FMEA "FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS"

ANÁLISE DOS TIPOS DE FALHAS E EFEITOS

1. INTRODUÇÃO

2. FMEA⇔ISO 9000⇔QS 9000

3 - INTRODUÇÃO FMEA

4. FMEA DE PROJETO

5. FMEA DE PROCESSO

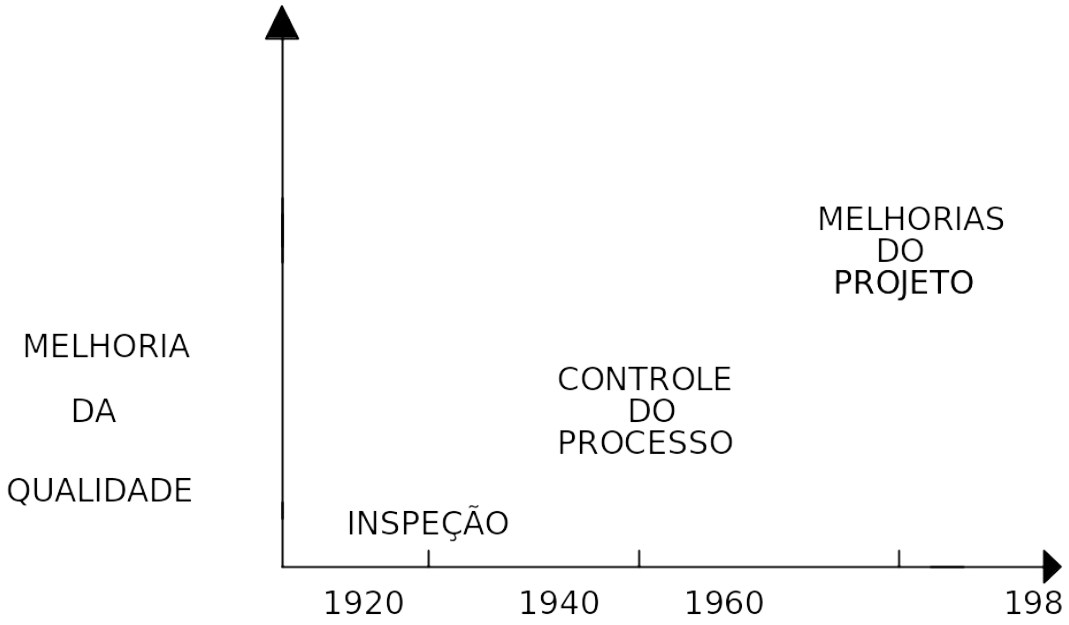
Introdução

QUANTO CUSTA UMA MODIFICAÇÃO

CUSTO = F (CICLO DO PROJETO)



EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES DE CONTROLE DA QUALIDADE



CEP: Ferramenta importante para monitoramento da qualidade. Porém, deve ser acompanhado por outros métodos usados antes da produção.

FMEA busca melhorias no PROJETO do produto e do PROCESSO.

FMEA - “FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS”
ANÁLISE DOS TIPOS DE FALHAS E EFEITOS

O QUE É ?

É uma técnica que tem por objetivo:

1) **Reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto/processo e seus efeitos**
2) **Identificar ações que podem eliminar ou reduzir a chance da falha potencial vir a ocorrer**
3) **Documenta o processo de análise**

Em resumo FMEA é uma técnica que procura listar todas as possíveis falhas (de produto ou do Processo) e suas causas para que sejam analisadas e tomadas as ações preventivas necessárias.

ONDE SE APLICA ?

O FMEA é complementar ao processo de desenvolvimento do projeto e faz com que o mesmo contenha os requisitos que satisfaçam as necessidades dos clientes.

HISTÓRICO

Apesar de sempre terem sido realizadas análises semelhantes a FMEA nos projetos e processos de manufatura, a primeira aplicação formal da FMEA foi uma inovação da indústria aeroespacial em meados dos anos 60.

METODOLOGIAS DESENVOLVIDAS NA ÁREA DE "GARANTIA DA QUALIDADE"

- **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis).**
- **QFD (Quality Function Deployment).**
- **Delineamento de Experimentos e Metodologia Taguchi.**
- **Diagrama de Árvore e Análise da Árvore de Falhas.**
- **Diagrama de Causa e Efeito.**
- **Análise de Valor.**
- **Outros.**

FMEA ⇔ ISO 9000 ⇔ QS 9000

FMEA ⇔ ISO 9000 ⇔ QS 9000

⇒ ISO 9000

Não é obrigatório o uso da ferramenta FMEA.

Se utilizada, pode atender aos seguintes itens:

4.4. Controle de Projeto

- **com relação ao sub-item Análise Crítica de Projeto (FMEA de Projeto)**

4.14. Ação Corretiva e Preventiva

- **com relação do sub-item Ação Preventiva (FMEA PROJETO e/ou PROCESSO)**

⇒ QS 9000

É obrigatório o uso da ferramenta FMEA.

Se a empresa executa o projeto do Produto deve utilizar FMEA de Projeto e Processo caso contrário apenas FMEA de Processo.

Essa exigência está no item 4.2 Sistema da Qualidade e é solicitada também no APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto) e no PPAP (Processo de Aprovação de Peças de Produtos).

Introdução FMEA

TIPOS DE FMEA

FMEA DE PROJETO (PRODUTO)

Utilizado para identificar as falhas potenciais devido as deficiências do projeto do produto. Geralmente é feito durante a execução do projeto do produto. Sua aplicação se estende a componentes isolados, subconjuntos principais e ao próprio produto.

FMEA DO PROCESSO

Utilizado para identificar as falhas potenciais devido as deficiências do processo de manufatura. Deve ser feito durante a execução do projeto do processo de manufatura.

Através da técnica FMEA é possível:

- **Assegurar que todos os modos de falhas possíveis, seus efeitos e causas sejam considerados.**
- **Desenvolve uma lista de falhas potenciais classificadas de acordo com seus efeitos no cliente, estabelecendo assim um sistema e priorização para melhorias do projeto e ensaios de desenvolvimento**
- **Auxiliar na seleção de alternativas de projeto do produto/processo com alta confiabilidade e qualidade.**
- **Identificar itens críticos de segurança.**
- **Determinar quais características do produto / processo necessitam de controles adicionais.**
- **Proporcionar informações adicionais para ajudar no planejamento de programas de desenvolvimento e de ensaios eficientes e completos**
- **Proporcionar uma forma de documentação aberta para recomendar ações de redução de risco**
- **Proporcionar referências para no futuro ajudar na análise de problemas de campo, avaliando modificações no projeto e desenvolvendo projetos avançados**
- **Rever controles atuais.**

Esta técnica requer, além de um profundo conhecimento do projeto e processo do produto, o uso do bom senso de cada participante.

FMEA ⇒ PREVENÇÃO DE PROBLEMAS

VANTAGENS:

- **Redução do volume de alterações/retrabalhos necessários.**
- **Redução de problemas na produção.**
- **Promove a integração e trabalho multifuncional.**
- **Documenta e divulga os riscos provenientes do desenvolvimento do produto.**
- **Evita com que falhas de projeto (produto, processo, sistema de controle) cheguem ao cliente.**

APLICAÇÃO SISTÊMICA

Para a boa aplicação do FMEA dois pontos são fundamentais:

1. **Acompanhamento do cronograma definido e uma efetiva implementação das ações recomendadas.**

2. **Realização de revisões periódicas dos estudos.**

A utilização do FMEA deve ser uma atividade integrada à rotina diária. Se os dois pontos acima não forem observados, grande parte dos esforços e recursos alocados na execução dos estudos terão sido desperdiçados.

