

Gestão de riscos em processos pela alteração da Ferramenta de análise de Risco FMEA para Matriz de Análise de riscos

LUIS ALBERTO CCOPA IBARRA

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
I.BARRA@LIVE.COM

CLAUDIA TEREZINHA KNISS

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
kniesscl@gmail.com

Área temática: 4 Gestão de programas e projetos em Gestão da Inovação

Título:

Gestão de riscos em processos pela alteração da Ferramenta de análise de Risco FMEA para Matriz de Análise de riscos

Resumo

A Gestão de risco é uma habilidade fundamental para a capacidade de uma organização ser resiliente. No rol de ferramentas da qualidade propostas no ramo automotivo o FMEA, ou análise de efeitos e modos de falhas, está vinculado aos processos de homologação de novos produtos e à norma de gestão de qualidade ISO/TS 16949. A ferramenta, apesar de proporcionar grandes reduções de riscos e de custos possui uma complexidade de aplicação grande devido à própria estrutura metodológica, com ambiguidades na forma de escolha dos critérios de avaliação e da condução do estudo. É proposta uma modificação na estrutura atual de coleta de dados reduzindo a complexidade e aumentando a velocidade do andamento da análise, alterando a maneira de abordar como os dados são avaliados e a unificação da avaliação dos critérios de cada causa raiz por processo ou módulo avaliado. Como resultado, houve uma redução no tempo da avaliação dos processos de 84% no desenvolvimento e uma melhor avaliação de riscos comparados a estudos anteriores. A principal contribuição apresenta que a redução da ambiguidade não apenas foi benéfica para a aplicação do FMEA, mas que a ferramenta pode avaliar não apenas processos produtivos, podendo avaliar riscos em toda a organização.

Abstract

Risk management is a key skill for the ability of an organization to be resilient. On the list of proposed quality tools of the automotive industry FMEA, or Failure Mode Effect Analysis, is linked to product approval processes and the quality management standard ISO / TS 16949. The tool, although inducing risks and cost reductions has a great complexity due to the very methodological framework, which has ambiguities in the form of school evaluation criteria and conduct of the study. It's proposed a change in the current structure data collection reducing complexity and increasing the speed of the analysis, changing the way you address and evaluate the data and the unification of the assessment criteria of each root cause on the process or module. As a result, there was a reduction in evaluation time of the processes of 84% in the development and better risk assessment compared to previous studies. The main contribution shows that the reduction of ambiguity is not only beneficial for the implementation of FMEA, but the tool can evaluate not only production processes, it can assess risk across the entire organization.

Palavras-chave: FMEA, Gestão de Risco, Metodologia

1. Introdução

A resiliência organizacional é um tema, dentro das pesquisas em inovação, que possui a característica de tema transversal que permeia diversas áreas de conhecimento. É estudado com focos diferentes por diversas áreas, como a psicologia, engenharia, administração, ecologia e networking. Estas definições são apresentadas por (HÜBERT, 2011) conforme descrito a seguir:

- a) Engenharia: Resiliência é a propriedade de um material absorver energia quando deformado elasticamente e voltar ao estado inicial.
- b) Psicologia: Resiliência é a capacidade positiva de pessoas lidarem com stress e adversidade.
- c) Ecologia: Resiliência é a capacidade de um ecossistema responder a uma perturbação ou distúrbio resistindo o dano e se recuperando.
- d) Networking: Resiliência é a capacidade de prover e manter um nível aceitável de serviço independente de falhas e desafios à operação normal.
- e) Organizações: Resiliência é a habilidade positiva de um sistema ou companhia de se adaptar a consequências catastróficas causadas por falta de energia, fogo, bombas ou semelhantes.

Para que uma empresa se torne resiliente ela necessita de desenvolver características que a permitam sobreviver a alterações no mercado, relatório da Consultoria em Continuidade de negócio e Resiliência de serviços da IBM discute as fontes de riscos para o negócio: toda organização está exposta a riscos que bem de todas as direções e em diversos cenários, estes riscos podem ser acarretados por eventos, dados ou negócios. Riscos de dados incluem ataques de vírus, perda de hardware, falhas de aplicações e problemas de redes. Riscos de eventos incluem catástrofes naturais, falta de energia regional, guerras ou crises econômicas; Riscos de negócios incluem auditorias, novos produtos no mercado, promoções de marketing futuras até a incapacidade de atingir os padrões da indústria. Estes riscos estão em maior ou menor impacto em todo o tempo e um conjunto de pequenos riscos isolados podem ter grande impacto em conjunto; os autores ainda comentam no relatório que uma avaliação de risco eficaz pode minimizar os impactos destes fatores e que dependem de uma análise e geração de planos estratégicos para os diversos cenários. (IBM, 2009)

