

# Engenharia do valor associada ao DFMEA no desenvolvimento do produto

**Alessandro Santana**

Dura Automotive Systems do Brasil

**Dr. Marcelo Massarani**

Escola Politécnica da USP

Copyright © 2005 Society of Automotive Engineers, Inc

## RESUMO

O presente trabalho propõe uma nova metodologia para elaboração do DFMEA (*Design Failure Modes and Effects Analysis* - Análise dos Efeitos e Modos de Falha do Projeto) utilizando as técnicas da EV (Engenharia do Valor) para determinação das funções do produto. Para isto, o trabalho é estruturado de forma que os conceitos fundamentais do DFMEA e EV sejam vistos individualmente e, em um segundo momento, mostra a intersecção dessas técnicas, surgindo assim a referida metodologia, batizada de DFFMEA (*Design Function Failure Modes and Effects Analysis* - Análise dos Efeitos e Modos de Falha para a Função do Projeto). A proposta é validada através da aplicação de um estudo de caso, cujo resultado objetivo é a redução do tempo de desenvolvimento do DFMEA e a otimização da mão-de-obra intelectual. Resultados subjetivos também são apresentados, como incentivo à criatividade. O trabalho pretende, igualmente, divulgar as técnicas da metodologia da EV dentro da organização, incentivando o seu uso e possibilitando ganhos financeiros.

## INTRODUÇÃO

Algumas décadas atrás, o processo de aprovação do conceito de um veículo até seu lançamento em mercado poderia levar até dez anos. Hoje, se está limitado a três ou quatro anos, muitas vezes menos, dependendo da extensão das novidades que o veículo apresenta [1]. A questão, portanto, é otimizar o uso do recurso criativo das empresas para permitir que importantes técnicas sejam sistematicamente utilizadas de forma a garantir que os projetos sejam feitos no menor tempo possível e com a qualidade necessária.

Uma destas técnicas, portanto, é o DFMEA – (Design Failure Mode and Effect Analysis – Análise dos Efeitos e Modos de Falha para o Projeto), que oferece uma abordagem estruturada para prevenção de problemas relacionados ao projeto do produto, bem como as suas causas e seus efeitos. O DFMEA é um diário de bordo para toda a vida do produto e a sua estrutura permite realizar trabalhos de melhoria contínua.

Outra técnica relevante é a Engenharia do Valor (EV) que, através do uso de sua metodologia, obtém a reestruturação do problema, entenda-se aqui projeto, ou seja, é responsável pela completa reorientação dos esforços intelectuais para uma direção de máximo resultado. Definir o projeto do produto com base nas funções que este deve ou deveria desempenhar e não mais através de suas partes componentes. A partir desta redefinição torna-se possível a eliminação de funções obsoletas e a busca de alternativas mais econômicas e criativas para o desempenho das funções reconhecidamente necessárias.

O DFMEA, mesmo sendo uma ferramenta de uso obrigatório para os signatários da IATF International Automotive Task Force e seus fornecedores, não possuía muita adesão nas empresas Brasileiras pelo simples fato de não haver muitos projetos desenvolvidos aqui. Atualmente, esta realidade vem se alterando e, portanto, o interesse pelo domínio da técnica também.

A relevância desta técnica, porém, não minimiza os relatos que afirmam que o DFMEA é uma atividade tediosa e que exige muito tempo [2]. Baseando-se na forma como são construídos os DFMEAs na empresa, base desta pesquisa, nota-se que uma das atividades que demandam tempo para sua correta preparação é a determinação das funções do produto. A forma pela qual as funções do produto são definidas pela metodologia do DFMEA é de

maior complexidade que a forma da EV e, portanto, mais lenta que esta última.

Ao citar a EV, esta ferramenta pouco difundida, logo se imagina que mais recursos humanos serão despendidos, ou os atuais recursos terão que se desdobrar para cumprir mais esta necessidade, porém, ao se ter a EV intrínseca a uma atividade já existente (DFMEA) e esta estar contida dentro das atividades necessárias do APQP, a proposta será justamente a redução do trabalho da equipe, e ainda aumentar o seu estímulo criativo pelo fato de trabalhar com a EV.

Com a abordagem proposta, não será necessário que a alta administração apóie a metodologia, ou que o cliente “venda” testes de durabilidade, pois estes dois fatos já existem quando se está desenvolvendo um programa de uma nova plataforma.

Assim, o problema examinado neste trabalho trata da apresentação das ferramentas de desenvolvimento do projeto chamadas EV e Análise dos Efeitos e Modos de Falha em Projeto (DFMEA) de forma isolada e, apoiado em estudos de caso, propõe uma nova metodologia onde a EV é utilizada durante a elaboração do próprio DFMEA, permitindo que ocorra uma redução do tempo total de desenvolvimento, e indiretamente dar subsídios aos engenheiros e projetistas para reestruturarem o projeto, pensando em termos de funções.

## **ANÁLISE DOS EFEITOS E MODOS DE FALHA DO PROJETO (DFMEA)**

A Análise dos Efeitos e Modos de Falha em Projeto (DFMEA) é, principalmente, uma abordagem estruturada para prevenção de problemas relacionados ao projeto do produto, suas causas e seus efeitos.

O DFMEA envolve todos os itens da estrutura do produto até as menores partes como subsistemas ou componentes, identificando os modos e causas potenciais de falha gerados por cada peça, determinando os controles atuais (ou soluções) para as causas, seguidos pelos efeitos da falha para a montagem do produto e para usuários finais. Os riscos dos efeitos são estimados [3]

O DFMEA é uma categoria do FMEA voltada ao projeto do produto. As outras categorias citadas pela Ford Motor Company [4] são FMEA de processo e FMEA do conceito, que tratam do processo de fabricação e do conceito do produto ou processo, respectivamente. Existem ainda, segundo Palady [5], outras subcategorias, que foram criadas a partir destas, como o FMEA de sistema e subsistemas.

Portanto, antes de avançar com o DFMEA, é conveniente apresentar o FMEA e a partir dele voltar ao entendimento do FMEA de projeto.

