

# ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA)

## MANUAL DE REFERÊNCIA

O conteúdo deste documento é tecnicamente equivalente ao SAE J-1739\*.  
A Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA) deveria ser usada por fornecedores de  
empresas que adoptam a norma QS-9000.

\*Outras Ref.<sup>as</sup>

IEC 812 – Analysis Techniques System Reliability  
Procedure for Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

IEC 1025 – Fault Tree Analysis

Cândido Moura

Primeira Edição Americana publicada em Fevereiro de 1993. Segunda Edição Americana,  
Fevereiro de 1995.

Todos os direitos reservados © 1993, © 1995

Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation

Primeira Edição Brasileira publicada em Junho de 1997

A versão em inglês é a versão oficial, e deveria ser usada para esclarecer qualquer dúvida quanto à tradução de qualquer parte deste manual.

Cópias da versão em inglês podem ser obtidas no:

Automotive Industry Action Group (AIAG)

1 810 358-3003 (U.S.A.)

Carwin Continuous Improvement

44 1 708 861 333 (U.K.)

Cópias da versão em português podem ser obtidos no:

IQA – Instituto da Qualidade Automotiva.

5511 575-6971 (Brasil)

O IQA agradece o co-patrocínio da Ford Brasil Lda. e da General Motors do Brasil Lda. a esta edição dos manuais QS-9000 em português.

## PREFÁCIO DA EDIÇÃO BRASILEIRA

O conjunto de requisitos e manuais de referência do sistema da Qualidade QS-9000 foi desenvolvido para harmonizar os sistemas da qualidade de montadoras terminais, facilitando e simplificando a comunicação com a base de fornecedores.

Os requisitos de certificação QS-9000 adoptam integralmente a norma ISO-9001, reconhecendo, portanto, este sistema internacional. Incorpora, ainda, interpretações e adições à ISO, essenciais para o planeamento, garantia e a melhoria contínua da qualidade de produtos e processos da cadeia produtiva do sector automotivo. O sistema também incorpora excelentes manuais de referência sobre algumas disciplinas básicas da qualidade.

A certificação de fornecedores pode ser feita em conjunto com a Certificação 150. O sistema reconhece os Organismos de Credenciamento e os Organismos de Certificação Credenciados existentes no país, desde que sancionados para essa finalidade.

Reconhecendo o valor e o interesse pela edição em português dos manuais QS-9000, a “Comissão para Assuntos da Qualidade” da ANFAVEA, membros da comissão, se dedicaram com entusiasmo e competência a essa tarefa. Não poderíamos deixar de citar os seus nomes. A eles, nossos melhores agradecimentos. Agradecemos, também, às suas empresas, que emprestaram horas preciosas de seus melhores técnicos para viabilizar este trabalho.

### **Participaram das traduções:**

Airton Cardoso  
Alberto A. Pezeiro  
Alexandre Raineri  
Arlisom Meireles  
Carlos M. Rodrigues  
Carlos R. Betiol  
Carlos R. Soldi  
Claudio C. Spanó  
Dárcio A. Cabrera  
Dimas T. Chbane  
Edgard I Pezzo  
Edgardo Manriquez  
Edival A. Monteiro  
Elcio O. Darnico  
Emerson Oisch

Haroldo S. Hayashi  
Ingo Pelikan  
Joaquim C. Fontenelle  
Jorge L. A. Corrêa  
José C. DeI R Nicolau  
José C. T. de Souza  
Luiz C. Kis  
Luiz C. Martarello  
Luiz E. Ayres  
Luiz H. Fascina  
Manoel G. Silva  
Marcelo Yajima  
Marcio K. Rara  
Marcos A. Ferrari  
Nelson de Freitas

Nelson T. Hanesaka  
Paulo M. Falconi  
Paulo S. Sampaio  
Regina Kawakami  
Renato M. Pisani  
Ricardo A. Brandão  
Ricardo C. Oliveira  
Roberto P. Furlan  
Roberto P. Furlan  
Roberto W. Lotz  
Sérgio Pleszko  
Sérgio R. Sgarbi  
Toshilomo Shicho  
Vicente A. Bartolo  
Vitor M. G. Vieira

### **Com o apoio das seguintes empresas**

Caterpillar do Brasil S.A.  
Cummins Brasil Ltda.  
Fiatallis Lat. Americana  
Ford Brasil Ltda.

General Motors do Brasil Ltda.  
Iochpe Maxion S.A.  
Mercedes-Benz do Brasil S.A.  
New-Holland L. Americana

Toyota do Brasil S.A.  
Valmet do Brasil S.A.  
Volkswagem do Brasil S.A.  
Volvo do Brasil Veículos Ltda.

Os manuais estão sendo editados pelo IQA – Instituto da Qualidade Automotiva. Agradecemos aos técnicos do IQA pela coordenação dos trabalhos de edição e pelo competente trabalho de interface feito junto ao AIAG (Automotive Industry Action Group), para o sancionamento das traduções.

Finalmente, agradecemos ao “Task Force” do sistema QS-9000 pela cessão do “copyright para a ANFAVEA, e ao AIAG, pelo trabalho de verificação e correção das traduções e sancionamento dos manuais.

**Comissão para Assuntos da Qualidade**

**ANFAVEA**

# ÍNDICE

Número da página

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| <b>INFORMAÇÕES GERAIS</b> ..... | <b>1</b> |
| VISÃO GERAL .....               | 1        |
| HISTÓRICO.....                  | 1        |
| APRESENTAÇÃO DO MANUAL.....     | 1        |
| IMPLEMENTAÇÃO DA FMEA .....     | 1        |
| <b>FMEA DE PROJECTO</b> .....   | <b>2</b> |
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....         | <b>3</b> |
| DEFINIÇÃO DE CLIENTE .....      | 3        |

## **PREFÁCIO DA EDIÇÃO AMERICANA**

Este manual de referência foi desenvolvido pelo grupo de Análise de Modo e Efeitos de Falha da Chrysler, Ford e General Motors, trabalhando sob o patrocínio da divisão Automotiva da Sociedade Americana para o Controle de Qualidade (ASQC - American Society for Quality Control) e o Grupo de Acção da Indústria Automobilística (AIAG).

A intenção da Força Tarefa da ASQC / AIAS é padronizar os manuais de referência, procedimentos, formulários e nomenclatura técnica utilizada pela Chrysler, Ford e General Motors em seus respectivos Sistemas da Qualidade para fornecedores. Desta forma, este manual e o formulário, aprovado e endossado pela Chrysler, Ford e General Motors, deveria ser utilizado pelos fornecedores, utilizando as técnicas de FMEA em seus processos de projecto e manufactura.

No passado, Chrysler, Ford e General Motors tinham seus próprios procedimentos e formas para garantir a conformidade das FMEA's desenvolvidas por seus fornecedores. As diferenças entre estes procedimentos e formas resultaram em exigências adicionais aos recursos dos fornecedores. Para melhorar essa situação, Chrysler, Ford e General Motors concordaram em desenvolver, e, através da AIAS, distribuir este manual. O grupo de trabalho responsável por este manual foi coordenado por George Saumgartner da Ford Motor Company.

Este manual provê directrizes gerais de como preparar uma FMEA. Não são dadas instruções específicas de como trabalhar cada tópico da FMEA, uma tarefa deixada a cada equipa de FMEA. Não é intenção deste manual ser uma fonte de referência pormenorizada ou material de treinamento. Apesar destas directrizes buscarem cobrir todas as situações que ocorrem normalmente nas fases de análise de projecto ou processo, há dúvidas que poderão surgir. Estas dúvidas devem ser dirigidas ao departamento responsável pela Garantia da Qualidade de Fornecedores de seu cliente. Em caso de dúvidas a qual departamento contactar, o Departamento de Compras de seu cliente poderá ajudar.

A Força Tarefa agradece a liderança e comprometimento dos Vice-presidentes Thomas W. Stallkamp (Chrysler), Norman E Ehlers (Ford) e J. Ignacio Lopez de Arriortua (General Motors); o apoio da AIAG no desenvolvimento, produção e distribuição deste procedimento; a liderança de Russel Jacobs (Chrysler), Steve Walsh (Ford), Dan Raid (General Motors) e Rad Smith; e o apoio do grupo de leitura da divisão automotiva da ASQC. Este grupo, coordenado por Tripp Martin (Peterson Spring), revisou o manual quanto a seu conteúdo técnico e exactidão, fazendo valiosas contribuições à forma e conteúdo. Como este manual foi desenvolvido de forma a atender necessidades específicas da indústria automobilística, o procedimento voluntário de normalização definido pela política e procedimentos da ASQC não foi utilizado em seu desenvolvimento.

# INFORMAÇÕES GERAIS

## Visão Geral

Este manual apresenta a Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial (FMEA) e dá directrizes gerais para a aplicação da técnica. Uma FMEA pode ser descrita como um grupo de actividades sistémicas com o objectivo de: 1) reconhecer e avaliar a talha potencial de um produto/ processo e seus efeitos; 2) identificar acções que podem eliminar ou reduzir a hipótese do modo de falha potencial vir a ocorrer; 3) documentar o processo de análise. A FMEA é complementar ao processo de desenvolvimento de projecto e faz com que o mesmo contenha os requisitos que satisfaçam plenamente as necessidades dos clientes.

## Histórico

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

## Apresentação do Manual

Para facilidade de uso, este manual de referência contém uma apresentação das instruções de execução da FMEA dividida em duas secções distintas (projecto e processo). Entretanto, estando as duas secções num mesmo manual facilita-se a comparação das técnicas utilizadas para desenvolver os diferentes tipos de FMEA5, de forma a demonstrar mais claramente a sua aplicação e inter-relação apropriadas.

## Implementação da FMEA

Devido ao compromisso de uma empresa em melhorar continuamente seus produtos, é importante o uso da FMEA como uma técnica disciplinada para identificar e ajudar a eliminar problemas potenciais. Estudos de campanhas de campo em veículos 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 equipa. Deveria ser montada uma equipa de especialistas com experiência no tema a ser analisado, por exemplo, engenheiros especialistas em projecto, manufactura, montagem, assistência técnica, qualidade e confiabilidade.

Um dos factores mais importantes para a implementação com sucesso de um programa de FMEA é o momento oportuno de sua execução. A FMEA deve ser uma acção “antes do evento”, e não um exercício “após o facto”. Para obter melhores resultados, a FMEA deve ser feita antes de um modo de falha de projecto ou processo ter sido incorporado ao produto sem ter sido percebido. O tempo gasto no início do projecto na realização correcta de uma FMEA, quando alterações de processo/projecto podem ser implementadas mais facilmente e com menores custos, irá aliviar as crises provocadas por alterações tardias. Uma FMEA pode reduzir ou eliminar a hipótese de implementar uma alteração que poderia criar um problema ainda maior. Correctamente aplicada, é um processo interactivo que nunca se acaba.

---

# **FMEA DE PROJECTO**

---

**ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA  
POTENCIAL  
EM  
PROJECTO  
(FMEA DE PROJECTO)**

**MANUAL DE REFERÊNCIA**

## INTRODUÇÃO

Uma FMEA de projecto é uma técnica analítica utilizada pelo Engenheiro/Equipa Responsável pelo projecto com a finalidade de assegurar que, na extensão possível, os modos de falha potenciais e suas causas/mecanismos associados foram considerados e endereçados. Deveriam ser avaliados os produtos finais, subsistemas, componentes e sistemas relacionados. Em uma forma mais precisa, uma FMEA é um resumo dos pensamentos da equipa de como um componente, subsistema ou sistema é projectado (incluindo uma análise dos itens que poderiam falhar baseados na experiência e nos problemas passados). Esta abordagem sistemática acompanha, formaliza e documenta a linha de pensamento que é normalmente percorrida durante o desenvolvimento de um projecto.

A FMEA de projecto dá suporte ao desenvolvimento do projecto reduzindo os riscos de falhas, por:

- Auxiliar na avaliação objectiva dos requisitos do projecto e das soluções alternativas.
- Considerar os requisitos de manufactura e montagem no projecto inicial.
- Aumentar a probabilidade de que os modos de falha potenciais e seus efeitos nos sistemas e na operação do veículo tenham sido considerados no processo de desenvolvimento/projecto.
- Proporcionar informações adicionais para ajudar no planeamento de programas de desenvolvimento e de ensaios de projecto eficientes e completos.
- Desenvolver uma lista de modos de falhas potenciais classificadas de acordo com os seus efeitos no cliente, estabelecendo assim um sistema de priorização para melhorias do projecto e ensaios de desenvolvimento.
- Proporcionar uma forma de documentação aberta para recomendar e rastrear acções de redução de risco.
- Proporcionar referências para no futuro ajudar na análise de problemas de campo, na avaliação de alterações de projecto e no desenvolvimento de projectos avançados.

### Definição de Cliente

A definição de “CLIENTE” para uma FMEA de projecto não é apenas o “USUÁRIO FINAL”, mas também os engenheiros/equipas responsáveis pelo projecto de montagens de níveis superiores ou do produto final, e/ou os engenheiros responsáveis pelo processo de manufactura em actividades como Manufactura, Montagem, e Assistência Técnica.

Um programa de FMEA totalmente implementado requer uma FMEA de projecto para todas as peças/sistemas novos, modificados e existentes que serão utilizados em novas aplicações ou ambientes. É iniciada por um engenheiro da área/actividade responsável pelo projecto, que pode ser um fornecedor se este for o projectista da peça/sistema em análise.



