

FMEA

Prof. Andréa

CONCEITO DE FMEA

Definição:

Análise FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) é uma metodologia que objetiva avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas (determinação da causa, efeito e risco de cada tipo de falha) e implantação de ações para aumentar a confiabilidade.

CONCEITO DE FMEA

ABNT, na norma NBR 5462 (1994), adota a sigla originária do inglês FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) e a traduz como Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos.

Observa-se que :

- a norma utiliza o termo **PANE** para expressar falha.
- o FMEA é um método qualitativo de análise de confiabilidade que envolve - o estudo dos modos de falhas que podem existir para cada item, e a determinação dos efeitos de cada modo de falha sobre os outros itens e sobre a função específica do conjunto. NBR 5462 (1994)

CONCEITO DE FMEA

A *Military Standard (MIL-STD 1629A) (1980)*, identifica como sendo um procedimento pelo qual cada modo de falha potencial em um sistema é analisado para determinar os resultados ou efeitos no sistema e para classificar cada modo de falha potencial de acordo com a sua severidade.

CONCEITOS DE FMEA

MODO é a “Forma ou maneira de ser ou manifestar-se uma coisa”; “Maneira ou forma particular de fazer as coisas, ou de falar”; “Maneira de conseguir as coisas; meio, via”.

FALHA: “Defeito”, “Desarranjo, enguiço” ou “ato ou efeito de falhar”, sendo que FALHAR está descrito como “Não dar o resultado desejado, não ser como se esperava”.

ABORDAGENS DOS CONCEITOS DE FMEA

Quadro 4.1 – Modo de falha com a abordagem funcional.

| Componente | Função | Modo de falha |
|------------|-------------------------------|--|
| Eixo | Transmitir movimento, torque. | Não transmite movimento, não transmite torque. |

Quadro 4.2 – Modo de falha com a abordagem estrutural.

| Componente | Função | Modo de falha |
|------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Eixo | Transmitir movimento, torque. | Ruptura, empenamento, desgaste... |

EFEITO: “Resultado produzido por uma ação ou um agente, denominados causa em relação a esse resultado”, “conseqüência, resultado”, “fim, destino”

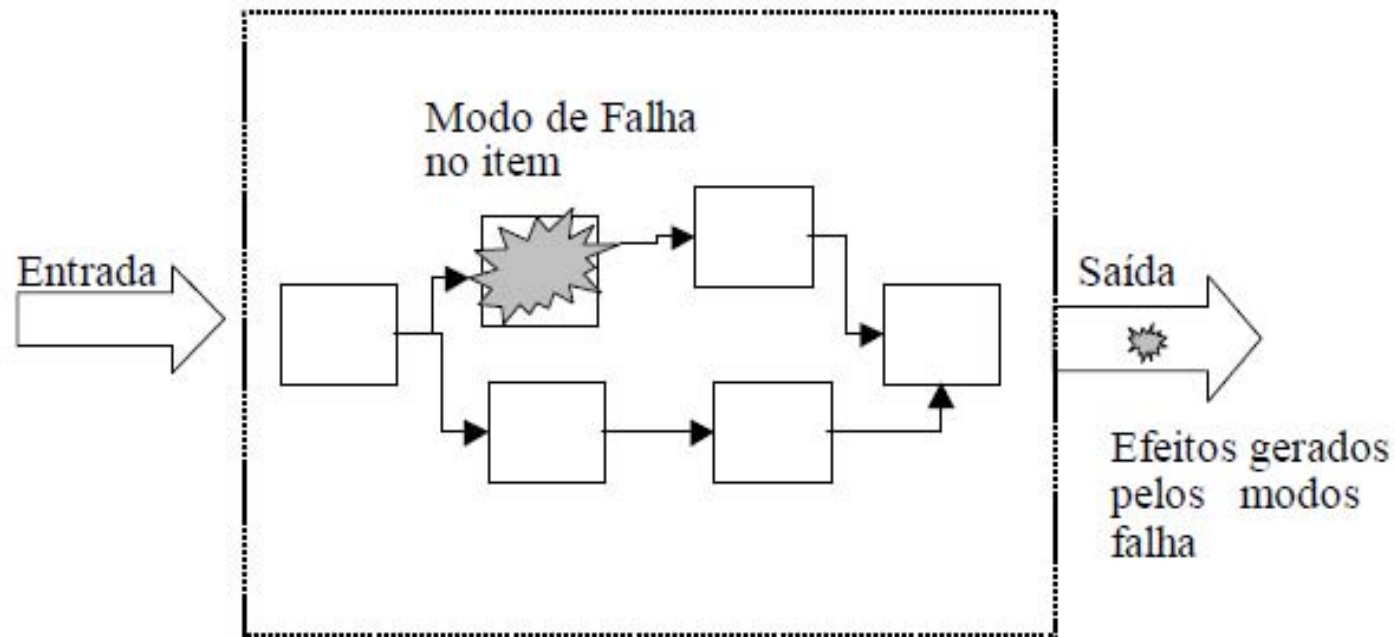


Figura 4.1 – Indicativo de que o Modo de falha é uma ação interna e efeito uma ação externa

CAUSA: “Aquilo que determina a existência de uma coisa”; “O que determina um acontecimento”; “agente, motivo, razão”; “origem, princípio”

As causas do modo de falha são os motivos que levaram o modo de falha a ocorrer, podem:

- Estar nos componentes da vizinhança,
- Fatores ambientais,
- Erros humanos, ou
- No próprio componente.