### **Análise dos Efeitos e Modos de Falha (FMEA)**

O FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), pela interpretação de Palady [5], é uma ferramenta de prevenção de problemas, uma abordagem eficiente para coordenação de novos avanços ou incorporação de revisões e um diário do projeto, processo ou serviço.

Outra importante definição para FMEA está contida no Manual da Ford [4]: ‘FMEA identifica e confirma as características críticas e significativas potenciais para serem tratadas por mudanças de projeto, processo ou inclusão nos planos de controle e processo. O FMEA avalia a adequação dos controles propostos e o necessário para minimizar riscos por mudanças usando o plano de validação de projeto ou o plano de controle de manufatura. O objetivo da avaliação, e das ações propostas, é prevenir falhas que atinjam o cliente, melhorando a sua satisfação.’

O FMEA utiliza-se de um formulário padrão sugerido pela QS9000 [6]

O FMEA deve ser capaz de representar com retidão os interesses de todos os grupos que influenciam a qualidade e a confiabilidade finais do projeto, processo ou serviço. O cliente e o fornecedor devem estar representados.

A determinação da ABNT ISO/TS 16949 [7] no item 7.3.1.1, faz menção ao parágrafo anterior, ou seja, determina que o FMEA seja realizado por abordagem multidisciplinar.

O FMEA, juntamente com outras técnicas, passou a ser utilizado quando a QS 9000:1998 aumentou de modo significativo a quantidade de requisitos (seção I, baseada na ISO 9000), englobando os requisitos específicos dos clientes (seção II). As outras técnicas, além do FMEA, foram: APQP (Planejamento Avançado da Qualidade do Produto); CEP (Controle Estatístico do Processo); MSA (Análise de Sistemas de Medição); PAPP (Processo de Aprovação de Peças de Produção) e QSA (Avaliação do Sistema da Qualidade) [8].

Para a indústria de autopeças, a data efetiva ocorreu quando, em julho de 2001, o FMEA tornou-se uma ferramenta de uso obrigatório para os fornecedores da Ford, General Motors e Chrysler [6].

A maior adesão das indústrias automotivas, porém, não garante que estas empreguem as técnicas de FMEA apropriadamente e se alimentem com seus autênticos benefícios. Muitas incluíram apenas o formato e tabelas do FMEA de projeto e processo em seu manual de qualidade [9]. Em outras palavras, muitas empresas usam o FMEA meramente para satisfazer aos requisitos contratuais dos seus clientes [10].

### OBJETIVOS DO DFMEA E SUAS FASES

A categoria do FMEA que trata do Projeto do produto é o DFMEA (Design Failure Modes and Effects Analysis) conforme citação anterior. O DFMEA trata das atividades de design, tais como o projeto do produto, o de máquinas ou o projeto de ferramentas.

Deve-se estabelecer, nos estágios iniciais do projeto do produto, um sistema de qualidade eficiente e amplo. O FMEA de projeto é, portanto, uma ferramenta apropriada para este fim [11].

Os objetivos do DFMEA, de uma forma mais ampla, estão devidamente citados pelo Manual da QS9000, terceira edição [6].

Quanto às suas fases, estas estão esquematicamente apresentadas na figura 1, onde, a seguir, será apresentado o principal conceito que envolve uma destas fases.

### Função

A função do produto é determinada pela interpretação das inter-relações feitas no diagrama de bloco. Na figura 2, apresenta-se um diagrama de blocos genérico e pode-se observar a função  $f(x)$  destacada sob a linha que indica interface.

Para o exemplo genérico foram citadas 12 funções  $f(x)$ , isolando-se um caso e, apresentando-se este na figura 3, avança-se para o passo seguinte, que é a determinação desta descrição desta interface.

Conhecida a descrição da interface entre os dois itens, uma tabela chamada análise de interface é preenchida e, assim sucessivamente, para todos os itens.

Com a tabela da análise das interfaces preenchida, a atividade final é interpretar a descrição da interface. A partir deste ponto, a função ou as funções são utilizadas no formulário de FMEA no campo “Item/Função”

Os detalhes desta metodologia estão devidamente apresentados pelo manual de Ford [4]