Portanto para a garantia da resiliência de um negócio a análise de risco se torna imprescindível e uma ferramenta difundida no mercado automobilístico para a redução de riscos em processos é o FMEA, ou Failure Mode Effect Analysis, que teve seu início desenvolvido pelo Exército Norte Americano. Como o Procedimento Militar MIL-P-1629, datado de 9 de Novembro de 1949, intitulado “Procedimento para desempenhar um modo de falha, seus efeitos e análise da sua criticidade”.

O FMEA é usado como técnica de avaliação da confiabilidade para determinar o efeito das falhas num sistema ou num equipamento. As falhas eram classificadas de acordo com o seu impacto no sucesso da missão e na segurança do pessoal/equipamento.

Utilizando-se de um levantamento bibliográfico pela plataforma Scopus foi encontrado um grande número de livros didáticos com alto volume de citações, conforme apresentado em referencial teórico, portanto ainda existe grande dificuldade em se aplicar a ferramenta FMEA e que grande parte das organizações ainda dependem de literatura didática para iniciar os trabalhos com a ferramenta. Dentro desta lacuna que se enquadra a questão deste artigo: Como é possível reduzir o esforço de aplicação da ferramenta FMEA modificando o método de aplicação alterando o procedimento de coleta e tratamento dos dados?

Este estudo tem o objetivo de propor a adoção de modificações na estrutura atual de coleta de dados para que esta se torne uma atividade menos complexa e aumentando a velocidade do andamento da análise por direcionar o foco da equipe multidisciplinar para um único objetivo claramente identificado.

2. Revisão teórica

Conceitos sobre resiliência e sobre o FMEA vão ser apresentados com a finalidade de estabelecer uma estrutura lógica para a construção de uma nova abordagem para a metodologia.

2.1 Resiliência

A parte do apresentado na introdução, outros autores definem resiliência como a capacidade de uma empresa se recuperar ou ajustar a partir de mudanças inesperadas ou imprevistas (SIMMIE; MARTIN, 2010). Estes autores apresentam um cenário com quatro casos que ilustram a resiliência (Figura 1)

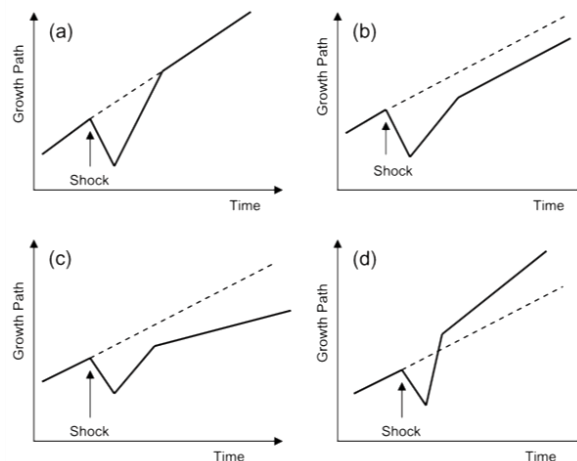


Figura 1 – Respostas de uma empresa a um choque (SIMMIE; MARTIN, 2010)

Pode-se observar na Figura 1 que no caso a) uma empresa em seu crescimento contínuo que sofreu um trauma e voltou a trajetória planejada, no caso b) e c) as empresas falham em se recuperar, mas continuam seus crescimentos em taxa diferentes. Já a empresa d) não apenas volta ao nível anterior ao choque como ultrapassa o nível inicial e aumenta a taxa de crescimento da empresa.

Estes quatro cenários apresentam diferentes saídas a partir de um trauma, apenas as empresas a) e d) apresentam um perfil resiliente pois apesar de um choque ou trauma retoma em curto prazo um patamar semelhante ao anterior ao choque.