O FMEA é um documento dinâmico, cabe a empresa definir o responsável para atualizá-lo sempre que existirem modificações nos processos / produtos.

POR QUE DA IMPLEMENTAÇÃO DA FMEA

A empresa possue um compromisso em melhorar continuamente seus produtos, é importante o uso da FMEA como uma técnica disciplinada para identificar e ajudar a eliminar problemas potencias. Estudos de campanhas de campo da indústria automobilística mostram que um programa de FMEA totalmente implementado poderia ter prevenido que muitas destas acontecessem.

Embora seja necessário que a responsabilidade pela execução da FMEA seja delegada a um indivíduo, a FMEA deveria ser resultado de um trabalho em equipe. Deve ser montada uma equipe de especialistas com experiência no tema a ser analisado, por exemplo, engenheiros especialistas em projeto, manufatura, montagem, assistência técnica, qualidade e confiabilidade.

Um dos fatores mais importantes para implementação com sucesso de um programa de FMEA é o momento oportuno de sua execução. A FMEA deve ser uma ação “antes-do-evento”, e não um exercício “após-o-evento”.

O tempo gasto no início do projeto na realização correta de uma FMEA, quando alterações de processo/projeto podem ser implementadas mais facilmente e com menores custos, irá aliviar as crises provocadas por alterações tardias. Uma FMEA pode reduzir ou eliminar a chance de implementar uma alteração que poderia criar um problema ainda maior. corretamente aplicada, é um processo interativo que nunca se acaba.

ETAPAS PARA APLICAÇÃO DO FMEA

1. **Identificação do projeto (produto/processo) a ser estudado**

2. **Identificação dos elementos**

- **Peças / Partes / Componentes**
- **Fluxograma do processo**

3. **Caracterização das funções de cada componente do produto/etapa do processo**

4. **Identificação do tipo, efeito e causa das falhas**

5. **Identificação do modo de detecção das falhas**

6. **Avaliação dos índices**



7. **Ações recomendadas**
   Responsabilidades / Prazos

8. **Controle das ações**

9. **Revisão dos índices (avaliação da eficácia das ações)**

10. **Atualização / Revisão do FMEA sempre que necessário.**

FMEA de PROJETO

FMEA DE PROJETO

FMEA de Projeto é uma técnica utilizada pela equipe responsável pelo projeto do produto, como a finalidade de assegurar que, tanto quanto possível, tipos de falhas potenciais do projeto e suas causas tenham sido consideradas e abordadas.
De forma mais precisa, uma FMEA é um resumo dos pensamentos da equipe responsável de como um componente/subsistema ou sistema é projetado (incluindo uma análise dos itens que poderiam falhar baseados na experiência e nos problemas passados). Desta forma formaliza e documenta a linha de pensamento que é normalmente percorrida durante o desenvolvimento de um projeto.

FMEA do Projeto:

- **Identifica tipos de falha potencial relativos ao produto**
- **Avalia os efeitos potenciais da falha sobre o cliente**
- **Identifica causas potenciais do projeto do produto nas quais se focalizarão controles para redução de ocorrências ou melhoria da detecção**
- **Identifica necessidades de teste**
- **Desenvolve uma lista ordenada de tipos de falha potencial, estabelecendo então um sistema de prioridades para consideração de ações corretivas**
- **Considera os requisitos de manufatura e montagem no projeto inicial**

DEFINIÇÃO DO CLIENTE

Normalmente o cliente é o "usuário final", entretanto outros clientes devem ser considerados.

- **Projetistas de subconjuntos correlatos**
- **Técnico do processo ou montagem**
- **Assistência técnica**

GRUPO DE TRABALHO

Para a elaboração do FMEA, deve-se formar uma equipe multifuncional com representante das seguintes áreas:

- **Engenharia de Produto/Materiais**
- **Engenharia do Processo**
- **Garantia / Controle da Qualidade**
- **Produção (Fabricação/Montagem)**
- **Serviços**
- **Fornecedores**

Se necessário pode-se envolver as áreas de Marketing / Vendas

Durante a execução da FMEA de Projeto, o Engenheiro Responsável deverá procurar informações nas áreas de Manufatura (capacidade de processos semelhantes e limitações técnicas) Qualidade (Problemas de qualidade internos e no campo) e nas demais áreas de Projeto, responsáveis por itens correlatos.

No caso de itens projetados por fornecedores, o responsável pelo projeto na empresa deve ser consultado. A execução da FMEA deve estimular a troca de idéias entre as áreas afetadas para formar um grupo de trabalho.

DESENVOLVIMENTO DO FMEA DE PROJETO

FMEA de projeto é um documento vivo e deve ser realizado antes da elaboração dos processos de fabricação e montagem.

- ***FMEA de projeto assume que o produto será fabricado conforme projetado (desenhos).***

- ***Tipos de falhas e respectivas causas potenciais que possam ocorrer na manufatura do produto não devem ser incluídos no FMEA do Projeto, pois seu controle é feito pelo FMEA do Processo. Controle e Efeito devem estar cobertos na FMEA do Processo***

NOTA: Os problemas causados por processos de conhecimento do especialista em projeto, deverão ser encaminhadas ao Engenheiro Responsável pela preparação da FMEA processo.
Da mesma forma, eventuais problemas de projeto, (falha potencial) detectadaos por ocasião da preparação do FMEA de processos, devem ser encaminhadas ao Engenheiro responsável pelo FMEA do Projeto.
A FMEA de Projeto apesar de não depender de controles do processo para reduzir o efeito das deficiências do projeto, leva em consideração limitações técnicas, tais como:

- **Necessidade de ângulos de saída**
- **Dificuldades em acabamento de superfície**
- **Espaço para montagem e desmontagem**
- **Acesso para ferramentas**
- **Capacidade do processo**

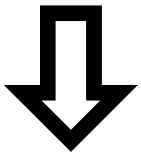
A empresa deve desenvolver um formulário próprio para facilitar a documentação e o estudo das falhas em potências