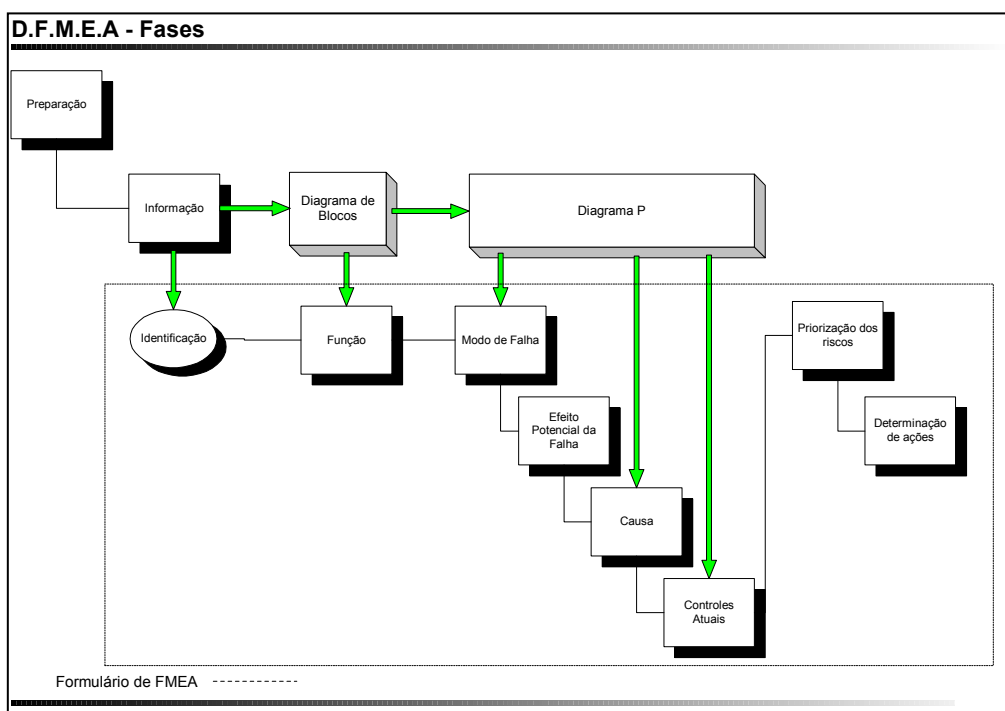


Figura 1 – Fases do DFMEA

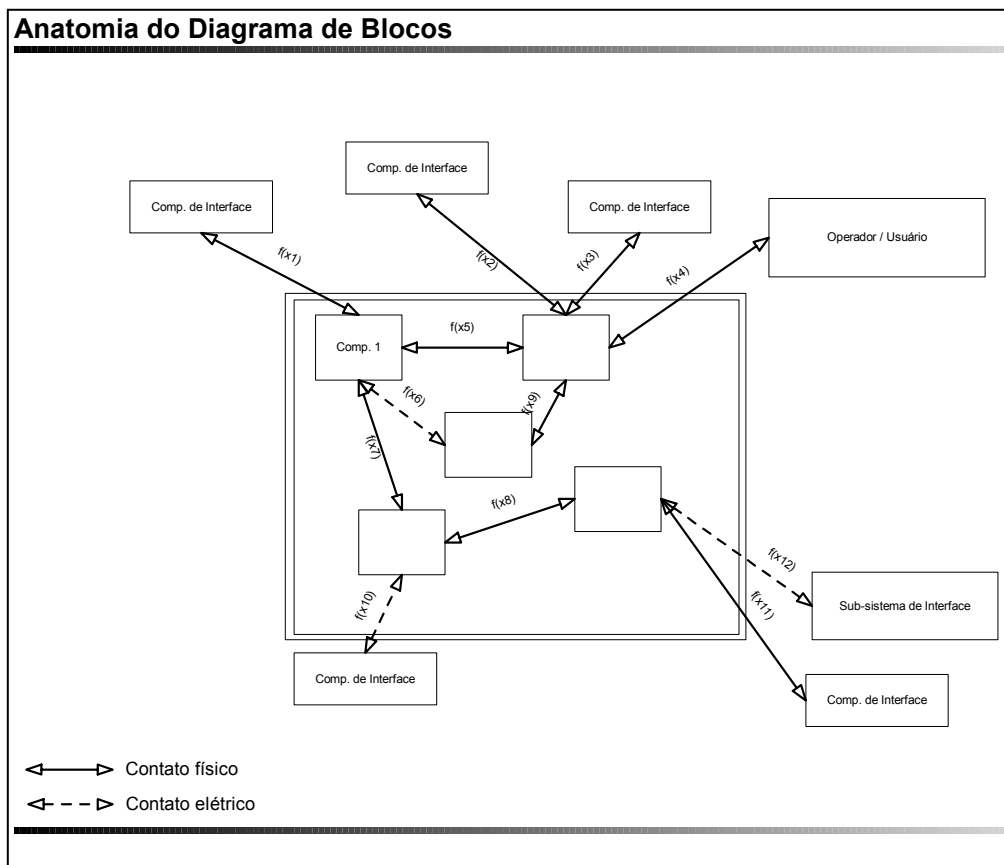


Figura 2 – Diagrama de blocos genérico

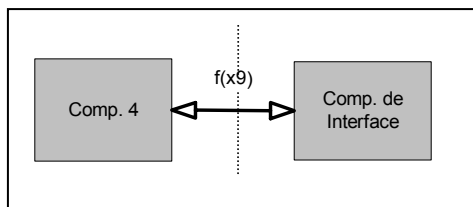


Figura 3– Parte de um diagrama de blocos genérico

**ENGENHARIA DO VALOR**

A EV é uma metodologia que obtém a reestruturação do problema, ou seja, é responsável pela completa reorientação dos esforços intelectuais para uma direção de máximo resultado.

O projeto do produto é definido com base nas funções que este deve ou deveria desempenhar e não mais através de suas partes componentes. Esta lista de funções é

estabelecida a partir da revisão da lista de funções de cada uma das partes que compõem o produto. As funções são diagnósticas e, a partir deste momento, estudam-se maneiras de desempenhar estas funções de forma que o problema inicial seja resolvido, seja ele redução de custo ou aumento de desempenho. [12].

A definição também utilizada para EV é que ela é uma aplicação sistemática de técnicas que identificam a função de um produto ou serviço, estabelecendo um valor para esta função e objetivando prover soluções que permitam exercer tal função ao menor custo total, sem degradação [13].

O momento no qual se pode aplicar a técnica de EV é durante a concepção do projeto do produto, diferentemente da AV (Análise do Valor), que é aplicada durante a fase de produção do produto [14].