O handbook de psicologia traz um modelo de avaliação das fontes de risco e com uma das principais variáveis relacionadas a resiliência que permite uma análise completa de fatores internos e externos (LOPEZ; SNYDER, 2009)

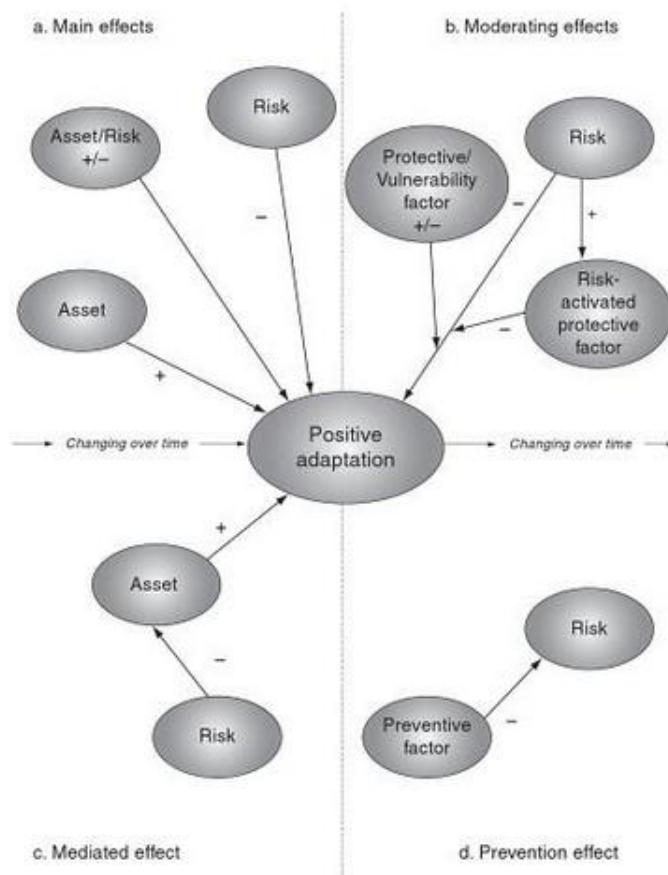


Figura 2 – Efeitos de processos internos na adaptação positiva (LOPEZ; SNYDER, 2009)

Este modelo é importante pois ressalta a necessidade de avaliar de forma unificada tanto os riscos diretos, indiretos e consequentes de ações de prevenção a ameaças externas. Esta necessidade se aproxima ao meio de avaliação proposto pelo FMEA, onde se avalia o risco incluindo uma avaliação descidas raiz e métodos de prevenção e detecção das causas.

2.2 Ferramenta FEMEA

Houve um crescimento na quantidade de pesquisas publicadas sobre a ferramenta, A figura 3 gerada a partir da base de dados Scopus, com a palavra-chave FMEA dentro de pesquisas em periódicos de administração e engenharia, para apresentar o crescimento do tema.

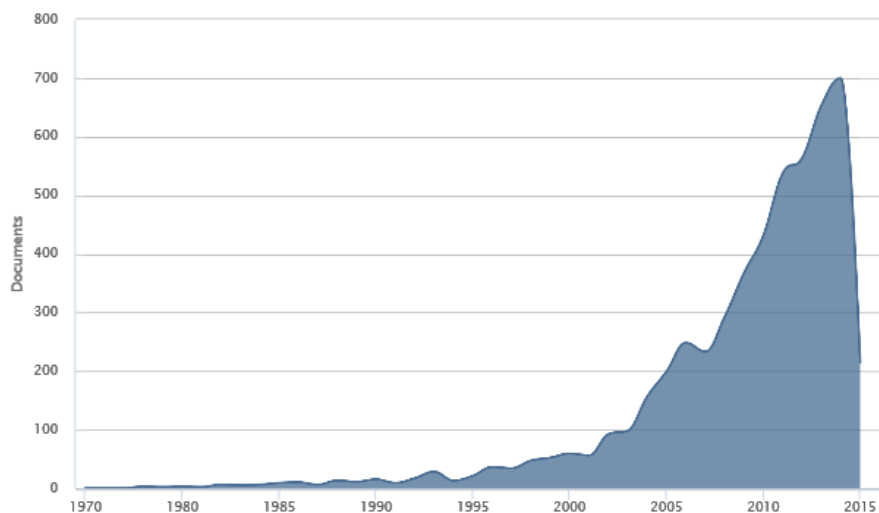


Figura 3: Crescimento de publicações ao longo do tempo sobre FMEA

Existem atualmente vários estudos que tratam do FMEA, porém poucas pesquisas tratam da maneira de como os dados são levantados; um artigo em específico trata de utilizar do processo estatístico da lógica fuzzy para corrigir a avaliação de pontuação dos especialistas para o que seria ser mais provável uma vez que a escolha do indicador se torna arbitrária comparando a situação real com uma tabela de referência genérica que ao se realizar a avaliação dos indicadores de severidade, ocorrência e detecção acarreta em ambiguidades. (MANDAL; MAITI, 2014)

