

Avaliação de riscos utilizando a ferramenta FMEA reverso (RFMEA): Estudo de caso em uma empresa do ramo autopeças

Evaluation of risks using the FMEA reverse tool (RFMEA): Case study at an auto parts company

Francisco Ignácio Giocondo Cesar* – giocondo.cesar@gmail.com
Ieda Kanahiro Makiya* – ieda.makiya@fca.unicamp.br

*Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP), Limeira, SP

Article History:

Submitted: 2019 - 02 - 13

Revised: 2019 - 03 - 07

Accepted: 2019 - 03 - 22

Resumo: Este artigo descreve a aplicação uma nova ferramenta que utiliza a extensão do Modo de Falha e Análise de Efeitos (FMEA) para análise dos riscos do projeto e que está sendo rotulada como FMEA Reverso (RFMEA). A proposta deste arquivo é descrever a aplicação e acompanhar a utilização desta ferramenta que é uma modificação da já consolidada técnica FMEA de processo, produto e serviço. Com o objetivo de conhecer o que já existe na literatura sobre o assunto aqui abordado, foi realizado uma pesquisa bibliográfica exploratória, com a finalidade de identificar ferramentas e métodos utilizados. Para ilustrar o estudo foi acompanhado a sua aplicação em uma indústria do ramo de autopeças em seu processo de fabricação, buscando a prevenção e redução dos riscos de falhas, melhorando processos e dispositivos, e ao final, comparar a situação atual com os resultados futuro. Os resultados obtidos foram a melhora no processo, redução dos riscos e dos custos diretos e indiretos de aproximadamente 70%. Os benefícios do RFMEA incluem um foco maior na prevenção de riscos e sua contingência, melhorando a integração e a participação da equipe de projeto, que possibilitou um melhor gerenciamento dos riscos e o desenvolvimento de ações de melhoria do processo e mitigação assim os riscos.
Palavras Chaves: FMEA, RFMEA, Melhoria da Qualidade, Redução de Riscos, Redução de falhas.

Abstract: This article describes the application of a new tool that uses the extension of Failure Mode and Analysis of Effects (FMEA) for project risk analysis and which is being labeled as FMEA Reverse (RFMEA). The purpose of this file is to describe the application and monitor the use of this tool, which is a modification of the already consolidated process, product and service FMEA technique. With the purpose of knowing what already exists in the literature on the subject here approached, an exploratory bibliographical research was carried out, in order to identify tools and methods used. To illustrate the study was followed by its application in an auto parts industry in its manufacturing process, seeking to prevent and reduce the risks of failures, improving processes and devices, and in the end, compare the current situation with future results. The results obtained were the improvement in the process, reduction of risks and direct and indirect costs of approximately 70%. The benefits of RFMEA include a greater focus on risk prevention and contingency, improving integration and participation of the project team, enabling better risk management and the development of process improvement actions and mitigation of risks.

Keywords: FMEA, RFMEA, Quality Improvement, Risk Reduction, Disaster Reduction.

1. Introdução

Com a crescente competição global, os projetos no universo da indústria, são desenvolvidos em um ambiente complexo e dinâmico, cheios de incerteza e riscos, condições estas que causam o não atingimento das metas tais como: scope, tempo, custo e qualidade (Shenhar *et al.*, 2002; Assaf e Al-Hejji, 2006).

O gerenciamento dos riscos do projeto tem se tornado um fator de grande atenção das empresas atualmente, com a finalidade de reduzir custos e para a melhoria de produtos e processos. As normas da série ISO 9000, na versão 2015 (Hoyle, 2017), focam a avaliação de riscos assim como a nova norma IATF 16.249 (Iatf, 2016), que é aplicada somente para as indústrias do setor automotivo. Desta forma, os requisitos de ações preventivas foram reforçados com a inclusão de requisitos de gerenciamento de riscos.

Isso deixa claro a preocupação em identificar, controlar e mitigar os riscos desde o projeto, passando pelo processo e produção das empresas na atualmente. O uso de ferramentas preventivas para auxiliar na identificação dos riscos já é utilizado como, o FMEA de processo que é uma ferramenta totalmente preventiva, ferramenta esta que tem enfoque nos novos projetos e processos, e que começa a ser utilizada de outras formas para o levantamento dos riscos. Esta nova forma de abordagem desta ferramenta, é o objetivo deste artigo, utilizando uma aplicação de um estudo de caso do RFMEA no processo.

Esta ferramenta – RFMEA - foi desenvolvida pela indústria de autopeças com a finalidade de identificar e validar todos os modos de falhas potenciais e controles objetivando a redução de custos, refugos e tempo, nos processos já definidos e implementados e também para os novos projetos que estão no início da produção. A sua aplicação tem contribuído para a melhoria contínua dos produtos e processos e auxilia diretamente no gerenciamento e na mitigação dos riscos.

Neste sentido, este artigo tem como objetivo, descrever a aplicação do RFMEA através de um estudo de sua aplicação no processo em uma empresa de segmento automotivo. Sendo que, o estudo da aplicação desta ferramenta de RFMEA foi realizado em uma linha de montagem para: (a) Redução de refugo no processo produtivo; (b) Assegurar que os dispositivos de Poka Yoke estão operantes e executando suas funções de forma correta; (d) Redução de custo no processo; (e) Assegurar a qualidade dos produtos através da identificação dos riscos.

