

Análise da aplicação da ferramenta FMEA: um estudo bibliométrico

Débora Prado de Oliveira (FIEL) deboradeoliveiraprado@gmail.com

Maysa Sayuri Koga da Silva (FIEL) maysa.sayuri@gmail.com

Ivan Correr (FIEL) ivancorrer@yahoo.com.br

Rafael de Castro Vicente (FIEL) rafael_vicente@denso.com.br

Resumo:

As organizações vem se aprimorando e ficando cada vez mais competitivas nos dias atuais, assim aprimoram seus produtos ou serviços experimentando avanços tecnológicos e novos desafios, ocasionando a necessidade de gerenciar os riscos relacionados ao seu produto ou atividade. Sendo assim, o presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo bibliométrico relacionado a aplicação da ferramenta FMEA nos três principais congressos nacionais de engenharia de produção nos últimos 10 anos (2007-2017), visando identificar o comportamento das publicações durante o período pesquisado, os principais autores, o ramo em que é mais aplicado e se são utilizadas ferramentas em conjunto. As bases de dados utilizadas foram os congressos Conbrepro, Enegep e Simpep. Obteve-se resultados relacionados a quantidade de publicações por ano, por congresso, por faculdade, por autores, publicações que são estudo de caso e ferramentas utilizadas, onde pôde-se concluir que é um assunto amplamente discutido, totalmente flexível a adequação junto a outras ferramentas e aplicável a diversos ramos de atuações.

Palavras chave: FMEA; Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos; Estudo bibliométrico

Analysis of the application of FMEA tool: a bibliometric study

Abstract

Organizations have been improving and becoming more competitive nowadays, so they improve their products or services with tests of technological breakthroughs and new challenges, which leads to the need of managing the risks related to their product or activity. Therefore, this article aims at presenting a bibliometric study of the application of FMEA tool at three of the main national industrial engineering conferences held in the last 10 years (2007-2017), identifying the behavior of publications during the research period, authors, field in which it is more frequently applied to and whether any tools are used together with it. The databases used were Conbrepro, Enegep and Simpep Conferences. Results related to the amount of publications per year, by Conference, College, authors, case study publications and tools used were obtained. With those results, it was possible to conclude that this is a widely discussed issue, and that FMEA tool is fully flexible to work with other tools and applicable to several fields of activities.

Keywords: FMEA; Analysis of failure Modes and their effects; Bibliometric study

1. Introdução

O cenário do mercado globalizado é caracterizado por dinamismo e inovações tecnológicas que elevam o nível de competitividade mundial e obrigam as empresas a adotarem alternativas que diferenciem seus produtos e serviços (HOLANDA; SOUZA; FRANCISCO, 2013). Para o âmbito de exigências organizacionais, torna-se adequado a utilização de ferramentas e técnicas para proporcionar qualidade exigida pelos clientes (BASTOS, 2006). As metodologias de melhoria da qualidade existentes são extensamente utilizadas em empresas de todos os portes, ramos e qualquer setor como planejamento de engenharia, manufatura, finanças, contabilidade, marketing e assistência técnica (MONTGOMERY, 2016).

Ao longo dos anos percebe-se que o mundo corporativo vem experimentando novas tecnologias e novos desafios, gerando incertezas e necessidades extras de gerenciamento de riscos (TEIXEIRA, 2015).

Com isso, a aplicação destas ferramentas, facilita o diagnóstico das falhas de forma preventiva, mostrando a estratégia mais eficaz, e vem se tornando peça chave para o sucesso das organizações, pois preveem as possíveis falhas que gerarão as insatisfações de seus clientes, adotando ações para eliminá-las.

