ajudar a entender os conceitos e ideias;
- e) Legenda de termos: Constam todos os termos que podem ser utilizados na construção do FMEA, e que não são padronizados, para que se compreenda melhor, o significado das palavras;
- f) Referencial. Consta a fonte a qual foram espelhadas os procedimentos padrões da organização, para que se possam consultar informações adicionais e complementares;
- g) Modelos de planilhas de FMEA: Pelo pensamento de que todos na construção do FMEA devem ter flexibilidade em sua interpretação.

Não é conveniente que se determine como deve ser feito o FMEA, visto que cada organização ou projeto tem suas particularidades, mas sim, a maneira que é mais eficiente e eficaz, dentro do que se pede.

## 6.3 Recomendações de abordagem

Existem recomendações que, durante a construção do formulário FMEA, orientam seu andamento. Seguem:

- a) Reunião para introduzir o FMEA com ideias e focos, delegar tarefas, e treinar membros que não conhecem os procedimentos;
- b) O engenheiro manda um modelo de preliminar de FMEA para os outros componentes da equipe, com exigências de qualidade confiabilidade, com alguns modos de falha encontrados por ele. Pode-se realizar reuniões ordinárias para explicações adicionais e esclarecimentos. Seguidamente os membros preenchem o formulário e devolvem para o engenheiro para posteriores revisões;
- c) Antes de se iniciar a construção do protótipo, têm-se reuniões de análise da etapa anterior, para que se esclareçam dúvidas, e aquelas que não puderem ser esclarecidas, Serem submetidas a estudos posteriores, a fim de que se consigam as respostas. Visto que o FMEA é um método interativo, é possível que se retorne às fases anteriores, a fim de que se consiga melhoria contínua.

#### 6.4 Formulário de entrada do FMEA

Quadro 5 - Formulário de entrada do FMEA

| Modo de falha | Efeitos | Severidade | Causa | Ocorrência | Detecção |
|---------------|---------|------------|-------|------------|----------|
| 1             | a       | #          |       | #          |          |
|               | b       | #          |       | #          |          |
| 2             | a       | #          |       | #          |          |
| 3             | a       | #          |       | #          |          |
|               | b       | #          |       | #          |          |
|               | c       | #          |       | #          |          |

Fonte: Palady (1997) Adaptado.

Este breve formulário chamado de formulário de entrada do FMEA, apresenta uma forma acessível do formulário principal para todos os membros da equipe, e serve como coordenada alfanumérica para os modos de falha e efeitos, onde são atribuídos os valores de severidade, e também os valores para a ocorrência, tais coordenadas alfanuméricas, sevem para identificar o modo de falha e efeito no gráfico de áreas, podendo assim, identificar melhor os modos de falha que devem ser tratados prioritariamente.

#### 6.5 Matriz de investigação

Quadro 5- Matriz de investigação

| CAUSA COMUM | MODO DE FALHA/EFEITO |   |   |   |   |   |   |
|-------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|
|             | 1                    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| CAUSA A     |                      | X |   |   | X |   |   |
| CAUSA B     |                      |   |   | X |   |   |   |
| CAUSA C     |                      |   | X |   |   |   | X |
| CAUSA D     | X                    |   |   |   |   | X |   |

Fonte: Palady (1997) Adaptado.

Esta Tabela tem por intuito, relacionar os modos de falha/efeito, com maior prioridade no gráfico de áreas. Faz-se esta relação, colocando uma marca na marca de intercessão da linha das causas com a coluna do modo de falha, quando se relacionam. Desta forma, encontra-se as 'Causas Chave', assim, o direcionamento dos recursos para estas causas, alavancarão a melhoria em grandes proporções.

Existe um sumário das causas-chave, que serve para relacionar tais causas para posteriores tomadas de ação.

## 6.6 Manipulando o FMEA na organização

Esta parte é composta por quatro etapas.