2. Referencial teórico

2.1 FMEA

A técnica do FMEA inicialmente foi utilizada no processo militar dos EUA – MIL-P-1629 de 1949, sendo este um dos marcos do início do uso desta técnica. Atualmente é muito utilizada pela indústria do ramo automotivo e é um dos “core tools” que complementam a norma ISO/TS 16949, que a partir de 2015 passou a ser IATF 16949. Norma esta exigida pelas grandes montadoras para toda a cadeia de seus fornecedores. É uma norma de certificação do sistema da qualidade.

O FMEA é usado no desenvolvimento de produtos e processos e em conjunto com ferramentas como FTA, APQP, QFD, DOE, 8D entre outras. É considerada uma ferramenta preventiva pois é um processo de gerenciamento de risco do projeto e do processo devido a sua facilidade de uso e pelo seu formato familiar. Com esta ferramenta é possível avaliar e minimizar riscos de falha por meio de análises juntamente com a implementação de ações aumentando assim a confiabilidade (Carbone e Tippett, 2004).

A princípio, esta ferramenta era utilizada para desenvolvimento de novos projetos, mas com o tempo, ela passou a ser utilizada também para correção de falhas em produtos e processos existentes. De acordo com Ferreira (2003), de uma forma geral, o FMEA é uma sessão de brainstorming sistemática, com o objetivo de identificar o que pode acontecer de errado dentro de um sistema (produto) ou de um processo. Essencialmente, no FMEA para cada componente de um sistema ou de um processo, são identificados todos os modos possíveis de falhas. Para cada um destes modos de falhas são listados os efeitos, ou as consequências, das mesmas para todo o sistema, ou subsistema.

2.2 RFMEA

O RFMEA é multifuncional e funciona como uma ferramenta de avaliação de risco e planejamento de melhorias e verificação, ou seja, é utilizado para melhoria contínua do processo. Com RFMEA é feita uma análise de cada item, em cada operação dos processos em linhas de usinagem, montagem de forma a evitar modos de falha, em consequência evitar a ocorrência de possíveis defeitos. Com foco no “DO” do Ciclo PDCA para melhoria contínua.

Ao usar a abordagem RFMEA, existem alguns requisitos modificações para o formato FMEA padrão. O projeto RFMEA é uma ferramenta para identificar, quantificar e remover ou reduzir riscos em um ambiente de projeto *versus* os aspectos técnicos do produto, como identificada no FMEA. O RFMEA é usado em conjunto com os FMEAs desenvolvidos para

design de produtos, desenvolvimento de processos, e implantação de serviços (Carbone e Tippett, 2004).

2.3 *Melhoria contínua*

De acordo com Bessant e Francis (1999), a melhoria contínua pode ser definida como um processo de inovação incremental, focada e contínua, envolvendo toda a organização. Seus pequenos passos, alta frequência e pequenos ciclos de mudanças vistos separadamente têm pequenos impactos, mas somados podem trazer uma contribuição significativa para o desempenho da empresa.

Gavrin (1992) destaca que, para vencer a cultura de “apagar incêndios”, a organização deve desenvolver uma cultura interna que promova a aprendizagem por meio de ações que visem a melhoria contínua dos processos.

A prática de uma política pela empresa da melhoria contínua, apresenta uma vantagem estratégica de seu negócio, pois é vista não apenas de simples posse de ativos ou de determinada posição do produto/mercado, mas de uma coleção de atributos que são construídas ao longo do tempo de forma altamente específica da empresa e que fornecem a base para alcançar e manter a vantagem competitiva em um ambiente de incerteza e em rápida mudança (Bessant e Francis, 1999). Normalmente, três elementos possibilitam a melhoria contínua: caminhos, posição e processos (Tidd *et al.*, 1997). Os dois primeiros dizem respeito ao conjunto de competências que a organização acumulou e a posição particular que pode adotar no seu produto/mercado e meio ambiente em que atua. No entanto, o terceiro é de particular interesse, uma vez que se trata do conjunto de rotinas comportamentais específicas da empresa que caracterizam "a forma de fazer as coisas na organização" e que descrevem como a organização aborda questões de inovação, aprendizagem e renovação.

2.4 *Redução de riscos*

Risco pode ser amplamente definido como uma chance de perigo, dano, perda, ou qualquer consequência indesejável (Harland *et al.*, 2003). Brito (2007) conceitua como a possibilidade de algum evento afetar negativamente qualquer pessoa ou empresa. De forma mais específica e levando o conceito para o ambiente empresarial, Marshall (2002) considera o risco como a possibilidade de eventos incertos causarem prejuízos ou alterações nas receitas futuras; para Santos (2002), é o grau de incerteza desses eventos, que, em caso de ocorrência, resultará em prejuízo para organização.

Para Ritchie e Brindley (2007), a palavra risco está associada a eventos que potencialmente influenciam a continuidade do negócio em termos de eficiência e/ou eficácia. Os riscos muitas vezes se tangenciam e interagem entre si e acabam se somando podendo afetar o resultado organizacional com mostra a Figura 1.