Dentre as várias ferramentas para análise de riscos utilizadas em âmbito mundial, destaca-se a ferramenta FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*). Desta forma, o presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo bibliométrico da aplicação da ferramenta FMEA, analisando os artigos publicados nos últimos 10 anos (2007-2017) nos congressos nacionais de engenharia de produção ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), SIMPEP (Simpósio de Engenharia de Produção) e CONBREPRO (Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção) visando identificar a quantidade de publicações, os principais autores, e as áreas de aplicação da ferramenta FMEA.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Gestão da Qualidade

Hoje a gestão da qualidade é vista, tanto no meio acadêmico como no empresarial, como um fator estratégico para a melhoria de competitividade e produtividade (CARPINETTI, 2012). Segundo Campos (2004), um problema é o resultado indesejável de um processo e afirma que problema é um item de controle com o qual não satisfaz.

Para um sistema de gestão de qualidade obter sucesso, utilizam-se as ferramentas, chamadas de ferramentas da qualidade, que no contexto geral, auxiliam no desempenho da organização e como consequência, colaboram para aumentar a produtividade, qualidade e certamente a lucratividade. Com a ajuda de dados e fatos, organizados, os gestores conseguem tomar decisões mais precisas e conseguem identificar falhas importantes do processo (GERLACH; PACHE, 2011).

As Ferramentas da Qualidade são técnicas criadas para auxiliar os gestores na identificação de problemas e na busca de soluções, bem como na tomada de decisões, permitindo, também, maior controle dos processos. Coelho et al., (2011), complementam que as “ferramentas não resolvem problemas nem melhoram situações – quem faz isto são as pessoas!”.

As ferramentas da qualidade podem ser divididas em três grandes grupos: as ferramentas básicas da qualidade, as ferramentas gerenciais e as ferramentas avançadas, sendo que o FMEA está presente nas ferramentas da qualidade avançadas (SILVA, 2014).

Segundo Gerlach e Pache (2011), algumas das ferramentas da qualidade são: PDCA, Brainstorming, Fluxograma, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, 5w2h, Lista de

Verificação, DMAIC e FMEA, que além de serem ferramentas com sistemáticas fáceis de implementar, proporcionam a execução e controle dos processos de maneira a garantir a padronização de processos e controle dos produtos dentro das especificações.

2.2 FMEA

FMEA (Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos) é uma ferramenta de análise de riscos que tem o objetivo de auxiliar no diagnóstico e previsão dos potenciais modos de falhas, identificando suas causas e seus efeitos sobre o desempenho do sistema, seja de equipamentos, processos, projetos ou produtos (HELMAN e ANDERY, 1995). É um método de indução, estruturado e lógico que permite detectar potenciais falhas de um sistema, projeto e/ou processo, ordenando-as conforme a criticidade/risco obtida na avaliação e tendo como objetivo eliminar ou mitigar os riscos associados a cada modo de falha verificado, por meio de determinação e implantação de ações (LAFRAIA, 2001; YANG et al., 2006).

Para Slack (2002), a principal característica da ferramenta é a avaliação de riscos feita através de três ângulos importantes, sendo: Severidade - qual impacto essa falha ocasionará se ocorrer, Ocorrência - quanto ou com qual frequência essa falha pode ocorrer e Detecção - se a falha ocorrer quão bem os controles detectam essa falha, que quando atribuído números de 1 a 10, gera-se o RPN (*Risk Priority Number*) para cada causa da potencial falha, o resultado deste cálculo mostra ao desenvolvedor, em qual causa deve atuar primeiro, eliminando assim a perda de tempo em eliminar potenciais falhas não prioritárias.

Segundo Back (1983), a implantação do FMEA também visa a confiabilidade dos projetos, processos, sistemas e equipamentos, eliminando a necessidade de refazê-los, pois o FMEA induz a previsão de uma possível falha e já a elimina antes que aconteça.

Segundo o Manual QS 9000 (1997), com a utilização da ferramenta as organizações estão reduzindo as chances de uma falha ocorrer futuramente e com isso aumentando a qualidade.

