

## **GERENCIAMENTO DE RISCO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE MELHORIAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DO FMEA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS**

Daniel Éder Vieira (FEPI) daniel.eder2010@gmail.com  
Paulo Henrique Paulista (FEPI) paulohpaulista@gmail.com  
Pâmela Ferreira Coelho (ETEP) pamelacoelho29@hotmail.com

### **Resumo**

A globalização trouxe inúmeras mudanças de paradigmas no decorrer dos anos. Por um lado, tal fenômeno tecnológico resultou na mudança de hábito por parte dos consumidores, que passaram a exigir mais quanto aos fatores de desempenho, segurança e qualidade de um produto ou serviço. Por outro lado, visando ganhar a preferência do mercado, as empresas passaram a ter como prioridade fundamental, a constância da melhoria dos processos. Em diversos segmentos da indústria, para uma empresa ficar a frente de seus concorrentes e se manter no mercado é preciso grandes esforços no sentido de empregar corretamente seus recursos e tecnologias. No segmento automotivo, o ambiente é de puro dinamismo e velocidade, o que faz com que a organização satisfaça aos anseios do mercado com flexibilidade. A alta demanda por produtos de melhor desempenho é sinal de um mercado cada vez mais atento quanto à confiabilidade e segurança, assim faz-se necessário a aplicação de ferramentas para analisar os possíveis modos de falha em um processo ou produto. Neste contexto, este artigo tem por objetivo apresentar a metodologia FMEA e a sua aplicação para a melhoria de montagem de uma conexão automotiva, visando garantir a qualidade e impedir que possíveis falhas possam ocorrer no processo.

**Palavras-Chaves:** FMEA; Melhoria; Análise.

### **1. Introdução**

No mundo atual a preocupação em relação à qualidade tornou-se um fator mais do que primordial para as organizações devido à crescente exigência por parte dos mercados. Além disso, outro fator significativo é a competição. O consumidor, a cada momento, passa a absorver um volume cada vez maior de informações, e isso o torna mais crítico e disputado pelo mercado. O cliente faz sua avaliação logo quando inicia o seu primeiro contato com a empresa, isso faz com que o atendimento pontual e isento de falhas seja um ponto primordial para a empresa ganhar a preferência do cliente. Segundo Corrêa (2010), os serviços realizados com qualidade levam a empresa a aumentar sua lucratividade, além de produzir um pacote de valores que leva à fidelização dos clientes.

Segundo Corrêa e Giansesi (2011), produzir produtos com qualidade é uma obrigação das empresas, porém esta não é uma tarefa fácil, para isso é necessário investir em treinamento dos funcionários, pois a pena pela produção de peças defeituosas é alta e pode acarretar em parada de produção. Diante deste cenário as empresas tem que solucionar os problemas de maneira mais rápida possível, de modo a evitar que os defeitos fluam ao longo do fluxo de produção, o único nível aceitável de defeitos é zero.

Desta forma, para manter a competitividade, as organizações precisam buscar formas de tornar os seus processos e produtos mais robustos e com custos menores para que desta forma o mercado passe a ter mais confiança na empresa. Atualmente, as empresas que adotam ferramentas gerenciais e controlam de maneira eficiente os seus custos e processos, conseguem ter sucesso em suas ações. Puente *et al.*(2002), afirma que a ferramenta FMEA (Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos), é utilizada para identificar as falhas atuais e potenciais e seus efeitos em sistemas e processos, com a finalidade de reduzir ou eliminar o risco associado à falha.

Corrêa e Giansesi (2011) completa que com a ênfase em prevenir problemas e através da flexibilidade dos trabalhadores, o processo torna-se mais robusto, com menos problemas de manutenção e com menor risco de falha. Isso permite que os problemas sejam identificados e resolvidos de maneira mais rápida sem prejudicar a confiabilidade.

O presente trabalho foi estruturado da seguinte forma: introdução; fundamentação teórica com ênfase nos conceitos da metodologia FMEA e sua aplicação; descrição da empresa; metodologia utilizada; descrição do processo produtivo, os resultados e discussões e por último serão apresentadas as considerações finais e as referências bibliográficas.

O objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia FMEA e fazer a aplicação desta ferramenta para analisar as causas e os erros de um processo de montagem de uma conexão automotiva, para que desta forma possa chegar a um plano de ação para a melhoria do processo em estudo.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1. Definição da ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)**

Conforme Palady (1997), o FMEA é utilizado como uma das técnicas de baixo risco mais eficientes para prevenção de problemas e identificação das soluções mais eficazes em termos de custos, com o objetivo de prevenir estes problemas.