O que é o FMECA

A sigla FMECA tem origem da seguinte expressão em inglês *Failure Modes, Effects and Criticality Analysis* e é ser traduzida como *Análise dos Modos de Falha, Efeitos e Criticidade*.

$$\text{FMECA} = \text{FMEA} + \text{C}$$

$$\text{C} = \text{CRITICIDADE} = (\text{OCORRÊNCIA}) \times (\text{SEVERIDADE})$$

$$C = \text{CRITICIDADE} = (\text{OCORRÊNCIA}) \times (\text{SEVERIDADE})$$

Ocorrência é usado para avaliar as chances (probabilidade) da falha ocorrer

Quadro 4.3 – Probabilidade de ocorrência (BEM-DAYA e RAOUF, 1996)

| Probabilidade de ocorrência | Chances de ocorrência | Escore |
|-----------------------------|-----------------------|--------|
| Remota | 0 | 1 |
| Baixa | 1/20,000 | 2 |
| | 1/10,000 | 3 |
| Moderada | 1/2,000 | 4 |
| | 1/1,000 | 5 |
| | 1/200 | 6 |
| Alta | 1/100 | 7 |
| | 1/20 | 8 |
| Muito alta | 1/10 | 9 |
| | 1/2 | 10 |

C = CRITICIDADE = (OCORRÊNCIA) X (SEVERIDADE)

SEVERIDADE avalia o impacto dos efeitos da falha, a gravidade dos efeitos.

Quadro 4.4 – Severidade dos efeitos (BEM-DAYA e RAOUF, 1996)

| Severidade | Escore |
|---|--------|
| O cliente provavelmente não tomará conhecimento | 1 |
| Leve aborrecimento | 2 - 3 |
| Insatisfação do cliente | 4 - 6 |
| Alto grau de insatisfação | 7 - 8 |
| Atinge as normas de segurança | 9 - 10 |

Existe ainda uma outra métrica do FMECA, que se chama **índice de detecção das falhas**.

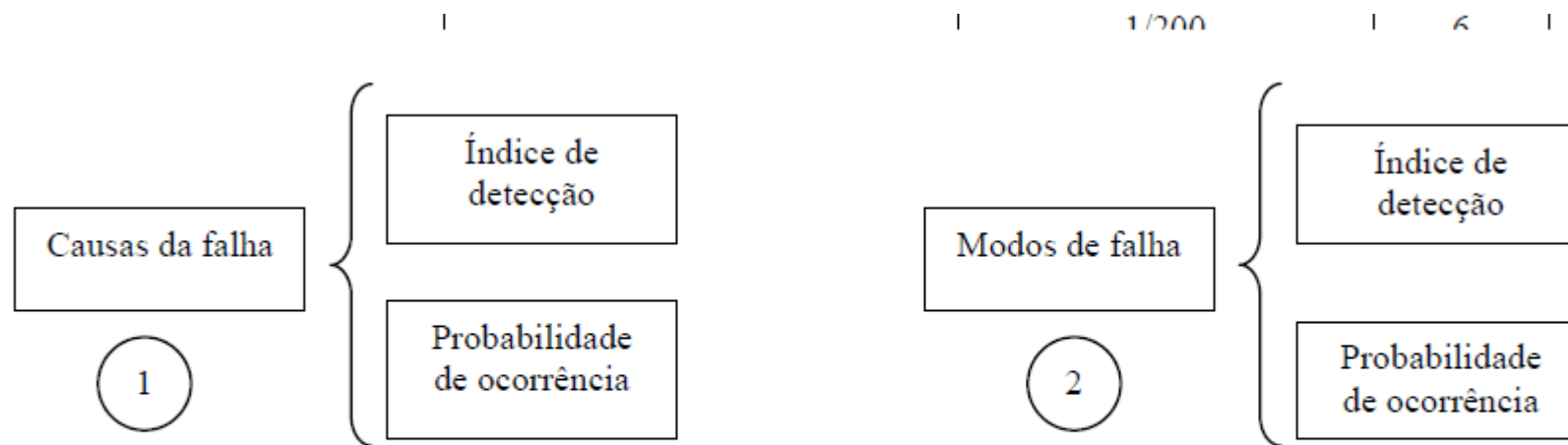


Figura 4.2 – (1) Índices baseados nas causas. (2) Índices baseados nos modos de falha.

Abordagens diferentes de aplicação do índice, mas os resultados obtidos são os mesmos

No FMECA é calculado o **Número de Prioridade de Risco (NPR)** sendo que em algumas abordagens o valor é atribuído ao modo de falha e em outras a cada causa do modo de falha

$$\text{NPR} = \text{Ocorrência} \times \text{Severidade} \times \text{Detecção}$$

DETECÇÃO é um valor que mostra a eficiência dos controles de detecção da falha (modo de falha ou causa do modo de falha). Quanto maior for o valor atribuído ao índice de detecção significa que maior será a dificuldade de detectar a falha.