### 6.6.1 Primeira etapa

Existem três medidas nesta parte:

- A primeira é o treinamento que deve ser conduzido por um grupo de pessoas escolhidas FMEA na organização.
- A segunda é o desenvolvimento de um comitê, composto pelos operários do FMEA e pela gerência.
- O Terceiro é o desenvolver dos procedimentos do FMEA que devem refletir as necessidades reais da empresa

### 6.6.2 Segunda etapa

Nesta etapa, se deve atentar para:

- a) Selecionar quais projetos que deverão ser submetidos ao FMEA, pois se todos forem, pode sobrecarregar o engenheiro, ou gerar resultados não satisfatórios. Estudos de benchmarking, análises e outras formas de retornos dos clientes podem apontar melhor, onde direcionar os investimentos.
- b) É importante garantir que existem recursos para a realização do FMEA, e que haverá o apoio da gerência e os demais departamentos, lembrando que isto não é uma atividade agregada, mas sim de suma importância para a melhoria contínua e garantia de qualidade.
- c) Escolha da equipe, garantindo a participação dos setores envolvidos, de clientes e fornecedores.
- d) Treinamento da equipe de acordo com procedimentos da empresa.
- e) Atribuição de responsabilidades.

#### 6.6.3 Terceira etapa

Atenta-se para:

- a) Verificação do nível de compreensão do FMEA que será adotado, se insuficiente, Rever os conceitos.
- b) Definição das exigências, como especificações, prazos, orçamento, objetivos entre outras diretrizes.

#### 6.6.4 Quarta etapa

Já como planejamento concluído e os recursos disponíveis, a equipe inicia a construção do FMEA, que já tem definida também pela equipe, a abordagem que prefere utilizar.

- a) Depois de realizado o FMEA, deve-se realizar o acompanhamento do custo de falha por um determinado período de tempo, para observar os benefícios reais do programa.
- b) Deve-se realizar a construção de um fluxograma do projeto com o passo a passo dele.
- c) É conveniente fixar no manual o modelo de projeto bem sucedido, para que sirva de modelo para outros que virão sequentemente.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Através de estudos bibliográficos, pode-se verificar que o FMEA é uma importante ferramenta nas empresas, onde se evidencia que o melhor caminho para que se alcance os níveis de qualidade necessário, e se consiga enxugar ao máximo os gastos é a prevenção de falhas e defeitos através de análises sistemáticas, onde se tem todo os procedimentos e metodologias envolvidas e membros de setores diversos, que se reúnem a fim de realizar um brainstorming, e prever todos os modos de falhas possíveis.



## 8 CONCLUSÃO

Nos dias de hoje, qualidade, é essencial na subsistência de qualquer organização, e é evidente, que uma empresa bem sucedida, tem a qualidade excelência como metas a serem alcançadas.

O objetivo principal do trabalho foi demonstrar detalhadamente, maneiras e estratégias de se implantar a ferramenta FMEA em uma organização, visto que durante o desenvolver do trabalho, percebeu-se que esta é uma ferramenta eficaz e barata e promove a integração dos mais diversos setores agregados ao projeto, processo ou serviço que será realizado, e também a integração com fornecedores e clientes, este último, o foco principal e maior influenciado pelas falhas, podendo assim, prever as falhas que poderão ocorrer, antes que chegue às mãos do cliente, promovendo assim a confiabilidade.

Apesar de alguns gargalos como a dificuldade em envolver os diversos setores de uma organização, que tem metas individuais a alcançar, sendo necessário alocar várias pessoas, assim como a dificuldade em envolver a clientela, que querem sempre o melhor, chegou-se a conclusão que o FMEA é uma ferramenta viável.