Para Rozenfeld *et. al* (2006) a análise consiste fundamentalmente na formação de um grupo de pessoas que são responsáveis por identificar, para o produto/processo em questão, suas funções, os tipos de falhas que podem ocorrer, os efeitos e as possíveis causas desta falha. Posteriormente, são avaliados os riscos de cada causa de falha através de índices e, com base nesta avaliação, são tomadas as ações necessárias para diminuir estes riscos, aumentando a confiabilidade do produto/processo.

## **2.2. Aplicação do FMEA**

Na visão de Slack, Chambers e Johnston (2009) a ferramenta FMEA é um meio de identificar falhas antes que aconteçam, onde é utilizada uma lista de verificação (*checklist*), que é elaborada a cerca de três perguntas-chaves. Para cada causa possível de falha são questionados:

- Qual é a probabilidade de ocorrer à falha?
- Qual seria a consequência da falha?
- Com qual probabilidade essa falha é detectada antes que afete o cliente?

De acordo com Fernandes e Rebelato (2006), a ferramenta FMEA pode ser aplicada no sistema, no produto ou no processo. Sua aplicação permite definir a necessidade de alterações no projeto do produto ou do processo em suas fases iniciais, estabelecer prioridades para as ações de melhoria, auxiliar na definição de testes e validações de informações, na identificação de características críticas e na avaliação dos requisitos e alternativas.

## **2.3. Histórico do FMEA**

A ferramenta FMEA surgiu por volta de 1949 e destinava-se às análises de falhas em sistemas e equipamentos do exército americano, onde era avaliada a sua eficiência baseando-se no impacto sobre uma missão ou no sucesso de defesa pessoal de cada soldado. Na década de 60, foi aprimorado e desenvolvido pela NASA, quando foi tomando espaço nos setores aeronáuticos. Porém, desde 1976 vem sendo usada no ramo automobilístico e atualmente constitui-se numa ferramenta imprescindível para as empresas fornecedoras deste segmento. Observa-se que a maioria dos fornecedores da indústria automobilística utiliza esta ferramenta em consonância com a norma TS 16.949 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2002).

### **3. Caracterização da empresa**

A empresa em estudo é uma multinacional, situada no estado de Minas Gerais, fabricante de sistemas de transmissão de energia e sinais elétricos (conhecido também como chicote elétrico). Está situada em mais de 100 países, possui diversos centros de pesquisa e desenvolvimento e é reconhecida internacionalmente pela excelência em seus produtos e serviços.

O fluxo da empresa é composto pelas seguintes etapas:

- Recebimento de Materiais: etapa responsável pela identificação dos materiais e conferência de notas fiscais;
- Inspeção de Materiais: processo feito através de amostragem para avaliar a conformidade dos materiais recebidos;
- Estocar Materiais (almoxarifado): responsável pela alocação dos materiais recebidos e direcionamento para seus devidos lugares;
- Transporte de componentes do almoxarifado para linha de montagem: pode ser chamado também de Rotas de componentes, ele estabelece a conexão entre as diversas áreas, garantindo a entrega da peça certa, na hora certa e na quantidade certa;
- Transporte de fios do supermercado para as máquinas de corte: os fios são levados para as máquinas onde são cortados e aplicados os terminais, tornando-se assim, um circuito;
- Transporte do Corte para a linha de montagem: pode ser chamado também de Rotas de Circuitos, que leva os circuitos do corte para as linhas de montagem;
- Montagem: onde são fabricados os produtos;
- Teste elétrico: onde os produtos são testados;
- Expedição: onde ficam armazenados os produtos prontos e enviados ao cliente pelo processo de *Just in Time*.

### **4. Processo produtivo**

Trata-se de uma linha de produção integrada composta por:

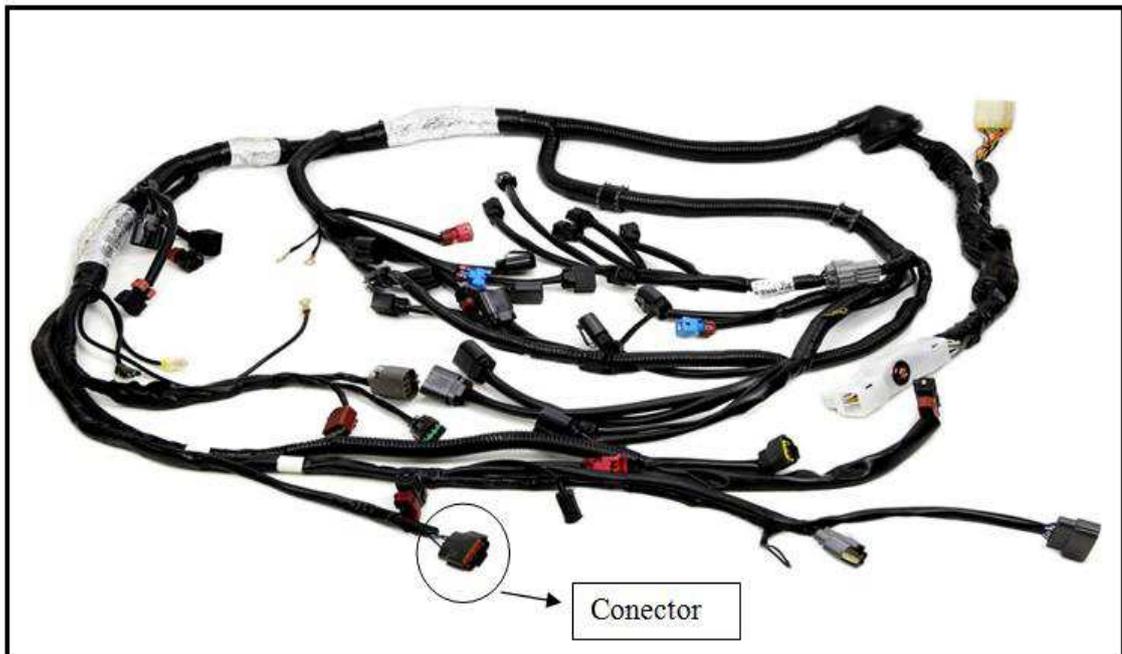
- Junção: sua função é unir dois ou mais cabos;
- *Skate*: onde é feita a ligação de parte do chicote;

- Célula de Kit ou submontagem: onde é feita a ligação e caso solicite, enfaixamento, entre outras aplicações.
- Conveyors: são as mesas de montagem e acabamento do chicote onde finaliza o processo de fabricação;
- Teste Elétrico: onde são testadas e verificadas se há ausência ou intermitência de sinal elétrico.
- Embalagem do Chicote: onde o produto é embalado e colocado em cestos para serem enviados para a expedição;

O chicote acabado é formado pelo conjunto de circuitos elétricos (cabos), conexões, itens de fixação e acabamento, visando interligar funcionalmente os diversos módulos e dispositivos eletroeletrônicos do veículo.

Para ilustrar o que foi descrito anteriormente, a seguir pode-se entender melhor o que é um chicote elétrico através da Figura 1.

Figura 1 – Exemplo de chicote elétrico automotivo



Fonte: Elaborado pelos autores

## 5. Metodologia

Esta pesquisa, em relação à abordagem do problema, é caracterizada como qualitativa e no que tange aos procedimentos técnicos é um estudo de caso. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida com base em livros e artigos científicos.

## **6. Estudo de caso**

Para Miguel (2007), o estudo de caso é um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas.

Para chegar ao objetivo esperado, esta pesquisa foi desenvolvida e dividida em duas fases: a primeira refere-se a uma pesquisa bibliográfica e a segunda fase foi a aplicação do FMEA reverso em uma linha de montagem que estava tendo altos índices de erros (FTQ).

O sigla FTQ é de origem do idioma inglês e quando traduzida para o português significa qualidade na primeira vez. Este FTQ é atualizado hora a hora na produção.

Para entender melhor, o planejamento para estudar o problema foi dividido nas seguintes etapas:

1º Passo: reuniões com os responsáveis da linha de montagem;

2º Passo: identificar o maior índice de erro (denominado FTQ), de um determinado período de tempo;

3º Passo: analisar o posto de trabalho levando em consideração os seguintes fatores: mão-de-obra, matéria-prima, máquina e método. Desta forma o processo pôde ser entendido de maneira mais detalhada;

4º Passo: listar todas as formas possíveis segundo as quais os componentes poderiam falhar;

5º Passo: identificar a causa raiz do problema;

6º Passo: investigar a ação que pudesse minimizar os erros e sugerir uma medida corretiva para a falha que estava ocorrendo no conector da imagem abaixo:

Quadro 1 – Modos de falha

Processo	Modo de Falha	Efeito Potencial	Severidade	Causa Potencial	Ocorrência	Controle Atual de Detecção	Detecção
Montagem das Conexões	Circuito Invertido	Ausência ou intermitência do sinal elétrico em itens críticos do veículo	8	Não seguimento da Sistemática de Montagem	2	Holder para teste de Continuidade Elétrica	4
	Terminal Recuado/ Desligado	Ausência ou intermitência do sinal elétrico em itens críticos do veículo	8	Não seguimento da Sistemática de ligue-clique-puxe	3	Holder para teste de terminal desligado	4
	Circuito Faltante	Ausência ou intermitência do sinal elétrico em itens críticos do veículo	8	Não seguimento da Sistemática de Montagem	3	Holder para teste de Continuidade Elétrica	4

Fonte: Elaborado pelos autores

### 6.1. Descrição do problema

Utilizou-se a ferramenta FMEA para a resolução de um problema que estava ocorrendo em uma linha de montagem gerando uma forma sistemática de hierarquizar informações sobre as falhas, estabelecendo-se, portanto, um sistema de prioridades de melhorias, investimento e desenvolvimento.

Utilizando-se de um sistema computacional desenvolvido na empresa para uso no FMEA, foram filtradas as linhas de montagem com maior índice de erro (FTQ) identificado no teste elétrico após o acabamento do chicote. Atento a grande divergência de erro, foi constatado um elevado índice de falha (FTQ) no conector em estudo.

Após a análise feita através das informações supracitadas acima, ainda foram analisadas as ajudas visuais e os desenhos fixados nas bancadas que auxiliam os operadores no sequenciamento de ligação do circuito no conector, porém, isto não era um fator que influenciava diretamente o problema. Foi então constatado que a causa raiz do problema estava na característica do conector, pois para fazer a inserção do circuito na cavidade do conector o operador precisa visualizar qual era o lado correto para fazer a ligação e em muitos casos o operador fazia esse processo de maneira incorreta.

A Figura 2 exemplifica a bancada de montagem que o operador executa suas atividades de montagem:

Figura 2 – Bancada de produção de parte do chicote elétrico

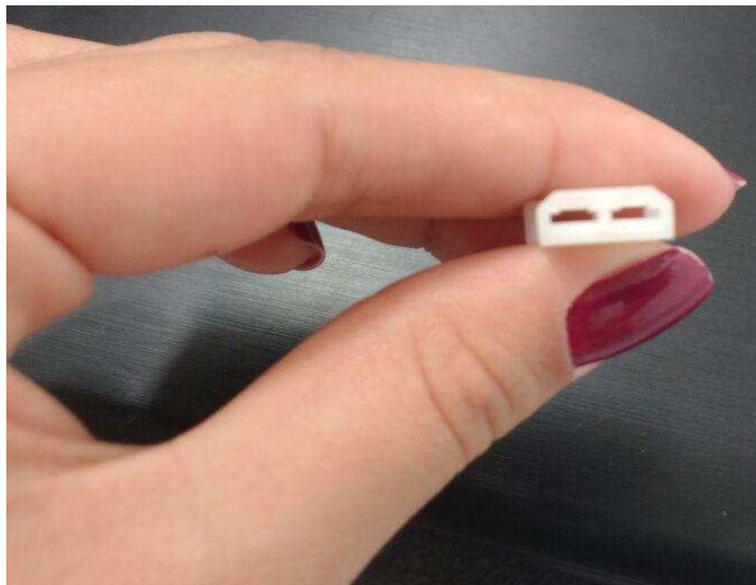


Fonte: Elaborado pelos autores

A descrição para a ligação correta tem que ser feita obedecendo aos seguintes passos:

1º Passo: pegar o conector e olhar a sua parte posterior (possui um chanfro nos cantos superiores) de acordo com a Figura 3.