Segundo Palady (1997), o FMEA possui cinco etapas básicas para que seja implementado de maneira efetiva e eficaz, sendo: a) planejamento; b) análise dos modos de falhas, causas e seus efeitos; c) cálculo do RPN; d) interpretação/aplicação e e) acompanhamento. Para Palady (1997), um dos erros mais comuns no FMEA é a falta de um planejamento efetivo que responda à perguntas como: a) quem deve ser responsável pelo FMEA?; b) quem deve participar e como deve participar?; c) qual escopo deve-se analisar?

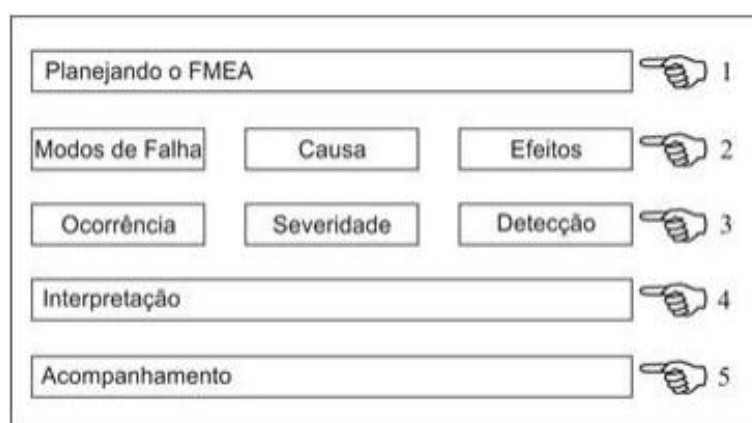


Figura 1 - Fases para desenvolvimento do FMEA

As etapas de um método, seja ele qual for, servem para auxiliar e direcionar os executores, contribuindo para que sua utilização seja eficiente. Para Carpinetti (2012) o método FMEA inclui três etapas:

- Etapa 1: responsável por identificar as falhas, suas causas, meios existentes de detecção das mesmas. A partir dessa análise atribui-se notas para severidade, ocorrência e detecção, que calculadas geram o indicador RNP (Número de prioridade de risco) necessárias para definir a falha prioritária a ser solucionada;
- Etapa 2: responsável por definir planos de ações para eliminar ou minimizar as falhas que foram determinadas como prioritárias, porém essa etapa só se sucede se a análise das falhas e meios para detectá-las forem definidos.
- Etapa 3: responsável por reanalisar as falhas, as ocorrências e detecção, para avaliar se as ações propostas na etapa anterior eliminaram ou minimizaram a ocorrência das causas da falha.

A aplicação do FMEA, para Toledo e Amaral (2000), baseia-se em reuniões planejadas com antecipação e na formação de grupos específicos de pessoas, que consigam identificar as funções do produto, projeto ou processo, todos os tipos de falhas que podem ocorrer, as causas e os efeitos dessas falhas. Todas as informações apuradas são aplicadas em um documento em forma de tabela que permite a análise dos resultados obtidos. Miguel(2006) descreve que é necessária uma planilha, conforme a figura 2, para o registro e análise de falhas, e a partir daí, atuar nas falhas que são prioritárias.

ANÁLISE DO MODO E EFEITO DAS FALHAS													FMEA N°:		
FMEA de Projeto () de Processo ()													Página: de		
Cabeçalho	Projeto/ Processo:		Nome/Código do Produto:				Data Início:		Data Limite:						
			Máquina/Operação:				Revisão/ Data:								
	Preparado por:		Respons. Projeto/ Processo:				Aprovação da Gerência:								
	Equipe:														
Desenvolvimento	Item/ Etapa	Função	Modo de falha	Efeito da falha	Severidade	Causa da falha	Ocorrência	Controles atuais	Deteção Risco (NPR)	Ações recomendadas	Respons/ Prazo	Ação tomada	Resultado		
													Severidade	Ocorrência	Deteção Risco (NPR)

Figura 2 - Modelo de formulário do FMEA

De forma mais detalhada, segundo Miguel (2006):

- Falha: procede da interrupção de funcionamento;
- Modo: será a maneira pela qual a falha ocorre;
- Efeitos: devem sempre ser descritos como desempenho do produto;
- As causas das falhas são os motivos pelos quais a falha ocorre, associada ao modo de falhas;
- Risco é usado para avaliar as falhas de maneira a eliminá-las ou reduzir as chances de ocorrer, o fator risco será calculado pela multiplicação dos índices de ocorrência, gravidade e detecção.