DESENVOLVIMENTO DO FMEA DE PROJETO

- **O processo inicia-se pelo desenvolvimento de uma lista sobre:**

– **o que se espera que o projeto venha a fazer**

– **o que se espera que o projeto não venha a fazer**

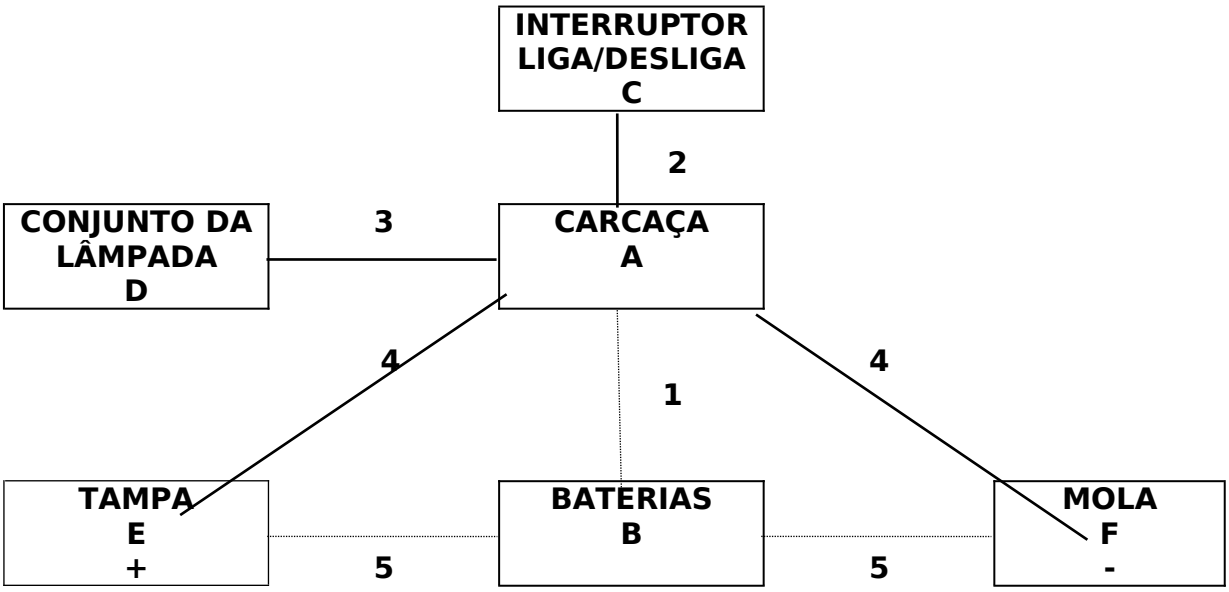


OBJETIVO DO PROJETO

Quanto melhor for a definição das características do projeto, mais fácil será a identificação dos tipos de falha potencial e ações corretivas.
O Engenheiro têm a seu dispor inúmeros documentos para usar na preparação desta lista.
As necessidades e as expectativas do cliente poderão ser determinadas através de fontes, tais como:
Desdobramento da função Qualidade (QFD), Análise Crítica de contrato, desenhos e normas para referências, lay out de montagem, manuais de qualidade do cliente e outros requisitos conhecidos do produto

FMEA do projeto deve ser iniciado com um diagrama de blocos do sistema, subsistema e/ou componente que está sendo analisado.

EXEMPLO DE DIAGRAMA DE BLOCOS PARA FMEA DO PROJETO - lanterna



COMPONENTES	MÉTODO DE FIXAÇÃO
A. CARCAÇA	1. ENCAIXE DE ROSCA
B. BATERIAS	2. REBITES
C. INTERRUPTOR LIGA/DESLIGA	3. ROSCA
D. CONJUNTO DA LÂMPADA	4. AJUSTE RÁPIDO
E. TAMPA	5. ENCAIXE DE PRESSÃO
F. MOLA	

Na FMEa raciocina-se de “baixo para cima”, procura-se determinar modos de falha dos componentes mais simples, as suas causas e de que maneira eles afetam os níveis superiores do sistema. 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?**

Essa análise é basicamente dedutiva, e não necessita de cálculos mais sofisticados. Os resultados da FMEA são registrados no formulário padronizado.

APÊNDICE
ANÁLISE DO MODO E EFEITOS DA FALHA POTENCIAL (FMEA DO PROJETO)

Número da FMEA _____

_____ Sistema
_____ Subsistema
_____ Componente

Pág _____ De _____

Responsabilidade de Projeto _____

Preparado por: _____

Ano(s) Modelo(s)/veículo(s) _____

Data-chave _____

Data da FMEA (Org). _____

Equipe Central _____

Item / Função	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial (ais) de Falha	Sev	Class	Causa(s) Mecanismo(s) Potencial(ais) de Falha	OCOR	Controle(s) de Projeto Atual (is)	Detec	NPR	Ações Recomendadas	Responsável e Prazo	Resultados da Ação				
												Ações Tomadas	SEV	OCO	DET	NPR

APÊNDICE

ANÁLISE DO MODO E EFEITOS DA FALHA POTENCIAL (FMEA DO PROJETO)

Número da FMEA: 1234

Pág 1 De 1

__ Sistema

x Subsistema

Componente: 01.03 / Fechamento de Carroçaria

Responsabilidade de Projeto: Engenharia de Carroçaria

Preparado por: A. Tate - X6412 - Eng. De Carroçaria

Ano(s) Modelo(s)/veículo(s): 199X/Lion 4 P/Wagon

Data-chave: 9X 03 01 ER

Data da FMEA (Org).: 8X 03 22 (Rer.) 8X 07 14

Equipe Central: T. Fender - Desenv. Prod. Veic. / Childers - Fabricação / J. Ford - Mont. Opc. (Dalton. Fraser. Inst. Montagem Henley)

Item / Função	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial (ais) de Falha	Se v	Cl ass	Causa(s) Mecanismo(s) Potencial(ais) de Falha	OCOR R	Controle(s) de Projeto Atual (is)	Det ec	NPR	Ações Recomendadas	Responsável e Prazos	Resultados da Ação: Ações Tomadas	SEV	OCO	DET	NPR
Porta dianteira LG H6HX-0000-A ▪ Entrar e sair do veículo ▪ Proteção dos ocupantes contra clima, ruído e impacto lateral ▪ Ancoragem para equipamentos da porta, inclusive espelho, dobradiças, trinco e regulador da janela ▪ Dar acabamento superficial nos itens aparentes ▪ Pintura e acabamentos internos	Corrosão na parte inferior dos painéis de porta internos	Deterioração de vida da porta causando: ▪ Aparência não satisfatória devido a corrosão através da pintura ao longo do tempo ▪ Funcionamento impróprio dos equipamentos da porta	7		A borda superior da aplicação de cera protetora especificada para os peinéis de portas esta muito pequena	6	Teste de durabilidade geral do veículo T- 118 T- 109 T- 301	7	294	Incluir teste acelerado de corrosão em laboratório	A. Tate Eng. de Carroçaria 8X 0930	Baseada em resultados de testes (Teste nº1481) a especificação da espessura da borda superior aumentou 125 mm.	7	2	2	26
					Espessura de cera especificada é insuficiente	4	Teste de durabilidade geral do veículo - conforme acima	7	196	Incluir teste acelerado de corrosão em laboratório Conduzir Experiência de Projeto (DOE) para espessura da cera	Conbinação com teste para verificação da borda superior da cera	Resultados de teste (Teste nº1481) mostram que a espessura especificada é adequada DOE mostra que variação de 25% na espessura é aceitável	7	2	2	26
					Formulação de cera especificada é imprópria	2	Teste de laboratório físico e químico - Relatório nº 1265	2	28	Nenhuma	A. Tate Eng. de Carroçaria 8X 1115					
					Ar retido impede a penetração da cera nos cantos e bordas	5	Investigação de auxílio a projeto simulando a pulverização	8	280	Incluir avaliação pela equipe utilizando o equipamento de pulverização e a cera especificados	Eng. de Carroçaria e Oper. de Mont. 9X 01 15		7	1	3	21
					A aplicação da cera obstrui os furos de drenagem	3	Teste de laboratório usando o "pior caso" para a aplicação de cera e para o diâmetro dos furos	1	21	Nenhuma		Baseado em testes. 3 furos adicionais colocados nas áreas afetadas				
					Espaço insuficiente entre os painéis para pulverização da cera	4	Avaliação do desenho do acesso para a cabeça do pulverizador	4	112	Incluir avaliação pela equipe utilizando auxílio para melhorar o projeto e a cabeça do pulverizador	Eng. de Carroçaria e Oper. de Mont.	Avaliação mostrou acesso adequado	7	1	1	7