Figura 1 - Tipos de riscos e seu impacto nos resultados organizacionais



Fonte: Adaptado de Ritchie e Brindley (2007)

3. Metodologia

Como o objetivo de conhecer o que já existe na literatura sobre o RFMEA, foi realizado uma pesquisa bibliográfica exploratória, com a finalidade de identificar ferramentas e métodos utilizados. Para ilustrar esta nova abordagem, foi realizado um estudo de caso em uma indústria do ramo de autopeças.

O objetivo foi acompanhar a aplicação da ferramenta no processo de fabricação que observa os pontos de melhorias e correções buscando a prevenção e redução dos riscos de falhas, melhoria e também melhorando dispositivos já existentes.

O estudo foi realizado com foco em um processo de montagem com a finalidade de comparar a situação atual com a futura, isto é, o antes e o depois da aplicação do RFMEA, assim como para o levantamento dos resultados obtidos tais como redução dos custos diretos e indiretos.

Antes da aplicação da ferramenta, foram coletados dados referentes a quantidades de refugos e problemas encontrados na fábrica e no cliente a fim de fazer um comparativo do antes e depois do uso da ferramenta, verificando assim sua eficácia. A coleta de dados de refugos se

deu através do sistema já existente na empresa, onde se identifica o tipo de problema que gerou o refugo e a quantidade de peças refugadas.

Após a aplicação do RFMEA, verificando os potenciais riscos de defeitos, definição de ações corretivas e mudanças propostas, foram avaliados os novos índices de refugos no processo.

4. Estudo de caso

4.1 Caracterização da Empresa

Para este estudo de caso, a empresa analisada é uma multinacional do segmento automotivo da primeira camada de fornecedores. Com mais de 200 indústrias espalhadas em 26 países em todo mundo, sendo que destas, 6 fábricas estão no Brasil na qual empregam cerca de 4.200 colaboradores, localizada no interior do estado de São Paulo, caracterizada por produzir sistemas de direção, cinto de segurança, *airbags*, etc.

Trata-se de uma empresa fundada na Alemanha, com mais de 80 anos de mercado europeu, e mais de 35 anos no mercado brasileiro. A unidade estudada tem como característica fornecimento de 85% nacional 15% exportação, sendo representado atualmente um faturamento anual de aproximadamente R\$ 150 milhões (2015).

Os indicadores da indústria brasileira de autopeças demonstram sua amplitude e importância. Em 2016, os associados do SINDIPEÇAS registraram faturamento nominal de R\$ 63 milhões. Em dólares, convertidos pela taxa média do câmbio, o total faturado foi US\$ 18,1 bilhões. As vendas para montadora, principal segmento de mercado representa 57,5%; reposição, 23,7%; exportação, 12,9%; e os negócios intrassetoriais (de um fabricante de autopeças para outro), 5,9%. Nesse ano, o setor empregou 162,2 mil trabalhadores. O setor de autopeças, devido à crise que o país vem passando tem ocorrido quedas significativas nos últimos anos, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 - Produção física industrial de autopeças e automotivo



Fonte: SINDIPEÇAS (2016)

4.2 Considerações iniciais

Este estudo foi realizado no produto *airbags*, que são equipamentos para segurança veicular que consistem em bolsas de ar que tem como objetivo proteger os ocupantes do veículo em caso de colisão. A bolsa impede que o condutor e passageiros batam contra as partes rígidas do automóvel, no momento da colisão do veículo, a bolsa infla imediatamente e se esvazia, diminuindo assim o impacto aos passageiros. É utilizado somente uma vez, tendo de ser substituído depois de acionado.

O sistema de *airbag* é composto por uma central eletrônica que mede a desaceleração do veículo em caso de colisão, sendo necessário ela aciona uma reação química que libera um gás que infla a bolsa para proteção dos ocupantes. O tempo entre o reconhecimento da desaceleração até inflar a bolsa é de um décimo de segundo.

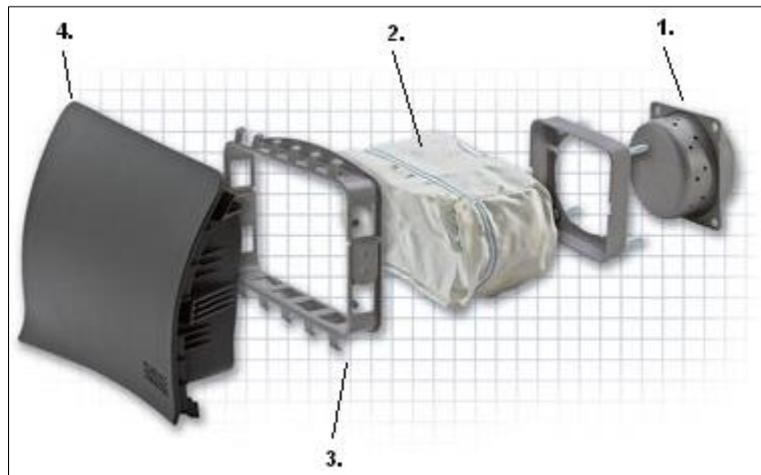
As formas de *airbags* variam, sendo os mais comuns os *airbags* frontais de volante e tabliê, laterais, nos bancos do carro, para os joelhos do condutor e os *airbags* de cortina, instalados sobre as janelas do automóvel.