## REFERÊNCIAS

- FOCO, Treinamento e Desenvolvimento, 2014. Disponível em: <<http://focotreinamentoedesenvolvimento.blogspot.com.br/2012/03/usando-o-pdca-para-solucionar-problemas.html>>. Acesso em: 10/07/2014
- FLOGLIATO, Flávio. **FMEA**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/397\\_laminas\\_da\\_aula\\_7.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/397_laminas_da_aula_7.pdf)> Acesso em: 30/06/2014.
- INSTITUTO DA QUALIDADE AUTOMOTIVA .**Processo de Aprovação de Peça de Produção PPAP**: Manual de Referência. 4. ed. São Paulo, 2006.
- LAFRAIA, J. R. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2001.
- MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. 2014. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues>>. Acesso em: 16/07/2017.
- OLIVEIRA, Sidney Teylor. **Ferramentas para o aprimoramento da qualidade**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1996.
- PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha**. São Paulo: Instituto IMAN,1997.
- PARREIRA.Gabriela Fonseca. **FMEA-Failure Mode and Effect Analysis**, 2014. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1694654/#>> Acesso em: 01/07/2014.
- RIBEIRO, Kallie da Silva. **FMEA – Análise dos Modos de Falha e Efeitos. Metodologia de Qualidade em Projetos de Sistema De Informação**. 2009. Monografia (Tecnólogo em Informática com ênfase em Gestão de Negócios) – FATEC ZL.
- ROGGERO, Patrícia. Ferramentas de Qualidade. **FMEA**. Análise do Modo e Efeitos de Falha, 2014. Disponível em:<<http://agente.epse.com.br/banasqualidade/qualidade28281021282828.PDF>> Acesso em: 17/07/2014.
- SANTOS, Ronildo Xavier dos. **Aplicação do FMEA no Projeto de Moldes para Injeção de Materiais Termoplásticos**. São Paulo, 2009.
- SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart. **Administração de produção**. 3. ed., São Paulo: Atlas,2009.
- TOLEDO, José Carlos de; AMARAL, Daniel Capaldo. **FMEA- Análise do Tipo e Efeito de Falha**. GPEQ – Grupo de Grupo de Estudos e Pesquisas de Qualidade. Universidade Federal de São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 17/07/2014

### ANEXOS

#### Formulário FMEA

| PLANILHA DE ANÁLISE DE MODOS DE FALHA E EFEITOS DE FALHA |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|--|--------|---------------|----------------|-----------------|-----------------------|-------|---|--------|---|--|--|
| SISTEMA:   |        |               |                | EQUIPE:         |                       | DATA: |   | NÚMERO |   |  |  |
| IDENTIFICAÇÃO:   |        |               | RESPONSÁVEL:   |                 |                       | DATA: |   |        |   |  |  |
| Equipamento  | Função | Modo de falha | Causa da falha | Efeito da falha | consequência da falha | S     | O | D      | R |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |
|  |        |               |                |                 |                       |       |   |        |   |  |  |