## INTRODUÇÃO (Continuação)

### Equipa de Trabalho

No início do desenvolvimento da FMEA de projecto, o engenheiro responsável deve envolver directa e activamente representantes de todas as áreas envolvidas. Estas áreas deveriam incluir, mas não limitar-se a: montagem, manufactura, materiais, qualidade, assistência técnica e fornecedores, assim como a área responsável pelo projecto da próxima montagem. A FMEA deveria ser um catalisador para estimular a troca de ideias entre os departamentos envolvidos e assim promover uma abordagem, de equipa. Além disso, para quaisquer itens projectadas por fornecedores (Internos e externos), o engenheiro responsável pelo projecto (coordenador técnico) deveria ser consultado.

A FMEA de projecto é um documento dinâmico que deveria ser iniciado antes ou na finalização do conceito do projecto, e ser continuamente actualizada de acordo com as alterações ocorridas ou as informações adicionais obtidas durante as fases de desenvolvimento do produto, e deve estar concluída quando da finalização do desenho e liberação para ferramentaria.

Considerando que as necessidades da manufactura/montagem foram incorporadas, a FMEA de projecto enfoca o objectivo do projecto e assume que o projecto será manufacturado/montado para este fim. Modos de falhas potenciais e/ou causas/mecanismos de falha que podem ocorrer durante a manufactura ou montagem não precisam mas podem ser incluídos na FMEA de projecto, quando sua identificação, efeitos e meios de controlo são cobertos pela FMEA de processo.

A FMEA de projecto não deve contar com controlos do processo para atenuar as deficiências potenciais do projecto, mas deve levar em consideração os limites físicos/técnicos para um processo de manufactura ou montagem, tais como:

- o Necessidades de ângulos de solda
- o Limitações de acabamento superficial
- o Espaço para montagem/acesso de ferramentas
- o Limites de endurecimento dos aços
- o Desempenho/capabilidade do processo.

## DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJECTO

O engenheiro responsável pelo projecto tem à sua disposição uma série de documentos que serão úteis na execução de uma FMEA de projecto. A análise começa pelo desenvolvimento de uma lista do que se espera que o projecto deva fazer e o que não deva fazer, isto é, o objectivo do projecto. Deveriam ser incorporadas as necessidades e expectativas do cliente, que podem ser determinadas através do Desdobramento da Função Qualidade (QFD), Documentos de Requisitos dos Veículos, requisitos conhecidos do produto e/ou de manufactura/ montagem. Quanto melhor a definição das características desejadas, mais fácil será identificar os modos de falha potencial para a acção correctiva.

# FMEA DE PROJECTO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)

Sistema  
X Subsistema  
Componente 01.13/Encarranamento do veículo  
Ano modelo(s)/veículo(s) 199X/1 on 4dr/Wagon

FMEA Número 1234  
Pag. 11 de 11  
Preparado por A. Tate, XE412 - Eng. de Carroc.  
Data FMEA (mês, dia, ano) 09/03/22 (Rev) BX-07-13

Responsável pelo Projeto: Eng. de Carroc.  
Data Chave: 09/03/22  
Produção: J. F. de C. Monteiro  
Desenvolvimento do Produto: G. Monteiro  
Eng. de Carroc. & Montagem: J. F. de C. Monteiro

| Item | Função                              | Modo de Falha Potencial                     | Efeito(s) Potencial(is) da Falha   | SEVERIDADE | CLASSIF.   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha  | OUORR. | Controles Atuais do Projeto  | DET-EC. | ZPLR | Ações Recomendadas                                   | Responsável e Prazo                                       | Resultado das Ações Tomadas |  | ZPLR |        |  |
|------|-------------------------------------|---|--|------------|------------|---|--------|--|---------|------|--|---|-----------------------------|--|------|--------|--|
|      |                                     |   |  |            |            |   |        |  |         |      |  |   | SWYER                       | OOORR  |      |        |  |
| 9    | Porta Dianteira L. Esq. H6HX-0000-A | Panel inferior/ inferior da porta corrolido | Vida útil da porta diminuída devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aparência insatisfatória devido a ferrugem</li> <li>Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta</li> </ul> | 7          | SEVERIDADE | Limite superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | 6      | Teste de durabilidade geral do veículo T-118 T-109 T-301                       | 7 294   | 294  | Adicionar teste de corrosão acelerada no laboratório | A. Tate Eng. Carroc. 09 30                                | 7                           | Baseado no resultado do teste (teste nº 1481) limite superior de aplicação de cera aumentado em 125 mm   | 7    | 2 28   |  |
|      |                                     |   |  | 4          | SEVERIDADE | Espessura especificada para camada de cera é insuficiente                                 | 4      | Teste de durabilidade geral do veículo igual acima                             | 7 196   | 196  | Adicionar teste de corrosão acelerada no laboratório | Teste verif. local aplic. cera A. Tate Eng. Carroc. 01 15 | 7                           | Resultado do teste nº 1481 mostra que a camada especific. é adequada. Projeto de Exper. demonstr. que 25% de variação na espessura da camada é aceitável | 7    | 2 28   |  |
|      |                                     |   |  | 2          | SEVERIDADE | Composição da cera é inapropriada   | 2      | Teste de laboratório físico e químico relatório nº 1265                        | 2 28    | 28   | Nenhum   |   |                             |  |      |        |  |
|      |                                     |   |  | 5          | SEVERIDADE | A aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                               | 5      | Desenho ajuda na investigação do funcionamento do bico de jateamento           | 8 280   | 280  | 280  | Eng. de Carroc. & Montagem BX 11 15                       | 7                           | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  | 7    | 1 3 21 |  |
|      |                                     |   |  | 3          | SEVERIDADE | Aplicação de cera entope os furos de dreno da porta                                       | 3      | Teste de laboratório usando o pior caso de aplicação de cera e tamanho do furo | 1 21    | 21   | Nenhum   |   |                             |  |      |        |  |
|      |                                     |   |  | 4          | SEVERIDADE | Espaço insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera     | 4      | Avaliação do desenho que representa o acesso do bico de jateamento             | 4 112   | 112  | 112  | Eng. de Carroc. & Montagem BX 11 15                       | 7                           | Avaliação mostrou acesso adequado  | 7    | 1 1 7  |  |

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJECTO (Continuação)

Uma FMEA de projecto deveria começar com um diagrama de blocos para o sistema, subsistema e/ou componente analisado. Um exemplo de diagrama de blocos é mostrado no apêndice A. O diagrama de blocos também indica o fluxo de informações, energia, força, fluido, etc. O objectivo é indicar claramente as entradas (inputs), o processo desenvolvido (função) e as saídas (outputs) dos blocos.

O diagrama ilustra as relações primárias entre os itens cobertos na análise e estabelece uma ordem lógica para a análise. Cópias dos diagramas utilizados deveriam acompanhar a FMEA.

De forma a facilitar a documentação da análise das falhas potenciais e suas consequências, um formulário foi desenvolvido e está no Apêndice E

A aplicação do formulário está descrita abaixo; os pontos são numerados de acordo com os números circundados no formulário mostrado na página ao lado. Um exemplo de um formulário completo está contido no Apêndice B e nas páginas laterais desta secção.

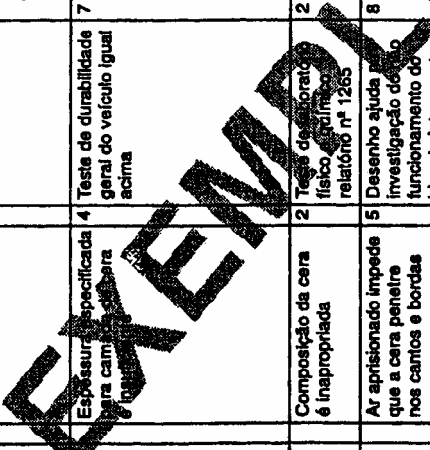
- 1. FMEA Número** Preencha o número do documento da FMEA, o qual pode ser utilizado para rastreabilidade.
- 2. Sistema, Subsistema, ou Nome e Número do Componente** Indique o nível de análise apropriado e inclua o nome e número do componente, subsistema e sistema que está sendo analisado.
- 3. Responsável pelo Projecto** Preencha com o nome do fabricante de equipamento original (OEM), departamento e grupo. Também inclua o nome do fornecedor se conhecido.
- 4. Preparado por** Preencha com o nome, telefone e a empresa do engenheiro responsável pela FMEA.
- 5. Ano Modelo (s)/Veículo (s)** Especifique o produto, ano modelo (s) e linha do veículo (s), onde se pretende usar e/ou que será afectado pelo projecto que está sendo analisado (se conhecido).
- 6. Data Chave** Data inicialmente prevista como prazo para conclusão da FMEA, a qual não deveria ultrapassar a data de liberação programada para o desenho.
- 7. Data FMEA** Data em que a FMEA inicial foi compilada e a data de sua última revisão.
- 8. Equipa** Liste os nomes e departamentos dos indivíduos responsáveis que tem a autoridade para identificar e/ou realizar tarefas. (É recomendável que todos os nomes, departamentos, telefones, endereços, etc. sejam incluídos em uma lista de distribuição).

# FMEA DE PROJECTO

Sistema \_\_\_\_\_ FMEA Número 1234 ①  
 X Subistema \_\_\_\_\_ Pág. 1 de 1  
 Componente 01.03/ancoramento do veiculo ② Responsável pelo Projeto Eng. da Carroçaria ③ Preparado por A. Tate - X6412 - Eng. da Carroçaria ④  
 Ano modelo(s)/veiculo(s) 199X/Lion.4dr/Wagon ⑤ Data Chave 09.03.01/EB ⑥ Data FMEA (inic.) 08.03.22 (Rev.) 08.07.14 ⑦  
 Equipe J. Fander - Desenvolvimento de Produto (carro); Chalkers - Produção; J. Ford - Oper. Montagem; Dalton, Fraser, Hanley - Plantas de Montagem ⑧

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)

| ID | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) de Falha  | Efeitos   | Nº de Falhas | Nº de Danos | Nº de Pessoas | Nº de Veículos | Nº de Anos | Nº de Falhas | Nº de Danos | Nº de Pessoas | Nº de Veículos | Nº de Anos | Resultado das Ações |                     |   |
|----|---|---|--------------|-------------|---------------|----------------|------------|--------------|-------------|---------------|----------------|------------|---------------------|---------------------|---|
|    |   |   |              |             |               |                |            |              |             |               |                |            | Ações Tomadas       | Responsável e Prazo |   |
| 12 | Limite superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | Espeço insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera     | 7            | 6           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 7                   | 7 |
| 11 | Espeço especificada para camadas de cera é insuficiente                                   | Espeço insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera     | 4            | 4           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 4                   | 4 |
| 10 | Composição de cera é inapropriada   | Aplicação de cera entope os furos de dreno da porta                                       | 2            | 2           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 2                   | 2 |
| 9  | Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                              | Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                              | 5            | 5           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 5                   | 5 |
| 8  | Teste de durabilidade geral do veículo igual a cima                                       | Teste de durabilidade geral do veículo igual a cima                                       | 7            | 7           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 7                   | 7 |
| 7  | Teste de durabilidade geral do veículo igual a cima                                       | Teste de durabilidade geral do veículo igual a cima                                       | 4            | 4           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 4                   | 4 |
| 6  | Teste de durabilidade geral do veículo T-118 T-109 T-301                                  | Teste de durabilidade geral do veículo T-118 T-109 T-301                                  | 6            | 6           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 6                   | 6 |
| 5  | Desenho ajuda na investigação do funcionamento do bico de jateamento                      | Desenho ajuda na investigação do funcionamento do bico de jateamento                      | 5            | 5           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 5                   | 5 |
| 4  | Teste de laboratório usando o pior caso de aplicação de cera e tamanho do furo            | Teste de laboratório usando o pior caso de aplicação de cera e tamanho do furo            | 3            | 3           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 3                   | 3 |
| 3  | Teste de laboratório  | Teste de laboratório  | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 1                   | 1 |
| 2  | Teste de laboratório físico e químico relatório nº 1265                                   | Teste de laboratório físico e químico relatório nº 1265                                   | 2            | 2           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 2                   | 2 |
| 1  | Composição de cera é inapropriada   | Composição de cera é inapropriada   | 2            | 2           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 2                   | 2 |
| 0  | Espeço superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | Espeço superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | 7            | 7           | 1             | 1              | 1          | 1            | 1           | 1             | 1              | 1          | 1                   | 7                   | 7 |



### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJECTO (Continuação)

#### 9. Item/Função

Preencha com o nome e número do item a ser analisado. Use a nomenclatura incluindo o nível de projecto como está indicado no desenho de engenharia. Antes da liberação inicial, números experimentais deveriam ser usados.

Cite, tão concisamente quanto possível, a função do item para cumprir o objectivo de seu projecto. Inclua informação considerando o ambiente no qual o sistema opera (ex.: defina as amplitudes de temperatura, pressão, unidade). Se o item tem mais de uma função com diferentes modos de falha potenciais, liste todas funções separadamente.

#### 10. Modo de Falha Potencial

O Modo de Falha Potencial é definido como a maneira pela qual um componente, subsistema ou sistema potencialmente falharia ao cumprir o objectivo do projecto. O modo de falha potencial pode ser também a causa de uma falha potencial em um sistema ou subsistema de um nível superior, ou ser o efeito de um componente em um nível inferior.

Liste cada modo de talha potencial para o item e sua função. Assuma-se que a falha pode ocorrer, mas não necessariamente vai ocorrer. O ponto de partida recomendado é a análise crítica de problemas passados e a discussão em equipa.

Modos de falha que podem ocorrer apenas sob certas condições de uso (terreno acidentado, quilometragem acima da média, uso urbano exclusivo, etc.) e de operação (calor, frio, unidade, poeira, etc.) deveriam ser considerados.