## E.V. - Fases

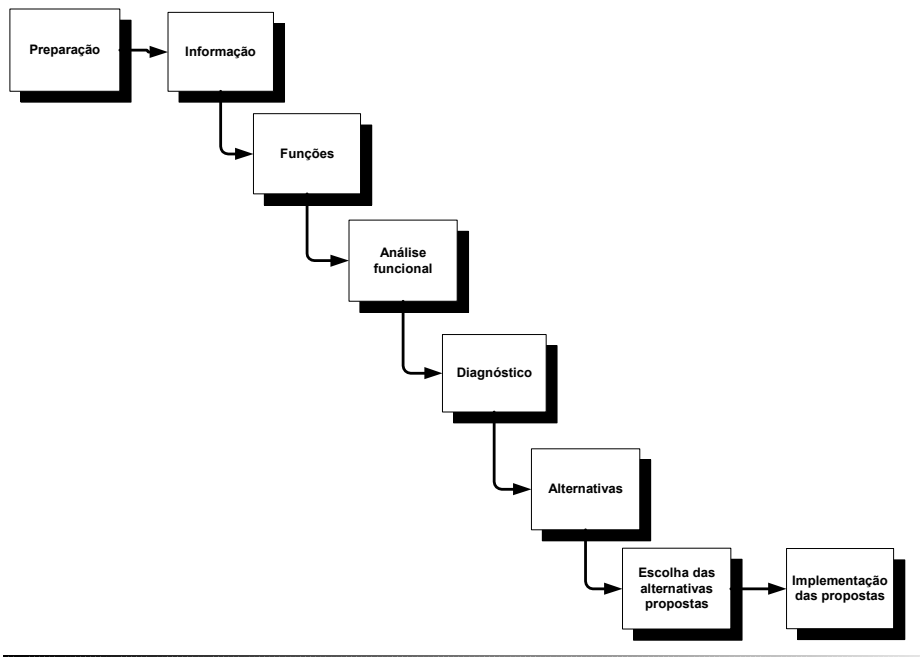


Figura 4 – Fases da E.V.

### Metodologia da Engenharia do Valor

A EV poderá ter os seus principais conceitos compreendidos pela interpretação da figura 4, a seguir, ajudando a se ter uma visão ampla das atividades que a compõem.

Basso [14], por exemplo, poderá ajudar no entendimento destas etapas.

### Função

A função é um dos conceitos fundamentais da EV, conforme ilustra a figura 5, sendo as outras: desempenho e valor. O Dicionário Aurélio [15], define “função” como “utilidade, serventia, papel ou atribuição”, em outras palavras é a descrição de toda atividade que um produto desempenha, o sentido de existir de um determinado item [12].

A anatomia de uma função é composta pela junção de um VERBO e um SUBSTANTIVO, formando uma estrutura simples e ao mesmo tempo poderosa, pois minimiza a possibilidade de falha de comunicação e interpretação [12].

Empregar a técnica do verbo e substantivo e não descrever de modo preciso e completo determinada função é sinal inequívoco de que um melhor entendimento do problema se faz necessário [12].

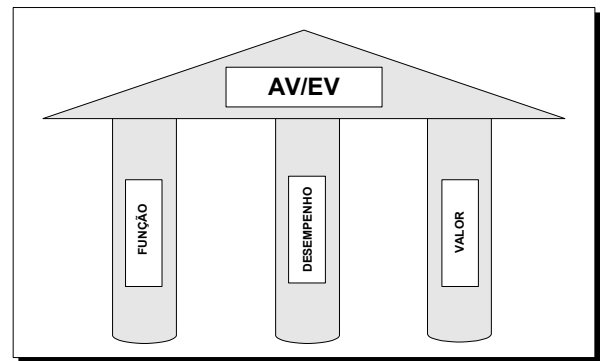


Figura 5 – Conceitos fundamentais da metodologia [12]

Para que a técnica seja corretamente empregada será útil remeter à definição dos elementos que a compõem. O próprio Aurélio [15] descreve que verbo é: “Palavra que designa ação, estado, qualidade ou existência.”, e substantivo é: “Palavra com que se nomeia um ser ou um objeto, ou uma ação, qualidade, estados, considerados separados dos seres ou objetos a que pertencem.”

### METODOLOGIA PROPOSTA

A metodologia proposta, neste ponto batizada de DFFMEA (Design Function Failure Mode and Effects Analysis - Análise dos Efeitos e Modos de Falha para a Função do Projeto), é o resultado da interseção de uma parte da EV com o DFMEA.

## O objetivo

O objetivo é a redução do tempo total de confecção do DFMEA, substituindo a forma de determinação da função do produto pela técnica utilizada na EV.

A saída desta proposta, além da própria redução do tempo facilmente mensurada em termos de unidade de tempo, é aumentar a possibilidade de criação de alternativas para o projeto do produto, baseando-se nas funções do produto e não nas peças atuais em produção ou do mercado.

Finalmente, a técnica da EV, pode ser usada em um processo já implantado pelas empresas, que é o APQP, em cujo conteúdo está incluso o DFMEA, não haverá a necessidade de aumentar ou sobrecarregar o recurso criativo (profissionais que contribuem com o processo de desenvolvimento de produto). Equipes de trabalho estão naturalmente constituídas quando se inicia um novo desenvolvimento de produto.

Alegações quanto à não-disponibilidade de verbas ou não-disponibilidade para testes de validação não existirão, pois estas são etapas que estão inclusas no processo de desenvolvimento de produto. Em outras palavras, quando é iniciado o processo de desenvolvimento as verbas do programa, incluindo os testes de validação, já estão definidos e aprovados.

## O método

A seqüência do método está esquematicamente apresentada na figura 6. Basicamente, sua estrutura é dividida em três fases compostas por:

a) Fase comum entre a EV e DFMEA – Preparação dos trabalhos e obtenção das informações necessárias para compor os dados de entrada do projeto.

b) Fase da função – utilização da metodologia da EV.

c) Fase do FMEA – utilização das atuais metodologias para determinação do modo de falha, causas potenciais, entre outros.

## ESTUDO DE CASO PARA APLICAÇÃO DE DFFMEA

Colocando em prática a aplicação da metodologia apresentada no capítulo anterior, realizou-se um estudo de caso em uma indústria automobilística para entender a metodologia e avaliar os seus prós e contras.

A ênfase no estudo ocorreu na validação do método e não no resultado técnico propriamente dito alcançado.

### Estudo de caso: Alavanca de mudanças de marcha

A alavanca de mudanças de marchas é constituída basicamente de componentes plásticos injetados, como a carcaça por onde são fixados os componentes de movimentação, componentes plásticos extrudados como os cabos e, por fim, componentes metálicos como a alavanca, suportes e a própria cordoalha.

O produto está apresentado na figura 7 a seguir.