O *airbag* foi inventado pelo americano John W. Hetrick em 1952, porém só iniciou seu uso nos anos 70 devido estudo para seu aperfeiçoamento, como velocidade de abertura, tamanho da bolsa, gás utilizado e se o estouro da bolsa poderia prejudicar os passageiros. Em 1980 a Mercedes foi a primeira a oferecer os *airbags* como equipamento padrão, porém deveria ser utilizado exclusivamente com o cinto de segurança colocado. Oito anos depois o seu uso era obrigatório em todos os carros vendidos nos Estados Unidos.

Seu uso na Europa aconteceu no início dos anos 90 e só foi aceito como equipamento padronizado após os anos 2000. Nos dias de hoje é incomum ver carros novos que não tenham no mínimo os *airbags* frontais.

Os *airbags* variam conforme design do cliente, porém são geralmente compostos por *Inflator* (1), Retentor da bolsa, Bolsa (2), Caixa Metálica (3) e *Cover* (4) (ver Figura 3).

Figura 3 - *Airbag* passageiro



Fonte: AUTOLIV (2017)

4.3 Descrição estudo de caso

A aplicação do RFMEA na empresa foi realizada por uma equipe multidisciplinar formada por Engenheiros da Qualidade, Engenheiros de Processo, Supervisor de Produção responsável pela linha de montagem, facilitador da linha e operadores do processo de montagem de *airbags*.

A empresa possui um procedimento de RFMEA que descreve toda a sistemática e que apresenta um *Check List* (ver Tabela 1) pré-definido de acordo com o processo a ser avaliado e a sistemática de pontuação com cores sendo elas **em verde, amarelo e vermelho**.

Verde: Método de detecção de processo está dentro da estação em que a peça está sendo fabricada. O modo de falha é detectado na própria estação.

Na data agendada com antecedência a equipe definida, antes de iniciarem as simulações dos modos de falha deve ser feita verificação dos riscos de mistura de itens comprados na linha a ser analisada como nas próximas que podem conter componentes e assegurar que não há mistura. Para tanto, pede-se para o operador executar a montagem com a peça similar para analisar se é possível a montagem e se os controles do processo reconhecem o componente incorreto. Feito isso se inicia as análises e simulações na sequência das operações de processo.

Para a simulação dos modos de falhas seguindo o *Check List*, pede-se para o operador realizar montagens em ordem incorreta, não seguindo o processo padrão estabelecido, de todas as formas cabíveis e imaginadas pela equipe.

Após verificação de todo o processo, o auditor faz um *Cross Check* para verificar se os modos de falhas estão contemplados no FMEA, e continuando o processo preenchendo o formulário de GAP Análises, onde se descreve o problema, possíveis ações e pontua-se os custos, tempo, redução do problema e severidade. De acordo com o resultado da análise dos riscos, um plano de ação é definido, tanto para itens amarelos, quanto para itens vermelhos. Priorizando os itens com uma maior severidade.

As pontuações são de 1 a 5 onde a pontuação 1 é classificada como baixa severidade e 5 é classificada como severidade alta.

O plano de ação é encaminhado para os responsáveis pela execução, os quais determinam os prazos para as ações. As ações corretivas nem sempre serão requeridas. Por questões de tecnologia, severidade da falha, etc., a recomendação poderá ser “Nenhuma ação corretiva requerida”. Neste cenário o Diretor da Qualidade, Gerente de Planta e a equipe do RFMEA deve concordar e documentar a justificativa. Após ações implementadas, deve-se fazer uma nova análise.

Vale salientar que antes da ferramenta de RFMEA, o FMEA de processo era validado no início do projeto, os controles e *poka-yokes* disponibilizados de acordo com a análise do modo de falha realizada. As revisões eram realizadas quando havia um problema no cliente ou grande quantidade de refugo. A utilização do RFMEA trouxe a liberdade de fazer várias simulações para detectar possíveis modos de falhas e a redução das mesmas.