Existem também muitos livros com alto índice de citações que tratam apenas da aplicação da ferramenta de forma mais próxima a didática, como (DALE; WIELE; IWAARDEN, 2007) com 1187 citações fazendo uma revisão de diversos conceitos da qualidade dentro do livro que também trata sobre FMEA, (MIKULAK; MCDERMOTT; BEAUREGARD, 2008), com 399 citações que faz um livro didático sobre a aplicação de FMEA (STAMATIS, 2003). Com 1143 citações que faz um livro para trazer a termos mais práticos para a execução

2.3 Histórico do desenvolvimento do FMEA

As primeiras Aplicações da ferramenta eram intrinsecamente qualitativas, o primeiro modelo da ferramenta (Figura 4) mostra a aplicação desta importante ferramenta em gerenciar riscos (“Failure mode and effects analysis”, 2015).

FMEA Ref.	Item	Modo de falha potencial	Potenciais causas ou mecanismos	Fase da missão	Efeitos locais da falha	Próximo maior defeito	Efeito a nível de sistema	(P) Probabilidade (estimado)	(S) Severidade	Deteção (Indicadores de deteção ao operador, manutentor)	(D) Período de dormência de deteção	Nível de Risco P*S (+D)
1.1.1.1	Entrada do Freio Ref. Designação 2b. Canal A. O-Ring	Vazamento interno do canal A para B	a) Falha clipagem de compressão do O-ring b) Dano durante montagem na superfície	Aterisagem	Decréscimo na pressão do cabo de freio	Sem freio na roda esquerda	Redução severa da desaceleração da aeronave no solo e deslizamento lateral. Perda parcial do controle de posição da pista. Risco de Colisão	(C) Ocasional	(VI) Catastrófico	(1) Computador de voo e computador de manutenção vai indicar baixa pressão de freio esquerdo	Teste interno, com intervalo de teste de 1 minuto	Inaceitável

Figura 4: exemplo de aplicação do Procedimento Militar MIL-P-1629

Apenas em 1970 a ferramenta sofreu alterações, assim tendo uma abordagem semi-quantitativa das falhas, incluindo escalas de 1 a 10 para as características mensuradas (severidade, ocorrência e deteção). (“Cover Story: The FMEA method - ISA”, [s.d.]

Em 1988 a ISO, Organização Internacional para a Padronização, emitiu as normas ISO 9000 para gestão de negócios. As exigências da ISO 9000 obrigaram as organizações a desenvolver sistemas de gestão de qualidade que idealmente estão focados nas necessidades, exigências e expectativas dos consumidores.

A QS 9000 ou ISO/TS 16949 é a analogia da ISO 9000 para a Indústria Automóvel. Uma equipe representante da Chrysler Corporation, Ford Motor Company e General Motors Corporation desenvolveram a QS 9000 com o objetivo de padronizar os sistemas de Qualidade dos fornecedores. De acordo com a norma QS 9000, os fornecedores da indústria automóvel

Uma avaliação de códigos IPC vinculados a pesquisa retornou que o código G06Q também possui forte correlação ao processo discutido, porém ele trata de processos de segurança para movimentações bancárias; não estando incluído no objetivo desta pesquisa.

A Figura 6 apresenta uma rede de correlações entre as patentes e suas tecnologias apresenta os principais agrupamentos entre países de cobertura de patente e solicitantes.

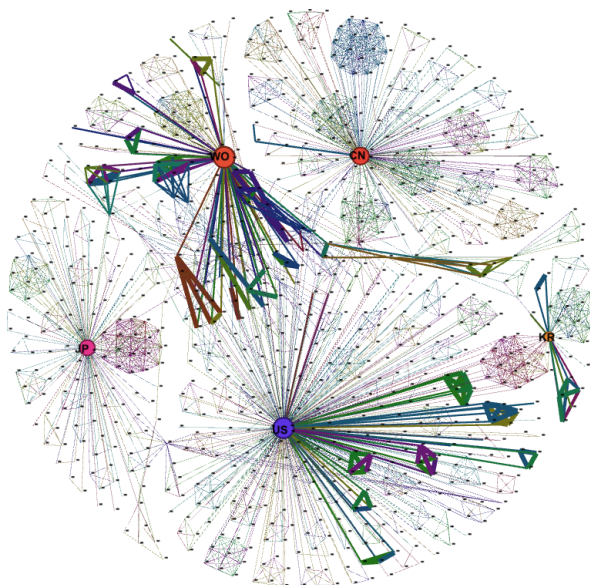


Figura 6: Mapeamento de principais regiões com pedidos de patentes registradas sobre o tema