Quadro 4.5 – Índice de detecção das falhas (BEM-DAYA E RAOUF, 1996)

| Probabilidade de não detectar a falha | Probabilidade (%) de um defeito individual alcançar o cliente | Escore |
|---------------------------------------|---|--------|
| Remota | 0 - 5 | 1 |
| Baixa | 6 - 15 | 2 |
| | 16 - 25 | 3 |
| Moderada | 26 - 35 | 4 |
| | 36 - 45 | 5 |
| | 46 - 55 | 6 |
| Alta | 56 - 65 | 7 |
| | 66 - 75 | 8 |
| Muito alta | 76 - 85 | 9 |
| | 86 - 100 | 10 |

Como fazer análise de falha o FMEA/FMECA

A análise que geralmente é feita pelo FMEA é denominada ***BOTTOM-UP***, porque ***parte da análise dos modos de falhas dos componentes e estende-se até os efeitos causados no sistema.***

Pode-se empregar a análise do tipo ***TOP-DOWN***, que ***parte dos efeitos no sistema e procura-se determinar as causas destes efeitos.***

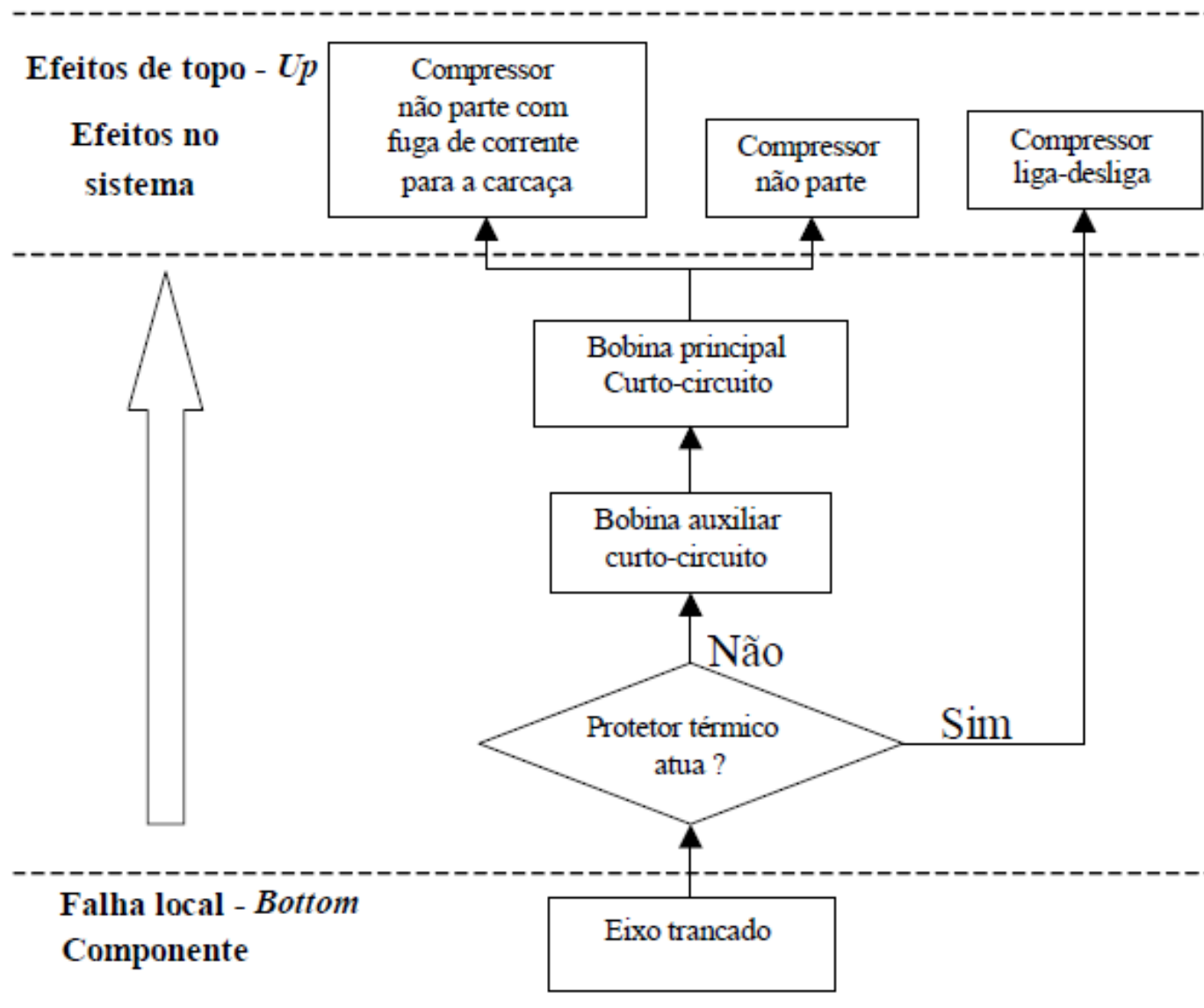


Figura 4.5 – Análise do tipo *Bottom-up* (SAKURADA, 1997).

Aplicações do FMEA/FMECA

FMEA de Sistema – É usado para analisar sistemas e subsistemas nas fases iniciais de **concepção e projeto**. O FMEA de sistema enfoca os modos potenciais de falha entre as funções do sistema, causada por algumas eficiências do sistema. Ele inclui a interação entre os sistemas e os elementos do sistema.

FMEA de Projeto – É usado para analisar produtos antes que eles sejam liberados para a manufatura. O FMEA de projeto enfoca os **modos potenciais de falha causados** pelas deficiências do projeto.

FMEA de Processo – É usado para analisar os processos de manufatura e montagem. O FMEA de processo enfoca os modos de falhas causados pelas deficiências do processo ou montagem.

FMEA de Serviço – É usado para analisar serviços antes que eles alcancem o cliente. O FMEA de serviço enfoca os modos de falha (tarefas, erros, enganos) causados pelas deficiências do sistema ou processo.

FMEA de sistema

| Modo de falha | Efeito | Causas |
|---------------|-----------------------------|-----------------------|
| O problema | As ramificações do problema | As causas do problema |

FMEA de projeto

| Modo de falha | Efeito | Causas |
|--|--|---|
| As causas do problema do FMEA de sistema | As causas do problema com uma melhor definição | Novas causas raízes para os modos de falha de projeto |

FMEA de processo e
FMEA de serviço

| Modo de falha | Efeito | Causas |
|--|--------------------------------------|--|
| As causas do problema do FMEA de projeto | Os mesmos efeitos do FMEA de projeto | Causas raízes específicas para os modos de falha de processo |

Figura 4.7 – Relacionamento entre os vários tipos de FMEAs (STAMATIS, 1995).