Tabela 1 - Check List pré definido para Linhas de Montagem

FMEA Reverso- Montagem							
ESTAÇÃO #:		Descrição Processo:			Date:		
Potencial Modo de Falha: ↓ Part # / Descrição →							
1	Pode este componente ser instalado incorretamente? Como? (ex. de cabeça para baixo, para trás)	Sim Não			Sim Não		
	Existe um método para DETECTAR os componentes instalados incorretamente?	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado
	Descreva o método para detectar e indique na estação de trabalho sendo realizado						
2	Se um componente é DEIXADO DE FORA , ele pode ser detectado?	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado
	Descreva o método para detectar e indique na estação de trabalho sendo realizado						
3	Pode um SIMILAR MAS INCORRETO componente ser instalado?	Sim Não			Sim Não		
	Existe um método para DETECTAR a instalação do componente parecido mas incorreto?	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado
	Descreva o método para detectar e indique na estação de trabalho sendo realizado						
4	Existe a possibilidade de uma peça cair durante o processo e ficar alojada durante a montagem? (peça BONUS)?	Sim Não			Sim Não		
	Existe um método para DETECTAR um componente que está faltando na montagem?	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado
	Descreva o método para detectar e indique na estação de trabalho sendo realizado						
5	Pode um componente DANIFICADO ser instalado?	Sim Não			Sim Não		
	Se sim, existe um método para DETECTAR o componente danificado?	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado
	Descreva o método para detectar e indique na estação de trabalho sendo realizado						
6	Existem problemas de Contaminação que podem ser identificados? (Armazenamento das peças, esteiras de limpeza, etc.)	Sim Não			Sim Não		
	Se sim, existe um método para DETECTAR a contaminação?	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado	Sim Na Estação	Sim Outra estação	Não Detectado
	Descreva o método para detectar e indique na estação de trabalho sendo realizado						
7	Pode uma Estação de Reparação instalar este componente?	Sim Não			Sim Não		
	Tem um RFMEA sendo concluído na estação de reparação?	Sim Não			Sim Não		
8	Pode uma etiqueta ou Part Number estar incorreto?	Sim Não			Sim Não		
	Existem caixas de refugo conectadas com Controle PLC?	Sim Não			Sim Não		
9	As ferramentas de instalação são requeridas?	Sim Não			Sim Não		
	Se sim, existem ferramentas reservas disponíveis?	Sim Não			Sim Não		
10	Podem partes ou equipamento serem danificados durante a instalação?	Sim Não			Sim Não		
11	Se a energia cair ou o processo ser interrompido, o processo será finalizado corretamente quando a energia voltar?	Sim Não			Sim Não		
12	Existe Instrução de Trabalho para máquina, ferramenta, e gage set-up?	Sim Não			Sim Não		
	Tudo foi compreendido? Está sendo realizado? Está sendo seguido?	Sim Não	Sim Não	Sim Não	Sim Não	Sim Não	
13	RFMEA Rating (Circle One)	Verde	Amarelo	Vermelho	Verde	Amarelo	Vermelho
CONDUZIDO POR:		MEMBRO TIME:			MEMBRO TIME:		
RFMEA Rating Definitions:							
AMARELO: Não existe um método de DETECÇÃO no processo. Erros são capazes de acontecer e de deixar o processo sem serem detectadas. Problema será detectado nos processos seguintes antes do envio (i.e. estação testes).							
VERMELHO: Não existe um método para DETECTAR. Erros são capazes de acontecer e de deixar o processo sem serem detectadas. Erro não será detectado nos processos seguintes antes do envio							

Amarelo: Processo tem método de detecção dentro da planta. – O modo de falha pode ocorrer e não serem detectados na estação que está sendo fabricado e somente será detectado na próxima estação e antes do envio (ex. estações de testes ou outras).

Vermelho: Nenhum método de detecção. Os modos de falha são capazes de ocorrer e saírem da estação sem serem detectados nas estações subsequentes antes do envio ao cliente. Os recursos visuais e documentação de processo não são meios eficazes de detecção e não devem ser avaliados como tal.

4.4. Plano de Implantação

O primeiro passo é realizar uma nova verificação de todas as operações descritas no FMEA é o procedimento de análise do RFMEA

A ferramenta RFMEA que aplicamos para desenvolver este trabalho possui técnicas diferentes, realiza simulações no processo de forma que qualquer pessoa alheia ao processo possa identificar possíveis falhas. Após a identificação volta-se ao FMEA e avaliar se ele contempla as falhas detectadas, caso contrário deve-se revisar de acordo com as prioridades dos itens e atualizar o FMEA.

Linha de montagem Drive Airbag

No RFMEA do CDA (*Cover Drive Airbag*) detectou-se uma falha onde o logo do cover sofria leves ondulações após prensagem.

Conforme podemos ver a capa do *airbag* (Figura 4), com local específico para a inserção da logomarca do cliente, o dispositivo desce realizando uma prensagem na parte de trás da capa.

Figura 4 - Cover Driver Airbag



Como ação corretiva do RFMEA a máquina de prensagem passou por reajustes da carga de prensagem, ajustes nos cames de prensagem e colocou-se um feltro na parte de trás do CDA para evitar que a logomarca fosse danificada.

A pontuação de severidade para este modo de falha foi alta, pois a mesma pode ser detectada pelo cliente final. Nota: 5.

Na aplicação do RFMEA, detectou-se que os sensores de presença (Figura 5) da bolsa estavam direcionados para centro da bolsa e não para as extremidades, que seria a posição correta para detectar que a bolsa estava completamente aberta antes da operação de dobra. Ação

definida foi ajustar dos “sensores de presença” que estavam fora de posição, desta forma não tem perda de eficiência na hora de abertura da bolsa quando acionada. Nota de severidade: 5.

Figura 5 - Sensores de presença na montagem do CDA



Linha de montagem Passenger Airbag

No processo de montagem de *Passenger AirBag*, agiu-se na célula de prensagem da bolsa no alojamento, o processo permitia ao operador realizar a operação de prensagem da bolsa sem uma das guias, o que poderia gerar danos à bolsa, como por exemplo, cortes, ou ao não atendendo aos requisitos de funcionalidade. As guias são de extrema importância para manter a bolsa dentro do alojamento.

Na célula havia um sensor de presença (ver Figura 6), porém apenas de um lado. Sendo assim, o sistema liberava o processo mesmo que a outra guia não estivesse no lugar presente.