Modos de falha potenciais poderiam ser, mas não limitar-se a:

|           |                   |
|-----------|-------------------|
| Trincado  | Engripado         |
| Deformado | Em curto-circuito |
| Solto     | Oxidado           |
| Vazando   | Fracturado        |

**Nota:** Modos de Falhas Potenciais deveriam ser descritos em termos físicos ou técnicos sobre a função, e não como o sintoma descrito pelo cliente.

#### 11. Efeito (s) Potencial (is) da Falha

Efeitos Potenciais da Falha são definidos como os efeitos do modo de falha na função, como percebido pelo cliente.

Descreva os efeitos da falha em termos que o cliente possa perceber ou experimentar. Lembre-se que o cliente pode ser um cliente interno ou o cliente final. Defina claramente se a função poderia afectar a segurança ou incumprimento a regulamentos/legislação. Os efeitos deveriam sempre ser definidos em termos de um sistema, subsistema ou componente específico que está sendo analisado. Lembre-se que existe uma hierarquia entre os níveis de componente, subsistema e sistema. Por exemplo, uma peça pode quebrar, o que pode causar vibração em um conjunto, resultando em operação intermitente do sistema, A operação intermitente do sistema poderia causar degradação do desempenho, levando o cliente a ficar insatisfeito. O objectivo é prever os efeitos da falha ao nível de conhecimento da equipa.

# FMEA DE PROJECTO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)

FMEA Número 1234 (1)  
 Pág. 1 de 1  
 Preparado por A. Tate - X6412 - Eng. de Carrocacia (4)  
 Data FMEA (Inic.) 8X.03.22 (Rev.) 8X.07.14 (7)  
 Responsável pelo Projeto Eng. de Carrocacia (3)  
 Data Chave 8X.03.01.FER (6)  
 Equipa J. Ender - Desenvolvimento de Produto (carra); Childers - Produção; J. Ford - Oper. Montagem; Dalton, Fraser, Hanley - Planhas de Montagem (8)

| Item   | Função  | Modo de Falha Potencial   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha  | OCORR. | Controlos Atuais do Projeto                              | N P R | Ações Recomendadas  | Responsável e Prazo                 | Resultado das Ações   |   |       |    |    |
|--|---|---|---|--------|--|-------|---|-------------------------------------|---|---|-------|----|----|
|  |   |   |   |        |  |       |   |                                     | SEVER   | OCORR   | DETEC |    |    |
| Porta Dianteira L. Esq. H8HX-0000-A                    |   | Panel interior/inferior da porta corrolido  | Limite superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | 6      | Teste de durabilidade geral do veículo T-118 T-109 T-301 | 7     | Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório                                | A. Tate Eng. Carroc. 8X 09 30       | Baseado no resultado do teste (teste nº 1481) limite superior de aplicação de cera aumentado em 125 mm  | 7   | 2     | 28 |    |
| Entrada e saída do veículo                             | Proteção dos ocupantes à chuva, vento, frio, ruidos e colisões laterais | Ferragens da porta e suportes incluindo espelho, dobradiças, fechadura e regulador de vidro | Espessura especificada para camadas de pintura é insuficiente                             | 4      | Teste de durabilidade geral do veículo igual acima       | 7     | Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório                                | Teste verif. local aplic. cera      | Resultado do teste nº 1481 mostra que a camada especific. é adequada. Exper. demonstr. que 25% de variação na espessura da camada é aceitável | 7   | 2     | 28 |    |
| Prover uma superfície apropriada p/ itens de aparência | Pintura e tapeçaria   | Aplicação de cera entope os furos de dreno da porta   | Composição da cera é inapropriada   | 2      | Teste de durabilidade físico-químico relatório nº 1265   | 2     | Nenhum  | Nenhum                              |   |   |       |    |    |
|  |   | Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                                | Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                              | 5      | Desenho ajuda p/ o funcionamento do bico de jateamento   | 8     | Citar um grupo de avaliação usando o equipam. de jateação a cera especificada       | Eng. de Carroc. & Montagem 8X 11 15 | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada   | 7   | 1     | 3  | 21 |
|  |   | Espaceo insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera      | Espaceo insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera    | 4      | Avaliação do desenho que representa o jateamento         | 1     | 21  | Nenhum                              |   | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada |       |    |    |
|  |   |   |   | 4      | Avaliação do desenho que representa o jateamento         | 112   | Criar um grupo de avaliação usando desenho do suporte de apoio e bico de jateamento | Eng. de Carroc. & Montagem 8X 11 15 | Avaliação mostrou acesso adequado   | 7   | 1     | 1  | 7  |

## FMEA DE PROJECTO

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJECTO (Continuação)

**11. Efeito (s) Potencial (is) da Falha (Continuação)** Os efeitos potenciais de falhas típicos podem ser, mas não limitar-se a:

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| Barulho               | Aspereza             |
| Operação Defeituosa   | Inoperância          |
| Aparência Degradada   | Odor desagradável    |
| Instabilidade         | Operação prejudicada |
| Operação Intermitente |                      |

**12. Severidade (s)** Severidade é uma avaliação da gravidade do efeito do modo de falha potencial (listado na coluna anterior) para o próximo componente, subsistema, sistema ou cliente. **A severidade se aplica somente ao efeito.** A redução no índice de severidade pode ser conseguida apenas através de alteração do projecto. A severidade deveria ser estimada em uma escala de "1" a "10".

#### **Critério de Avaliação Sugerido:**

(A equipa deveria concordar com um critério/índice de avaliação que seja consistente, mesmo se modificado para análise individual de um produto).

| <b>Efeito</b>             | <b>Critério: Severidade do Efeito</b>   | <b>Índice de Severidade</b> |
|---------------------------|---|-----------------------------|
| Perigoso sem aviso prévio | Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afecta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio  | 10                          |
| Perigoso com aviso prévio | Índice de severidade muito alto quando o modo de falha potencial afecta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental com aviso prévio. | 9                           |
| Muito alto                | Veículo/item inoperável, com perda das funções primárias  | 8                           |
| Alto                      | Veículo/item operável, mas com nível de desempenho reduzido. Cliente insatisfeito   | 7                           |
| Moderado                  | Veículo/item operável, mas com item (s) de Conforto/conveniência inoperável (is). Cliente sente desconforto   | 6                           |
| Baixo                     | Veículo/item operável, mas com item (s) de Conforto/Conveniência operável (is) com nível de desempenho reduzido. O cliente sente alguma insatisfação.                                     | 5                           |
| Muito Baixo               | Itens: Forma e Acabamento/Chiado e Barulho não conforme. Defeito notado pela maioria dos clientes.  | 4                           |
| Menor                     | Itens: Forma e Acabamento/Chiado e Barulho não conforme. Defeito notado pela média dos clientes.  | 3                           |
| Muito menor               | Itens: Forma e Acabamento/Chiado e Barulho não conforme. Defeito notado por clientes acurados.  | 2                           |
| Nenhum                    | Sem efeito  | 1                           |

#### **13. Classificação**

Esta coluna pode ser usada para classificar (ex.: crítica, chave, maior, significativa) qualquer característica especial do produto para um componente, subsistema ou sistema que possa requerer controlos adicionais do processo.

Qualquer item que necessite de controlos especiais do processo deveria ser identificado no formulário de FMEA de projecto com caracteres ou símbolo apropriado na coluna de classificação e deveria ser indicado na coluna de acções recomendadas.

Cada item identificado acima no FMEA de projecto deveria ter os controlos especiais do processo identificado no FMEA de processo.

# FMEA DE PROJECTO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)

Sistema \_\_\_\_\_ FMEA Número 1234 (1)  
 X Subsistema \_\_\_\_\_ Pág. 1 de 1  
 Componente 01.03/encarramento do veículo (2) Responsável pelo Projeto Eng. de Carrocaria (3) Preparado por A. Tate - X6412 - Eng. da Carrocaria (4)  
 Ano modelo(s)/veículo(s) 199X/Lon. 4dr/Vagon (5) Data Chave 9X.03.01.ER (6) Data FMEA (mic.) 9X.03.22 (Rev.) 9X.07.14 (7)  
 Equipe J. Eandar - Desenvolvimento de Produto (carra); Chlidara - Produção; J. Eord - Oper. Montagem (Dalton, Fraser, Hanley - Plantas da Montagem) (8)

| Item   | Função  | Modo de Falha Potencial                    | Efeito(s) Potencial(is) da Falha  | Causa(s) Potencial(is) da Falha  | Controles Atuais do Projeto                                   | N.º de Falhas | Ações Recomendadas   | Responsável e Prazo                 | Resultado das Ações  |          |          |
|--|---|--|---|--|---|---------------|--|-------------------------------------|--|----------|----------|
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     | Ações Tomadas  | SWYER    | DEF      |
| Porta Dianteira L, Esq. H8HX-0000-A<br><br>• Entrada e saída do veículo<br>• Protecção dos ocupantes à chuva, vento, frio, ruidos e colisões laterais<br>• Ferragens da porta e suportes incluindo dobradiças, fechadura e regulador de vidro<br>• Prover uma superfície apropriada p/ itens de aparência<br>• Pintura e tapeçaria | Vida útil da porta diminuída devido a:<br>• Aparência insatisfatória devido a ferrugem<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta | Painel interior/inferior da porta corroído | (11)<br>Vida útil da porta diminuída devido a:<br>• Aparência insatisfatória devido a ferrugem<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta | (13) Causa(s) Potencial(is) da Falha<br>Limite superior para espessura de cera protetora do painel inferior da porta muito baixa | (15) Teste de durabilidade geral do veículo T-118 T-109 T-301 | 7 284         | (19) Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório                            | (20) A. Tate Eng. Carroc. 9X 09 30  | (21) Baseado no resultado do teste (teste nº 1481) limite superior de aplicação de cera aumentado em 125 mm  | 7 2 2 28 | 7 2 2 28 |
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     |  |          |          |
|  |   |  |   | (13) Causa(s) Potencial(is) da Falha<br>Espessura de cera protetora muito baixa  | (15) Teste de durabilidade geral do veículo igual acima       | 7 196         | Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório                                 | Teste local verific. aplic. cera    | Resultado do teste nº 1481 mostra que a camada especif. é adequada. Projeto de Exper. demonstra que 25% de variação na espessura da camada é aceitável | 7 2 2 28 | 7 2 2 28 |
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     |  |          |          |
|  |   |  |   | (13) Causa(s) Potencial(is) da Falha<br>Espessura de cera protetora muito baixa  | (15) Teste de durabilidade geral do veículo igual acima       | 2 28          | Nenhum   |                                     | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 |
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     |  |          |          |
|  |   |  |   | (13) Causa(s) Potencial(is) da Falha<br>Espessura de cera protetora muito baixa  | (15) Teste de durabilidade geral do veículo igual acima       | 8 280         | Criar um grupo para avaliação usando o equipamento de jateação a cera especificada   | Eng. de Carroc. & Montagem 9X 11 15 | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 |
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     |  |          |          |
|  |   |  |   | (13) Causa(s) Potencial(is) da Falha<br>Espessura de cera protetora muito baixa  | (15) Teste de durabilidade geral do veículo igual acima       | 1 21          | Nenhum   |                                     | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 |
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     |  |          |          |
|  |   |  |   | (13) Causa(s) Potencial(is) da Falha<br>Espessura de cera protetora muito baixa  | (15) Teste de durabilidade geral do veículo igual acima       | 4 112         | Criar um grupo de avaliação usando desenhos do suporte de apoio e bico de jateamento | Eng. de Carroc. & Montagem 9X 11 15 | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 |
|  |   |  |   |  |   |               |  |                                     |  |          |          |



### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJECTO (Continuação)

#### 14. Causa (s) e Mecanismo (s) Potencial (is) da Falha

A Causa Potencial da Falha é definida como uma indicação de uma deficiência do projecto, cuja consequência é o modo de falha.

Liste, de forma mais completa possível, todos os mecanismos e/ou causas de falha concebíveis para cada modo de falha. O mecanismo/causa deveriam ser listado tão completa e concisamente quanto possível para que medidas preventivas possam ser aplicadas às causas pertinentes.

Causas de falhas típicas podem incluir, mas não limitar-se a:

- Especificação incorrecta de material
- Consideração inadequada da vida do projecto
- Sobre esforço
- Capacidade de lubrificação insuficiente
- Instruções de manutenção inadequadas
- Protecção ao meio ambiente insuficiente
- Algoritmo Incorrecto

Mecanismos de falha típicos podem incluir, mas não limitar-se a:

|                           |          |
|---------------------------|----------|
| Escoamento                | Fluência |
| Fadiga                    | Desgaste |
| Instabilidade do Material | Corrosão |

#### 15. Ocorrência (O)

Ocorrência é a probabilidade de um mecanismo/causa específico (listado na coluna anterior) vir a ocorrer. A probabilidade de ocorrência tem um significado mais importante que apenas seu valor. A única forma de reduzir efectivamente o índice de ocorrência é a remoção ou controle de um ou mais mecanismos de falha através de uma alteração no projecto.

A probabilidade de ocorrência da causa/mecanismo de falha potencial é estimada em uma escala de “1” a “10”.

Na determinação da probabilidade de ocorrência, algumas questões deveriam ser consideradas:

- o Qual a experiência/ histórico de campo com componentes ou sistemas similares?
- o O componente é proveniente ou similar ao nível anterior de componente ou subsistema?
- o Qual o significado das alterações em relação a uma versão mais antiga?
- o O componente é radicalmente diferente de um componente de um nível anterior?
- o O componente é completamente novo?
- o A aplicação do componente mudou?