M O D E L O

PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO

Preenchimento do cabeçalho

1. **Número do FMEA ⇒ pode ser utilizado para rastreabilidade**

2. **Nome e código do sistema, subsistema ou componente**

3. **Responsável pelo projeto**

4. **Responsável pela preparação do FMEA**

5. **Ano(s)/modelo(s)/veículo(s): aplicação**

6. **Data-chave: data inicial do FMEA**

7. **Data do FMEA: data final do FMEA original e data da última revisão**

8. **Equipe: nome das pessoas responsáveis que tem autoriadade para identificar e/ou realizar tarefas e seus departamentos**

9. Item/Função

–Nome e código do item que está sendo analisado

–<u>Função</u>: preenchimento de forma concisa e clara da função do item para atender o objetivo do projeto. Incluir informações relativas ao ambiente em que o sistema deve operar (por exemplo: definir faixas de temperatura, pressão e umidade ou Item: Carcaça do eixo traseiro – Função: Suportar o conjunto do eixo)

Se houver mais de uma função com diferentes modos de falha potencial, relacionar as funções separadamente.

Para a definição da função podemos perguntar:

- **Para que serve ?**
- **Em que condições irá trabalhar ?**

10. Tipo de Falha Potencial

É a maneira pela qual o item pode falhar (*não cumprimento da_função*) em atender o objetivo do projeto.

Pergunta-se: De que maneira este processo pode fracassar na sua função estabelecida?
Que poderia impedir que esta peça atenda as especificações?
Quais fatos poderiam ser considerados incovenientes para o cliente?

Listar todos os tipos de falhas para cada função de cada item. Assume-se que a falha pode ocorrer, mas não necessariamente vai ocorrer.

Exemplos:
–oxidação;
–trinca;
–deformação;
–curto circuito;
–vazamento;
–interferência;
–folga excessiva.
–Em curto circuito

Esta estimativa é feita para toda a falha que possa ocorrer. É recomendável que se verifique FMEAs anteriores, relatórios de problemas em ensaios de qualidade, de garantia, de durabilidade, de confiabilidade, e de pesquisa de mercado para se considerar todas as falhas em potencial.
Leve em conta também os tipos de falhas que ocorrem em condições especiais de ambiente (calor, frio, umidade, ambiente muito seco, poeira, etc) ou uso (condições mais severas, etc)

IMPORTANTE: O Modo da Falha deve ser descrito em termos técnicos sobre a função, e não como o cliente observa.

11. Efeitos Potencial da Falha

É a descrição do que o cliente (interno ou externo) sofre, supondo acontecida a falha em questão.

Pergunta-se: O que acontecerá se ocorrer o tipo de falha descrito? Quais consequências poderá sofrer o cliente?

Deve ser considerada a hierarquia entre os componentes, subconjuntos, conjuntos e sistemas. Declarar com clareza se a função poderá ter impacto em aspectos de segurança ou em atendimento à regulamentação governamental.

Exemplo: O produto pode trincar, causando inoperação do subconjunto, e diminuição da performance do conjunto. O sistema perderá eficiência, levando a uma insatisfação do cliente.

Lembrar que o modo de falha pode ter mais de um efeito. Relacione todos eles.

Exemplos de efeitos da falha:

- **ruído;**
- **vibração**
- **esforço excessivo**
- **má aparência;**
- **difícil operação;**
- **difícil montagem;**
- **inoperante;**
- **consumo excessivo;**
- **Baixa resistência**
- **Desgaste prematuro**

12. Severidade(S) - (Notas de 1 a 10)

A severidade é a avaliação da gravidade do efeito da falha potencial sobre o componente, subsistema, sistema ou cliente. A severidade aplica-se ao efeito da falha, ou seja o "quanto" ele pode incomodar o cliente. O índice de severidade só pode ser reduzido através de uma modificação de projeto.
Exemplos de critérios para avaliação dos índices se severidade:

Critério de Avaliação Sugerido – exemplo 1

EFEITO	CRITÉRIO	NOTA
Muito Alta	Severidade muito alta quando o tipo de falha afeta a segurança de operação do produto e/ou infringe leis ou regulamentações governamentais.	**10** 9
Alta	Produto deixa de funcionar. Grande descontentamento do cliente, porém sem afetar sua segurança ou Leis Governamentais	**8** 7
Moderado	Produto / item operável, porém com item(s) de conforto ou conveniência inoperante. Cliente descontente passa por experiências desconfortáveis.	6 **5** 4
Pequena	Produto / item operável, porém com item(s) de conforto ou conveniência operando com um nível reduzido ou ligeira deterioração no desempenho do produto. Cliente passa por algumas experiências insatisfatórias.	**3** 2
Mínima	O cliente mal percebe que a falha aconteceu. Defeito notado por uma minoria dos clientes. Itens de acabamento e redução de ruído não estão em conformidade.	1

Critério de Avaliação Sugerido – exemplo 2 (QA 9000)

EFEITO	CRITÉRIO	NOTA
Perigoso Sem Advertência	Severidade muito alta quando o tipo de falha afeta a segurança de operação do veículo e/ou envolve desacordo com regulamentações governamentais. Sem advertência.	10
Perigoso Com Advertência	Severidade muito alta quando o tipo de falha afeta a segurança de operação do veículo e/ou envolve desacordo com regulamentações governamentais. Com advertência.	09
Muito Alto	**Produto** / item inoperante, com perda da função primaria .	08
Alto	Veículo / item operável, porém com nível de performance reduzido. Cliente insatisfeito.	07
Moderado	Veículo / item operável, porém com item(s) de conforto ou conveniência inoperante. Cliente passa por experiências desconfortáveis.	06
Baixo	Veículo / item operável, porém com item(s) de conforto ou conveniência operando com um nível reduzido de performance. Cliente passa por algumas experiências insatisfatórias.	05
Muito Baixo	Defeito notado pela maior parte dos clientes. Itens de acabamento e redução de ruído não estão em conformidade.	04
Menor	Defeito notado pelo metade dos clientes. Itens de acabamento e redução de ruído não estão em conformidade.	03
Muito Menor	Defeito notado por uma minoria dos clientes. Itens de acabamento e redução de ruído não estão em conformidade.	02
Nenhum	SEM EFEITO	01

13. Classificação

Esta coluna poderá ser usada para classificar qualquer característica especial do produto (por exemplo: crítica, principal, segurança) para componentes, subsistemas ou sistemas que venham a requerer controles de processo adicionais.

Itens sujeitos a controles de processo especiais deverão ser identificados no formulário de FMEA de projeto com símbolo e deverá ser indicado na coluna de Ações Recomendadas.
Os itens identificados no FMEA de Processo coluna de classificação devem ter os controles especiais do processo identificados no FMEA de processo.

14. Causa / Mecanismos de Falha

É a deficiência de projeto que pode dar origem ao tipo de falha.

Pergunta-se: que variáveis do processo podem provocar este modo de falha?

Liste todas as causas possíveis para cada tipo de falha. As causas devem ser claras e concisamente listadas de forma a permitir a definição ações ações corretivas para cada uma delas.