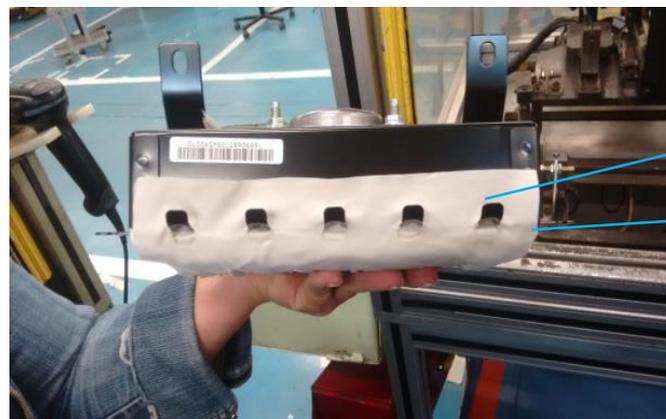
Este tipo de ação corretiva é um excelente caso de melhoria contínua. A nota de priorização para este problema foi “5”.

Na operação seguinte o sensor de presença já existia, porém não fazia a verificação da bolsa em todos os ganchos (ver Figura 7), podendo assim, liberar peças faltando o encaixe do *Bag Wrap* em alguns ganchos, o que não era percebido apesar das auditorias de *Mistake Proofing*, pois as peças padrão de prova e reprova estavam sendo detectadas pelo sensor de presença.

Figura 6 - Sensor de presença na montagem do passenger Airbag

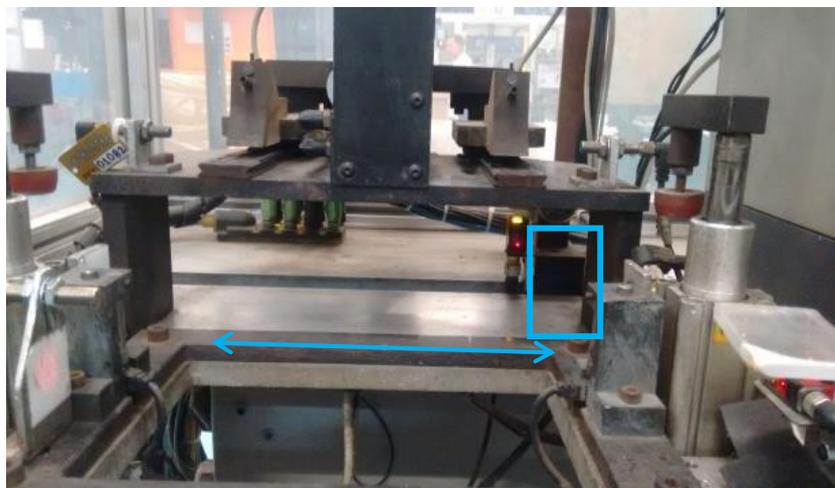


Figura 7 - Bag Wrap



A ação corretiva foi recalibrar o sensor de presença e aumentar o percurso (ver Figura 8) para analisar todos os ganchos. A nota de priorização para este problema foi “5”.

Figura 8 - Aumento do percurso do sensor de presença



Driver e Passenger Airbag

Para uma melhoria contínua e evitar refugo e perdas de matéria prima, as bandejas de disposição das bolsas foram substituídas por bandejas maiores (Figura 9) evitando assim qualquer contato da bolsa com as bordas das bandejas. A nota de priorização para este problema foi 5.