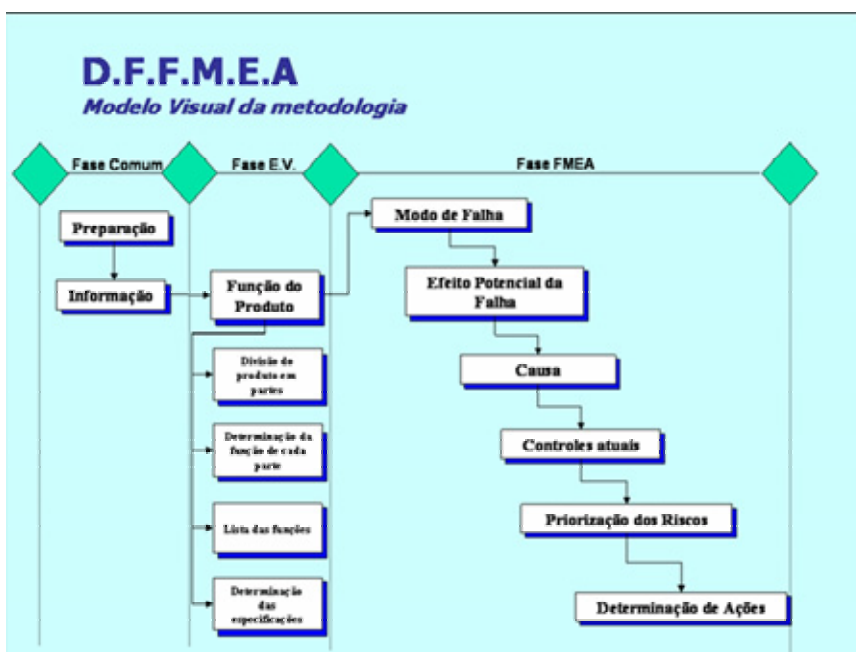
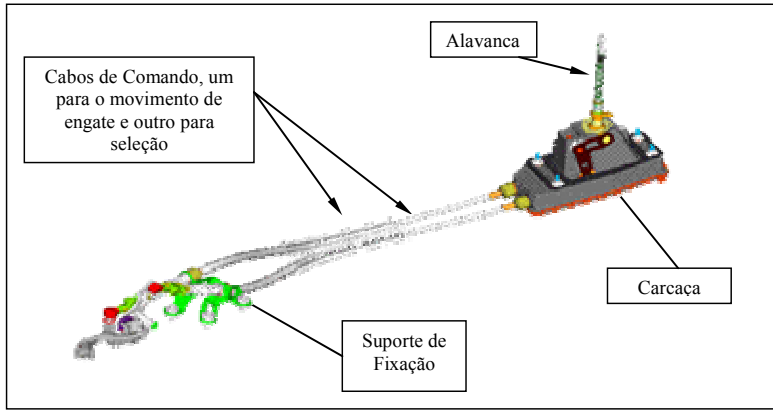


Figura 6 – Modelo visual da metodologia



**Figura 7** – Alavanca de mudanças de marchas

**Processo atual**

O processo atual, que utiliza a metodologia do DFMEA, apresenta, para um produto com as características semelhantes ao deste estudo de caso, o tempo total de desenvolvimento mostrado na figura 8.

Estas informações foram obtidas a partir dos dados históricos fornecidos pela empresa base desta pesquisa, que possuem a base referencial abaixo listada:

- a) Quantidade de componentes: (aprox. 40 itens)
- b) Histórico da qualidade: (1 semana)
- c) Diagrama de blocos: (2 dias)
- d) Diagrama-p  
1 mês (Três reuniões por semana de 1,5 hora analisando aproximadamente 3 componentes por vez)

e) DFMEA

2 meses (Três reuniões por semana de 1,5 hora analisando aproximadamente 2 componentes por vez); no entanto, temos mais:

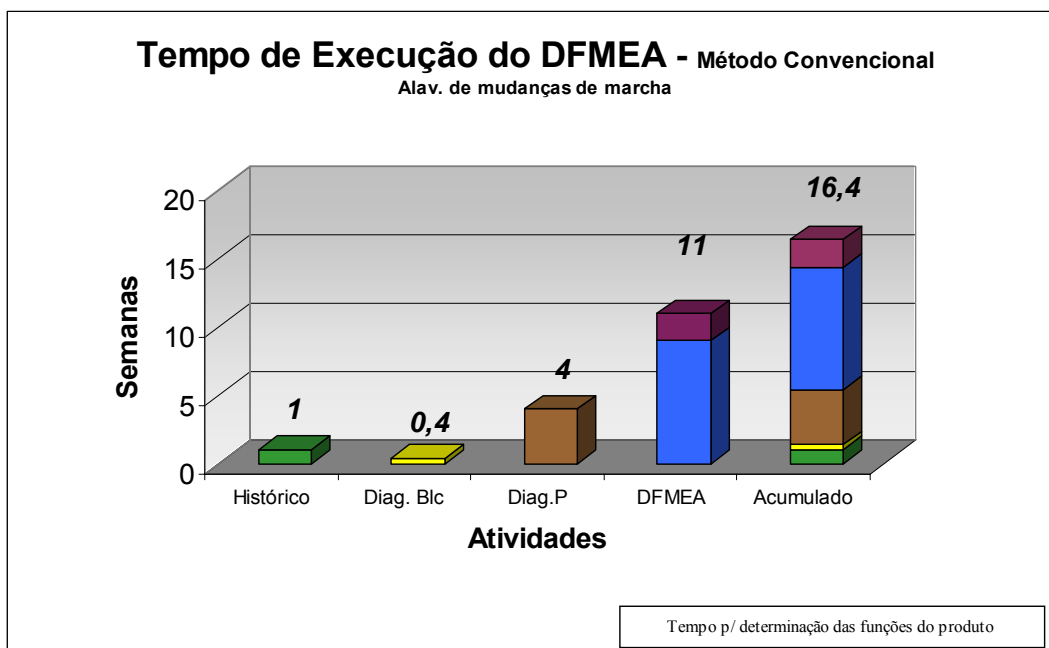
a.) Determinação das Funções:

2 semanas (Três reuniões por semana de 2,0 horas analisando aproximadamente 7 interações por vez)

O trabalho totalizou aproximadamente 16,4 semanas de trabalho.