Exemplos de causas típicas de falhas:

- **especificação incorreta de material;**
- **vida do projeto assumida de forma inadequada;**
- **capacidade insuficiente de lubrificação;**
- **instrução inadequada de manutenção.**

Exemplos de Mecanismos típicos de falha

- **fadiga;**
- **instabilidade do material;**
- **atrito;**
- **desgaste;**
- **corrosão**

ATENÇÃO: Deve-se fazer uma distinção clara entre FMEA de produto e processo.

Se for considerado um FMEA de projeto de um produto, as causas de falhas serão aquelas pertinentes a problemas no projeto, como mau dimensionamento, desconhecimento do estado de tensões sobre a peça, especificação errônea do material, etc.
Por outro lado, não serão consideradas as causas de falhas decorrentes de uma inadequação do processo de fabricação, como por exemplo: "formação de vazios durante a fundição", mesmo que dessa inadequação decorra a fratura, com a consequente perda de controle do veículo. Ainda que a falha e a consequência sejam as mesmas, o tipo de causa é distinto: a primeira diz respeito ao projeto; a segunda é decorrente do processo de fabricação, e a falha poderá ocorrer mesmo que o projeto seja perfeito

15. Ocorrência (O) - (Notas de 1 a 10)

Ocorrência é a estimativa da probabilidade da causa em questão (listada na coluna anterior) ocorrer e ocasionar o tipo de falha considerado. O índice de ocorrência é mais um significado do que um valor numérico.
A única maneira de reduzi-lo é impedir a ocorrência ou controlar as causas do tipo de falha através de modificações de desenho.
É estimada através de uma escala de 1 a 10, e nesta estimativa deve-se considerar as seguintes questões:

- **O componente/ peça é completamente novo ? A peça / componente em questão é nova ou semelhante a outras existentes?**
- **O componente/peça é radicalmente diferente do componente/peça existente ?**
- **Quanto significativas são as modificações feitas?**
- **Houve modificações na aplicação do componente ?**
- **Quais são as modificações feitas ?**
- **Qual é o histórico de peças /componente semelhantes no campo?**

Baseie sua análise em:

- Dados estatísticos ou relatórios de falhas de componentes similares ou etapas similares de um processo
- Dados obtidos de fornecedores
- Dados de literatura técnica

Se a FMEA estiver sendo feita por ocasião de uma revisão do projeto do produto ou processo, então poderão ser utilizados:

- Relatórios de falhas (internos ou de Assistência Técnica)
- Gráficos de Controle
- Outros dados obtidos do controle estatístico do processo
- Dados obtidos de fornecedores
- Dados obtidos de literatura técnica

Critério de Avaliação Sugerido

Probabilidade de Falha	Taxa de Falhas possíveis	Nota
Muito Alta:	≥ 1 em 2	10
A falha é praticamente inevitável	1 em 3	9
Alta:	1 em 8	8
Falhas Freqüentes	1 em 20	7
Moderada:	1 em 80	6
Falhas Ocasionais	1 em 400	5
	1 em 2.000	4
Baixa:	1 em 15.000	3
Relativamente Pouca Falha	1 em 150.000	2
Remota: Falha Improvável	≤ 1 em 1.500.000	1

16. Controle de Projeto Atual

Registre as medidas de controle implementadas durante a elaboração do projeto que objetivem:

- **Prevenir a ocorrência de falhas**
- **Detectar falhas ocorridas e impedir que cheguem ao cliente**

Liste a validação / verificação do projeto, ou outra atividade a qual assegure a adequação do projeto para o tipo de falha e/ou causa/mecanismo considerados.

Controles atuais são aqueles que são utilizados ou estão começando a serem utilizados neste projeto ou em projetos similares

Exemplos:

- **ensaios de rodagem;**
- **revisão de projeto;**
- **estudos matemáticos;**
- **revisão de viabilidade;**
- **testes em protótipos;**
- **testes com frotas.**

Existem 3 tipos de Controles de Projeto:

1. **Impedem a ocorrência da causa/mecanismo ou tipo / efeito da falha ou reduz a possibilidade de ocorrerem.**

2. **Detecta a causa / mecanismo e conduz à ações corretivas.**

3. **Detecta o tipo de falha.**

Deve-se dar preferência primeiramente ao controle tipo (1), em segundo, utilizar o tipo (2) e um terceiro utilizar o tipo (3).

17. Detecção (D) - (Notas de 1 a 10)

Detecção é índice que avalia a probabilidade de a falha ser detectadas antes que o produto ser liberado para produção.

Deve-se assumir que a falha ocorreu, independente do índice de ocorrência. Um índice de ocorrência baixo, não significa que o índice de detecção será também baixo.

Para FMEA de projeto, é a estimativa da capacidade do programa de verificação do projeto e demais controles no projeto de identificar uma deficiência em potencial do projeto antes que os desenhos sejam liberados para a produção. Para redução do índice de detecção é necessário uma melhoria do Programa de Verificação do Projeto e nos demais controles.

Critério de Avaliação Sugerido – exemplo 1

DETECÇÃO	CRITÉRIO: Probabilidade de Detecção Pelo Controle de Projeto	NOTA
Nula	O programa de verificação não detectará a falha	10
Muito Baixa	O programa de verificação provavelmente não detectará a falha	9 8
Moderada	O programa de verificação provavelmente detectará a falha	7 6 5
Alta	O programa de verificação tem grandes chances de detectar a falha	4 3
Muito Alta	O programa de verificação quase que certamente detectará a falha	2 1

Critério de Avaliação Sugerido – exemplo 2 (QS 9000)

DETECÇÃO	CRITÉRIO: Probabilidade de Detecção Pelo Controle de Projeto	NOTA
Absoluta Incerteza	**O controle de projeto não poderia detectar e/ou não detectará a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente, ou não existe controle de projeto.**	**10**
Muito Remota	**Muito remota a chance do controle de projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**09**
Remota	**Remota a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**08**
Muito Baixa	**Muito baixa a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**07**
Baixa	**Baixa a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**06**
Moderada	**Moderado a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**05**
Moderadamente Alta	**Moderadamente alta a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**04**
Alta	**Alta a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**03**
Muito Alta	**Muito alta a chance do Controle de Projeto detectar a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**02**
Quase Certa	**É praticamente certo que o controle de projeto detectará a causa/mecanismo potencial e tipo de falha subseqüente.**	**01**

18. Número de Prioridade de Risco (NPR)

O NPR é o produto das notas de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D).

$$NPR = S \times O \times D$$

Este valor deve ser usado para estabelecer as prioridades no projeto (Como um Diagrama de Pareto). O NPR estará entre 1 e 1000. Para altos NPR's, a equipe deve empreender esforços para reduzir o risco calculado, promovendo ações corretivas.

Como prática geral, quando houver uma nota alta de severidade, deve ser dada atenção especial a esta falha, independente do valor do NPR.

NOTA: O índice de risco é uma maneira de hierarquizar as falhas. Uma falha pode ocorrer frequentemente, mas de pequena importância e ser facilmente detectável. Neste caso, não apresentará grandes problemas (baixo risco). Seguindo o mesmo raciocínio, uma falha que tenha baixíssima probabilidade de ocorrer, mas que seja extremamente grave, (como por exemplo falha de um componente do avião) merecerá uma grande atenção.