Figura 9 - Bandeja nova de bolsas airbag



5. Análise dos resultados (comparativos)

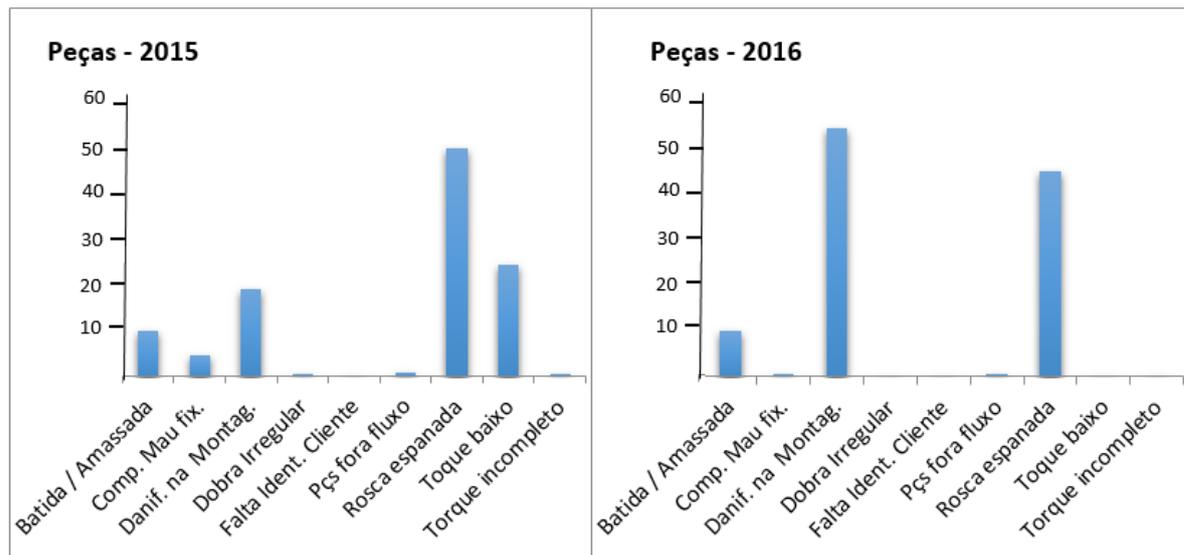
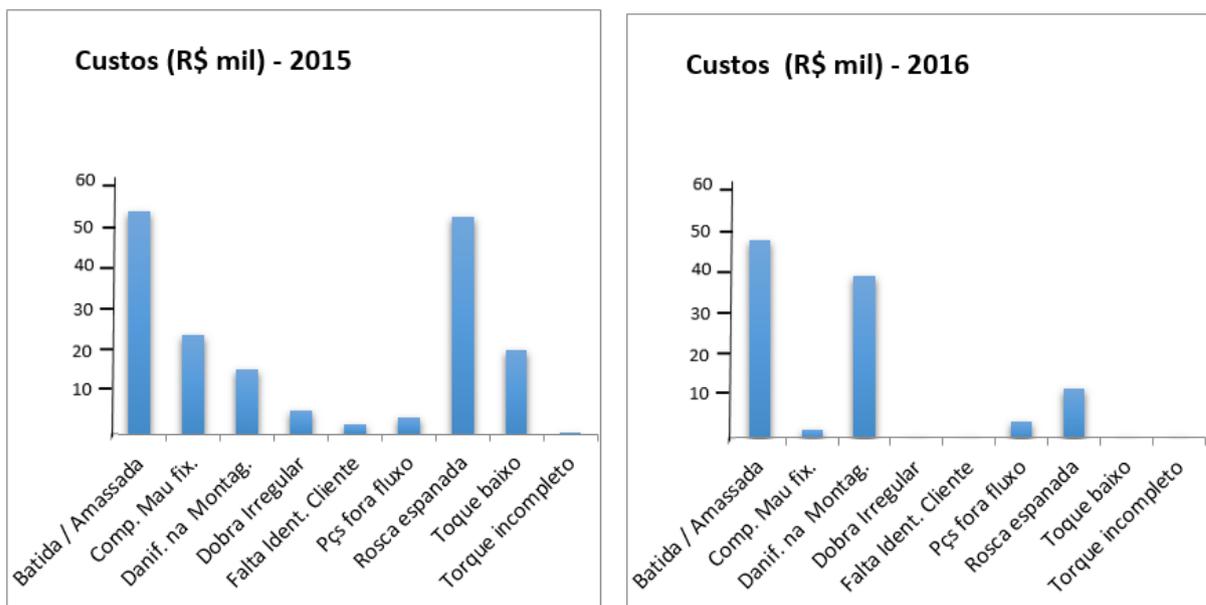
Foram coletados dados de refugos no ano de 2015 e 2016 através do histórico no sistema da empresa, onde observamos os benefícios do uso do RFMEA nos processos de montagem nas linhas de *airbag*. O RFMEA foi adotado a partir de 2016.

Após a aplicação da metodologia do RFMEA, foram observados os seguintes resultados, conforme mostrado nas figuras abaixo.

Na Figura 10, pode ser observado os resultados provenientes da utilização do método de análise do RFMEA, agregando ganhos significativos para a empresa com a minimização dos refugos.

De acordo com a Figura 10, e continuando com o ciclo PDCA, a equipe de melhoria poderá concentrar-se mais intensamente nos seguintes problemas: batidas e amassados, danificação na montagem e rosca espanada. Desta forma, tendo uma melhor definição dos pontos que devem ser atacados.

Uma vez que os houve uma redução dos refugos, é de se esperar que este resultado também venha a refletir nos custos envolvidos, conforme mostrado na Figura 11.

Figura 10 - Comparativo dos resultados de 2015 *versus* 2016 em relação aos refugosFigura 11 - Comparativo dos resultados em termos de redução de custos, 2015 *versus* 2016

Conforme os gráficos acima houve uma melhoria no processo, em 2016 com a utilização do RFMEA. Com os dados coletados pudemos observar que houve uma diminuição de refugos nas linhas em relação ao ano anterior (2015), com resultado de aproximadamente 67% menos peças refugadas em 2016, e redução de aproximadamente R\$ 80.000,00 nos custos. Para uma visualização de forma clara e simples, foi elaborada uma tabela (Tabela 2) que faz o

comparativo em porcentagem a respeito da redução/aumento das principais falhas nos processos.

Tabela 2 - Comparativo de refugo 2015/2016 (%)

Falhas	%
Batida / Amassada	- 34
Componente mau ficado	- 93
Danos na montagem	0
Dobras irregular	-99
Falta de identificação do cliente	- 90
Peças fora do fluxo	- 59
Rosca espanada	- 40
Torque baixo	- 100
Torque não especificado	- 100

Analisando a Tabela 2, houve uma redução percentual considerável das taxas de refugos, de acordo com os dados apresentado. Porém a falha “Danos na montagem”, não houve ganhos significativos, praticamente permanecendo os mesmos. Nos gráficos esta falha se destaca devido ao fato de que as demais falhas houve uma redução acentuada, como pode ser observado na Tabela 2, destacando a falhas “Danos na montagem” que se manteve. Mas esta falha não chega até o cliente, sendo uma falha interna, perceptível e a ação de forma estanque no produto ocorrendo a não permitindo que vá até o cliente.