Depois de preenchidas as informações, deve-se calcular o risco, e para isso, são critérios os índices de Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) para cada causa de falha listada,

num intervalo de 0 a 10. Após a definição dos índices, é calculado o índice de risco (R), através da multiplicação demonstrada equação $R = S \times O \times D$. Na Figura 3, Giovanetti (2010) classifica a avaliação da pontuação de risco.

Avaliação	Pontuação de Risco
Baixo	1 - 50
Médio	50 - 100
Alto	100 - 200
Muito Alto	200 - 000

Figura 3 - Classificação do RPN (Risk Priority Number)

Por meio da utilização desses critérios sugere-se que os maiores graus de prioridade de risco sejam tratados com maior atenção e uma maior prioridade que os demais (PALADY, 1997).

2.2.1 Aplicação do FMEA

Segundo Martins (2012) a aplicação do FMEA se faz necessário:

- Para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos;
- Para diminuir a probabilidade de falhas potenciais (que ainda não tenham ocorrido) em produtos ou processos em operação;
- Para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos em operação através da análise das falhas que já ocorreram;
- Para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos.

2.2.2 Vantagens e Desvantagens do FMEA

Segundo Cyrino (2017), são muito grandes os benefícios ao implantar o FMEA, essa ferramenta traz resultados como a realização de um processo produtivo com maior qualidade, podendo trabalhar com maior confiabilidade e segurança ao mesmo tempo tem uma redução de custo e redução de defeitos. Outros benefícios consideráveis é a redução da probabilidade de falhas nos processos e produtos, o método fornece uma rica fonte de dados para definir critérios de necessidade e contribui para a integração dos setores.

As desvantagens podem vir ao obter taxas confiáveis de falha de componentes, ou seja, no último item de um conjunto que se pode chegar a uma análise, não levando em conta também as falhas humanas e a ergonomia e não faz avaliação adequada nas interfaces operacionais (CYRINO, 2017).

3. Metodologia do Desenvolvimento do Trabalho

Para realizar a coleta do material a ser analisado, foi definido um protocolo de pesquisa, conforme figura 4. A metodologia deste trabalho consiste em analisar a aplicação da ferramenta FMEA em artigos publicados em três grandes congressos nacionais voltados para a área de Engenharia de Produção, através de um estudo bibliométrico.

A bibliometria é um estudo que avalia os conteúdos de áreas específicas de produção científica já pesquisada (SILVA et al, 2012). Moraes (2013) complementa afirmando que a pesquisa bibliométrica é uma análise de produções científicas já realizadas e que permite o embasamento de novos estudos.

As aplicações dos estudos bibliométricos têm como principal benefício, a padronização de procedimentos, que facilitam a contagem dos dados coletados. O estudo bibliométrico, revela informações dos conteúdos científicos já realizados até o momento, dos aspectos importantes já vistos e agrega conhecimento para novos estudos, que buscam conhecer os assuntos ainda não explorados (MACHADO; BARBOSA; QUINTANA, 2011).

Crítérios	Descrição
Base de dados	<i>CONBREPRO ; ENEGEP ; SIMPEP</i>
Palavras-chave	<i>“FMEA” ; “Modo de falha” ; “Análise de riscos”</i>
Contém palavras-chave	Título, Resumo, Palavras-chave, pesquisa
Período	2007-2017

Figura 4 - Protocolo de Pesquisa

Para coleta dos artigos, foi realizado o acesso ao site de cada um dos congressos definidos no protocolo de pesquisa. No acesso a cada um dos sites, foram selecionados os artigos que foram aprovados nos anos de cada congresso, cujo tema principal era FMEA.