Um único artigo de alto impacto, em pesquisa usando a palavra chave FMEA no programa Publish or Perish, que trata de mudança na metodologia Ben-Daya com 172 citações propõe mudanças apenas no modo de calcular o risco a partir dos indicadores já utilizados, levando em consideração o custo como um fator extra no cálculo. (M. BEN-DAYA, ABDUL RAOUF, 1996)

Outros estudos e patentes recentes que abordam a ferramenta, ou o processo de análise de riscos, também tem foco principalmente no tratamento dos dados já coletados, conforme Quadro 1.

Tipo	Tema abordado	Dinâmica sugerida	Autor
Patente	Software para gerenciamento de riscos, avaliando dados inseridos e principais riscos do produto ou processo.	Indexação de falhas em banco de dados para avaliar automaticamente falhas ou efeitos semelhantes para gerar indicador de falhas ou causas com maior risco	(WU, 2005)
Patente	Abordagem de logica fuzzy para gestão de riscos de projetos de motores, indicando principais falhas.	Uso de logica fuzzy para avaliar risco de falhas cadastradas em banco de dados para avaliar riscos com maior impacto ao simular maior probabilidade de ocorrência	(XU et al., 2002)
Patente	Modelo de Gestão dos indicadores para realização de FMEA, para auxiliar a escolha do nível de severidade.	Uso de software para guiar o analista do FMEA na escolha do nível do indicador durante a análise de falha	(FLANAGAN; HARSH; YE, 2012)
Artigo	Desenvolvimento de sistema de relato de falhas, análise e sistema de ações	Uso de software para gerenciar relatos de falhas, comparando com base de dados histórica para gerenciar maiores riscos de	(LEE; CHAN; JANG, 2010)

	corretivas orientado para processo.	processo e propor melhorias em uma única ferramenta integrada.	
Artigo	Mapeamento de causas e efeitos para criação de análises de efeitos e modos de falha, e gerenciamento de risco	Uso de programa para importar e reportar falhas em um mapa correlacionando falhas e causas para um componente ou subsistema para auxiliar a criação de novos estudos de FMEA	(LEE, 2015)

Quadro 1: Patentes e Pesquisas recentes sobre gestão de falhas e FMEA.

Este levantamento auxilia a compreender o estado atual do desenvolvimento na ferramenta, temos preliminarmente dois campos de estudo, o tratamento após a coleta de dados e o método de coleta de dados. Para tratamento de dados existem softwares para avaliação dos resultados e atualização cruzada com não conformidades e para levantamento de dados softwares que auxiliam na escolha do critério de severidade ou frequência para reduzir a ambiguidade ou a inclusão de novos termos como o custo na equação de priorização de riscos.

3. Metodologia

Este artigo segue a estrutura de um estudo de caso, foi realizado em uma empresa do ramo de produção de produtos de grande porte no Brasil, Rolamentos em específico, e que atende ambos os mercados seriados de baixo volume quanto o mercado sob encomenda.

Uma análise estruturada dos riscos de processo é imprescindível para a garantia de sucesso devido à natureza da empresa; este estudo foi iniciado com o foco de avaliar apenas os processos em um produto semelhante a outros já produzidos e que tiveram historicamente em média 2 a 3 meses de desenvolvimento da análise de efeitos e modos de falhas, com reuniões semanais de 4 horas.

Seguindo a premissa reestruturar a ferramenta para realizar a coleta de dados e análise de maneira mais fluida e facilitada para trabalhar em grupos multidisciplinares, foi planejado utilizar a formatação de matriz. O modelo é ilustrado de maneira simples no quadro 2.

Falha	Efeito 1	Efeito 2	Quais são os processos para evitar a ocorrência da causa	Qual é a ocorrência da causa	Como identificamos a causa (ou efeitos)	Qual é a frequência de detecção da causa
	Falha 1	Falha 2				
Causa	Severidade da falha 1	Severidade da falha 1				
Causa Raiz 1	X					
Causa Raiz 2	X	X				

Quadro 2: Modelo simplificado de FMEA

Esta representação ilustra o primeiro passo no desenvolvimento, as causas passam a ser avaliadas individualmente e de forma igual para várias causas ao mesmo tempo, no local onde é descrita a falha a mesma começa a avaliação por ligar a diversas causas raiz.