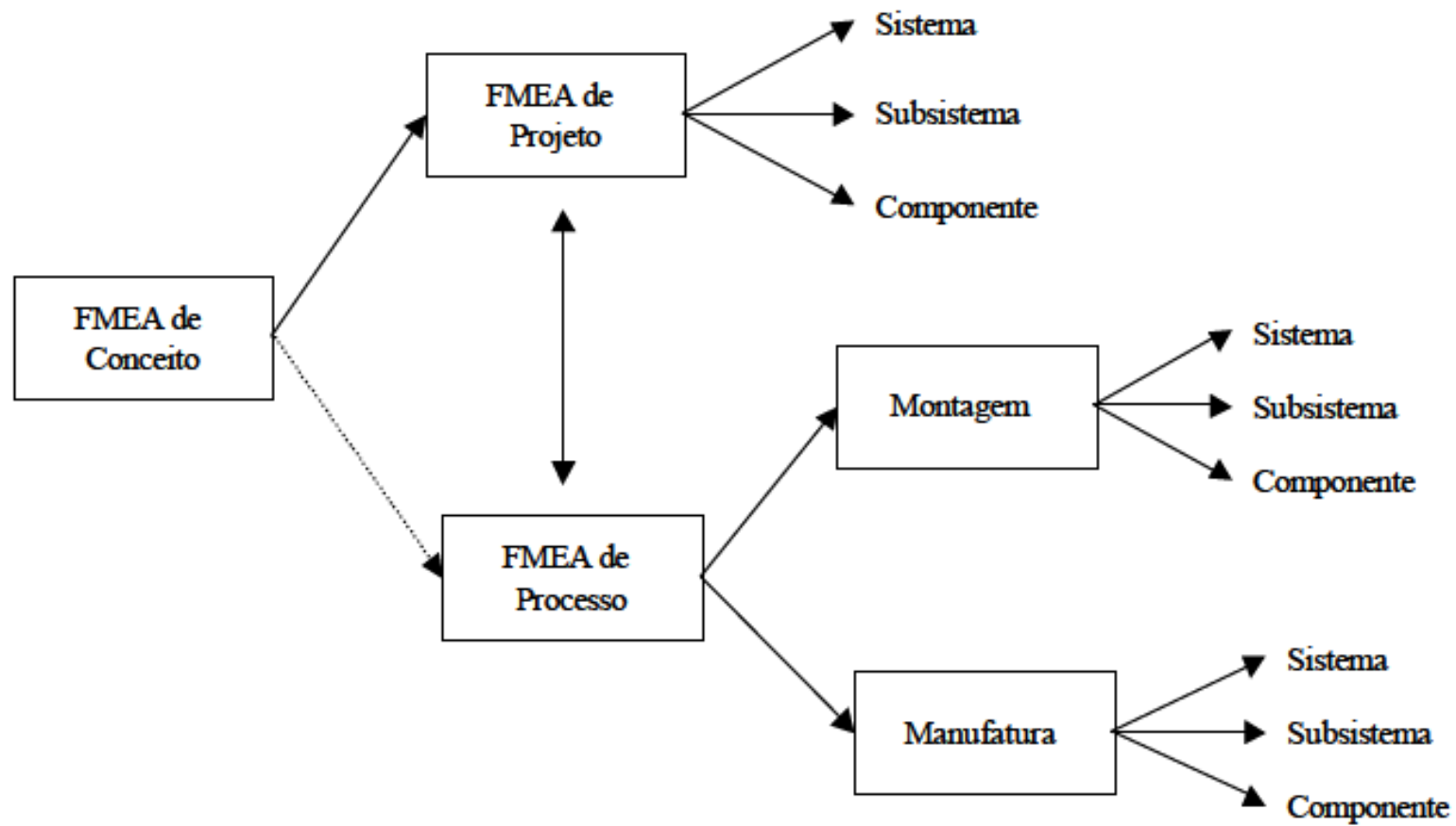


Figura 4.8 – Categorias de FMEA (FORD, 1997).

Quadro 4.6 – Procedimentos para o desenvolvimento do FMECA.

| Etapas | TENG e HO (1996) | KUME [1996] | VILLACOURT (1992) | STAMATIS (1995) |
|--------|--|---|--|--|
| 1 | Coleta de informações do componente e função do processo | Modos de Falha | Revisar as especificações e documentos de requerimentos do sistema | Selecionar a equipe e <i>Brainstorming</i> |
| 2 | Modos de falha | Efeitos | Coletar as informações | Diagrama Funcional de Blocos e ou Fluxograma do processo |
| 3 | Efeitos | Causas e Mecanismos das falhas | Diagrama Funcional de Blocos | Organizar os problemas por prioridade |
| 4 | Causas | Ocorrência | Modos de falha | Modos de falha |
| 5 | Controles atuais | Severidade | Efeitos | Efeitos |
| 6 | NPR (Número de prioridade de risco) | Detecção | Causas | Controles existentes |
| 7 | Ações Corretivas | NPR (Número de prioridade de risco) | Controles atuais, detecção das falhas. | Severidade, ocorrência, detecção. |
| 8 | | Ações Corretivas, Melhorias recomendadas. | NPR (Número de prioridade de risco) | NPR (Número de prioridade de risco) |
| 9 | | Distribuição de tarefas e prazo | Preparação dos formulários | Confirmar, Avaliar e mensurar a situação. |
| 10 | | Reavaliar o NPR. | Revisão (Priorizar problemas) | Refazer todos os passos acima novamente |
| 11 | | | Ações corretivas | |