No que diz respeito ao período dos artigos selecionados (2007 – 2017), apenas os artigos do CONBREPRO foram selecionados a partir de 2011, tendo em vista o início das publicações do congresso em questão.

Após a seleção dos artigos publicados, deu-se início a etapa de leitura, análise e estratificação dos artigos, visando identificar: (a) Ano de publicação; (b) Congresso que aprovou este artigo; (c) Título do artigo; (d) Autor (es) do artigo; (e) Por qual faculdade este artigo foi aprovado; (f) Se o artigo era um estudo de caso (aplicação) ou apenas material teórico; (g) O objetivo dos autores ao aplicarem/estudarem FMEA; (h) A área de aplicação/estudo; (i) Se os autores atenderam ao objetivo proposto; (j) Informações revelantes da conclusão dos autores; (k) Se os autores utilizaram alguma outra ferramenta em conjunto e qual era esta ferramenta.

A partir desta estratificação foi possível montar a base de dados para geração dos resultados e informações.

4. Resultados e Discussões

Analisando os dados coletados, é possível verificar que o FMEA continua sendo um assunto de interesse na área acadêmica. Na amplitude pesquisada obteve-se um total de 112 artigos, publicados por 351 autores diferentes. Conforme a figura 5 verifica-se que o tema FMEA não deixou de ser estudado em nenhum ano. Observa-se portanto, que há picos de um ano para o outro, podendo haver relação com o tema do congresso.

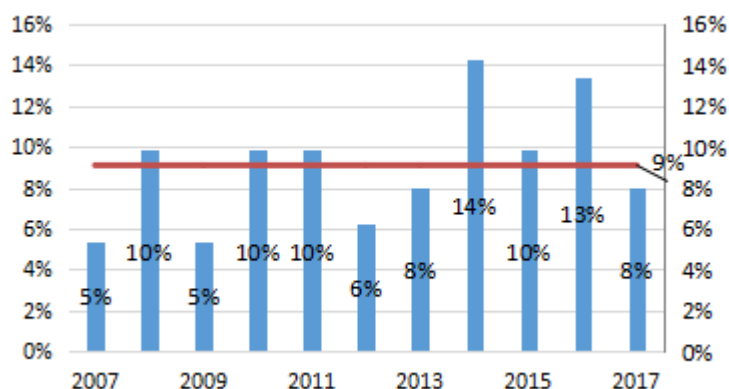


Figura5 – Quantidade de artigos por ano de publicação

No que diz respeito às publicações sobre o tema em questão (Figura 6), o congresso ENEGEP possui 59% das publicações, seguidos de SIMPEP com 27% e CONBREPRO 14%, isso ratifica a importância do tema, tendo em vista um grande número de publicação dos três principais congressos de engenharia de produção.

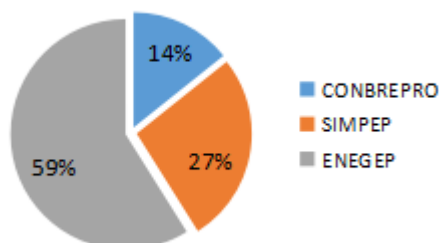


Figura 6– Percentual de artigos publicados por congresso

Em relação as instituições de ensino que mais publicam sobre o tema (Figura 7), destaca-se a Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) com 19% das publicações, sendo que o restante das publicações são divididas em outras 62 instituições de ensino, o que apresenta grande difusão da pesquisa sobre o tema estudado.