# FMEA DE PROJECTO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)

Sistema \_\_\_\_\_ FMEA Número 1234 ①  
 X Subistema \_\_\_\_\_ Pág. 1 de 1  
 Componente 01.03/encarramento do veículo ② Preparado por A. Tate - X6412 - Eng. da Carroceria ④  
 Ano modelo(s)/veículo(s) 199X/1 Ion 4dr/Wagon ⑤ Data FMEA (inc.) 8X 03.22 (Rev.) 8X 07.14 ⑦  
 Equipe J. Eandar - Desenvolvimento de Produto (carro); Children - Produção; J. Eard - Oper. Montagem; Dalton, Fraser, Hanley - Plantas de Montagem ⑧

| Item   | Funcão                                       | Modo de Falha Potencial  | Efeito(s) Potencial(is) da Falha  | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha                                      | OCCOR  | DI-F  | N P R   | Ações Recomendadas   | Responsável e Prazo | Resultado das Ações |         |       |
|--|--|--|---|---|--|---|---|--|---------------------|---------------------|---------|-------|
|  |  |  |   |   |  |   |   |  |                     | Ações Tomadas       | SWYER   | OCORR |
| Porta Dianteira L. Esq. H8HX-0000-A<br><br>• Entrada e saída do veículo<br>• Proteção dos ocupantes à chuva, vento, frio, ruidos e colisões laterais<br>• Ferragens da porta e suportes incluindo espelho, dobradiças, fechadura e regulador de vidro<br>• Prover uma superfície apropriada p/ itens de aparência<br>• Pintura e tapeçaria | ⑩ Painel interior/inferior da porta corroido | ⑪ Vida útil da porta diminuída devido a:<br>• Aparência insatisfatória devido a ferrugem irregular do mecanismo interno da porta | ⑬ Limite superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | ⑭ Teste de durabilidade para aplicação de cera protetora do painel interno da porta | ⑮ 7<br>294   | ⑯ Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório  | ⑰ A. Tate<br>Eng. Carroc.<br>8X 09 30   | ⑱ Baseado no resultado do teste (teste nº 1481) limite superior de aplicação de cera aumentado em 125 mm   | ⑳ 7<br>2<br>2<br>28 | ㉑ SWYER             | ㉒ N P R |       |
|  |  |  |   | ⑬ Espessura especificada para camada de cera e material                             | ⑮ 7<br>196   | ⑯ Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório<br>Conduzir projeto de experimentos (DOE) na espess. da camada de cera | ⑰ Teste local verif. local aplic. cera<br>A. Tate<br>Eng. Carroc.<br>9X 01 15 | ⑱ Resultado do teste nº 1481 mostra que a camada especific. é adequada. Projeto de Exper. demonstra que 25% de variação na espessura da camada é aceitável | ⑳ 7<br>2<br>2<br>28 |                     |         |       |
|  |  |  |   | ⑬ Composição da cera é inapropriada   | ⑮ 2<br>28  | ⑯ Nenhum  |   |  |                     |                     |         |       |
|  |  |  |   | ⑬ Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                      | ⑮ 8<br>280   | ⑯ Criar um grupo para avaliação usando o equipam. de jate para a cera especificada  | ⑰ Eng. de Carroc. & Montagem<br>8X 11 15                                      |  |                     | ⑳ 7<br>1<br>3<br>21 |         |       |
|  |  |  | ⑬ Aplicação de cera entope os furos de dreno da porta                                       | ⑮ 1<br>21   | ⑯ Nenhum   |   |   |  |                     |                     |         |       |
|  |  |  | ⑬ Espaço insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera     | ⑮ 4<br>112  | ⑯ Criar um grupo de avaliação usando desenhos do suporte de apoio e bico de jateamento | ⑰ Eng. de Carroc. & Montagem<br>8X 11 15  | ⑱ Avaliatio mostrou acesso adequado   |  | ⑳ 7<br>1<br>1<br>7  |                     |         |       |

---

## FMEA DE PROJETO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJETO (Continuação)

#### 15. Ocorrência (O) (Continuação)

- o Quais são as modificações no meio ambiente?
- o Foi utilizada uma análise de engenharia para estimar a taxa de ocorrência comparável esperada para a aplicação?

Um sistema consistente para o índice de ocorrência deveria ser usado para se garantir a continuidade. As taxas de talhas possíveis referem-se a vida projectada do produto. São estimadas na fase de projecto do componente, subsistema ou sistema, O índice de ocorrência está relacionado à probabilidade de ocorrência e não a ocorrência real.

#### Critério de avaliação sugerido:

(A equipa deveria concordar com um critério/índice de avaliação que seja consistente, mesmo se modificado para análise individual de um produto).

| Probabilidade de falha                    | Taxas de falha possíveis | Índice de Ocorrência |
|---|--------------------------|----------------------|
| <b>Muito alta:</b> Falha quase inevitável | ≥ 1 em 2                 | <b>10</b>            |
|   | 1 em 3                   | <b>9</b>             |
| <b>Alta:</b> Falhas frequentes            | 1 em 8                   | <b>8</b>             |
|   | 1 em 20                  | <b>7</b>             |
| <b>Moderada:</b> Falhas ocasionais        | 1 em 80                  | <b>6</b>             |
|   | 1 em 400                 | <b>5</b>             |
| <b>Baixa:</b> Poucas talhas               | 1 em 2 000               | <b>4</b>             |
|   | 1 em 15 000              | <b>3</b>             |
| <b>Remota:</b> Falha é improvável         | 1 em 150 000             | <b>2</b>             |
|   | ≤ 1 em 1 500 000         | <b>1</b>             |

#### 16. Controles Actuais do Projecto

Liste as actividades de prevenção, validação/verificação do projecto (VP) e outras que irão assegurar a adequação do projecto, para o modo de talha e/ou causa/mecanismo considerado. Controles actuais (ex. testes de rodagem, análises críticas de projecto, falha/segura (válvula de alívio de pressão), estudos matemáticos, ensaios de laboratório, análises críticas de viabilidade, testes de protótipos, teste de frota, etc.) são aqueles que são usados ou têm sido usados no mesmo projecto ou em projectos similares.

Existem três tipos de Controlos do Projecto/características a considerar; dos quais: (1) prevenção da ocorrência da causa/mecanismo ou modo/efeito de talha, ou redução da taxa de ocorrência destes, (2) detecção da causa/mecanismo e promoção de acção correctiva, e (3) detecção do modo de falha.

A abordagem sugerida é primeiramente usar os controlos tipo (1), se possível; segundo, usar os controlos tipo (2); e terceiro, usar os controlos tipo (3). Os índices iniciais de ocorrência serão afectados pelos controlos tipo (1), desde que eles sejam incorporados como parte do objectivo do projecto. Os índices iniciais de detecção serão baseados nos controlos actuais tipo (2) ou tipo (3), desde que os protótipos e modelos em uso sejam representativos do objectivo do projecto.

# FMEA DE PROJECTO

**ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)**  
 FMEA Número 1234 1  
 Pág. 1 de 1  
 Preparado por A. Tate - X6412 - Eng. de Carrocaria 4  
 Data FMEA (Inic.) 08.03.22 (Rev.) 08.07.14 7  
 Responsável pelo Projeto Eng. de Carrocaria 3  
 Data Chave 08.03.01 EB 6  
 Responsável pelo Projeto Eng. de Carrocaria 3  
 Equipa J. Ender - Desenvolvimento de Produto (carro); Childea - Produção; J. Ford - Oper. Montagem; Dalton, Eraser, Henley - Plantas de Montagem 8

| Item                                | Função  | Modo de Falha Potencial   | Efeito(s) Potencial(is) da Falha   | CLASSIFICAÇÃO S/WYER ID | CAUSAS E MECANISMO(S) POTENCIAL(S) DA FALHA   | OCORR. | Controlos Atuais do Projeto  | Ações Recomendadas   | Responsável e Prazo                 | Resultado das Ações  |        |         |             |    |  |
|-------------------------------------|---|---|--|-------------------------|---|--------|--|--|-------------------------------------|--|--------|---------|-------------|----|--|
|                                     |   |   |  |                         |   |        |  |  |                                     | Ações Tomadas  | S/WYER | OCCORR. | D E F E C T |    |  |
| Porta Dianteira L. Esq. HBHX-0000-A | Painel interior/inferior da porta corrodido                             | Painel interior/inferior da porta corrodido   | Vida útil da porta diminuída devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aparência insatisfatória devido a ferrugem</li> <li>Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta</li> </ul> | 7                       | Limite superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | 6      | Teste de durabilidade geral do veículo T-118 T-109 T-301                       | Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório                                 | A. Tate Eng. Carroc. 08.09.30       | Baseado no resultado do teste (teste nº 1481) limite superior de aplicação de cera aumentado em 125 mm   | 7      | 2       | 2           | 28 |  |
| Entrada e saída do veículo          | Proteção dos ocupantes à chuva, vento, frio, ruídos e colisões laterais | Ferragens da porta e suportes incluindo espelho, dobradiças, fechadura e regulador de vidro |  | 7                       | Espessura especificada para camada de cera é insuficiente                                 | 4      | Teste de durabilidade geral do veículo igual acima                             | Adicionar Teste de corrosão acelerada no laboratório                                 | Teste verif. local aplic. cera      | Resultado do teste nº 1481 mostra que a camada especific. é adequada. Projeto de Exper. demonstra que 25% de variação na espessura da camada é aceitável | 7      | 2       | 2           | 28 |  |
|                                     |   |   |  | 2                       | Composição da cera é inapropriada   | 2      | Teste de laboratório físico realizado relatório nº 1265                        | Nenhum   | Nenhum                              |  |        |         |             |    |  |
|                                     |   |   |  | 5                       | Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas                              | 5      | Desenho ajuda na investigação do tipo funcionamento do bico de jateamento      | Adicionar grupo de avaliação usando o equipamento de jateamento especificado         | Eng. de Carroc. & Montagem 08.11.15 | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  | 7      | 1       | 3           | 21 |  |
|                                     |   |   |  | 3                       | Aplicação de cera entope os furos de dreno da porta                                       | 3      | Teste de laboratório usando o pior caso de aplicação de cera e tamanho do furo | Nenhum   | Nenhum                              | Baseado no teste, 3 furos adicionais de respiro foram abertos na área afetada  |        |         |             |    |  |
|                                     |   |   |  | 4                       | Espaço insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera     | 4      | Avaliação do desenho que representa o acesso do bico de jateamento             | Adicionar grupo de avaliação usando desenho do suporte de apoio e bico de jateamento | Eng. de Carroc. & Montagem 08.11.15 | Avaliação mostrou acesso adequado  | 7      | 1       | 1           | 7  |  |

---

## FMEA DE PROJETO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJETO (Continuação)

#### 17. Detecção (D)

Detecção é uma avaliação da capacidade dos controles actuais do projecto tipo (2) propostos (listados na coluna 16) em identificar uma causal mecanismo potencial (deficiência do projecto), ou a capacidade dos controles actuais do projecto tipo (3) propostos, em identificar o modo de falha subsequente, antes do componente, subsistema ou sistema ser liberado para produção. Para se alcançar ponderações mais baixas, geralmente o programa de controle de projecto, ex: prevenção, verificação/validação, tem de ser aprimorado.

#### Critério de Avaliação Sugerido:

(A equipa deveria concordar com um critério/índice de avaliação que seja consistente, mesmo se modificado para análise individual de um produto)

| Detecção           | Critério: Probabilidade de Detecção pelo Controlo de Projecto  | Índice de Detecção |
|--------------------|--|--------------------|
| Absoluta incerteza | Controle de Projecto não irá e/ou não pode detectar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de talha; ou não existe Controle de Projecto. | 10                 |
| Muito remota       | Possibilidade muito remota que o Controle de projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                      | 9                  |
| Remota             | Possibilidade remota que o Controle de Projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                            | 8                  |
| Muito baixa        | Possibilidade muito baixa que o Controle de Projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                       | 7                  |
| Baixa              | Possibilidade baixa que o Controle de Projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                             | 6                  |
| Moderada           | Possibilidade moderada que o Controle de Projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                          | 5                  |
| Moderadamente alta | Possibilidade moderadamente alta que o Controle de Projecto irá detectar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                | 4                  |
| Alta               | Possibilidade alta que o Controle de Projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                              | 3                  |
| Muito alta         | Possibilidade muito alta que o Controle de Projecto irá detectar um causal mecanismo potencial e subsequente modo de falha.                        | 2                  |
| Quase certamente   | O Controle de Projecto irá quase certamente detectar uma causa/mecanismo potencial e subsequente modo de talha.                                    | 1                  |

#### 18. Número de Prioridade de Risco (NPR)

O Número de Prioridade de Risco é o produto dos índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D).

$$\text{NPR} = (\text{S}) \times (\text{O}) \times (\text{D})$$

É uma medida do risco do projecto. Este número deveria ser utilizado para priorizar as deficiências do projecto (ex.: Diagrama de Pareto). O NPR varia entre “1” e “1000”. Para NPR’s altos a equipa deve concentrar esforços a fim de reduzir o risco calculado através de acções correctivas. **De modo geral, deveria ser dada atenção especial quando a severidade é alta, independente do NPR resultante.**