19. Ações Recomendadas

Quando as prioridades forem estabelecidas para os vários tipos de falha, as ações corretivas devem ser dirigidas às falhas com maior índice de risco. A intenção de qualeur ação recomendada deve ser a redução dos índices de um ou todos os índices de ocorrência, severidade e/ou detecção. A redução no índice de ocorrência só poderá ser obtida evitando-se ou controlando-se a causa da falha através de uma revisão do projeto. Somente a revisão do projeto pode diminuir o índice de severidade
Exemplo de Ações:

- **Delineamento de Experimentos;**
- **Revisão do Plano de Teste (Melhoria);**

- **Revisão do Projeto (Melhoria);**
- **Revisão da Especificação de Material (Melhoria).**

Se não houver ações recomendadas para uma causa específica, preencher no formulário: “nenhuma”.

20. Responsável e Prazo (Ação Corretiva)

Nome do responsável pela ação recomendada e a data determinada para conclusão.

21. Ações Tomadas

Após implementação da ação, preencher com uma breve descrição da ação tomada e a data realizada.

22. NPR Resultante

Depois de definida a ação corretiva deve-se estimar os novos índices e calcular o NPR.

Todos os NPR’s resultantes devem ser revistos e, se outras ações forem necessárias, repetir os passos 19 até 22.

ACOMPANHAMENTO DA FMEA

A empresa deve definir um responsável para assegurar que todas as ações recomendadas tenham sido implantadas ou adequadamente dirigidas.

O FMEA deve estar sempre atualizado mesmo se as modificações ocorreram depois do início da produção do produto.

O FMEA é um documento dinâmico, e portanto deve refletir o último nível de projeto bem como as ações implementadas, inclusive as posteriores ao início da produção.
O responsável pelo projeto possui vários meios para certificar-se de que os problemas sejam identificados e que as ações recomendadas sejam implementadas.

Esses meios incluem, porém não limitado aos seguintes:

- Garantindo que os requisitos de Projeto foram alcançados
- Desenhos e especificações de engenharia revisados (análise crítica)
- Confirmação da incorporação das alterações na documentação de processo
- Revisão dos FMEAs de Processo e dos planos de controle de Manufatura

FMEA de PROCESSO

FMEA DO PROCESSO

FMEA do Processo é uma técnica utilizada pela equipe responsável pela fabricação, como meio de assegurar que, tanto quanto possível, tipos de falhas potenciais e suas causas/mecanismos tenham sido consideradas e abordadas.

FMEA do Processo:

- **Identifica tipos de falha potencial relativas ao produto**
- **Avalia os efeitos potenciais da falha sobre o cliente**
- **Identifica causas potenciais do processo de fabricação ou montagem e identifica variáveis de processo nas quais se focalizarão controles para redução de ocorrências ou detecção**
- **Desenvolve uma lista ordenada de tipos de falhas potenciais, estabelecendo então um sistema de prioridades para consideração de ações corretivas**
- **Documenta os resultados do processo de fabricação e montagem**

INICIANDO O FMEA DO PROCESSO

O FMEA do Processo deve iniciar-se com um fluxograma seguido de uma avaliação do risco do processo nas suas diversas fases. Este fluxograma do processo deve identificar características do produto / processo associadas a cada operação. A identificação de alguns efeitos do produto a partir do FMEA de Projeto correspondente deve ser incluída, se disponível

Exemplo de Fluxograma / Avaliação do Risco de FMEA de Processo:

Aplicação de cera no interior da porta

Tarefa do Processo	Avaliação de Risco
1. Retirar o dispositivo do aplicador de cera do suporte	Baixo Risco
2. Abrir a porta do veículo	Baixo Risco
3. Inserir o dispositivo e puxar o gatilho por 12 Segundos *	Alto Risco
4. Soltar o gatilho e esperar 3 segundos	Médio Risco
5. Retirar dispositivo aplicador	Médio Risco
6. Fechar a porta do veículo	Baixo Risco
7. Recolocar o dispositivo do aplicador no suporte	Baixo Risco

*** FMEA de processo requerido = alto risco**

DEFINIÇÃO DO CLIENTE

Além do "usuário final", outros clientes devem ser considerados.

- **operação subseqüente ou posterior de fabricação**
- **montagem**
- **assistência técnica**

GRUPO DE TRABALHO

Para a elaboração do FMEA deve-se formar uma equipe multifuncional normalmente com representante das seguintes áreas:

- **Engenharia de Produto/Materiais**
- **Engenharia do Processo**
- **Garantia / Controle da Qualidade**
- **Produção (Fabricação/Montagem)**
- **Serviços**
- **Fornecedores**

DESENVOLVIMENTO DO FMEA DE PROCESSO

FMEA de processo é um documento vivo e deve ser iniciado antes ou no ato do estudo de viabilidade, previamente ao ferramental para produção, e levar em consideração todas as operações de fabricação, desde os componentes até conjuntos.

- ***FMEA de processo assume que o produto, tal como projetado, atenderá aos objetivos do projeto.***

- ***Falhas potenciais que possam ocorrer por conseqüência de pontos fracos do projeto não necessariamente deverão, mas poderão ser incluídas na FMEA do processo. Seu efeito e maneira de evitá-lo são abordados na FMEA do projeto.***

- ***FMEA de processo de uma fase deve assumir que a fase anterior foi satisfatoriamente executada (sem falha)***

De modo a facilitar a documentação das análises de falhas potenciais e suas conseqüências, um formulário da FMEA do processo deve ser desenvolvido.

APÊNDICE
ANÁLISE DO MODO E EFEITOS DA FALHA POTENCIAL (FMEA DO PROCESSO)

Número da FMEA _____

Pág _____ De _____

Item _____ Responsabilidade de Projeto _____ Preparado por: _____

Ano(s) Modelo(s)/veículo(s) _____ Data-chave _____ Data da FMEA (Org). _____

Equipe Central _____

Função de Processo Requisitos	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial (ais) de Falha	Sev	Class	Causa(s) Mecanismo(s) Potencial(ais) de Falha	Ocorr	Controle(s) de Processo Atual (is)	Detec	NPR	Ações Recomendadas	Responsável E Prazo	Resultados da Ação				
												Ações Tomadas	SEV	OCO	DET	NPR

APÊNDICE
ANÁLISE DO MODO E EFEITOS DA FALHA POTENCIAL
(FMEA DO PROCESSO)

Número da FMEA 1450

Pág 1 De 1

Item Porta Dianteira LE/H8 HX - 000[A]

Responsabilidade de Projeto: Engenharia de Carroçaria / Operações de Montagem

Preparado por: J.Ford - X6521 - Op.de Montagem

Ano(s) Modelo(s)/veículo(s): 199 X/Lion 4P/Wagon

Data-chave: 9X 03 01 ER

Data da FMEA (Org.): 9X 05 17 (Rev.) 9X 11 06

Equipe Central: A. Tate Eng. de Carroçaria J. Smith OC R. James - Produção, J. James - Manutenção