O uma vez desenvolvido o primeiro modelo da ferramenta, foi tomada a decisão de conduzir o estudo utilizando a metodologia em teste e realizar a migração dos dados para o modelo da 4ª edição do manual de FMEA.

Este transporte foi possível pois as informações geradas no modelo alimentam diretamente os controles do modelo praticado como boa prática na indústria; as ações foram levantadas como anotações anexas à planilha e migradas para o modelo anterior também.

Uma modificação importante para o andamento do desenvolvimento foi a estratégia de coleta de dados, um quadro comparativo apresenta as diferenças entre o modelo anterior e o proposto (quadro 3).

FMEA segundo modelo AIAG	Matriz de análise de riscos
Analistas e especialistas pontuam livremente sobre efeitos, falhas e causas de forma livre e coordenada pelo organizador do estudo.	Antes do início do estudo é explicado que as informações serão tratadas somente em grupos ordenados conforme etapa do levantamento de dados no momento
Flexibilidade de tratar de efeito, modo de falha, causa, controles operacionais, frequência de ocorrência, controles de detecção, probabilidade de detecção e ações de correção sem necessidade de rigor estrito à ordem da avaliação.	Ao iniciar o estudo é apresentado que o tema será abordado segundo o fluxo de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Efeito e Falha 2. Causa Raiz 3. Controle de ocorrência 4. Frequência de ocorrência 5. Controles de detecção 6. Probabilidade de detecção 7. Ações propostas Não é permitido avançar antes de esgotar as contribuições na etapa atual e não é permitido alterar a sequência do estudo.
Devido a liberdade do fluxo de informação e a brainstorms o registro de todas as informações se torna uma atividade difícil e existe um grande potencial de perda de informação por este fato.	O brainstorming é incentivado, como fica explícito que somente será tratado de um tema por vez, o foco da equipe e complementos para enriquecer o conhecimento individual e aprimorar os dados registrados são benéficos. Ideias que não pertençam a etapa sendo desenvolvida são anotadas pela pessoa que gerou a ideia para ser retomada em momento oportuno.
Ações que tratam de determinada causa raiz podem não ser replicadas para situações análogas em demais etapas do processo	Como as ações são vinculadas com a causa raiz, e pela influência de uma causa em várias falhas estar descrita em uma matriz, a gestão da informação tem menos redundâncias e passa a ser replicada para mais processos.

Quadro 3: Metodologia da aplicação do FMEA e Matriz de Análise de Risco

4. Resultados

Ao total foram gastos 15 dias úteis com 1 hora da equipe totalizando 15 horas de análises comparado a 3 meses com 2 reuniões semanais de 4 horas (96 horas) que foi a média histórica para desenvolvimentos semelhantes. A seguir é apresentado como o levantamento dos dados e a avaliação dos riscos foram feitos.

4.1 Condução da coleta de dados

Uma vez estabelecida a metodologia a ser utilizada, uma equipe multidisciplinar incluindo o engenheiro responsável pelo projeto, os especialistas de cada etapa de processo, incluindo operadores e equipes de manutenção foram convocados em grupos pequenos, sendo de 3, 5 ou 7 pessoas para cada módulo dos processos. Cada módulo durou entre 2 e 3 dias, percorrendo as etapas de desbaste, têmpera, furação, fresa de engrenagens, acabamento, montagem, tratamento superficial e embalagem final. Todas as reuniões tinham como objetivo percorrer em uma hora a avaliação e no dia seguinte uma revisão e inclusão de novos casos.

Conforme previsto na metodologia as reuniões duraram 1 hora, sendo os primeiros 10 minutos para revisão do escopo a ser discutido e a apresentação da ferramenta, em média foram gastos 15 a 20 minutos para se discutir todas as falhas potenciais para a etapa do processo. Os 15 minutos seguintes foram gastos com a discussão das causas raiz de cada uma das falhas

registradas, seguindo falha a falha cadastrando as causas raiz individualmente e ao prosseguir para a próxima falha avaliando quais causada registradas são compartilhadas.