FACULDADE	%	FACULDADE	%	FACULDADE	%
UTFPR	19%	UNIPAM	3%	UFGRS	1%
UEPA	6%	UNITAU	3%	UFOP	1%
UFPE	6%	USP	3%	UFPB	1%
UFRGS	6%	CEFET	1%	UFPEL	1%
UFSM	6%	EESC - USP	1%	UFPR	1%
UEM	4%	ESALQ	1%	UFSC	1%
UESC	4%	FACCAT	1%	UNESPAR	1%
UFSCAR	4%	FATESG	1%	UNIFEG	1%
UNIARARAS	4%	FCDA	1%	UNIFRAN	1%
UNIFEI	4%	FEG-UNESP	1%	UNINOVE	1%
UNISINOS	4%	IFSP	1%	UNIP	1%
FATEC	3%	INFRAERO	1%	UNIPAC	1%
FIEL	3%	PUC	1%	UNISC	1%
IFMG	3%	PUC-MG	1%	UNISUL	1%
PUCPR	3%	U	1%	UNIUBE	1%
PUCRS	3%	UCAM	1%	UNIUBEL	1%
SOCIESC	3%	UCS	1%	UNIVEM	1%
UDESC	3%	UEA	1%	UNIVERSO	1%
UFG	3%	UFBA	1%	UNOESC	1%
UFRN	3%	UFERSA	1%	UP	1%
UFTM	3%	UFES	1%	URI	1%

Figura 7 - Percentual de publicação de artigos por faculdade

No que diz respeito ao tipo de pesquisa, a figura 8 demonstra que 88% dos artigos estão relacionados a estudos de caso, ou seja, são resultados de aplicação da ferramenta FMEA em campo, o que sugere o uso pelas empresas.

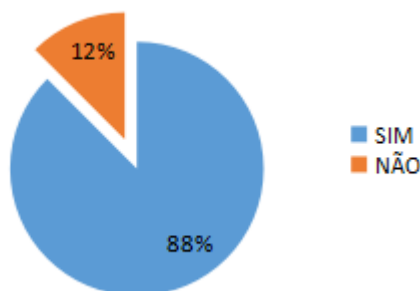


Figura8 – Percentual de artigos que são estudo de caso

A Figura 9 apresenta que o assunto é amplamente abordado e aplicado nos mais diversos setores, sendo o setor automotivo, seguido pelo setor de serviços, os que mais aplicam esta técnica, sendo 13% e 10% respectivamente.

RAMO	%
AUTOMOTIVO	13%
PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS	10%
SAÚDE	8%
EDUCAÇÃO	8%
ALIMENTICIO	8%
BENS DE CONSUMO	5%
CONSTRUÇÃO CIVIL	4%
EMBALAGENS	4%
AGRO NEGOCIO	4%
ENERGIA	3%
MINERAÇÃO	3%
ELETROELETRONICA	3%
TEXTIL	2%
METALURGICO	2%
FARMACÊUTICA	2%
INFORMÁTICA	2%
COMBUSTIVEL	2%
PROJETO	2%
ELETRODOMÉSTICOS	2%
AERONAUTICA	2%
BRINQUEDOS	2%
SIDERURGICA	1%
QUIMICA	1%
METAL MECÂNICA	1%
MARÍTIMO	1%
CALDEIRAS	1%
FABRICA DE COMPRESSORES PARA REFRIGERAÇÃO	1%
AMBIENTAL	1%

Figura 9 - Percentual de publicação por ramo de atuação

A figura 10 apresenta que 46% dos artigos que são estudo de caso, os autores utilizaram ferramentas complementares para aplicação do FMEA.

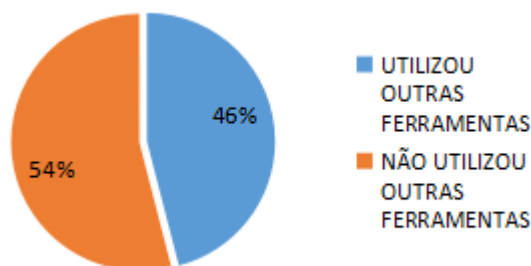


Figura 10 – Percentual de artigos que utilizaram ferramentas para auxiliar o FMEA

A figura 11 demonstra a utilização de 38 ferramentas diferentes para auxiliar na aplicação do FMEA, porém o PARETO e QFD, se destacam.