Função de Processo / Requisitos	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial (ais) de Falha	Sev	Class	Causa(s) Mecanismo(s) Potencial(ais) de Falha	Ocor R	Controle(s) de Processo Atual (is)	Det ec	NPR	Ações Recomendadas	Responsável E Prazo	Resultados da Ação: Ações Desenvolvidas	SEV	OCO	DET	NPR
Aplicação manual de cera dentro da porta	Cobertura de cera insuficiente sobre a superfície especificada	Deterioração da vida da porta, conduzindo a: ▪ Aparência insatisfatória devido a corrosão através da pintura com o tempo ▪ Funcionamento impróprio dos equipamentos da porta	7		Cabeça do pulverizador inserida manualmente em profundidade não suficiente	8	Verificação visual, 1 hora a cada turno, da espessura (medidor de profundidade) e cobertura	5	280	Adicionar limitador de profundidade ao pulverizador Pulverização automática	Eng. de Manufatura 9x 10 15 Eng. de Maufatura 9X 12 15	Parar pulverizadores adicionados verificados na linha Reprovado devido à complexidade de portas diferentes na mesma linha	7	2	5	70
Cobrir a parte interna da porta nas superfícies inferiores com a mínima espessura de cera para retardar a corrosão					Cabeça do pulverizador obstruída ▪ Viscosidade demasiado alta ▪ Temperatura ▪ Pressão muito baixa	5	Testar o padrão de pulverização no início e após períodos de parada e aplicar manutenção preventiva para limpeza das cabeças	3	105	Conduzir experiência de projeto (DOE) para viscosidade versus temperatura versus pressão	Eng. de Manufatura	Limites de temperatura foram determinados e controladores de limites instalados - diagramas de controle mostram processo sob controle Cpk = 1,85	7	1	3	21
					Cabeça do pulverizador deformada devido a Impacto	2		2	28	Nehuma						
					Tempo de pulverização insuficiente	8	Programa de manutenção preventiva apicáveis às cabeças de pulverização Instruções para o operador e amostragem dos	7	392	Instalar temporizador de pulverização	Manutenção 9X 09 15	Temporizador de pulverização automática instalando-o operador inicia a pulverização e o temporizador interrompe - diagramas de controle mostram processo sob controle	7	1	7	49

							lotes (10 portas/fumo) para verificar cobertura das áreas criticas					Cpk = 2,05				

M O D E L O

PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO

Preenchimento do cabeçalho

1. **Número de FMEA ⇒ poderá ser utilizado para rastreamento**

2. **Nome e código do sistema, subsistema ou componente**

3. **Responsável pelo processo**

4. **Responsável pela preparação do FMEA**

5. **Ano(s)/modelo(s)/veículo(s): aplicação**

6. **Data-chave: a data inicial do FMEA**

7. **Data do FMEA: data final do FMEA original e data da última revisão**

8. **Equipe: nome das pessoas e seus departamentos**

9. Requisitos da Função do Processo

Descrição simples do processo ou operação em análise. Indicar de forma concisa a finalidade do processo em operação.

Exemplos:

- **Movimentar**
- **Furar**
- **Rosquear**
- **Montar**

Nos casos em que o processo envolva várias operações com diferentes tipos de falhas potencial, listar as operações como processos separados.

10. Tipo de Falha Potencial

É a maneira pela qual um processo poderá vir a falhar em atender aos requisitos de processo e/ou objetivo de projeto. É a descrição da não conformidade em uma dada operação.

Listar cada tipo de falha potencial para cada operação em particular em termos de componentes, subsistema ou característica de processo.

Exemplos de tipos de falhas:

- Emperramento	**- Set-up incorreto**
- Danos de manipulação	**- Sujeita**
- Trincas	**- Curto-circuito**
- Deformações	**- Ferramenta desgastada**

A comparação com processo similares e o exame de reclamações de clientes (internos e/ou externos), é recomendado como ponto de partida. Responder as seguintes questões poderá ajudar a encontrar tipos de falhas potenciais:

- **Como poderá o processo/peça falhar em atender às especificações ?**

- **Independentemente das especificações de engenharia, o que um cliente (usuário final, operação subseqüente ou serviços) consideraria questionável ?**

O tipo de falha potencial poderá ser a causa associada ao tipo de falha de uma operação subseqüente (posterior) ou associada ao efeito de uma operação previamente executada (anterior). No entanto, na preparação da FMEA, deverá assumir-se que as peças/materiais que chegam estejam corretas.

11. Efeito Potencial da falha

São os efeitos do tipo de falha sobre o(s) cliente(s) (internos ou externos), descritos em termos de que o cliente poderá observar.

Cada cliente deverá ser considerado na avaliação do efeito de uma falha.

Para os " usuários finais", os efeitos deverão ser escritos em termos de desempenho do produto ou sistema, como:

- Ruído;
- Inoperância;
- Má aparência;
- Odor desagradável;
- Operação intermitente.

Se o cliente for uma operação ou fabricação subseqüente, os efeitos deverão ser escritos em termos de desempenho de operação de processo, como:

- Não fixa;
- Não fura/rosqueia;
- Não monta;
- Perigoso para o operador;
- Não encaixa;
- Não é compatível;
- Danifica o equipamento.

12. Severidade(S) (Nota de 1 a 10)

A severidade é uma avaliação da gravidade do efeito da falha potencial sobre o cliente. A severidade aplica-se somente ao efeito. Critério de avaliação sugeridos:

EFEITO	CRITÉRIO	Nota
Perigoso Sem Advertência	Pode colocar em perigo a máquina ou o operador de montagem. Classificação de severidade muito elevada quando o tipo de falha potencial afeta a segurança da operação do veículo e/ou envolve não-atendimento à regulamentação governamental. A falha ocorrerá sem advertência.	10
Perigoso Com Adver-tência	Pode colocar em perigo a máquina ou o operador de montagem. Classificação de severidade muito elevada quando o tipo de falha potencial afeta a segurança da operação do veículo e/ou envolve não-atendimento à regulamentação governamental. A falha ocorrerá com advertência.	09
Muito Elevada	Interrupção maior da linha de produção. 100% dos produtos poderão ter que ser sucateados. Veículo/item foram de operação, perda da função primária. Cliente muito insatisfeito.	08
Elevada	Interrupção menor da linha de produção. Os produtos poderão ser selecionados e uma parte deles (menos de 100%), sucateada. Veículo em operação, mas com nível reduzido de desempenho. Cliente insatisfeito.	07
Moderada	Interrupção menor da linha de produção. Uma parte dos produtos (menos de 100%) poderá ter que ser sucateada (sem seleção). Veículo em operação, mas com alguns itens de conforto/conveniência fora de operação. Cliente passa por desconforto	06
Baixa	Interrupção menor da linha de produção. 100% dos produtos poderão ter que ser retrabalhados. Veículo/item em operação, mas com alguns tipos de conforto/conveniência operando em um nível reduzido de performance. O cliente passa por alguma insatisfação;	05
Muito Baixa	Interrupção menor da linha de produção. Os produtos poderão ter que ser selecionados e uma parte deles (menos de 100%), retrabalhada. Itens de acabamento e assentamento/redução de ruído em não-conformidade. Defeito notado pela maioria dos clientes.	04
Menor	Interrupção menor da linha de produção. Uma parte (menos de 100% dos produtos poderá ter que ser retrabalhada na linha, porém fora da estação de trabalho. Itens de acabamento/assentamento em não conformidade. Defeito notado pela maioria dos clientes.	03
	Interrupção menor da linha de produção. Uma parte	02

Muito Menor	**(menos de 100% dos produtos poderá ter que ser retrabalhada na linha porém na estação de trabalho. Itens de acabamento e assentamento/redução de ruído em não-conformidade. Defeito notado por determinados clientes.**	
Nenhuma	**SEM EFEITO**	**01**

13. Classificação

Esta coluna poderá ser usada para classificar qualquer característica especial do produto (por exemplo: crítica, chave, importante, significante) para componentes, subsistemas ou sistemas que possam requerer controles de processo adicionais.