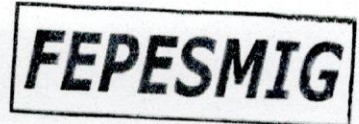
Fonte: O autor

Anexo 2- modelo de formulário FMEA com definição de termos e fluxograma

| Cod_pec :<br>Nome da Peça:<br>Data:<br>Folha No. _____ de _____ |                                     | <input type="checkbox"/> FMEA de Processo<br><input type="checkbox"/> FMEA de Produto                   |   |  |   |  |                         |                         |                     |                    |  |  |                |      |      |      |      |
|---|-------------------------------------|---|---|--|---|--|-------------------------|-------------------------|---------------------|--------------------|--|--|----------------|------|------|------|------|
|   |                                     | Índices   |   |  |   |  |                         |                         |                     |                    |  |  |                |      |      |      |      |
| Descrição do Produto/ Processo                                  | Funções) do produto                 | Tipo de Falha Potencial   | Efeito de Falha Potencial   | Causa da Falha em Potencial  | Controles Atuais  | Índices  |                         |                         |                     | Ações Recomendadas | Responsável/ Prazo                                   | Ações d e Melhoria Medidas Implantadas | Índices Atuais |      |      |      |      |
|   |                                     |   |   |  |   | S  | O                       | D                       | R                   |                    |  |  | S              | O    | D    | R    |      |
| (0)   | Produto/ Processo objeto de análise | (1) Função e/ou características que devem ser atendidas pelo produto. Ex.: Suportar o conjunto do eixo. | (2) Forma e modo como as características ou funções podem deixar de ser atendidas. Ex.: Desbalanceado, Rugoso, Trincado,... | (3) Efeitos (consequências) do tipo de falha, sobre o sistema e sobre o cliente. Ex.: vazamento de ar, ruído, desgaste prematuro, etc... | (4) Causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial. Ex.: Erro de montagem, falta de lubrificação, etc... | (5) Medidas Preventivas e de detecção que já tenham sido tomadas e/ou são regularmente utilizadas nos produtos/processos das da empresa. | (6) S E V E R I D A D E | (7) O C O R R Ê N C I A | (8) D E T E C Ç Ã O | (9) R I S C O S    | (10) Ações recomendadas para a diminuição dos riscos | (11) Responsável e Prazo               | (12)           | (13) | (14) | (15) | (16) |
| <p><b>FLUXOGRAMA</b></p>  |                                     |   |   |  |   |  |                         |                         |                     |                    |  |  |                |      |      |      |      |

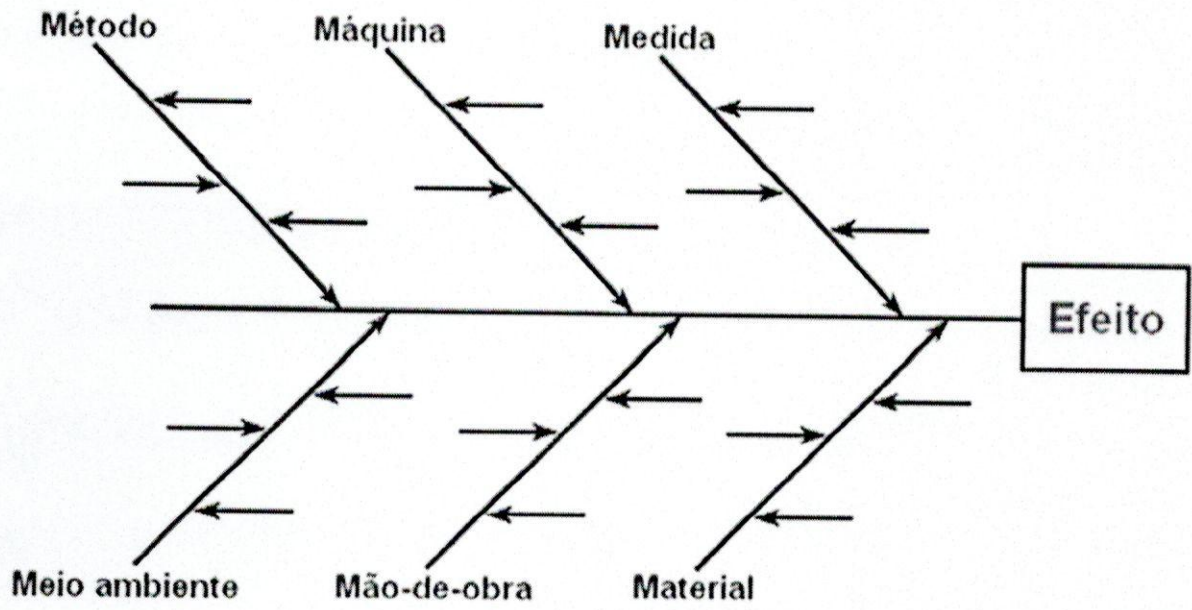
S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos

Fonte: Toledo



Anexo3- Gráfico espinha de peixe

### Grupo de causas



Fonte: Parreira