Etapas do FMEA

PLANEJAMENTO

Esta fase é realizada pelo responsável pela aplicação da metodologia e compreende:

- **descrição dos objetivos e abrangência da análise: em que identifica-se qual(ais) produto(s)/processo(s) será(ão) analisado(s);**
- **formação dos grupos de trabalho: em que define-se os integrantes do grupo, que deve ser preferencialmente pequeno (entre 4 a 6 pessoas) e multidisciplinar (contando com pessoas de diversas áreas como qualidade, desenvolvimento e produção);**
- **planejamento das reuniões: as reuniões devem ser agendadas com antecedência e com o consentimento de todos os participantes para evitar paralizações;**
- **preparação da documentação (ver na figura 3 a documentação necessária).**

| FMEA de Produto | FMEA de Processo |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Lista de Peças; • Desenhos; • Resultados de Ensaios; • FMEA's de produtos similares; • FMEA's já realizados para o produto | <ul style="list-style-type: none"> • Lista de Peças; • FMEA de produto da peça • Desenhos de Fabricação; • Planos de Inspeção; • Estatísticas de Falhas do processo; • Estatísticas de Falhas do processo; • Estudos de Capacidade de Máquina. |

Figura 3: Documentos Necessários para a Análise FMEA

ANÁLISE DE FALHAS EM POTENCIAL

Esta fase é realizada pelo grupo de trabalho que discute e preenche o formulário FMEA, definindo:

- função(ções) e característica(s) do produto/processo (coluna 1 na figura 2);
- tipo(s) de falha(s) potencial(is) para cada função (coluna 2);
- efeito(s) do tipo de falha (coluna 3);
- causa(s) possível(eis) da falha (coluna 4);
- controles atuais (coluna 5);

AVALIAÇÃO DOS RISCOS

Nesta fase são definidos pelo grupo os índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) para cada causa de falha, de acordo com critérios previamente definidos:

(um exemplo de critérios que podem ser utilizados é apresentado na figura 4, mas o ideal é que a empresa tenha os seus próprios critérios adaptados a sua realidade específica).

MELHORIA

Nesta fase o grupo, utilizando os conhecimentos, criatividade e até mesmo outras técnicas como *brainstorming*, *lista todas as ações que podem ser realizadas para diminuir os riscos*.

Estas medidas podem ser:

- medidas de **prevenção total ao tipo de falha**;
- medidas de prevenção total de **uma causa de falha**;
- medidas **que dificultam a ocorrência de falhas**;
- medidas que **limitem o efeito do tipo de falha**;
- medidas que aumentam a **probabilidade de detecção do tipo ou da causa de falha**;

Estas medidas são analisadas quanto a sua viabilidade, sendo então definidas as que serão implantadas.

Uma forma de se fazer o controle do resultado destas medidas é pelo próprio formulário FMEA por meio de colunas que onde ficam registradas as medidas recomendadas pelo grupo, nome do responsável e prazo, medidas que foram realmente tomadas e a nova avaliação dos riscos.

Análise do Tipo e Efeito de Falha

Cod_pec :
 Nome da Peça:
 Data:
 Folha No. _____ de _____

FMEA de Processo
 FMEA de Produto

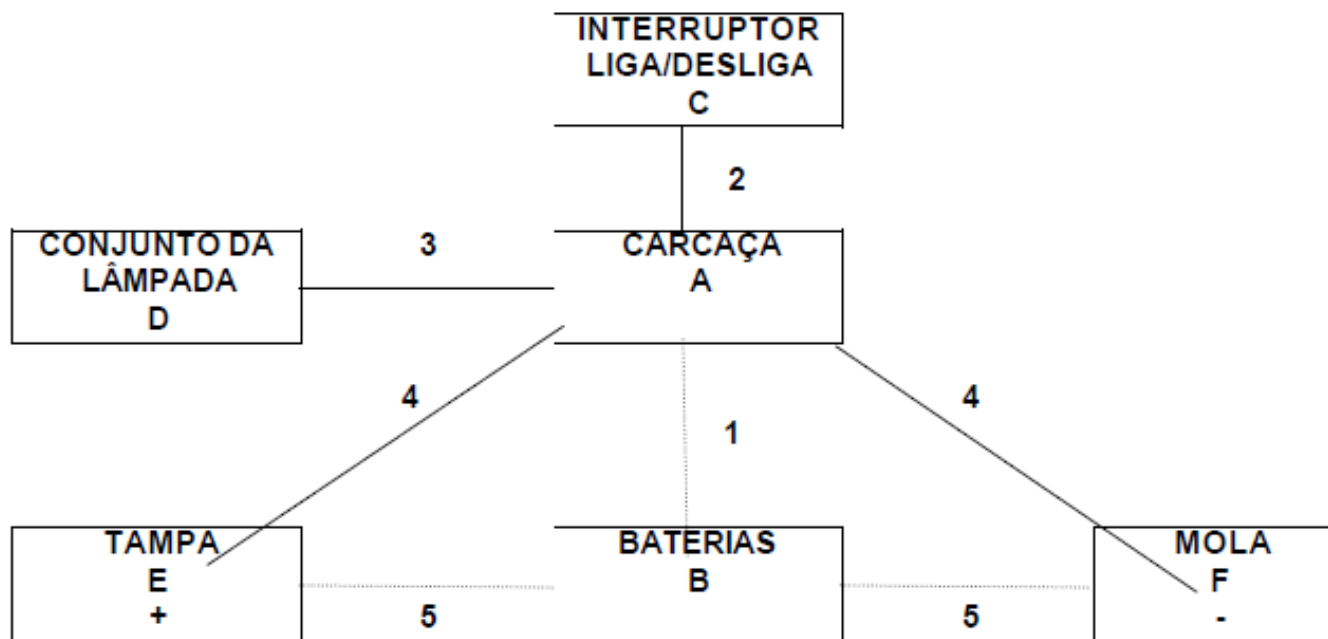
| Descrição do Produto/ Processo | Função(ões) do produto | Tipo de Falha Potencial | Efeito de Falha Potencial | Causa da Falha em Potencial | Controles Atuais | Índices | | | | Ações Recomendadas | Responsável/ Prazo | Medidas Implantadas | Índices Atuais | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------------|-----------------------------|------------------|---------|---|---|---|--------------------|--------------------|---------------------|----------------|---|---|---|--|--|--|
| | | | | | | S | O | D | R | | | | S | O | D | R | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