Os últimos 20 minutos foram gastos discutindo apenas as falhas, avaliando quais são as frequências de ocorrência de cada uma indiferente da falha que ela acarreta e quais são as atividades em ação para evitar a ocorrência da causa raiz, em sequência são avaliados os meios de detecção e a probabilidade de detecção da causa ou da falha.

4.2 Avaliação dos dados

A avaliação do processo do desbaste à embalagem final para entrega ao cliente ocorreu em três semanas, com reuniões diárias de uma hora com representantes da engenharia de processo, especialistas de determinados processos e em parte das análises com técnicos da equipe de manutenção. Além do método para o levantamento de dados, um modo de tratar os dados para entendimento do processo foi gerado. Conforme quadros 4 e 5 os dados estão dispostos em conjuntos primeiro por grupos de risco, sendo 4 categorias de risco: Risco menor do que 50 (baixo), Risco menor que 100 (moderado), risco menor que 200 (alto) e Risco maior que 200 (Prioritário); em uma segunda tabela são apresentados os riscos agrupados e classificados pela severidade do modo de falha, sendo avaliados quantas potenciais falhas existem para características críticas com riscos menores que 50 e maiores que 50, modos de falha significantes com risco menor e maior do que 100, e severidade baixa com risco menor ou maior do que 150.

Geral	Failure Modes	304	
	Highest RPN	400	

		Actual	Impr.
Numero de prioridade de risco	RPN < 50	219	222
	50 ≤ RPN < 100	52	54
	100 ≤ RPN < 200	24	24
	RPN ≥ 200	9	4

Características severas e significantes		Severity	<	RPN	≥
		CC	S ≥ 9	5	50
SC	S ≥ 6	156	100	28	
-	S < 6	105	150	0	

Quadro 4 Resultados da análise ao término da primeira avaliação

A partir da análise foram gerados planos de ação para melhorias internas incluindo treinamentos e melhoras no processo de retenção do conhecimento em algumas etapas do processo de fabricação, ações em manutenção de máquinas, troca de ferramentas e até alteração na estratégia de fabricação. O quadro 5 representa a versão final após a revisão de frequências e probabilidade de detecção após a implementação das ações.

Geral	Failure Modes		304		
	Highest RPN		128		
			Actual	Impr.	
Número de prioridade de risco	RPN < 50		231	233	
	50 ≤ RPN < 100		66	65	
	100 ≤ RPN < 200		7	6	
	RPN ≥ 250		0	0	
Características severas e significantes	Severity		<	RPN	≥
	CC	S ≥ 9	5	50	9
	SC	S ≥ 6	180	100	3
	-	S < 6	107	150	0

Quadro 5 Resultados após validação das ações

Conforme discutido na Introdução, a capacidade de uma empresa se tornar resiliente depende da habilidade de identificar e gerar prevenções aos riscos, conforme escopo do artigo apenas os riscos de processos foram avaliados em primeira instancia. Isto se deve ao ser a primeira aplicação desta mudança da metodologia e para comparar a aplicação da ferramenta com outras análises equivalentes permitindo a comparação dos resultados.

Conclusão

Retomando o objetivo de propor alterações na estrutura de coleta de dados para reduzir as ambiguidades e aprimorar o foco da análise, o método proposto foi eficaz para em uma quantia de tempo reduzida avaliar os processos de fabricação de um novo produto e comparativamente com estudos semelhantes anteriores avaliar melhor os processos, incluindo intersecções naturais entre falhas que antes não eram percebidas pelos especialistas; como falhas com causas conhecidas após registradas serem identificadas como compartilhadas a outras falhas potenciais.

A padronização de pesos para causas raiz com relação a frequência e capacidade de detecção eliminaram uma grande parcela da dificuldade na condução da análise, uma vez que a causa é registrada como uma linha da matriz a frequência e a capacidade de detecção são registradas uma única vez e esta é utilizada para cálculo com todas as falhas potenciais com a qual ela se relaciona que estão registradas no processo. Isto obriga também uma padronização na tratativa e ações preventivas para a ocorrência e detecção de desvios.

Uma vez retirada a redundância da cópia de causas raiz, ações preventivas e de detecção para cada modo de falha o documento se tornou menor, mais fácil de compreender e de gerir, uma vez que todas as ações de melhoria são vinculadas a causas raiz e impactam em todos os modos de falha. A principal contribuição gerencial, ou para a aplicação da ferramenta, é o indicio que alterando a estrutura da ferramenta é possível aumentar a capacidade de avaliação e reduzir a quantidade de esforços internos para avaliações de sucesso dos riscos vinculados ao negócio, seja processos como neste artigo ou a outras fontes de risco para a organização.

