

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE FMEA EM UMA EMPRESA DE MÁQUINAS - FERRAMENTA

*Afrânio Quintino da SILVA*¹
Denner TRINDADE¹,
Eduardo Araújo de PAULA¹,
Israel do Nascimento BATISTA¹
Jevion Prates MARTINS¹
Sérgio Ricardo MAGALHÃES²

¹Estudante de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial/UninCor – e-mail: afranioquintino@hotmail.com

¹Estudante de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial/UninCor – e-mail: dennertrindade@bol.com.br

¹Estudante de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial/UninCor – e-mail: dusao@bol.com.br

¹Estudante de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial/UninCor – e-mail: ibatista017@gmail.com

¹Estudante de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial/UninCor – e-mail: jevionprate@hotmail.com

²Orientador e Professor do curso de Tecnologia em Gestão da Produção Industrial/UninCor – e-mail: sergio.magalhaes@unincor.edu.br

RESUMO: A finalidade deste trabalho é apresentar uma proposta de aplicação da metodologia do FMEA (Failure Modes and Effects Analysis - Análise dos Modos e Efeitos de Falha) como suporte à implantação de manutenção industrial preventiva na linha de produção de uma empresa de máquinas – ferramentas, o que contribui para melhorias na competitividade da empresa. FMEA trata-se de uma técnica que funciona como ferramenta para diagnóstico de problemas; é um procedimento utilizado no desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou revisados; e é ainda o diário do projeto, processo ou serviço. Compreende uma das mais eficientes técnicas de baixo risco utilizadas na prevenção de problemas e identificação de soluções. Permite uma abordagem estruturada na avaliação, condução e atualização do desenvolvimento de projetos e processos em todas as disciplinas da empresa. É utilizada para associar e manter vários outros documentos da organização. Empresa, onde o estudo será realizado é nacional, de capital aberto. Suas atividades são voltadas para o projeto, produção e venda de máquinas ferramenta, injetoras de plástico, sistema rotativo para broqueamento de furos de alta precisão, serviços de usinagem e produção e vendas de componentes fundidos. A implantação FMEA tem com a formulação de uma equipe de pessoas cujo objetivo comum é tornar um produto mais confiável possível para seu cliente, eliminando-se desta forma as possíveis falhas, é preciso que as ações recomendadas pela equipe do FMEA sejam aplicadas de forma eficaz. Desta forma conseguirá resultados satisfatórios a médio prazo, Observou-se também uma demora excessiva para implantação da técnica, por falta de conhecimento sobre a técnica e incentivo para a equipe na condução dos trabalhos. A implantação da análise de falha baseado na técnica da FMEA, demonstrou ser mais eficaz que a técnica utilizada pela empresa até então. Entretanto, existiram problemas na implantação, decorrentes, principalmente, da falta de conhecimento sobre o desenvolvimento da técnica, habilidade em buscar as causas dos problemas e suas soluções, além de tendência na análise do problema pela primeira equipe de trabalho. Uma vez completada a FMEA acaba sendo uma referência para análise de outros produtos ou processos similares, diminuindo os custos de sua elaboração, uma vez que serão amortizados na análise de vários produtos. Melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos. Ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua). Diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas. O benefício de incorporar dentro da organização a atitude de prevenção de falhas, a atitude de cooperação e trabalho em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes.

Palavras-Chave: Usinagem, Produção, Ferramentas

1 INTRODUÇÃO

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect

Analysis), é uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do

produto ou do processo. Este é o objetivo básico desta técnica, ou seja, detectar falhas antes que se produza uma peça e/ou produto. Pode-se dizer que, com sua utilização, se está diminuindo as chances do produto ou processo falhar, ou seja, estamos buscando aumentar sua confiabilidade.

A análise dos modos de falhas e seus efeitos - FMEA foi inicialmente desenvolvida nos anos 60 pela NASA e mais tarde, na década de 70, foi muito utilizada nas indústrias aeronáutica e nuclear.

A partir dos anos 80, passou a ser utilizada na indústria automobilística, estendendo-se posteriormente para seus fornecedores na indústria de autopeças. Conforme Miguel (1999), atualmente, esta técnica é considerada uma das ferramentas mais utilizadas na indústria automobilística para detecção de falhas. A norma americana QS 9000, por exemplo, desenvolvida pelas grandes montadoras nos EUA, Ford, Chrysler e GM, conhecido como as três grandes montadoras americanas (*the big three*), especifica a FMEA como técnica de análise e prevenção de falhas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

FMEA trata-se de uma técnica que funciona como ferramenta para diagnóstico de problemas; é um procedimento utilizado no desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou

revisados; e é ainda o diário do projeto, processo ou serviço.