# FMEA DE PROJECTO

**ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROJECTO)**

Sistema \_\_\_\_\_ FMEA Número 1234 ①  
 X Subsistema \_\_\_\_\_ Pág. 1 de 1  
 Componente 01.03/encerramento do veículo ② Responsável pelo Projeto Eng. de Carroceria ③  
 Ano modelo(s)/veículo(s) 199X/1.0n.4drWagon ⑤ Data Chave BX 03.01.ER ⑥ Preparado por A. Tate - X6412 - Eng. de Carroceria ④  
 Equipe J. Ender - Desenvolvimento de Produto (carro); Chaiters - Produção; J. Ford - Oper. Montagem (Daiton, Eraser, Henley - Plantas de Montagem ⑧ Data FMEA (inc.) BX 03.22 (Rev.) BX 07.14 ⑦

| Item | Função  | Modo de Falha Potencial                   | Efeito(s) Potencial(s) da Falha  | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(s) da Falha   | OCORR  | DE-LEC | NP R  | Recomendações   | Responsive Prazo                            | Abes. Oribas   | SEVER | OCCORR | DE-LEC | NP R  |       |
|------|---|---|--|---|--------|--------|-------|---|---|--|-------|--------|--------|-------|-------|
| 7    | Porta Dianteira L. Esq. H8HX-0000-A   | Panel interior/inferior da porta corroido | Vida útil da porta diminuída devido a: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aparência insatisfatória devido a ferrugem</li> <li>Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta</li> </ul> | Limite superior para aplicação de cera protetora do painel interno da porta é muito baixa | 6      | 7      | 7 294 | Adicionar teste de corrosão acelerada no laboratório  | A Teta Eng. Carroceria BX 09 30             | Baseado no resultado teste (teste nº 1481) limite superior de aplicação de cera aumentado em 125 mm. | 2     | 2      | 2      | 2     |       |
| 7    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Entrada e saída do veículo</li> <li>Proteção dos ocupantes à chuva, vento, frio, ruídos e colisões laterais</li> <li>Ferragens da porta e suportes incluindo espelho, dobradiças, fechadura e regulador de vidro</li> <li>Prover uma superfície apropriada p/ itens de aparência</li> <li>Pintura e tapeçaria</li> </ul> |   |  | Espessura especificada para camada de cera é insuficiente                                 | 4      | 7      | 7 196 | Adicionar teste de corrosão acelerada no laboratório. Conduzir projeto de experimentos (DOE) na espessura da camada de cera | Teste de vida útil acelerada no laboratório | Realizado no teste nº 1481 mostra que a camada de cera a 125 mm. é adequada                          | 2     | 2      | 2      | 2     |       |
| 2    |   | Composição da cera é inapropriada         | 2  | 2 28  | Nenhum |        |       |   |   |  |       |        |        |       |       |
| 5    | Ar aprisionado impede que a cera penetre nos cantos e bordas  | 5   | 5 280  | 8 280   | 8 280  | 8 280  | 8 280 | 8 280   | 8 280                                       | 8 280  | 8 280 | 8 280  | 8 280  | 8 280 | 8 280 |
| 3    | Aplicação de cera entope os furos de dreno da porta   | 3   | 3 21   | 3 21  | 3 21   | 3 21   | 3 21  | 3 21  | 3 21  | 3 21   | 3 21  | 3 21   | 3 21   | 3 21  | 3 21  |
| 4    | Espaço insuficiente entre os painéis da porta p/ acesso do bico de jateamento de cera   | 4   | 4 112  | 4 112   | 4 112  | 4 112  | 4 112 | 4 112   | 4 112                                       | 4 112  | 4 112 | 4 112  | 4 112  | 4 112 | 4 112 |

---

## FMEA DE PROJETO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROJETO (Continuação)

#### 19. Acções Recomendadas

Quando os modos de falha estiverem classificados pelo NPR, deveriam ser propostas acções correctivas para os itens críticos e com altos índices de NPR. O objectivo das acções recomendadas é reduzir o índice de ocorrência, de severidade ou de detecção. Uma melhoria de eficácia das acções de verificação/validação resultará em uma redução apenas no índice de detecção. A redução no índice de ocorrência só pode ser atingida pela eliminação ou controle de uma ou mais causas/mecanismos potenciais de falha, através de alterações do projecto. Apenas uma alteração de projecto pode causar uma redução no índice de severidade. Deveriam ser consideradas as seguintes acções, mas não limitar-se a:

- o Projecto de experimentação (particularmente quando causas múltiplas ou interactivas estão presentes)
- o Revisão do Plano de Testes
- o Revisão do Projecto
- o Revisão da Especificação do Material

Se nenhuma acção for recomendada para uma causa específica, deve ser indicado “Nenhuma” nesta coluna.

#### 20. Responsável e Prazo

Preencha com a empresa/área e indivíduo responsável pela acção recomendada com o respectivo prazo para execução.

#### 21. Acções Tomadas

Após uma acção ter sido implementada, forneça uma breve descrição da mesma e a data de sua efectivação.

#### 22. NPR Resultante

Após a acção correctiva ter sido identificada, estime e registre os índices resultantes de severidade, ocorrência e detecção. Calcule e registre o NPR resultante. Se acções não forem tomadas, deixe o “NPR Resultante” e as correspondentes colunas dos índices em branco.

Todos NPR's resultantes deveriam ser analisados criticamente e se acções adicionais forem consideradas necessárias, repita os itens 19 até 22.

#### Acompanhamento

O engenheiro responsável pelo projecto deve assegurar que todas as acções recomendadas foram executadas. A FMEA é um documento dinâmico que deveria sempre reflectir o último nível de alteração de engenharia, bem como as últimas acções implementadas, incluindo aquelas realizadas após o início da produção.

O engenheiro responsável pelo projecto tem várias formas de assegurar que as deficiências foram identificadas e as acções recomendadas foram implementadas. Eles incluem, mas não são limitados a:

- o Garantia que os requisitos do projecto foram cumpridos.
- o Análise crítica da documentação de engenharia (desenhos e especificações).
- o Confirmação da incorporação das modificações à documentação de montagem/manufactura.
- o Análise crítica dos FMEA's de processo e Planos de Controlo.

**ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA  
POTENCIAL  
EM  
PROCESSOS DE MANUFATURA E MONTAGEM  
(FMEA DE PROCESSO)  
  
MANUAL DE REFERÊNCIA**



## INTRODUÇÃO

Uma FMEA de processo é uma técnica analítica utilizada pelo Engenheiro/Equipa responsável pela manufactura com a finalidade de assegurar que, na extensão possível, os modos de falha potenciais e suas causas/mecanismos foram avaliados. De uma forma mais precisa, uma FMEA é um resumo dos pensamentos da equipa durante o desenvolvimento de um processo e inclui a análise de itens que poderiam falhar baseados na experiência e nos problemas passados. Esta abordagem sistemática acompanha, formaliza e documenta a linha de pensamento que é normalmente percorrida durante o processo de planeamento da manufactura.

A **FMEA** de processo:

- o Identifica os modos de falhas potenciais do processo relacionadas ao produto.
- o Avalia os efeitos potenciais da falha no cliente.
- o Identifica as causas potenciais de falhas do processo de manufactura ou montagem e as variáveis que deverão ser controladas para redução da ocorrência ou melhoria da eficácia da detecção das falhas.
- o Classifica modos de falha potenciais, estabelecendo assim um sistema de priorização para a tomada das acções correctivas.
- o Documenta os resultados do processo de manufactura ou montagem.

### Definição de Cliente

A definição de ‘CLIENTE’ para uma FMEA de processo pode ser o ‘USUÁRIO FINAL’ do produto, uma operação subsequente do processo de manufactura, uma operação de montagem, ou uma operação de assistência técnica.

Um programa de FMEA totalmente implementado requer uma FMEA de processo para todas as peças/processos novos, alterados e existentes que serão utilizados em novas aplicações ou ambientes. É iniciada por um engenheiro do departamento responsável pela engenharia de processo.

### Equipa de Trabalho

No início do desenvolvimento da FMEA de processo o **engenheiro responsável deve envolver directa e activamente representantes de todas as áreas envolvidas**. Estas áreas deveriam incluir, mas não limitar-se a: montagem, manufactura, materiais, qualidade, assistência técnica e fornecedores, assim como a área responsável pela próxima operação. A FMEA deveria ser um catalisador para estimular a troca de ideias entre os departamentos envolvidos, promovendo desta forma uma abordagem de equipa.

A FMEA de processo é um documento dinâmico que deveria ser iniciado antes ou durante o estágio de viabilidade, antes do desenvolvimento das ferramentas para a produção, e leva em consideração todas as operações do processo (por exemplo: desde a matéria prima até o produto final). É fundamental que as revisões e análises críticas sejam realizadas nos estágios iniciais de planeamento do processo, a fim de prever, eliminar e monitorar modos de falhas potenciais dos processos revisados ou novos

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

1 FMEA Nº: 2017-001  
 2 Projeto: 2017-001  
 3 Data FMEA (Inc.): 2017-05-05 (Rev.) 2017-11-09  
 4 Equipe: A. Jota Eng. Camocaria, J. Smith-OC, R. James-Produção, J. Jones-Manutenção

| Função do Processo<br>(8)   | Modo de Falha Potencial<br>(10)                                | Efeito(s) Potencial(ie) da Falha<br>(11)   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(ie) da Falha<br>(14)                                     | Controles Atuais do Processo<br>(17)   | DET-EC<br>(18) | Ações Recomendadas<br>(19)   | Responsível e Prazo<br>(20) | Resultado das Ações<br>(21) |      |        |     |  |  |  |
|---|--|--|--|--|----------------|--|-----------------------------|-----------------------------|------|--------|-----|--|--|--|
|   |  |  |  |  |                |  |                             | SW/VER                      | COOR | QUI-EC | NPR |  |  |  |
| Requisitos  |  |  |  |  |                |  |                             |                             |      |        |     |  |  |  |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta  | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada | Vida útil da porta diminuída<br>provocando:<br>• Aparência insatisfatória devido a corrosão<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta | Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe      | 8 Checagem visual a cada 1 hora por turno. Medir profundidade da camada  | 5 280          | Instalar um "fim de curso" no jateador                                     | Eng. Processo 9X 10 15      | 7                           | 2    | 5      | 70  |  |  |  |
| Cobrir parte interna da porta, superfície inferior com camada mínima de cera para retardar corrosão |  |  | Bico jateador muito viscosidade alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa | 5 Teste do jateador no começo do trabalho e após longos períodos de trabalho, e programa de manutenção preventivo / limpar | 3 105          | Usar projetos de experimentos (DOE) na viscosidade x temperatura x pressão | Eng. Processo 9X 10 01      | 7                           | 1    | 3      | 21  |  |  |  |
|   | Bico jateador deformado devido ao impacto (batidas)            |  |  | 2 Programas de manutenção preventiva para manter jateador em boas condições  |                | Nenhum   |                             |                             |      |        |     |  |  |  |
|   | Tempo de jateamento insuficiente                               |  |  | 8 Instruções do operador e amostragem de lotes (10 portas/turno) p/ checar aplicação de cera nas áreas críticas            | 7 382          | Instalar um "timer" no jateador  | Manutenção 9X 08 15         | 7                           | 1    | 7      | 49  |  |  |  |

### INTRODUÇÃO (Continuação)

A FMEA de processo assume que o produto, da forma como foi projectado, irá atender ao objectivo do projecto. Falhas potenciais que podem ocorrer devido a deficiências do projecto não precisam necessariamente ser consideradas na FMEA de processo, pois estas devem ser estudadas na FMEA de Projecto.

A FMEA de processo não deve contar com as alterações de projecto do produto para atenuar deficiências do processo. O planeamento do processo de manufactura ou montagem leva em consideração as características de projecto do produto de forma a assegurar que, na extensão possível, o produto resultante atenda às necessidades e expectativas do cliente.

A sistemática FMEA também poderá ser utilizada no desenvolvimento de novas máquinas ou equipamentos. A metodologia é a mesma, entretanto, a máquina ou equipamento que está sendo projectada é considerado como sendo o próprio produto. Quando os modos de falhas potenciais são identificados, acções correctivas podem ser iniciadas para eliminá-los ou continuamente reduzir seu potencial de ocorrência.

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO

Uma FMEA de processo deveria começar com um fluxograma/avaliação de risco (ver Apêndice C) do processo global. Este diagrama deveria identificar as características do produto/processo associadas a cada operação. Deveria ser incluída, se disponível, a identificação dos efeitos no produto pela FMEA de projecto correspondente. Cópias do fluxograma/avaliação de risco utilizados na execução da FMEA deveriam acompanhar a mesma.

Para facilitar a documentação da análise das falhas potenciais e seus efeitos, um formulário da FMEA de processo foi elaborado e está no apêndice G.

A aplicação do formulário está descrita abaixo, os pontos são numerados de acordo com os números circundados no formulário mostrado na página ao lado. Um exemplo de um formulário completo está contido no Apêndice D.

- 1. FMEA Número** Preencha o número do documento da FMEA, o qual pode ser utilizado para rastreabilidade.
- 2. Item** Entre com o nome e número do componente, subsistema ou sistema que está sendo analisado.
- 3. Responsável pelo Processo** Preencha com o nome do fabricante de equipamento original (CEM), departamento e grupo. Também inclua o nome do fornecedor se conhecido.
- 4. Preparado por** Preencha como nome, telefone e a empresa do engenheiro responsável pela FMEA.
- 5. Ano Modelo (s) Veículo (s)** Especifique o produto, ano modelo (s) e linha do veículo (s), onde se pretende usar e/ou que será afectado pelo projecto/processo que está sendo analisado (se conhecido).
- 6. Data Chave** Data inicialmente prevista como prazo para conclusão da FMEA, a qual não deveria ultrapassar a data de liberação do início de produção.