Se a classificação foi identificada na FMEA de processo, notificar o responsável pelo projeto, uma vez que este procedimento poderá afetar a documentação de engenharia no que tange à identificação de elementos de controle.

14. Causas/Mecanismos de Falha

É a maneira como a falha pode ocorrer, descrito em termos de algo que pode ser corrigido ou controlado. Para todo tipo de falha potencial, deve-se listar as possíveis causas.

Se uma causa é exclusiva para um modo de falha, ou seja, se a correção da causa tiver um impacto direto no tipo de falha, então esta parte do FMEA está finalizada. Muitas causas, entretanto, para corrigí-las ou controlá-las, um projeto de experimento pode ser utilizado para determinar quais causas raízes são as mais significativas e qual pode ser mais facilmente controlada.

Exemplos de causas típicas de falhas:

- **Torque impróprio: alto, baixo;**
- **Solda imprópria: corrente, tempo, pressão;**
- **Ventilação inadequada;**
- **Tratamento térmico impróprio: tempo, temperatura;**
- **Lubrificação inadequada ou inexistente;**

Somente erros específicos devem ser listados (ex: falha do operador na instalação do vedador). Frases ambíguas não devem ser usadas (ex: erro do operador, mau funcionamento da máquina).

15. Ocorrência (O) - (Notas de 1 a 10)

É a freqüência (probabilidade) com que uma causa/mecanismo de falha em questão venha ocorrer.

Medições de detecção de falhas não serão consideradas aqui.

Sempre que possível utilizar dados estatísticos de processo similares para determinar a nota de ocorrência. Se não for possível, uma avaliação subjetiva poderá ser efetuada.

Critério de Avaliação Sugerido

Probabilidade de Falha	Taxa de Falhas	Cpk	Nota
Muito Elevada:	≥1 em 2	< 0,33	10
A falha é quase inevitável	1 em 3	≥ 0,33	9
Elevada: Geralmente associada a processos anteriores similares	1 em 8	≥ 0,51	8
Que tenham falhado com freqüência	1 em 20	≥ 0,67	7
Moderada: Geralmente associada a processos anteriores similares	1 em 80	≥ 0,83	6
Que tenham experimentado falhas	1 em 400	≥ 1,00	5
ocasionais, porém não em proporções maiores.	1 em 2.000	≥ 1,17	4
Baixa: falhas isoladas associadas a processos similares	1 em 15.000	≥ 1,33	3
Muito Baixa: Somente falhas isoladas Associadas a processos quase idênticos	1 em 150.000	≥ 1,50	2
Remota: Falha é incomum. Nenhuma falha associada a processos quase idênticos.	1 em 1.500.000	≥ 1,67	1

16. Controles de Processos Atuais

São controles que impedem a ocorrência do tipo de falha ou detectam o tipo de falha que viria a ocorrer.

Estes controles podem ser controles de processo como dispositivos à prova de erro ou Controle Estatístico de Processo (CEP), ou então avaliações posteriores ao processo. A avaliação poderá ser feita para a operação em análise ou operação subseqüente.

Existem 3 tipos de controles:

1. **Impedem a ocorrência de causa/mecanismo ou tipo/efeito da falha, ou reduz a possibilidade de ocorrerem.**

2. **Detecta a causa/mecanismo e conduz as ações corretivas.**

3. **Detecta o tipo de falha.**

Deve-se dar preferência primeiramente ao controle tipo (1), passando para o tipo (2) e em seguida ao tipo (3).

17. Detecção (D) (Notas de 1 a 10)

É uma avaliação da probabilidade que um controle de processo proposto do tipo (2) venha a detectar a causa/mecanismo potencial, ou a probabilidade que um controle de processo proposto do tipo (3) venha detectar o tipo de falha subseqüente antes que uma peça ou componente deixe a operação de fabricação ou local de montagem.

Assuma que a falha ocorreu e então avalie a capacidade de todos os "Controles de Processos Atuais" prevenirem o envio de peças com este tipo de falha ou defeito. Não assuma automaticamente que a nota de detecção é baixa porque a nota de ocorrência é baixa, mas avalie a capacidade dos controles de processo detectarem um tipo de falha de baixa freqüência ou preveni-los de seguir adiante no processo.

Verificações aleatórias de qualidade são improváveis de detectar as exigências de uma falha isolada e não devem influenciar na nota de detecção. Amostras tomadas com base estatística são controles de detecção válidos.

Critério de Avaliação Sugerido

DETECÇÃO	CRITÉRIO: Probabilidade que a Existência de um Defeito Será Detectada pelos Controles de Processo antes do próximo ou Subseqüente Processo, ou antes que a Peça ou Componente Deixem o local de Fabricação ou Montagem	Nota
Quase impossível	Nenhum controle conhecido disponível para detectar o tipo de falha.	10
Muito Remota	Probabilidade muito remota de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	09
Remota	Probabilidade remota de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	08
Muito Baixa	Probabilidade muito baixa de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	07
Baixa	Probabilidade baixa de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	06
Moderada	Probabilidade moderada de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	05
Moderadamente Elevada	Probabilidade moderadamente elevada de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	04
Elevada	Probabilidade elevada de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	03
Muito Elevada	Probabilidade muito elevada de que o(s) controle(s) atual(is) venha(m) a detectar o tipo de falha.	02
Quase Certamente	Controles atuais quase certamente virão a detectar o tipo de falha. Controles de detecção confiáveis são conhecidos para processos	01

	similares.	

18. Número de Prioridade de Risco (NPR)

O NPR é o produto das notas de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D).

$$NPR = S \times O \times D$$

Esse valor deve ser usado para estabelecer as prioridades no processo (Como um Gráfico de Pareto). O NPR estará entre 1 e 1000. Para altos NPR's, a equipe deve empreender esforços para reduzir o risco calculado, promovendo ações corretivas.

Como prática geral, quando houver uma nota alta de severidade, deve ser dada atenção especial a esta falha, independente do valor do NPR.

19. Ações Recomendadas

Ações corretivas devem ser primeiramente dirigidas aos problemas mais críticos, NPR mais alto. Acrescentar uma validação /verificação no projeto irá somente reduzir o índice de detecção. A redução da ocorrência acontece somente com a remoção ou controle de uma ou mais causa de falha através de uma revisão do projeto. Somente a revisão do projeto pode diminuir o índice de Severidade.

Exemplo de Ações :

- Delineamento de Experimentos
- Revisão do Plano de Teste (Melhoria);
- Revisão do Projeto (Melhoria);
- Revisão da Especificação de Material (Melhoria)

Se não houver ações recomendadas para uma causa específica, preencher no formulário: "Nenhuma".

20. Responsável e Prazo (Ação Corretiva)

Nome do responsável pela ação recomendada e a data determinada para conclusão.

21. Ações Tomadas

Após implementação da ação, preencher com uma breve descrição da ação tomada e a data realizada.

22. NPR Resultante

Depois de definida a ação corretiva deve-se estimar os novos índices e calcular o NPR.

Todos os NPR’s resultantes devem ser revisados e, se outras ações forem necessárias, repetir os passos 19 até 22.

ACOMPANHAMENTO DA FMEA

A empresa deve definir um responsável para assegurar que todas as ações recomendadas tenham sido implantadas ou adequadamente dirigidas.

O FMEA deve estar sempre atualizado mesmo se as modificações ocorreram depois do início da produção do produto.

BIBLIOGRAFIA

- **Manual de FMEA – QS 9000**