Figura 3 – Parte posterior do conector



Fonte: Elaborado pelos autores

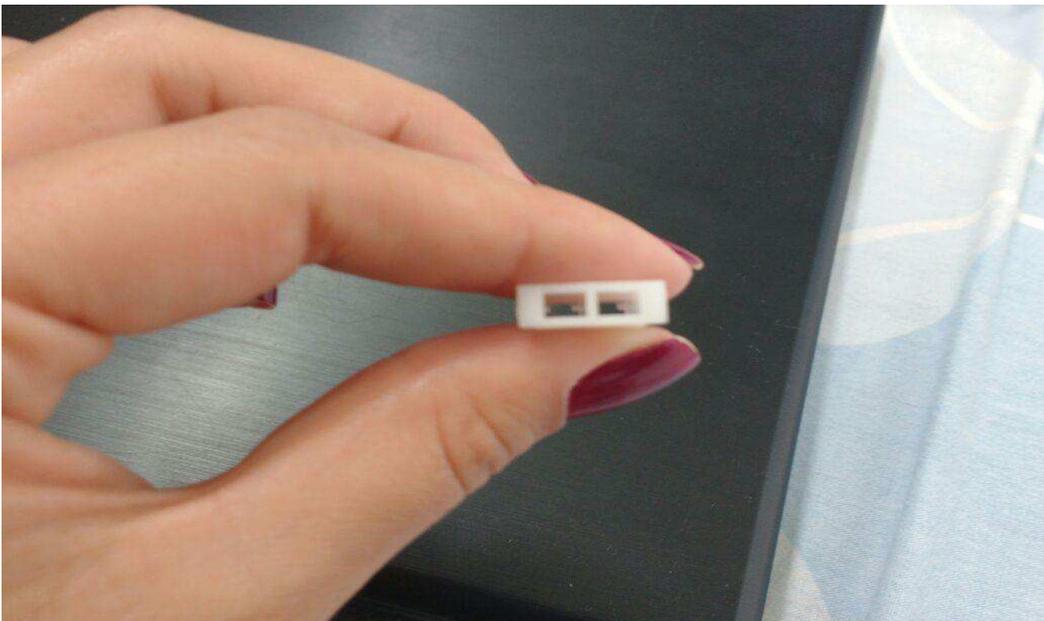
2º Passo: fazer giro de 180° no conector de maneira horizontal, de acordo com a Figura 4 e em seguida fazer a ligação do circuito de acordo com a ajuda visual que está localizada na estação de trabalho.

Figura 4 – Posição horizontal do conector



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 5 – Posição certa para fazer a ligação dos circuitos no conector



Fonte: Elaborado pelos autores

## 6.2. Sugestão de melhoria

Através do levantamento do erro operacional foi feito um *Brainstorming* para a melhor solução para o problema. Sugeriu-se então a criação de um *Holder Mecânico* (ferramenta de conexão feita com material de resina que corresponde a cópia do conector) para ser fixado na bancada de montagem, ele tem o encaixe perfeito do conector, assim, elimina-se o giro que o operador faz na peça e garante a ligação do lado correto do conector, além de ganhar tempo e reduzir retrabalho.

## 7. Considerações finais

Quando aplicada de maneira correta, a ferramenta FMEA pode assumir um papel extremamente importante para a organização. Para isso, é preciso compreendê-la de maneira clara e abrangente antes de ser usada. Através da compreensão a organização precisa firmar o comprometimento de todos os envolvidos para que os resultados de sua aplicação possam ser cada vez mais satisfatórios.

Portanto, conclui-se que o FMEA pode ser considerado um elemento chave no processo de planejamento de qualidade em uma organização. Indiscutivelmente, as organizações que a utilizarem de forma correta, suplantando, inclusive, as desvantagens mencionadas anteriormente pouparão tempo e dinheiro na identificação e resolução de problemas, e apresentarão níveis relativamente mais elevados de qualidade, produtividade, confiabilidade e, conseqüentemente, satisfação dos seus clientes.

Por fim, o presente trabalho utilizou a ferramenta FMEA com a finalidade de realizar o gerenciamento de riscos na organização que poderiam originar em um defeito grave no cliente, e por meio desta análise a equipe sugeriu medidas corretivas que ainda serão implementadas para eliminar novos defeitos.

## REFERÊNCIAS

CORRÊA, Henrique. **Lucratividade por meio de operações e de satisfação dos clientes**. 1º ed, São Paulo, 2010.

CORRÊA, Henrique. Luiz.; GIANESI, Irineu. G. N. **Just in Time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

FERNANDES, J. M. R.; REBELATO, M. G. **Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA**. Revista Gestão & Produção, v. 13, n. 2, p. 245-259, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-530X2006000200007>> Acesso em: 29/12/2016

*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO/TS 16949:2002 – Quality Management Systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2000 for automotive production and relevant service part organizations. Genebra, 2002.*

MIGUEL, Paulo Cauchick A., Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, Jan./Abr. 2007.

PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos: Provendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. Tradução Outras Palavras, São Paulo: IMAN, 1997.

PUENTE, Javier.; PINO, Raúl.; PRIORE, Paolo.; FUENTE, David de La. *A decision support system for applying failure mode and effects analysis. International Journal of Quality & Reliability Management*, **Bradford**, v. 19, n. 2, 2002.

ROZENFELD, Henrique. *et al.* **Gestão de Desenvolvimento de Produtos –uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SLACK, Nigel; CHAMBERS e JOHNSTON. **Administração da produção e operações**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.