FERRAMENTA UTILIZADA	QTD	FERRAMENTA UTILIZADA	QTD
PARETO	5	CAD	1
QFD	4	CEP	1
AHP	3	Curva de Aprendizado	1
PDCA	3	DELPHI	1
AV	2	DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	1
DMAIC	2	Diagrama PDPC	1
FTA	2	EV/AV	1
lógica Fuzzy	2	KPIs	1
RCM	2	Lista de Verificação	1
TEORIA GREY	2	MAPEAMENTO DE PROCESSO	1
5 POR QUE	1	matriz de YEN e CHEN	1
5w2h	1	Metodologia GUT	1
AD	1	MFV	1
Análise de Valor	1	NBR ISO 9001:2000	1
APTCE	1	PLANO DE MANUTENÇÃO	1
ARA	1	POKA YOK	1
BANCO DE DADOS	1	SEIS SIGMA	1
BPM	1	SOD	1
BRAINSTORMING	1	WBS	1

Figura 11 - Ferramentas utilizadas em conjunto para aplicação do FMEA

4. Considerações Finais

O presente artigo teve como objetivo apresentar um estudo bibliométrico relacionado a aplicação da ferramenta FMEA nos três principais congressos nacionais de engenharia de produção, sendo eles: ENEGEP, CONBREPRO e SIMPEP. Nota-se que o FMEA foi objeto de estudo por 351 autores diferentes de 63 instituições de ensino distintas ao longo dos 10 anos (2007-2017). Em todos os congressos analisados foram publicados em média, 10 artigos por ano e não houve nenhum ano sem ter publicações sobre o tema.

Foram 112 artigos no total, mostrando que 88% desse total, implementaram a ferramenta. Além de evidenciar que muitas empresas de diversos ramos estão interessadas nessa ferramenta, ainda há uma publicação em maior quantidade no ramo automotivo, que se explica devido à origem da ferramenta ser deste ramo, aos requisitos de clientes e também aos requisitos normativos. No entanto, também foi possível analisar algo inesperado e

interessante, um número significativo de publicações do ramo de prestação de serviços, que pode ser justificado, pois é um ramo que está em crescimento e ganhando força na atualidade. Verificado que 46% dos casos em que a ferramenta foi aplicada, os autores utilizaram junto ao FMEA ferramentas de apoio, onde foi observado, muitas vezes, sua utilização para aprimorar a análise de modos e efeitos de falhas e ou atingir a diversos objetivos de uma só vez, tendo as ferramentas PARETO e QFD maior destaque.

Por meio da análise do resultado, considera-se que o FMEA, por ser uma ferramenta de gestão da Engenharia de Produção, e principalmente por esta ferramenta ser direcionada para análise de risco, importante assunto da atualidade, é fundamental a análise deste cenário e da relevância dessa ferramenta no mercado. As principais contribuições deste trabalho podem ser para engenheiros que queiram seguir no ramo de consultoria, pois mostra que, mesmo o ramo automotivo sendo o principal interessado em aplicar a ferramenta, há um sobressalto de sua aplicação no ramo de serviços. Além disso, empresas de ramos não automotivos podem ter receios em utilizar a ferramenta FMEA para análise dos riscos, por não conhecer suas técnicas e também por não conhecer sua aplicação em outros ramos, contribuindo este trabalho com o encorajamento das mesmas em aplicar a ferramenta. A descoberta da utilização de ferramentas em conjunto ao FMEA também é de extrema importância em âmbito geral, pois fomenta a criação de novos trabalhos e métodos, que podem ser mais eficazes quando aplicados em conjunto.

Uma abordagem para novos estudos: O contexto educacional está preparado para o ensino dessas junções de ferramentas?

Referências

BACK, Nelson. *Metodologia de projeto de produtos industriais*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois: 1983.

BASTOS, Luíz. *FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Como Ferramenta de Prevenção da Qualidade em Produtos e Processos – Uma Avaliação da Aplicação em um Processo Produtivo de Usinagem de Engrenagem - XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006*.

CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC - Controle da Qualidade Total no estilo japonês*. 8. ed. Nova Lima – MG, 2004.