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

Item Porta da Frente L - Esp. 438HX-000-A      FMEA Número 1450      ①  
 Ano modelo(s) Veículo(s) 1996/1.0n.4dr/Wagon      Pág. 1 de 1  
 Responsável pelo Processo Eng. da carroceria/Oper. Montagem      Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem      ④  
 Equip. A. Tani Eng. Carroceria / Smith-OC. R. Tani Eng. Oper. Montagem      Data FMEA 19.05.17      (Rev.) 9X11.17      ⑦  
 Data Chave 9X.03.01.ER - 9X.08.28.Trab.41      ③

| Falha ou Modo de Falha   | Efeito(s) Potencial(is) da Falha   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha  | Controles Atuais do Processo  | Ações Recomendadas   | Responsável e Prazo  | Resultado das Ações  |
|--|--|---|---|--|--|--|
| ⑨  | ⑫  | ⑬   | ⑮   | ⑯  | ⑰  | ⑱  |
| ⑩  | ⑪  | ⑫   | ⑬   | ⑭  | ⑮  | ⑯  |
| ⑰  | ⑱  | ⑲   | ⑲   | ⑲  | ⑲  | ⑲  |
| ⑲  | ⑲  | ⑲   | ⑲   | ⑲  | ⑲  | ⑲  |
| <p>⑩</p> <p>⑪</p> <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p> | <p>⑫</p> <p>Vida útil da porta diminuída provocando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparência insatisfatória devido à corrosão</li> <li>• Funcionamento irregular do mecanismo interior da porta</li> </ul>  | <p>⑬</p> <p>Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe</p>   | <p>⑮</p> <p>8 Checagem visual a cada 1 hora por turno. Medir profundidade da camada</p>   | <p>⑯</p> <p>19 Instalar um "tim de curso" no jateador</p> <p>Automatizar jateador</p>          | <p>⑰</p> <p>Eng. Processo 9X 10 15</p> <p>Eng. Processo 9X 12 15</p> | <p>⑱</p> <p>7 2 5 70</p> <p>7 1 3 21</p> <p>7 1 7 49</p> <p>7 1 7 49</p> |
| <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p>                   | <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p> | <p>⑬</p> <p>Bico jateador muito alta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Viscosidade muito alta</li> <li>• Temperatura muito baixa</li> <li>• Pressão muito baixa</li> </ul> | <p>⑮</p> <p>5 Teste do jateador no começo do trabalho e após longos períodos de trabalho, e programa de manutenção</p> <p>Programas de manutenção preventiva para manter jateador em boas condições</p> | <p>⑯</p> <p>105 Usar projetos de experimentos (DOE) na viscosidade x temperatura x pressão</p> | <p>⑰</p> <p>Eng. Processo 9X 10 01</p>                               | <p>⑱</p> <p>3 105</p> <p>2 28 Nenhum</p>                                 |
| <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p>                   | <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p> | <p>⑬</p> <p>Bico jateador deformado devido ao impacto (batidas)</p>   | <p>⑮</p> <p>2 Programas de manutenção preventiva para manter jateador em boas condições</p>   | <p>⑯</p> <p>Manutenção 9X 09 15</p>  | <p>⑰</p> <p>Eng. Processo 9X 09 15</p>                               | <p>⑱</p> <p>7 1 7 49</p> <p>7 1 7 49</p>                                 |
| <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p>                   | <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p> | <p>⑬</p> <p>Tempo de jateamento insuficiente</p>  | <p>⑮</p> <p>8 Instruções do operador e amostragem de lotes (10 portas/turno) p/ checar aplicação de cera nas áreas críticas</p>   | <p>⑯</p> <p>Manutenção 9X 09 15</p>  | <p>⑰</p> <p>Eng. Processo 9X 09 15</p>                               | <p>⑱</p> <p>7 1 7 49</p> <p>7 1 7 49</p>                                 |

---

## FMEA DE PROCESSO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

- 7. Data FMEA** Data em que a FMEA inicial foi compilada e a data de sua última revisão.
- 8. Equipa** Liste os nomes e departamentos dos indivíduos responsáveis que tem a autoridade para identificar e/ou realizar tarefas. (É recomendável que todos os nomes, departamentos, telefones, endereços, etc. sejam incluídos em uma lista de distribuição).
- 9. Função do Processo/Requisitos** Descrição simplificada do processo ou operação em análise (ex.: torneamento, furação, fresamento, soldagem, rosqueamento, montagem, etc.). Indicar tão concisamente quanto possível o propósito do processo ou operação. Onde o processo envolve uma série de operações, (ex.: montagem) com diferentes modos de falhas potenciais, é aconselhável listar cada uma das operações como processos separados.
- 10. Modo de Falha Potencial** O Modo de Falha Potencial é definido como a maneira pela qual o processo potencialmente falharia em atender aos requisitos do processo/projecto. É a descrição de uma não conformidade nesta operação específica, que pode ser associada com o modo potencial de falha de uma operação subsequente (output da operação) ou ao efeito associado a uma talha potencial de uma operação anterior (input da operação) — interfaces do processo. Entretanto, na preparação da FMEA, deveria-se assumir que os materiais/peças vindos de operações anteriores estão correctos.
- Liste para cada operação do processo, em relação a um componente, subsistema, sistema ou característica do processo, os modos de falha potenciais. Assuma que a falha possa acontecer, mas não necessariamente vai ocorrer. O Engenheiro de Processo/Equipa deveria ser capaz de responder as seguintes questões:
- o “Como o processo/peça poderia falhar em atender as especificações?”
  - o “Além das especificações de engenharia, o que um cliente (usuário final, operações subsequentes, ou assistência técnica) considera como falhar
- Um ponto de partida recomendado é a comparação com um processo similar e uma análise crítica das reclamações dos clientes (usuário final, operações subsequentes, etc.). O conhecimento do objectivo do projecto também é necessário. Modos de falha potenciais podem ser, mas não limitados a:
- |                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| Dobrado                | Sujo                  |
| Furado                 | Preparação imprópria  |
| Com rebarba            | Aterrado              |
| Danificado no Manuseio | Circuito aberto       |
| Rachado                | Em curto-circuito     |
| Deformado              | Ferramenta desgastada |

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

FMEA Número 1450 ①

Pág. 1 de 1

Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem ④

Data FMEA (Inic.) 29.05.17 (Rev.) 29.11.06 ⑦

Item Boda da frente L. Esp. AHBX-000-A ②

Responsável pelo Processo Eng. de carrocéis/Oper. Montagem ③

Ano modelo(s)/veículo(s) 1996/1on.4dr/Wagon ⑤

Data Chave 29.03.01 ER 29.08.26 Trab. #1 ⑥

Equipe A. Tala, Eng. Carmoata, J. Smith-OC, R. James-Produção, J. Jones-Manutenção ⑧

| Função do Processo ⑨  | Requisitos ⑩   | Modo de Falha Potencial ⑪   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha ⑬   | OCORR. ⑭ | Controles Atuais do Processo ⑮   | N P R DET-EC ⑯         | Ações Recomendadas ⑰   | Responsável e Prazo ⑱ | Resultado das Ações ⑳ |          |          |          |          |
|---|--|---|--|----------|----------------------------------|------------------------|--|-----------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|   |  |   |  |          |                                  |                        |  |                       | SWYUR                 | OCORR    | DET-EC   | N P R    |          |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta  | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada | Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe                         | 17<br>18<br>19   | 5 280    | 19<br>20<br>21<br>22<br>23<br>24 | Eng. Processo 9X 10 15 | Instalar um "fim de curso" no jateador   | 7 2 5 70              | 7 2 5 70              | 7 2 5 70 | 7 2 5 70 | 7 2 5 70 | 7 2 5 70 |
| Cobrir parte interna da porta, superfície inferior com camada mínima de cera para retardar corrosão |  | 5<br>Bico jateador múltiplo<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa | 17<br>18<br>19   | 3 105    | 19<br>20<br>21<br>22<br>23<br>24 | Eng. Processo 9X 10 01 | Usar projetos de experimentos (DOE) na viscosidade x temperatura x pressão<br>Automatizar jateador | 7 1 3 21              | 7 1 3 21              | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 |
|   |  | Bico jateador deformado devido ao impacto (batidas)   | 2<br>Nenhum  | 2 28     | 19<br>20<br>21<br>22<br>23<br>24 | Manutenção 9X 09 15    | Nenhum<br>Instalar um "timer" no jateador  | 7 1 7 49              | 7 1 7 49              | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 |
|   |  | Tempo de jateamento insuficiente  | 8<br>Instruções do operador e amostragem de lotes (10 portas/turno) p/ checar aplicação de cera nas áreas críticas | 7 392    | 19<br>20<br>21<br>22<br>23<br>24 | Manutenção 9X 09 15    | Instalar um "timer" no jateador  | 7 1 7 49              | 7 1 7 49              | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 |

---

## FMEA DE PROCESSO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

#### 11. Efeito (s) Potencial (is) da Falha

Efeito Potencial da falha é definido como o efeito do modo de falha no cliente. Neste contexto, o cliente pode ser a próxima operação, operações subsequentes ou locais, o revendedor, e/ou o proprietário do veículo. Cada cliente deve ser considerado na avaliação do efeito potencial de uma falha.

Descreva os efeitos da falha em termos do que seria observado pelo cliente. Para o usuário final os efeitos deveriam sempre ser formulados em termos de desempenho do sistema ou produto, como:

|                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| Barulho             | Aspereza                        |
| Operação errática   | Esforço excessivo               |
| Inoperância         | Odor desagradável               |
| Instabilidade       | Operação prejudicada            |
| Pré-lançamento      | Operação intermitente           |
| Aparência degradada | Controlo prejudicado do veículo |

Se o cliente for a próxima operação, ou operações posteriores, os efeitos deveriam ser formulados em termos do desempenho da operação/processo, como:

|                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| Não dá aperto           | Não encaixa            |
| Não fura/rosqueia       | Não conecta            |
| Não monta               | Não veda               |
| Não encosta             | Danifica o equipamento |
| Põe o operador em risco |                        |

#### 12. Severidade (S)

Severidade é uma avaliação da gravidade do efeito do modo de falha potencial (listado na coluna anterior) para o cliente. A severidade se aplica somente ao eleito. Se o cliente afectado pelo modo de falha é uma empresa montadora ou o usuário do produto, a avaliação da severidade pode estar fora do campo da experiência ou conhecimento dos engenheiros/equipa do processo. Neste caso, a FMEA de projecto, o engenheiro de projecto, e/ou subsequente fabricante da peça ou montadora (engenheiro de processo) deveriam ser consultados. Severidade deve ser estimada em uma escala de 1 a 10

# 12 SEVERITY OF EFFECT

Severity is a rating of the seriousness of the effect of the potential System failure mode. Severity applies only to the effect of a failure mode.

Consider the effect of the System failure mode on other Systems, the vehicle, the customer, and on government regulations.

For each potential effect of failure listed in Step 11, assign a rating from the Severity Rating Table for System FMEA.

Select the rating for the worst effect of the failure mode.

Rank failure modes on the basis of the Severity of their effects.

The rating for the worst effect on the failure mode using the Severity Rating Table for System FMEA.

# 13 POTENTIAL CRITICAL CHARACTERISTICS

This column is not currently used for System FMEA. In the early stages of System development, hardware has not yet been defined. Until hardware is defined, potential Critical Characteristics cannot be identified. After hardware is defined, a Design FMEA can be used to identify potential Critical Characteristics (and Significant Characteristics) (See Section 7 and Appendix K.)

Critical and Significant Characteristics are used only to indicate when special controls are required in the Manufacturing/Assembly process, and that these special controls are listed in the Control Plan.



## SEVERITY RATING TABLE FOR SYSTEM FMEA

| Effect             | Rating | Criteria  |
|--------------------|--------|---|
| No Effect          | 1      | No Effect.  |
| Very Slight Effect | 2      | Customer not annoyed. Very slight effect on vehicle or System performance.  |
| Slight Effect      | 3      | Customer slightly annoyed. Slight effect on vehicle or System performance.  |
| Minor Effect       | 4      | Customer experiences minor annoyance. Minor effect on vehicle or System performance.  |
| Moderate Effect    | 5      | Customer experiences some dissatisfaction. Moderate effect on vehicle or System performance.  |
| Significant Effect | 6      | Customer experiences discomfort. Vehicle performance degraded, but operable and safe. Partial loss of System functions, but operable. |
| Major Effect       | 7      | Customer dissatisfied. Vehicle performance severely affected but driveable and safe. System function impaired.                        |
| Extreme Effect     | 8      | Customer very dissatisfied. Vehicle inoperable but safe. System inoperable.   |
| Serious Effect     | 9      | Potential hazardous effect. Able to stop vehicle without mishap – gradual failure. Compliance with Government regulation in jeopardy. |
| Hazardous Effect   | 10     | Hazardous effect. Safety related - sudden failure. Non-compliance with Government regulation.   |

Severity is a rating of the seriousness of the effect of the potential System failure mode. Severity applies only to the effect of a failure mode.

(1) The Criteria column may be changed by the FMEA Team to meet local requirements only if:

- The table is used consistently throughout the System and Product Engineering Office
- Supporting rationale for any changes are documented
- Changes are approved by local Ford Management and Quality Office

(2) The criteria for Ratings 9 and 10 cannot be changed without prior approval of Environmental & Safety Engineering - Engineering Materials and Standards.