Como proposto pelos textos sobre resiliência na psicologia, reconhecer os potenciais riscos ao negócio tornam uma empresa resiliente a variações de mercado, uma ferramenta que possui um

histórico de sucesso na redução de riscos de processo como o FMEA pode apresentar uma solução lógica para se realizar uma avaliação não apenas do processo de fabricação de um produto, mas dos processos administrativos e de riscos inerentes a mercados e demais cenários financeiros. A taxonomia do risco independente da aplicação sempre será de uma causa raiz que possui ou não uma ação de prevenção, que possui um modo de detecção, que gera um efeito positivo ou negativo segundo um modo de falha.

Novos estudos podem ser realizados utilizando esta metodologia em outras aplicações, como avaliação de riscos de negócios, avaliação de projetos, portfólio de prestação de serviços entre outras atividades.

5. Bibliografia

ANDRÉ SEGISMUNDO, P. A. C. M. Failure mode and effects analysis (FMEA) in the context of risk management in new product development. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 9, 1985.

Cover Story: The FMEA method - ISA. Disponível em: <[https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2012/april/cover-story-the-fmea-method\(1\)/](https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2012/april/cover-story-the-fmea-method(1)/)>.

Acesso em: 15 mar. 2015a.

Cover Story: The FMEA method - ISA. Disponível em: <[https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2012/april/cover-story-the-fmea-method\(1\)/](https://www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/2012/april/cover-story-the-fmea-method(1)/)>.

Acesso em: 15 mar. 2015b.

DALE, B. G.; WIELE, T. VAN DER; IWAARDEN, J. VAN. **Managing Quality**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2007.

Failure mode and effects analysis. , 13 mar. 2015. (Nota técnica).

FLANAGAN, J. W.; HARSH, J. K.; YE, M. **Risk Charts for Failure Mode and Effect Analysis**, 4 out. 2012. Disponível em:

<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20121004&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en_EP&CC=US&NR=2012254710A1&KC=A1&ND=4>.

Acesso em: 4 mar. 2015

HÜBERT, R. **Organisational Resilience**. In: BCM WORLD CONFERENCE 2011. London: 2011 Disponível em:

<<http://www.bcm2013.com/papers/StreamC/6OrganisationalResilienceRainerHubert.pdf>>.

Acesso em: 2 jun. 2015

LEE, D. V. L. **Cause and Effect Mapping for Failure Mode Effect Analysis Creation and Risk Management**, 29 jan. 2015. Disponível em:

<http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20150129&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en_EP&CC=US&NR=2015033080A1&KC=A1&ND=4>.

Acesso em: 4 mar. 2015

LEE, J. H.; CHAN, S.; JANG, J. S. Process-Oriented Development of Failure Reporting, Analysis, and Corrective Action System. **Journal of Quality and Reliability Engineering**, v. 2010, p. e213690, 5 jul. 2010.

LOPEZ, S. J.; SNYDER, C. R. **Oxford Handbook of Positive Psychology**. [s.l.] Oxford University Press, USA, 2009.

MANDAL, S.; MAITI, J. Risk analysis using FMEA: Fuzzy similarity value and possibility theory based approach. **Expert Systems with Applications**, v. 41, n. 7, p. 3527–3537, 1 jun. 2014.

M. BEN-DAYA, ABDUL RAOUF. A revised failure mode and effects analysis model. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 13, n. 1, p. 43–47, Fevereiro 1996.

MIKULAK, R. J.; MCDERMOTT, R.; BEAUREGARD, M. **The Basics of FMEA**, 2nd

Edition. [s.l.] CRC Press, 2008.

SIMMIE, J.; MARTIN, R. The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**, v. 3, n. 1, p. 27–43, 1 mar. 2010.

STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution.** [s.l.] ASQ Quality Press, 2003.

WU, J. **Knowledge management system**, 16 dez. 2005. Disponível em: <http://worldwide.espacenet.com/publicationDetails/biblio?FT=D&date=20051216&DB=worldwide.espacenet.com&locale=en_EP&CC=TW&NR=200540664A&KC=A&ND=4>.

Acesso em: 4 mar. 2015

XU, K. et al. Fuzzy assessment of FMEA for engine systems. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 75, n. 1, p. 17–29, 2002.