CARPINETTI, L. C. R.; *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COELHO, Flávia Dias et. al. *Ferramentas da Qualidade Aplicadas ao Aprimoramento do Nível de Serviços ao Cliente de uma indústria gráfica*. Enegep: Belo Horizonte, 2011, pp.30,32. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_wic_136_867_19215.pdf>. Acesso em: 14 de março de 2018.

CYRINO, L. *FMEA – Análise de modos de falhas e efeitos*. 2017. Disponível em: <https://www.manutencaoemfoco.com.br/fmea-analise-modos-de-falhas-e-efeitos/> acesso em 01 maio 2018.

GIOVANETTI, Lucas. *Análise do Processo de Fabricação da Válvula Dispersora Utilizando FMEA*. Monografia. Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2010. Grupo Ferroeste. Destilaria Veredas. Disponível em: <<http://www.ferroeste.com.br/o-grupo/empresas/destilaria-veredas>> Acesso em: 11 de Setembro de 2018

GERLACH, G. / PACHE, R. - *Aplicação das ferramentas da qualidade em uma área de recebimento de materiais* - 2011. Disponível: http://www.fahor.com.br/publicacoes/sief/2011_Aplicacao_ferramentas_recebimento_materiais_empresa.pdf

HELMAN, H. e ANDERY, P. R. P. *Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1 ed., 1995.

HOLANDA, L.M.C.; SOUZA, I.D.; FRANCISCO, A.C. *Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoas Nova-PB*. Gepros - Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v.8, n.4, p. 31-44, 2013.

LAFFRAIA, J. R. B. *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2001.

MACHADO, D. G.; BARBOSA, D. S.; QUINTANA, A. C. *Análise da Produção Científica sobre os Fluxos de Caixa e a Demonstração dos Fluxos de Caixa: um estudo da Revista de Contabilidade e Finanças da Universidade de São Paulo, no período de 1989 a 2009.* In: SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NAS ORGANIZAÇÕES, 2010, São Paulo. Anais eletrônicos... Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/13semead/resultado/an_resumo.asp?cod_trabalho=375>.

MANUAL DA QS 9000. *Análise de Modos e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): Manual de Referência.* 1997.

MARTINS, M. *Análise de Modos de Falhas e Efeitos (FMEA).* 2012 Disponível em: <http://www.blogdaqualidade.com.br/analise-de-modos-de-falhas-e-efeitos-fmea/>>. Acesso em 25 abril 2018.

MIGUEL, P.A.C. *Qualidade: enfoques e ferramentas.* 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

MONTGOMERY, D.C. *Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade,* 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

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

SILVA, R. *Organização e Normas.* 2014. Disponível em:

<http://www.4shared.com/web/preview/doc/EBiXEGkV>. Acesso em 17 de Abril de 2018.

SILVA, Ana Paula Ferreira da; et al. *Estudo bibliométrico sobre custo em organizações da construção civil: contribuições do congresso brasileiro de custo de 1996 a 2010.* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 19., 2012, Gramado. Anais. São Leopoldo: Associação Brasileira de Custos, 2012.

SLACK, NIGEL. *Administração da Produção.* Nigel Slack, Stuart Chambers, Robert Johnston: tradução Maria Teresa Côrrea de Oliveira, Fábio Alher; revisão técnica Henrique Luiz Côrrea. -- 2. Ed. -- São Paulo: Atlas, 2002.

TEIXEIRA, A. S.; *O que é gestão de risco?.* Blog da Qualidade, 2015. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/o-que-e-gestao-de-risco/>>. Acesso em 07 de Maio de 2018.

TOLEDO, J.C.; AMARAL, D.C. *FMEA: análise dos tipos e efeitos de falha.* 2000. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>> Acesso em: 11 de Setembro de 2018.

YANG, C.; LIN, W.; LIN, M. HUANG, J. *A study on applying FMEA to improving ERP introduction: An example of semiconductor related industries in Taiwan.* In: International Journal of Quality & Reliability Management v. 23, n. 3, p. 298-322, 2006.