No método desenvolvido do RFMEA, a falha “Etiqueta Danificada” não foi detectada, ficando como lição aprendida para ser melhor avaliado na próxima auditoria de RFMEA 2017.

Com o desenvolvimento do novo ciclo do PDCA, fica o desafio no novo RFMEA, especificamente nas falhas de “Danos na Montagem” e “Etiqueta Danificada”, de procurar reduzir essas falhas como sendo objetivo principal desta nova avaliação.

6. Considerações finais

O gerenciamento de riscos é crucial para o processo de gerenciamento de projetos . O processo de gerenciamento de projetos nas organizações deve concentrar seus esforços para garantir que as ferramentas que estão usadas, estão fornecendo, a identificação dos riscos e seus impactos de forma efetiva pois estes podem ter efeitos terríveis sobre o produto final.

O RFMEA é uma ferramenta de avaliação de risco avançada. É uma ferramenta simples que se baseia na técnica do FMEA de proceso, já bastante utilizada. Esta ferramenta foi modificada para gerenciamento de riscos do produto e processo.

Com esta nova avaliação dos riscos, o RFMEA amplia com um conceito novo de pontuação baseado na severidade, impacto dos riscos. Utilizado de forma apropriada, operação por operação do processo, pode reduzir os riscos de um projeto, no seu lançamento e para os processos já existentes, mitigando riscos, reduzindo o tempo e as taxas refugo. Além de ser um recurso muito importante para os projetos futuros em termos de avaliação dos riscos e lições aprendidas.

O RFMEA apresentado neste artigo, é utilizado pela Qualidade Avançada de maneira simples e focada em avaliar os riscos de projetos de novos programas. Estas avaliações fornecem à Engenharia informações que auxiliarão na melhoria e sucesso dos projetos pois fornece os riscos principais levantados na avaliação do processo de fabricação.

A avaliação é feita de forma simples e a pontuação quanto a custos, tempo, *gap reduction* e *gap severity* pontuadas de 1 (baixo) a 5 (alto), fornecem de forma clara as prioridades a serem trabalhadas. O estudo de caso apresentado neste artigo, sobre a aplicação do RFMEA, é um exemplo de que esta avaliação de riscos apresenta muitas vantagens na detecção, mitigação de falhas e redução do refugo.

É uma ferramenta promissora que vem agregar mais valor à avaliação de risco sem interferir nas outras ferramentas da qualidade. Auxilia muito as auditorias da qualidade, identificando as operações que apresentam mais riscos e que devem ser foco destas auditorias. Diante dos resultados do estudo aqui apresentado conclui-se que a ferramenta só vem agregar de forma muito positiva para melhoria contínua dos processos, na prevenção de falhas e mitigação/eliminação dos riscos e na redução do refugo.

REFERÊNCIAS

- Assaf, S., & Al-Hejji, X. (2006). Causes of delay in large construction projects. *International Journal of Project Management*, 24 (4): 349-357.
- Autoliv (2017). Our Products. Disponível em: <<https://www.autoliv.com/products/airbags>>. Acesso em 07/11/20176
- Bessant, J., & Francis. D. (1999). Developing strategic continuous improvement capability. *International Journal of Operations & Production Management*. 9 (11): 1106-1119.
- Brito, O S. (2007). *Gestão de riscos: uma abordagem orientada a riscos operacionais*. São Paulo: Savaiva,
- Cabone, T.A., & Tippett, D.B. (2004). Project risk management using the Project Risk FMEA. *Engineering Management Journal*. 16 (4) – December.
- Ferreira, A.G.G. (2003). FMEA em Gerenciamento de Projetos. In: Seminário Gestão De Projetos – Sucesu, São Paulo.
- Gavrin, D.A. (1992). *Gerenciando a Qualidade. A visão estratégica e competitiva*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.
- Harland, C., & Brenchley, R.; Walker, H. (2003). Risk in supply network. *Journal of Purchasing & Supply Management*. 9: 51-62.

Hoyle, D. (2017). ISO 9000 *Quality Systems Handbook. Increasing the Quality of an Organization's Outputs*. 17th Edition. Routhledge – Taylor & Francis Group. London and New York.

Iatf 16946: 2016. Automotive Quality Management System Standard. Quality management system requirements for automotive production and relevant service parts organizations. *International Automotive Task Force*.

Marshall, C. (2002). Medindo e Gerenciando Riscos Operacionais em Instituições Financeiras. Tradução Bazán Tecnologia e Linguística. *Revisão Técnica João Carlos Douat*. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora.

Ritchie B., & Brindley, C. (2007). Supply chain risk management and performance: A guiding framework for future development. *International Journal of Operations & Production Management*, 27 (3): 303-322.

Santos, P.S.M. (2002). *Gestão de riscos empresariais*. Osasco, SP: Novo Século Editora.

Shenhar, A.J., Thishler, A., Dvir, D., Lipovetsky, S. & Lechler, T. (2002). Refining the search for project success factors: a multivariate, typological approach. *R & D Management*, 32 (2).

Tidd, J., Bessant, J. & Pavitt, K. (1997), *Managing Innovation: Integrating Technological, Organizational and Market Change*. John Wiley Ed., Chichester.