**Aplicação da metodologia**

Após a etapa de fechamento de pedido de compras, o produto inicialmente apresentado teve a sua equipe multifuncional constituída pelos departamentos de produto, protótipo, manufatura, produção, logística e compras. Não havia grandes diferenças de escolaridade ou nível de experiência e, notoriamente pela importância do projeto, havia interesse pessoal em participar da equipe.



**Figura 8** – Tempo de preparação do DFMEA da alavanca de mudanças de marchas

A estrutura de desenvolvimento, além dos próprios engenheiros de produto, consistia em um coordenador de planejamento e um gerente de programa. As regras de trabalhos estavam definidas através do seguimento das diretrizes da ISO/TS 16942 [7] e o potencial do projeto foi transmitido à equipe.

Resumidamente, é um projeto que envolve alto risco em função do atendimento ao preço alvo e com característica voltada à redução de custo de projetos existentes.

### Fase da informação

A fase da informação foi dividida em duas etapas: a primeira, de obtenção de dados através de pesquisas individuais, e a segunda, feita pela própria equipe com utilização das técnicas de diagramação das fronteiras do projeto e dos seus parâmetros de transformação dos sinais de entrada em saída e suas conseqüências.

### Diagrama de blocos / fronteiras

O diagrama de blocos foi utilizado para mostrar as interfaces com o conjunto, desde o contato com o usuário até as suas fixações

### Diagrama-p

O diagrama-p foi utilizado para completar os dados de entrada que alimentaram o DFMEA. Por questões de confidencialidade, o seu conteúdo não poderá ser divulgado em sua totalidade, apenas alguns exemplos serão citados.

Exemplos utilizados no diagrama-p:

- a) Dados de entrada: Norma 157-002.1.
- b) Dados de saída: Isenção de metais pesados.
- c) Fatores de controle: Relatório de DVP.
- d) Interação do sistema: Verificar diagrama de blocos.
- e) Meio Ambiente: Poeira.
- f) Modo de falha: Bloqueio das marchas.
- g) Uso do cliente/ciclo de vida: Esforço abusivo no engate e seleção.

h) Variação ao longo do tempo: degradação do material.

i) Variação peça a peça: perpendicularidade/centralização.

### Fase da função

Utilizou-se para a fase da função a metodologia da EV, esquematicamente rerepresentada na figura 9, incluindo as atividades que a compõem.

A saída esperada ao fim desta etapa foi uma lista de funções que representem o conjunto alavanca de mudanças de marcha.

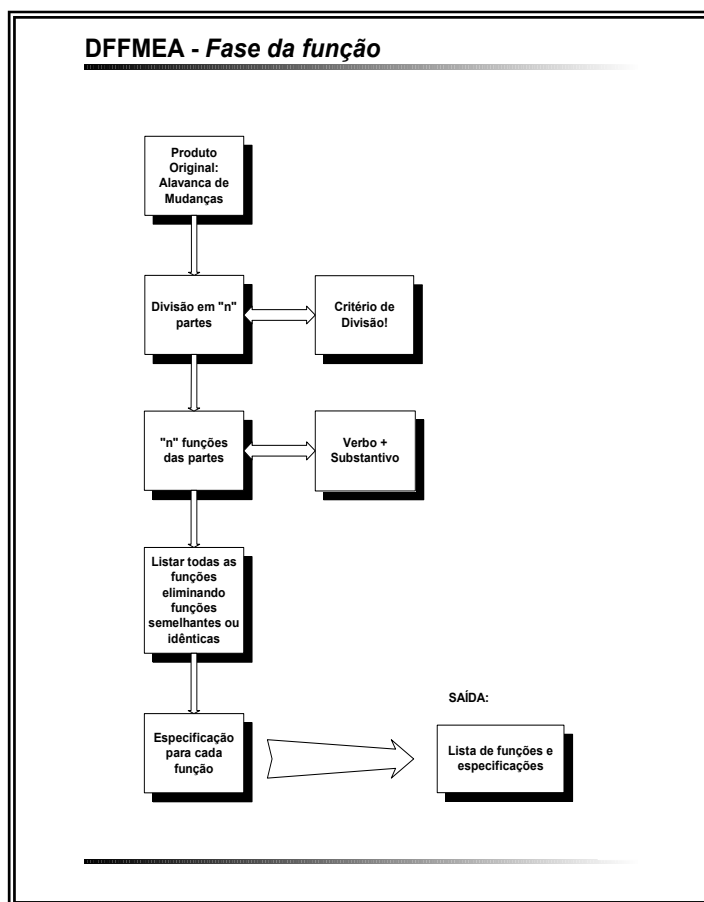


Figura 9 – Esquema para a fase de função



## Divisão do produto em partes

A partes foram:

a) Subsistema 1: alavanca de acionamento, cabos e seus componentes.

b) Subsistema 2: trambulador de seleção (articuladores e conector rápido)

c) Subsistema 3: trambulador de engate (massa de inércia e alavanca)

## Lista de funções

Analisou-se a função de cada uma das partes do item anterior, usando-se a técnica do verbo + substantivo. Uma vez analisada a função, elas foram compiladas para uma nova posição e agrupadas.

Uma vez agrupadas, foram ordenadas em ordem alfabética e, efetivamente, neste ponto deixou-se de pensar em partes e criou-se um pensamento apenas, sob o aspecto da função que o produto deve executar ou evitar.

Ao fim, no anexo 1, encontra-se um trecho desta lista extraída dos cabos de engate e seleção de marchas. Note-se a separação das partes feitas e, ao lado, a respectiva lista revisada.

Convém acrescentar que o estudo de caso foi conduzido até a sua conclusão. Se aqui foram apresentados trechos é unicamente para preservar os direitos da empresa mantendo o sigilo das informações.