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

FMEA Número 1450

Pág. 1 de 1

Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem

Responsável pelo Processo Eng. de carroceria/Oper. Montagem

Data Chave 09.03.01 ER 9X.08.28.Trab. #1

Equipe A. Jata Eng. Carroceria, J. Smith-OC, R. James-Produção, J. Jones-Manutenção

1

4

7

6

8

9

| Função do Processo  | Requisitos   | Modo de Falha Potencial  | Efeito(s) Potencial(is) da Falha | Causa(s) Potencial(is) da Falha | Controles Atuais do Processo | N P R               | Ações Recomendadas  | Responsável e Prazo | Resultado das Ações |                     |                     |                     |                     |
|---|--|--|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|   |  |  |                                  |                                 |                              |                     |                     |                     | SWYER               | DOORE               | DEY-EC              | NEAR                |                     |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta  | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada | Vida útil da porta diminuída provocando: <ul style="list-style-type: none"> <li>Aparência insatisfatória devido à corrosão</li> <li>Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta</li> </ul> | <p>11</p> <p>12</p>              | <p>13</p> <p>14</p>             | <p>15</p> <p>16</p>          | <p>17</p> <p>18</p> | <p>19</p> <p>20</p> | <p>21</p> <p>22</p> | <p>23</p> <p>24</p> | <p>25</p> <p>26</p> | <p>27</p> <p>28</p> | <p>29</p> <p>30</p> |                     |
| Cobrir parte interna de porta, superfície inferior com camada mínima de cera para retardar corrosão |  |  |                                  | <p>31</p> <p>32</p>             | <p>33</p> <p>34</p>          | <p>35</p> <p>36</p> | <p>37</p> <p>38</p> | <p>39</p> <p>40</p> | <p>41</p> <p>42</p> | <p>43</p> <p>44</p> | <p>45</p> <p>46</p> | <p>47</p> <p>48</p> | <p>49</p> <p>50</p> |

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

#### 14. Causa (s) e Mecanismo (s) Potencial (is) da Falha

A Causa Potencial da Falha é definida como a forma pela qual a falha poderia ocorrer, descrita em termos de alguma coisa que possa ser corrigida ou possa ser controlada.

Liste, da forma mais completa possível, todos os mecanismos/causas de falha concebíveis para cada modo de falha potencial. Se uma causa é exclusiva de um modo de falha, isto é, se a correção ou controle desta causa tem influência directa no modo de falha, então esta parte da FMEA está completa. Entretanto, muitas causas não são mutuamente exclusivas, e para corrigir ou controlar estas causas, devem ser determinados quais são os principais factores e quais destes factores podem ser mais facilmente controlados (por exemplo, através do Projecto de Experimentação — DOE). As causas deveriam ser descritas de forma que as medidas preventivas sejam relacionadas às causas pertinentes.

Causas de falhas típicas podem ser, mas não se limitam a:

Torque indevido — alto, baixo

Solda incorrecta — tipo, tempo, pressão

Falta de exactidão nos meios de medição

Tratamento térmico incorrecto — tempo, temperatura

Fechamento/ventilação inadequados

Lubrificação inadequada

Peça faltante ou montada incorrectamente

Deveriam ser listados apenas falhas específicas (ex.: operador falha ao instalar uma junta de vedação). Frases ambíguas e genéricas (ex.: erro do operador, mal funcionamento da máquina) deveriam ser evitadas.

#### 15. Ocorrência (O)

Ocorrência é a probabilidade de um mecanismo/causa específico (listado na coluna anterior) vir a ocorrer. O índice de ocorrência tem um significado mais importante que apenas seu valor.

Estime a probabilidade de ocorrência em uma escala de “1” a “10”. Apenas a ocorrência referente ao modo de falha deveria ser considerada para este índice, e não devem ser consideradas as talhas dos controles actuais do processo.

O sistema a seguir para o índice de ocorrência deveria ser utilizado para garantir consistência. As taxas de falhas prováveis são baseadas na frequência de falhas previstas para o processo.

Se dados estatísticos de processos similares estão disponíveis, os mesmos deveriam ser utilizados para determinar o índice de ocorrência. Caso contrário, pode ser realizada uma avaliação subjectiva, utilizando as definições da coluna esquerda da tabela, junto com quaisquer dados históricos de processos similares disponíveis. Para uma descrição detalhada da análise da capacidade/desempenho do processo, consulte publicações tais como o manual de referência de fundamentos de CEP da ASQC/AIAG.

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

FMEA Número 1450

Pág. 1 de 1

Item Porta da frente L - Esq. 464HX-000-A

Ano modelo(s) Veículo(s) 1996/1.0n.4dr/Wagon

Equipe A. Jata Eng. Camocatiá, J. Smith-OC, R. James-Produção, J. Jones-Manutenção

Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem

Data FMEA (Inic.) 9X.05.17 (Rev.) 9X.11.06

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

| Função do Processo  | Requisitos   | Modo de Falha Potencial  | Efeito(s) Potencial(ia) da Falha   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(ia) da Falha   | Ocupação | N.P.R. | Ações Recomendadas   | Responsável e Prazo    | Resultado das Ações |       |        |      |                |   |    |
|---|--|--|--|--|----------|--------|--|------------------------|---------------------|-------|--------|------|----------------|---|----|
|   |  |  |  |  |          |        |  |                        | SWYVER              | OCORR | DET-EC | MAER | Apções Tomadas |   |    |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta  | Vida útil da porta diminuída<br>provocando:<br>• Aparência insatisfatória devido à corrosão<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada | Vida útil da porta diminuída<br>provocando:<br>• Aparência insatisfatória devido à corrosão<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interno da porta | Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe                    | 9        | 5      | Instalar um "fim de curso" no jateador                                     | Eng. Processo 9X 10 15 | 7                   | 2     | 5      | 7    | 5              | 7 | 21 |
|   |  |  |  |  |          |        |  |                        |                     |       |        |      |                |   |    |
| Cobrir parte interna da porta, superfície inferior com camada mínima de cera para retardar corrosão | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa   | Bico jateador deformado devido ao impacto (batidas)            | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa   | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa | 3        | 105    | Usar projetos de experimentos (DOE) na viscosidade x temperatura x pressão | Eng. Processo 9X 10 01 | 7                   | 1     | 3      | 21   | 7              | 1 | 21 |
|   |  |  |  |  |          |        |  |                        |                     |       |        |      |                |   |    |
| Tempo de jateamento insuficiente  | Tempo de jateamento insuficiente   | Tempo de jateamento insuficiente                               | Tempo de jateamento insuficiente   | Tempo de jateamento insuficiente   | 2        | 7      | Instalar um "timer" no jateador  | Manutenção 9X 09 15    | 7                   | 1     | 7      | 49   | 7              | 1 | 49 |
|   |  |  |  |  |          |        |  |                        |                     |       |        |      |                |   |    |

---

## FMEA DE PROCESSO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

#### 15. Ocorrência (O) (Continuação)

##### Critério de avaliação sugerido:

(A equipa deveria concordar com um critério/índice de avaliação que seja consistente, mesmo se modificado para análise individual de um processo).

| Probabilidade de Falha   | Taxas de falha possíveis | Cpk         | Índice de Ocorrência |
|--|--------------------------|-------------|----------------------|
| <b>Muito Alta:</b> A falha é quase inevitável  | $\geq 1$ em 2            | $> 0,33$    | 10                   |
|  | 1 em 3                   | $\geq 0,33$ | 9                    |
| <b>Alta:</b> Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram falhas frequente                                     | 1 em 8                   | $\geq 0,51$ | 8                    |
|  | 1 em 20                  | $\geq 0,67$ | 7                    |
| <b>Moderada:</b> Geralmente associada a processos similares aos anteriores que apresentaram talhas ocasionais, mas não em maiores proporções | 1 em 80                  | $\geq 0,83$ | 6                    |
|  | 1 em 400                 | $\geq 1,00$ | 5                    |
|  | 1 em 2 000               | $\geq 1,17$ | 4                    |
| <b>Baixa:</b> Associada a processos similares que apresentaram poucas falhas   | 1 em 15 000              | $\geq 1,33$ | 3                    |
| <b>Muito Baixa:</b> Associada a processos quase idênticos que apresentaram apenas falhas isoladas  | 1 em 150 000             | $\geq 1,50$ | 2                    |
| <b>Improvável:</b> Falha é improvável. Processos quase idênticos nunca apresentaram talhas   | $\leq 1$ em 1 500 000    | $\geq 1,67$ | 1                    |

#### 16. Controles actuais do Processo

Controles actuais do processo são descrições dos controles que podem detectar ou prevenir na medida do possível, a ocorrência do modo de falha. Estes controles podem ser controles do processo, como o Controlo Estatístico do Processo (CEP), ou dispositivos à prova-de-erro, ou podem ser verificações após o processo. A avaliação pode ocorrer na própria operação, ou em operações subsequentes que possam detectar o modo de falha desta operação. Existem três tipos de

Controle do Processo/características a considerar; dos quais:

- (1) Prevenção da ocorrência da causa/mecanismo ou modo/efeito de talha, ou redução do seu índice de ocorrência,
- (2) Detecção da causa/mecanismo e promoção de acção correctiva, e
- (3) Detecção do modo de falha.

A abordagem sugerida é primeiramente usar o controle tipo (1), se possível; segundo, usar o controle tipo (2); e terceiro, usar o controle tipo (3). Os índices iniciais da ocorrência serão afectados pelo controle tipo (1), desde que eles sejam incorporados como parte do objectivo do projecto. Os índices iniciais da ocorrência serão baseados nos controlos actuais tipo (2) ou tipo (3), desde que o processo que está sendo usado seja representativo do objectivo do processo.

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

FMEA Número 1450 ①

Pág. 1 de 1

Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem ④

Data FMEA (h/c) 9X.05.17 (Rev.) 9X.11.06 ⑦

Item Roda da frente L - Esq. 418HX-000-A ②

Responsável pelo Processo Eng. de carroçaria/Oper. Montagem ③

Ano modelo(s)/veículo(s) 1996/Lion 4dr/Wagon ⑤

Equipe A. Tate Eng. Carroceria, J. Smith-OC, B. James-Produção, J. Jones-Manutenção ⑧

Responsável pelo Processo Eng. de carroçaria/Oper. Montagem ③

Data Chave 9X.03.01 ER 9X.08.26 Trab. #1 ⑥

Equipe A. Tate Eng. Carroceria, J. Smith-OC, B. James-Produção, J. Jones-Manutenção ⑧

| Função do Processo<br>⑨   | Requisitos | Modo de Falha Potencial<br>⑩   | Efeito(s) Potencial(s) da Falha<br>⑪   | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha<br>⑬  | Ocorrência<br>⑮ | Controles Atuais do Processo<br>⑯ | N P R<br>⑰ | Ações Recomendadas<br>⑲ | Responsável e Prazo<br>⑳ | Resultado das Ações<br>㉑ |          |          |
|---|------------|--|--|--|-----------------|-----------------------------------|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|----------|----------|
|   |            |  |  |  |                 |                                   |            |                         |                          | Apções Tomadas<br>㉒      | SEVER    | DET-EC   |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta  |            | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada   | Vida útil da porta diminuída provocando:<br>• Aparência insatisfatória devido à corrosão<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interior da porta | Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe                    | 5               | 8                                 | 5 280      | 19                      | Eng. Processo 9X 10 15   | 7 2 5 70                 | 7 2 5 70 | 7 2 5 70 |
|   |            |  |  |  | 8               | 8                                 | 5 280      | 19                      | Eng. Processo 9X 12 15   |                          |          |          |
| Cobrir parte interna da porta, superfície interior com camada mínima de cera para retardar corrosão |            | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa |  | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa | 3               | 5                                 | 3 105      | 105                     | Eng. Processo 9X 10 01   | 7 1 3 21                 | 7 1 3 21 | 7 1 3 21 |
|   |            |  |  |  | 2               | 2                                 | 2 28       | 28                      | Nenhum                   |                          |          |          |
|   |            | Bico jateador deformado devido ao impacto (batidas)  |  |  | 2               | 2                                 | 2 392      | 392                     | Manutenção 9X 09 15      | 7 1 7 49                 | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 |
|   |            | Tempo de jateamento insuficiente   |  |  | 7               | 7                                 | 7 392      | 392                     | Manutenção 9X 09 15      | 7 1 7 49                 | 7 1 7 49 | 7 1 7 49 |

---

## FMEA DE PROCESSO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

#### 17. Detecção (O)

Detecção é uma avaliação da probabilidade que o controle do processo tipo (2) proposto, listado na coluna 16, detectará uma causal mecanismo potencial (deficiências do processo) ou probabilidade de que o controle do processo tipo (3) proposto detectará os modos de falha subsequentes, antes que as peças ou componentes deixem a operação de manufatura ou local de montagem. Uma escala de “1” a “10” é utilizada. Deve-se assumir que a falha ocorreu e, então, avaliar a eficácia dos ‘Controles Actuais do Processo’ para prevenir a expedição de peças com este modo de falha ou defeito. Não deve ser assumido automaticamente que o índice de detecção é baixo devido à baixa ocorrência (ex.: quando cartas de controle são utilizadas), mas avaliar a capacidade dos controles do processo em detectar baixa frequência de modos de falha ou preveni-los de ocorrerem no processo.

Verificações aleatórias da qualidade não são eficazes para a detecção de um defeito isolado e não deveriam influenciar no índice de detecção. Amostragens estatísticas são válidas como controle de detecção.