S = Severidade O = Ocorrência D = Detecção R = Riscos Figura 1: Formulário FMEA

| Descrição do Produto/ Processo | Função(ões) do produto | Tipo de Falha Potencial | Efeito de Falha Potencial | Causa da Falha em Potencial | Controles Atuais | Índices | | | | Ações de Melhoria | | | | | | |
|-------------------------------------|---|--|--|---|--|---|--|--------------------------------------|----------------------------|---|---|---------------------|----------------|------|------|------|
| | | | | | | S | O | D | R | Ações Recomendadas | Responsável/ Prazo | Medidas Implantadas | Índices Atuais | | | |
| | | | | | | | | | | | | | S | O | D | R |
| (0) | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) | (8) | (9) | (10) | (11) | (12) | (13) | (14) | (15) | (16) |
| Produto/ Processo objeto de análise | Função e/ou características que devem ser atendidas pelo produto. Ex.: Suportar o conjunto do eixo. | Forma e modo como as características ou funções podem deixar de ser atendidas. Ex.: Desbalanceado, Rugoso, Trincado... | Efeitos (conseqüências) do tipo de falha, sobre o sistema e sobre o cliente. Ex.: vazamento de ar, ruidoso, desgaste prematuro, etc... | Causas e condições que podem ser responsáveis pelo tipo de falha em potencial. Ex.: Erro de montagem, falta de lubrificação, etc... | Medidas Preventivas e de detecção que já tenham sido tomadas e/ou são regularmente utilizadas nos produtos/processos das da empresa. | S E V E R I D A D E | O C O R R Ê N C I A | D E T E C Ç Ã O | R I S C O S | Ações recomendadas para a diminuição dos riscos | Responsável e Prazo | | | | | |
| FLUXOGRAMA | Quem está sendo analisado? | Quais funções ou características devem ser atendidos? | Como a função ou característica pode não ser cumprida? | Que efeitos tem este tipo de falha? | Quais causas poderiam ser as causas? | Quais medidas de prevenção e descoberta poderiam ser tomadas? | | | | Quais os riscos prioritários? | Quais medidas podem ser tomadas para atenuar os riscos? | | | | | |

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

EXEMPLO DE DIAGRAMA DE BLOCOS PARA FMEA DO PROJETO - lanterna



COMPONENTES

- A. CARÇAÇA
- B. BATERIAS
- C. INTERRUPTOR LIGA/DESLIGA
- D. CONJUNTO DA LÂMPADA
- E. TAMPÁ
- F. MOLA

MÉTODO DE FIXAÇÃO

- 1. ENCAIXE DE ROSCA
- 2. REBITES
- 3. ROSCA
- 4. AJUSTE RÁPIDO
- 5. ENCAIXE DE PRESSÃO

As perguntas básicas que são feitas em uma análise via FMEA são:

- De que maneiras um componente pode falhar?**
- Que tipo de falhas são observadas?**
- Quais são os efeitos da falha sobre o sistema?**
- Qual é a importância da falha?**
- Como preveni-la?**

EXEMPLO: CHUVEIRO ELÉTRICO

| | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|---|
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 22 | 23 | 24 | | | | |
|  |  |  | | | | |

EXEMPLO: CHUVEIRO ELÉTRICO

ETAPAS DO FMEA

- Desdobramento do produto: subsistemas e componentes
- Para cada componente foi determinado a função no produto
- Identificação potencial modo de falhas
- Identificação dos efeitos que estes modos de falhas podem causar
- Controles que permitam a detecção da falha antes que ela ocorra.
- Definição do índices de Severidade
- Definição dos índices de ocorrência.

| CUSTO DO PRODUTO → R\$ | | | | | META → REDUÇÃO DE CUSTO EM | | | | | |
|------------------------|--------------------|----------------|------------|---------------------|----------------------------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------|----------|
| Nº | Denominação | | Função | | Custo do Material | | Custo da Mão de Obra (e fabricação) | | Outros (montagem) | |
| | | | Verbo | Substantivo | % | R\$ | % | R\$ | % | R\$ |
| 1 | Corpo | Rosca Superior | Fixar | Tampa superior | 7,6% | 0,400 | 5,6% | 0,278 | 9,8% | 0,141667 |
| 2 | | Tampa Superior | Isolar | Contatos | 6,2% | 0,325 | 5,6% | 0,278 | 8,6% | 0,125 |
| 3 | | Tampa Inferior | Distribuir | água | 7,0% | 0,370 | 5,6% | 0,278 | 9,8% | 0,141667 |
| 4 | | Corpo | Suportar | es | 18,4% | 0,970 | 8,4% | 0,417 | 9,8% | 0,141667 |
| 5 | Chuveirinho | Mangueira | Conduzir | Água | 13,1% | 0,690 | 1,4% | 0,069 | - | - |
| 6 | | Boca | Direcionar | Água | 2,5% | 0,130 | 1,4% | 0,069 | - | - |
| 7 | | Corpo | Suportar | Boca do chuveirinho | 2,5% | 0,130 | 1,4% | 0,069 | - | - |
| 8 | | Espigão | Conectar | Mangueira | 2,5% | 0,130 | 2,8% | 0,139 | - | - |
| 9 | Prolongador | prolongador | Extender | Fixação | 5,9% | 0,310 | 5,6% | 0,278 | - | - |