## Especificação da função

A especificação de cada função foi feita diretamente no formulário de DFFMEA. Para exemplificar, segue a lista abaixo:

a) Suportar frio: temperatura -40° C. (mantendo condições de operacionalização)

b) Resistir a agentes químicos: Aprovar na especificação 157-311.1.



c) Resistir a esforço: Teste abusivo de 600N conforme especificação 157-201.01

## Fase do DFFMEA

Na figura 10, encontra-se um exemplo extraído do estudo de caso, que contempla a análise da função de forma completa, desde o modo de falha da função até os meios de controle, passando pelo respectivo efeito da falha e suas causas. O exemplo a seguir também ilustra uma ação tomada em virtude da nota de NPR.

Produto/Subsistema		Cabo de Shifter		Modelo/Ano:		Número: 99.99.989		Data do Desenho: 05/08/2005		Data Elaboração: 06/08/2005		Data Revisão: 06/08/2005		Rev.: A					
Preparado por: A. Santana		Equipe: João, Maria, José e Pedro																	
Item / Função Revisadas	Requisitos da Função	Modo de Falha Potencial	Efeito(s) Potencial(is) da Falha	Severidade	Classificação	Causa(s) e Mecanismo(s) Potencial(is) da Falha	Ocorrência	Controle Atual Processo		Datação	Npr	Risco	Ação Recomendada	Resp. & Prazo	Resultado das Ações				
								Prevenção	Deteção						Ação Tomada & Data efetiva	Severid.	Ocorrên.	Deteção	Risco
3 - Isolar contato	Entre a transmissão e suporte deve haver isolamento	Ruído não absorvido devidamente	Desconforto do usuário	5		Erro na composição do material	3		Bancada de teste - excitar na frequência de 10 a 250Hz, nenhum ruído audível deve ser percebido	4	60	Conhecer as frequências de excitação de maior amplitude para desenvolver material vibroacústico para faixa crítica de trabalho	João dez.05	O material XYZ, desenvolvido com o Fornecedor "BB" atendeu aos testes de bancada 25/11/05	5	2	4	40	
						Material excessivamente comprimido	2	Estudar folga de aperto	4	40	Nenhuma								
7 - Reduzir atrito	Atrito máximo no lay-out do veículo de 0,5N	Imprecisão no engate e seleção de marchas	Desconforto do usuário	5		Erro na especificações de tolerâncias	2	Estudo de tolerância (somatória)	Pré e pos caracterização conf. ES 234001	3	30	Nenhuma			-	-	-	-	
		Movimento com esforço excessivo				2		Pré e pos caracterização conf. ES 234001	3	0	Nenhuma								
		Erro na especificação do lubrificante				2		Pré e pos caracterização conf. ES 234001	3	0	Nenhuma								

Legenda:  
PCPP - Plano de Controle Produto / Processo.  
SIE - Sistema Inspeção de Entrada.

Simbologia:  
 ( S ) Segurança  
 ( CC ) Crítico


\* ( SC ) Significativo  
 ( FF ) Interface com Cliente

Figura 10 – Trecho do DFFMEA da alavanca de mudanças de marcha

## Economia obtida para a empresa

Tomando como referência a média do tempo total de elaboração para um produto similar ao do estudo, a empresa teve uma redução de tempo total de 18 %, aproximadamente 3 semanas de trabalho do corpo técnico da empresa.

A maior parte da redução se deu pelo uso da abordagem da EV na determinação das funções do produto, e uma pequena parte devido à não-necessidade de marcar as funções no diagrama de blocos. Quanto ao critério do tempo médio das reuniões, também foi mantido o processo atual.

A empresa obteve outros ganhos, que serão apresentados a seguir; embora, haja certa dificuldade de se fazer uma relação direta com a metodologia proposta, a forma de pensar em funções e não em partes permite aos engenheiros e projetistas produzirem novos conceitos.

O projeto para a nova alavanca de mudanças de marchas alcançou uma redução de custo de 22% com base no preço alvo, 2 % a mais que o necessário para atingir o preço objetivo negociado antecipadamente com a montadora.

A função transmitir trabalho foi a que teve maior quantidade de especificações associadas e, portanto, também teve a maior quantidade de modos de falha e detecção.

A função absorver impacto teve uma inovadora solução: o atual material PUR (poliuretano) com características absorvedoras, foi substituído por POM (Poliacetil), com características como dureza associada a ele. A decisão, aparentemente equivocada, no sentido contrário da necessidade, somente foi possível graças à mudança na forma atual de pensar, passando-se a enxergar a função e as formas de atender a ela. O resultado foi um perfil, conforme apresentado na figura 11, no qual, mesmo tendo o material POM, a função foi garantida, com o benefício da redução de custos que a alteração proporciona.

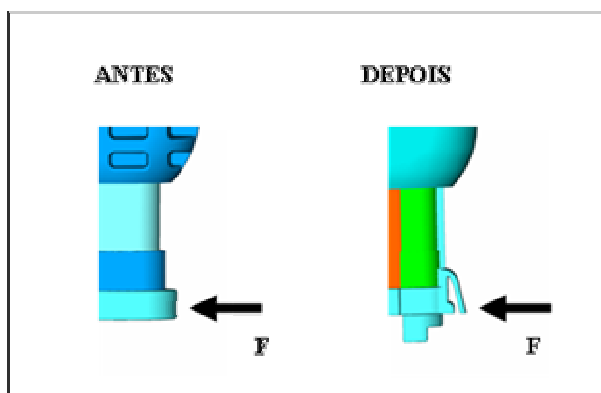


Figura 11 – Perfil para absorver impacto

Outras funções também apresentaram alternativas inovadoras o que, portanto, indiretamente valida a forma de pensar em atendimento da função do produto proposto pelo DFFMEA.

## CONCLUSÃO

A nova metodologia pode ser empregada no desenvolvimento de produtos de forma compatível com o APQP, pois a forma de pensar em funções vindas das técnicas da EV estarão sendo aplicadas na elaboração do DFMEA, que, por sua vez, é uma das atividades exigidas pelo APQP, sem, contudo, aumentar o uso do recurso criativo, pelo contrário.

Todavia, como qualquer outra nova metodologia, apresenta suas vantagens e desvantagens. O que convém registrar, antecipadamente, são ganhos que efetivamente puderam ser comprovados no estudo de caso.