#### **Critério de Avaliação Sugerido:**

(A equipa deveria concordar com um critério/índice de avaliação que seja consistente, mesmo se modificado para análise individual de um processo).

| <b>Detecção</b>    | <b>Critério:</b> Existência da probabilidade de um defeito ser detectado antes do próximo controle do processo ou no processo subsequente, ou antes que a peça ou o componente deixem o local de manufatura ou montagem. | <b>Índice de detecção</b> |
|--------------------|--|---------------------------|
| Quase impossível   | Não conhecido (s) controle (s) disponível (is) para detectar o modo de falha.  | 10                        |
| Muito remota       | Probabilidade muito remota de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.   | 9                         |
| Remota             | Probabilidade remota de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.   | 8                         |
| Muito baixa        | Probabilidade muito baixa de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.  | 7                         |
| Baixa              | Probabilidade baixa de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.  | 6                         |
| Moderada           | Probabilidade moderada de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.   | 5                         |
| Moderadamente alta | Probabilidade moderadamente alta de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.   | 4                         |
| Alta               | Probabilidade alta de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.   | 3                         |
| Muito Alta         | Probabilidade muito alta de que o (s) controle (s) actual (is) irá detectar o modo de falha.   | 2                         |
| Quase certamente   | Controle (s) actual (is) quase certamente irá detectar o modo de falha. A confiança nos controles de detecção são conhecidos em processos similares.   | 1                         |

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

FMEA Número 1450

Pág. 1 de 1

Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem

Item Exata da frente L. Esp. 4181X-000-A

Ano modelo(s)/veículo(s) 1996/1 on. 4181X/000-A

Responsável pelo Processo Eng. de Carroceria/Oper. Montagem

Data FMEA (Inic.) 09.05.17

(Rev.) 09.11.06

Equipe A. Tala Eng. Carroceria, J. Smith-OC, B. Jomara-Produção, J. Jomara-Manufatura

| Função do Processo                                 | Requisitos | Modo de Falha Potencial   | Efeito(s) Potencial(is) da Falha  | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha  | Controles Atuais do Processo  | N. P. R. DEFEUC     | Ações Recomendadas  | Responsável e Prazo    | Resultado das Ações |        |        |          |  |   |  |   |     |                        |   |   |   |    |
|--|------------|---|---|---|---|---------------------|---|------------------------|---------------------|--------|--------|----------|--|---|--|---|-----|------------------------|---|---|---|----|
|  |            |   |   |   |   |                     |   |                        | SWYVER              | COORER | DEFEUC | N. P. R. |  |   |  |   |     |                        |   |   |   |    |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta | Requisitos | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada  | Vida útil da porta diminuída<br>provocando:<br>• Aparência insatisfatória devido à corrosão<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interior da porta | Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe | Checagem visual a cada 1 hora por turno. Medir profundidade da camada | 5                   | Instalar um "fim de curso" no jateador e checado na linha | Eng. Processo 09.10.15 | 7                   | 2      | 5      | 70       |  |   |  |   |     |                        |   |   |   |    |
|  |            |   |   |   |   |                     |   |                        |                     |        |        |          | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa | 5 | Teste do jateador no começo do trabalho e após longos períodos de uso, e programa de manutenção preventiva p/ limpar bicos | 3 | 105 | Eng. Processo 09.10.01 | 7 | 1 | 3 | 21 |
|  |            |   |   |   |   |                     |   |                        |                     |        |        |          |  |   |  |   |     |                        |   |   |   |    |
| Tempo de jateamento insuficiente                   | 8          | Instruções do operador e amostragem de lotes (10 portas/turno) p/ checar aplicação de cera nas áreas críticas | 7   | 302   | Instalar um "timer" no jateador                                       | Manufatura 09.09.15 | 7   | 1                      | 7                   | 48     |        |          |  |   |  |   |     |                        |   |   |   |    |



### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

#### 18. Número de Prioridade de Risco

O Número de Prioridade de Risco é O produto dos índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D).

$$\text{NPR} = (\text{S}) \times (\text{O}) \times (\text{D})$$

É uma medida do risco do processo. Este número deveria ser utilizado para priorizar as deficiências do processo (ex.: Diagrama de Pareto). O NPR varia entre “1” e “1000”. Para NPR’s altos a equipe deve concentrar esforços a fim de reduzir o risco calculado através de acções correctivas. **De modo geral, deveria ser dada atenção especial quando a severidade é alta, independente do NPR resultante.**

#### 19. Acções Recomendadas

Quando os modos de falha estiverem classificados pelo NPR, deveriam ser propostas acções correctivas para os itens críticos e com altos índices de NPR. Se por exemplo, as causas não são totalmente compreendidas, uma acção recomendada poderia ser um projecto de experimentas (DOE). O objectivo de qualquer acção recomendada é reduzir o índice de ocorrência, de severidade, e/ou de detecção. Se nenhuma acção for recomendada para uma causa específica, indicar isto colocando “Nenhuma” nesta coluna.

Em todos os casos em que o efeito de um modo de talha potencial representar perigo para o operador, acções correctivas deveriam ser tomadas para prevenir este modo de falha através do controle ou eliminação das causas, ou deveria ser especificada protecção adequada para o operador.

A necessidade de implementar acções correctivas positivas, especificas, com resultados quantificáveis, recomendando acções para outras actividades e acompanhando todas as recomendações, deve ser enfatizada. Uma FMEA de processo bem planejado e bem desenvolvido será de pequeno valor sem que as acções correctivas efectivas e positivas sejam implementadas. E de responsabilidade de todas as áreas afectadas implementar programas de acompanhamento efectivos para contemplar todas as recomendações.

As seguintes acções deveriam ser consideradas:

- ◆ Para reduzir a probabilidade de ocorrência, são recomendadas revisões do projecto/processo. Podem ser realizados estudos estatísticos para a obtenção de informações importantes para a prevenção de defeitos e melhoria contínua do processo.
- ◆ A única forma de se conseguir uma redução no índice de severidade é alterando o projecto e/ou processo.
- ◆ Para aumentar a probabilidade de detecção devem ser implementadas revisões no processo e/ou projecto. Geralmente, a melhoria dos meios de controlo somente agrega custos ao produto e é ineficaz na melhoria da qualidade do processo. O aumento de frequências de inspecção só deve ser utilizado como uma acção temporária. São necessárias acções correctivas permanentes. Por exemplo, uma alteração de projecto de uma peça específica pode auxiliar na detecção (ex.: soluções à prova de falhas). Mudanças no sistema actual de controlo podem ser implementadas para aumentar esta probabilidade. Entretanto, a ênfase deve ser dada a acções de prevenção do defeito (reduzindo a ocorrência) e não apenas no aumento da detecção do mesmo. Um exemplo ilustrativo seria o uso do Controle Estatístico do Processo e/ou a melhoria continua do processo ao invés de inspecções ou auditorias da qualidade.

# FMEA DE PROCESSO

## ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL (FMEA DE PROCESSO)

FMEA Número 1450 ①

Pág. 1 de 1

Preparado por J. Ford - X6521 - Oper. Montagem ④

Data FMEA (inc.) 09.05.17 (Rev.) 09.11.06 ⑦

Responsável pelo Processo Eng. de Carrossaria/Oper. Montagem ②

Data Chave 09.03.01.ER 09.08.26.Trab. 01 ⑤

Equipe A. Iata Eng. Carrossaria, J. Smith-OC, R. Jamas-Produção, J. Jantas-Manutenção ⑥

Item 2nda da Frente L. Eq. ABHY-000.A ③

Ano modelo(s)/veículo(s) 1998/Lin. Lado/Vagon ⑤

Equipe A. Iata Eng. Carrossaria, J. Smith-OC, R. Jamas-Produção, J. Jantas-Manutenção ⑥

| Função do Processo  | Requisitos   | Modo de Falha Potencial  | Efeito(s) Potencial(is) da Falha | CLASSE DE SEVERIDADE | Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha   | OCORR. | Controles Atuais do Processo   | DWI-EC | Nº R   | Após Recomendações   | Inspeção no Processo                          |
|---|--|--|----------------------------------|----------------------|--|--------|--|--------|--------|--|---|
| ③   | ⑩  | ⑪  | ⑫                                | ⑬                    | ⑭  | ⑮      | ⑯  | ⑰      | ⑱      | ⑲  | ⑳   |
| Aplicação manual de cera na parte interna da porta  | Cobertura insuficiente de cera sobre a superfície especificada | Vida útil da porta diminuída<br>• Aparência insatisfatória devido à corrosão<br>• Funcionamento irregular do mecanismo interior da porta |                                  | 7                    | Bico de jateamento posicionado manualmente não está posicionado suficientemente longe                    | 8      | Checagem visual a cada 1 hora por turno Medir profundidade da camada   | 5 280  | 1      | Instalar um "fim de curso" no jateador<br>Automatizar jateador             | Inspeção de profundidade de aplicação de cera |
| Cobrir parte interna da porta, superfície inferior com camada mínima de cera para retardar corrosão |  |  |                                  |                      | Bico jateador entupido<br>• Viscosidade muito alta<br>• Temperatura muito baixa<br>• Pressão muito baixa | 5      | Teste do jateador no começo do trabalho e após longos períodos de uso, e programa de manutenção preventiva para limpar bicos | 3 105  | 1      | Usar projetos de experimentos (DOE) na viscosidade x temperatura x pressão | Inspeção de aplicação de cera                 |
|   |  |  |                                  |                      | Bico jateador deformado devido ao impacto (batidas)  | 2      | Programas de manutenção preventiva para manter jateador em boas condições  | 2 28   | Nenhum |  |   |
|   |  |  |                                  |                      | Tempo de jateamento insuficiente   | 8      | Instruções do operador e amostragem de lotes (10 portas/turno) para checar aplicação de cera nas áreas críticas              | 7 362  | 1      | Instalar um "timer" no jateador  |   |

---

## FMEA DE PROCESSO

---

### DESENVOLVIMENTO DE UMA FMEA DE PROCESSO (Continuação)

- 20. Responsável e Prazo** Preencha com a empresa/área e indivíduo responsável pela acção recomendada com o respectivo prazo para execução.
- 21. Ações Tomadas** Após uma acção ter sido implementada, coloque uma breve descrição da mesma e a data de sua efectivação.
- 22. NPR Resultante** Após a acção correctiva ter sido identificada, estime e registre os índices resultantes de severidade, ocorrência e detecção. Calcule e registre o NPR resultante. Se acções não forem tomadas, deixe o “NPR Resultante” e as correspondentes colunas dos índices em branco.
- Todos NPR’s resultantes devem ser analisados criticamente e acções adicionais forem consideradas necessárias, repita os itens 19 até 22.
- Acompanhamento** O engenheiro responsável pelo processo deve assegurar que todas as acções recomendadas foram executadas. A FMEA é um documento dinâmico que deveria sempre reflectir o último estado de alteração do processo, bem como as últimas acções implementadas, incluindo aquelas realizadas após o início da produção.

# APÊNDICE A

## Exemplo de Diagrama de Blocos para FMEA de Projecto

### ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA (FMEA) DIAGRAMA DE BLOCOS/CONDIÇÕES EXTREMAS

DENOMINAÇÃO DO SISTEMA: LANTERNA  
VEÍCULO PLATAFORMA ANO: 1994 – PRODUTO NOVO  
FMEA NÚMERO: XXXI10D001

#### CONDIÇÕES OPERACIONAIS EXTREMAS

TEMPERATURA: - 20 A 160 F CORROSIVO: LISTA TESTE B VIBRAÇÃO: NÃO APLICÁVEL

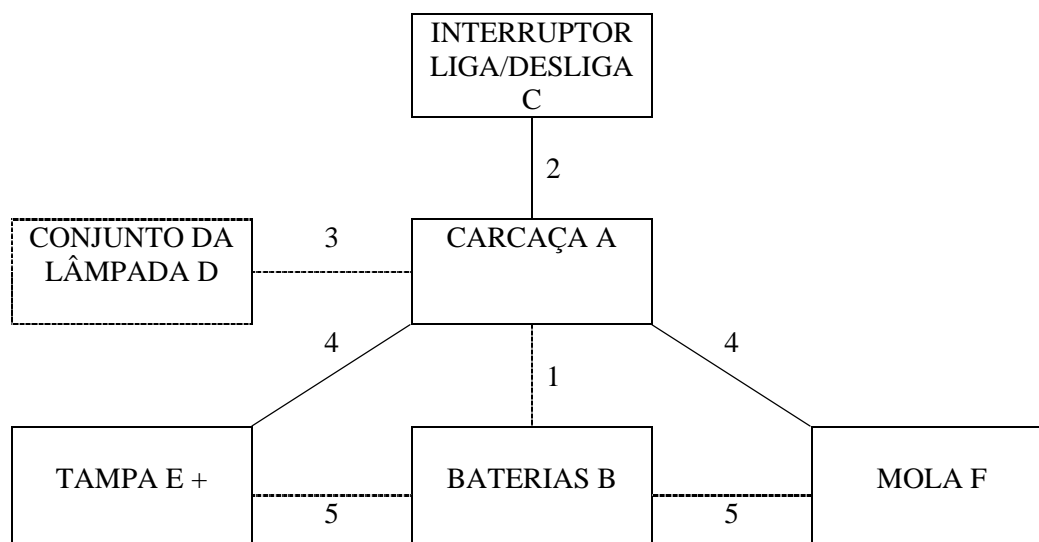
IMPACTO: DISTÂNCIA DE 6 PÉS MATERIAL EXTERNO: POEIRA HUMIDADE: 0-100% U. R.

INFLAMABILIDADE: QUAL (IS) COMPONENTE (S) ESTÃ (ÃO) PRÓXIMO (S) DE FONTE (S) DE CALOR? \_\_\_\_\_

OUTROS: \_\_\_\_\_

LETRAS = COMPONENTES      \_\_\_\_\_=FIXADO/UNIDO      .....=COM INTERFACE, SEM UNIÃO       = NÃO INCLUÍDO NESTE FMEA

O exemplo abaixo é de uma relação em diagramas de blocos. Outros tipos de diagramas de blocos podem ser usados pela equipe do FMEA para esclarecer o (s) item (s) que estão sendo considerados na sua análise.



#### COMPONENTES

A. CARCAÇA  
B. BATERIAS (2 D CELL)  
C. INTERRUPTOR  
D. CONJUNTO DA LÂMPADA  
E. TAMPA  
F. MOLA

#### MÉTODOS DE FIXAÇÃO

1. AJUSTE MÓVEL  
2. REBITES  
3. ROSCA  
4. AJUSTE RÁPIDO  
5. AJUSTE POR PRESSÃO