| CUSTO DO PRODUTO → R\$ | | | | | META → REDUÇÃO DE CUSTO EM | | | | | |
|------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------|-------------------|-------|----------|
| Nº | Denominação | Função | | Custo do Material | | Custo da Mão de Obra (e fabricação) | | Outros (montagem) | | |
| | | Verbo | Substantivo | % | R\$ | % | R\$ | % | R\$ | |
| 10 | Elementos internos | Pinos de contato | Prover | Contato elétrico | 1,9% | 0,100 | 2,0% | 0,100 | - | - |
| 11 | | Fixação da Resistencia | Suportar | Resistencia | 4,8% | 0,250 | 5,6% | 0,278 | - | - |
| 12 | | Ajuste de temperatura | Ajustar | temperatura | 7,0% | 0,370 | 1,4% | 0,069 | 10,9% | 0,158333 |
| 13 | | Elemento Giratório | contato | eletrico | 2,8% | 0,145 | 2,8% | 0,139 | - | - |
| 14 | | Disco | sustentar | componente | 3,3% | 0,175 | 2,8% | 0,139 | - | - |
| 15 | | Redutor | Reduzir | Vazão | 2,2% | 0,115 | 4,2% | 0,208 | - | - |
| 16 | | Pinos de fixação | Conduzir | Eletricidade | 0,8% | 0,044 | 2,0% | 0,100 | - | - |
| 17 | | Resistencia | Fornecer | Calor | 1,5% | 0,080 | 20,2% | 1,000 | 9,8% | 0,141667 |
| 18 | | Borracha (Diafragma) | Isolar | Eletricidade | 0,6% | 0,034 | 4,0% | 0,200 | 10,9% | 0,158333 |
| 19 | | Anel Oring | Vedar | Tampa inferior | 0,0% | 0,002 | 4,0% | 0,200 | 9,8% | 0,141667 |
| 20 | | Peças de Cobre | Conduzir | Eletricidade | 3,6% | 0,190 | 6,1% | 0,300 | 12,6% | 0,183333 |
| 21 | | Capas de Fiação | Isolar | Eletricidade | 3,9% | 0,205 | 2,8% | 0,139 | - | - |
| 22 | Embalagem | Etiqueta (Atenção) | Prover | informação | 0,1% | 0,005 | 0,8% | 0,042 | - | - |
| 23 | | Elástico | Segurar | Mangueira | 0,0% | 0,002 | 2,0% | 0,100 | - | - |
| 24 | | Embalagem Plastica | Protejer | Produto | 1,7% | 0,090 | 1,4% | 0,069 | 8,0% | 0,116667 |

FMEA CHUVEIRO ELÉTRICO

| Nº | Denominação | | Função | | Modo potencial de falha | Efeito potencial de falha | Severidade | Causa(s) potencial/ Mecanismo de falha(s) | Ocorrência | Controle | Detecção | R.P.N. |
|----|-------------|----------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------|--|------------|---|------------|---|----------|--------|
| | | | Verbo | Substantivo | | | | | | | | |
| 1 | Corpo | Tampa Superior | Isolar | Contatos | Tampa superior desprende do corpo | Contatos elétricos expostos, podendo levar a choque | 10 | Encaixes (snap-fits) ineficientes (baixa força de extração) | 3 | Força de encaixe manual | 5 | 150 |
| 2 | | Tampa Inferior | Distribuir | Fluxo de água | Tampa inferior solta | Fluxo de água irregular | 6 | Baixo torque de aperto | 3 | Medição de torque de aperto | 2 | 36 |
| 3 | | Corpo | Suportar | Componentes e fluxo de água | Trincas e quebras no corpo | Contatos elétricos expostos, água eletrificada | 10 | Baixa rigidez estrutural (bolhas no material injetado) | 2 | Inspeção visual | 2 | 40 |
| 4 | | | | | | | | Baixa rigidez estrutural (baixa espessura) | 2 | Testes estruturais | 2 | 40 |
| 5 | Chuveirinho | Mangueira | Conduzir | Água | Trincas ou furos | Fluxo inadequado de água | 6 | Mangueira armazenada dobrada | 3 | Inspeção visual (armazenamento em embalagens transparentes) | 2 | 36 |
| 6 | | Boca | Direcionar | Água | Bocal solto e desconectado | Fluxo de água não uniforme | 5 | Torque de aperto inadequado | 2 | Inspeção manual do torque de aperto | 2 | 20 |
| 7 | | Corpo | Suportar | Boca do chuveirinho | Trincas e quebras no corpo | Fluxo de água irregular | 6 | Baixa rigidez estrutural (bolhas no material injetado) | 2 | Inspeção visual | 3 | 36 |
| 8 | | Espigão | Conectar | Mangueira | Trincas e quebras | Corpo do chuveirinho mal fixado, fluxo de água irregular | 6 | Baixa rigidez estrutural (falhas de material) | 2 | Inspeção visual | 3 | 36 |
| 9 | Prolongador | | Extender | Fixação | Trincas e quebra do prolongador | Queda do chuveiro sobre o usuário | 10 | Baixa rigidez estrutural (falhas de material) | 2 | Inspeção visual e elevado coeficiente de segurança estrutural | 2 | 40 |