Destaca-se apenas que, embora simplifique a forma de determinar as funções do produto comparada com a forma tradicional feita pelo DFMEA, a aceitação e credibilidade dos funcionários poderão fazer a diferença. Ocorrerá a necessidade de mudança de mentalidade dos funcionários da Empresa: deixar de pensar em peças ou processos e passar a pensar em funções conforme propõe a E.V. requer muito treino, pois é totalmente diferente do que as pessoas estão acostumadas a fazer [16]

### Vantagens da nova abordagem

a) Ambas as técnicas, DFMEA e E.V utilizam a definição de função; no entanto, esta última possui uma forma muito mais simples e eficaz que a primeira, sendo, com isso, responsável pela efetiva redução do tempo de desenvolvimento.

b) Otimização do recurso humano. Como as técnicas da EV para determinação das funções do produto já serão utilizadas no DFMEA, que, por sua vez, é uma atividade contida no APQP, não será necessária a criação de outra equipe de trabalho em novos desenvolvimentos.

c) O apoio da alta administração é mais evidente, pois, em função da existência de programas de desenvolvimento, existem compromissos formais com os clientes.

d) O cliente possui uma predisposição a aceitar propostas de alteração do produto quando estão apoiadas em um programa de desenvolvimento, cujo processo de validação do produto normalmente faz parte do programa.

e) Existe um estímulo à criatividade graças à parcela da metodologia referente à análise das funções feitas pela EV, e o problema passa a ser vislumbrado por um outro prisma.

f) A utilização da EV abre a possibilidade de obter ganhos financeiros com a sua aplicação.

### **Desvantagens da nova abordagem**

a) Necessidade de treinamento para todos os membros da equipe que trabalham com o produto, principalmente no sentido de transportarem os problemas ocorridos em peças para funções do produto que falharam.

b) Barreiras culturais e resistências contra mudanças deverão ser quebradas.

### **LISTA DE REFERÊNCIA**

[1] HOWOLD, C., HUPPER, R. Integration of new methods and tools for automotive control unit development. Warrendale: SAE technical paper series. 2000-01-0392. March 2000. 10p.

[2] PRICE, C., PUGH, D. R., WILSON, M. S. and SNOOKE, N., Flame system: automating electrical failure mode and effects analysis (FMEA), Proceeding of the Annual Reliability and Maintainability Symposium, 1995, pp 90-95

[3] TEOH, P. C. and CASE K., Failure modes and effects analysis through knowledge modelling Journal of Materials Processing Technology 153-154, 2004, pp 253-260

[4] FORD MOTOR COMPANY, Failure Mode and Effects Analysis: FMEA Handbook, Version 4.1 : 2004

[5] PALADY, P., FMEA - Análise dos Modos de Falha e Efeitos: provendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 1.ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Matérias, 1997.

[6] POTENCIAL FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS, FMEA Third Edition, DaimlerCryles Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation Julho/2001

[7] INTERNATIONAL AUTOMOTIVE TASK FORCE - Especificação técnica ABNT ISO/TS 16949. 1ª ed.:2004

[8] ABRAHAM, Jeannette G. Sistema Integrado de Gestão. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica – Universidade de São Paulo

[9] DEVADASAN, S. R. , MUTHU S, SAMSON, R. N., and SANKARAN, R.A., Design of total failure mode and effects analysis program International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 20, No. 5, 2003, pp 551-568

[10] DALE, B.G., SHAW, P., Failure mode and effects analysis in the UK motor industry: a state-of-the-art study. Quality Reliability Int. 1996

[11] TENG, S.H, and HO S. Y., Failure mode and effects analysis International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 13 No. 5, 1996, pp. 8-26

[12] MASSARANI, M.; Mattos, F. C. de. Apostila de curso de mestrado profissionalizante: PMC 5602 Redução de Custos através da Engenharia do Valor. São Paulo: EPUSP, 2005

[13] CSILLAG, J. M., Análise do Valor: metodologia do valor, Engenharia do Valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa. 3ed. São Paulo: Atlas, 1991.

[14] BASSO, J. L., Engenharia e Análise do Valor mais as abordagens da administração, contabilidade e gerenciamento do valor um guia prático para aplicação interfaces de EAV x JIT x TQM e outros programas. 1.ed. São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Matérias, 1991.

[15] FERREIRA, A. B. H. de., Novo dicionário da língua portuguesa. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975. 1517p.

[16] ABREU, R. C. L. Análise de Valor: um caminho criativo para otimização dos custos e do uso dos recursos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1996. 171p.

Anexo 1 – Lista de partes e funções

Engenharia de Desenvolvimento

Produto: Alavanca de Mudanças

Sub-Sistema: Cabo de Shifter

DFMEA: 99.99.989

Número de partes	Descrição das partes	Função de cada parte	Número do item / Funções Revisadas do Subsistema
1	Terminal do Conduite	Amortecer vibração Fixar componente	Absorver vibração Fixar componente
2	Acabamento Superficial	Retardar corrosão	Isolar contato Permitir estanqueidade Permitir lay-out
3	Buchas Amortecedoras	Absorver vibração Isolar contato Resistir a intempérie	Prevenir desgaste Reduzir atrito Resistir a agentes quimicos
4	Capa	Fixar componente Suportar calor Suportar frio Resistir a agentes quimicos Resistir pedregulho Proteger componente Resistir a intempérie Permitir lay-out	Resistir a esforços Resistir a intempérie Retardar corrosão Suportar calor Suportar frio Transmitir Trabalho Unir componente
5	Conduite	Permitir lay-out Fixar componente	
6	Cordoalha	Transmitir carga Transmitir deslocamento Minimizar ineficiencia Permitir lay-out Unir componente Resistir a esforços	
7	Terminal	Unir componente Resistir a esforços	
8	Tubo Interno	Minimizar ineficiencia Prevenir desgaste Reduzir atrito	
9	Sanfona	Permitir estanqueidade	