| Nº | Denominação | | Função | | Modo potencial de falha | Efeito potencial de falha | Severidade | Causa(s) potencial/ Mecanismo de falha(s) | Ocorrência | Controle | Detecção | R.P.N. |
|----|--------------------|------------------------|----------|------------------|--|---|------------|---|------------|--|----------|--------|
| | | | Verbo | Substantivo | | | | | | | | |
| 10 | Elementos internos | Pinos de contato | Prover | Contato elétrico | Não conduzir corrente elétrica adequadamente, elevando a resistência de contato. | Perda de performance, Aquecimento na região dos contatos | 7 | Oxidação do material | 3 | Testes de oxidação no material. | 2 | 42 |
| 11 | | Fixação da Resistencia | Suportar | Resistencia | Quebra do suporte | Resistência solta dentro do chuveiro. Produto não funciona. | 9 | Baixa rigidez estrutural (espessura e/ou material inadequado) | 4 | Testes estruturais | 3 | 108 |
| 12 | | | | Calor | Derretimento do suporte da resistência | Resistência solta dentro do chuveiro. Produto não funciona. | 9 | Resistência a temperatura inadequada do material utilizado (corpo) | 4 | Testes térmicos | 3 | 108 |
| 13 | | Ajuste de temperatura | Ajustar | temperatura | Quebra do suporte (Click) ou mal encaixe com a interface do usuário | Consumidor insatisfeito. Perda da função "seleção de temperatura" | 7 | Encaixes (Click) ineficientes | 3 | Teste de vida | 3 | 63 |
| 14 | | Elemento Giratório | contato | eletrico | Não prover ou prover contato com alta resistência provocando aquecimento | Perda de performance, Aquecimento elevado na região dos contatos | 9 | Distância muito grande entre o contato fixo no diafragma e o contato do elemento giratório. | 3 | Testes em laboratório (Ex: teste de vida) | 2 | 54 |
| 16 | | Redutor | Reduzir | Vazão | Reduzir muito a vazão | Produto não funciona (\baixa pressão de água) | 7 | Redução muito grande da área de passagem de água | 2 | Testes hidráulicos para determinar situações onde o redutor deve ser utilizado | 3 | 42 |

| Nº | Denominação | Função | | Modo potencial de falha | Efeito potencial de falha | Severidade | Causa(s) potencial/ Mecanismo de falha(s) | Ocorrência | Controle | Detecção | R.P.N. | |
|----|-------------|-----------------|-------------|--|--|---|---|--|---|---|--------|----|
| | | Verbo | Substantivo | | | | | | | | | |
| 18 | Resistencia | Fornecer | Calor | Interrupção do fornecimento de calor | Consumidor insatisfeito | 7 | Condutor de espessura inadequada | 3 | Teste elétrico (resistência elétrica) | 2 | 42 | |
| 19 | | Acionar | Resistencia | Não acionar resistência quando ligada vazão de água | Consumidor insatisfeito | 7 | Dureza muito elevada da borracha e/ou área muito baixa (baixa força de acionamento) | 3 | Testes hidráulicos para determinar pressões mínimas de água. | 2 | 42 | |
| | | | | Não desligar resistência após interrompido o fluxo de água | Derretimento da corpo do produto, potencial risco ao consumidor | 10 | Dureza muito baixa da borracha. | 2 | Testes elétricos e hidráulicos para determinar a dureza ideal da borracha | 2 | 40 | |
| 20 | | Anel Oring | Vedar | Tampa inferior | Não vedar apropriadamente a tampa inferior | Vazamento de água pelas bordas da tampa | 6 | Oring mal encaixado | 2 | Inspeção visual | 2 | 24 |
| 21 | | Peças de Cobre | Conduzir | Eletricidade | Não suportar a corrente de 25A, conforme especificação do chuveiro | Aquecimento dos condutores podendo derreter as partes isolantes | 10 | Espessuras ou diâmetros dos condutores finos - Erro na especificação | 1 | Teste elétrico (Ex: Teste de vida avaliano a isolamento e partes plasticas do condutor) | 2 | 20 |
| 22 | | Capas de Fiação | Isolar | Eletricidade | Capas rompidas e/ou derretidas | Fiação eletrica exposta (potencial choque eletrico) | 10 | Material inapropriado para a temperatura de trabalho | 3 | Testes de Capacidade de isolamento | 2 | 60 |
| 23 | Embalagem | Prover | informação | Etiqueta solta | Usuario sem informação sobre potenciais riscos | 9 | Adesivo colado sobre superficie suja | 2 | Limpeza do local onde o adesivo é colado, e inspeção visual | 2 | 36 | |
| 24 | | Segurar | Mangueira | Mangueira solta dentro da embalagem | Consumidor um pouco insatisfeito | 3 | Elastico mal encaixado | 3 | Inspeção visual | 2 | 18 | |
| 25 | | Protejer | Produto | Embalagem furada | Consumidor insatisfeito | 5 | Manipulação inadequada da embalagem na fábrica | 3 | Inspeção visual | 2 | 30 | |
| 26 | | | | | | 5 | Espessura da embalagem muito baixa | 3 | Testes estrutural da embalagem | 2 | 30 | |