Compreende uma das mais eficientes técnicas de baixo risco utilizadas na prevenção de problemas e identificação de soluções.

Permite uma abordagem estruturada na avaliação, condução e atualização do desenvolvimento de projetos e processos em todas as disciplinas da empresa.

É utilizada para associar e manter vários outros documentos da organização. (PALLADY, 1997).

2.1 Definição

FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis) é uma ferramenta de gerenciamento de risco que tem como finalidade identificar possíveis modos de falhas de um dado produto ou processo e suas respectivas causas. Prever-se ainda os efeitos dessa causa para os clientes e, através de procedimentos adequados, atua sobre os mesmos reduzindo ou até mesmo eliminando a incidência de falhas. Cabe ainda a esta ferramenta analisar o impacto das falhas sobre o cliente, probabilidade de uma dada causa e ou modo como a falha ocorre bem como a possibilidade de se detectar o modo de falha e ou causa antes mesmo que o problema atinja o cliente (HAMMET, 2000 apud MORETTI; BRIGATTO 2008).

2.2 Importância

A metodologia FMEA é importante porque pode proporcionar para a empresa:

Uma forma sistemática de se catalogar informações sobre as falhas dos produtos/processos. CLAUSING, D. (1994).

Melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos.

Ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua).

Diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas.

O benefício de incorporar dentro da organização a atitude de prevenção de falhas, a atitude de cooperação e trabalho em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes.

2.3 Objetivos

Esta dimensão da qualidade, a confiabilidade, tem se tornado cada vez mais importante para os consumidores, pois, a falha de um produto, mesmo que prontamente reparada pelo serviço de assistência técnica e totalmente coberta por termos de garantia, causa, no mínimo, uma insatisfação ao consumidor ao privá-lo do uso do produto por determinado tempo. Além disso, cada vez mais são lançados produtos em que determinados tipos de falhas podem ter consequências drásticas para o consumidor,

tais como aviões e equipamentos hospitalares nos quais o mau funcionamento pode significar até mesmo um risco de vida ao usuário.

Apesar de ter sido desenvolvida com um enfoque no projeto de novos produtos e processos, a metodologia FMEA, pela sua grande utilidade, passou a ser aplicada de diversas maneiras. Assim, ela atualmente é utilizada para diminuir as falhas de produtos e processos existentes e para diminuir a probabilidade de falha em processos administrativos. Tem sido empregada também em aplicações específicas tais como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e na indústria de alimentos.

A norma QS 9000 especifica o FMEA como um dos documentos necessários para um fornecedor submeter uma peça/produto à aprovação da montadora. Este é um dos principais motivos pela divulgação desta técnica. Deve-se, no entanto implantar o FMEA em uma empresa, visando-se os seus resultados e não simplesmente para atender a uma exigência da montadora. MANUAIS DA QS 9000 (1997).

2.4 Tipos de FMEA

De acordo Hellman (1995), esta metodologia pode ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como do processo. As etapas e a maneira de realização da análise são as mesmas, ambas

diferenciando-se somente quanto ao objetivo. Assim as análises FMEA's são classificadas em dois tipos:

- FMEA de produto: na qual são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrente do projeto. É comumente denominada também de FMEA de projeto.

- FMEA de processo: são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto.

Há ainda um terceiro tipo, menos comum, que é o FMEA de procedimentos administrativos. Nele analisam-se as falhas potenciais de cada etapa do processo com o mesmo objetivo que as análises anteriores, ou seja, diminuir os riscos de falha.

2.5 Aplicações da FMEA

Pode-se aplicar a análise FMEA nas seguintes situações:

- Para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos;

- Para diminuir a probabilidade de falhas potenciais (ou seja, que ainda não tenham ocorrido) em produtos/processos já em operação;

- Para aumentar a confiabilidade de produtos ou processos já em operação por meio da análise das falhas que já ocorreram;

- Para diminuir os riscos de erros e aumentar a qualidade em procedimentos administrativos. Lore, J., *An Innovative Methodology* (1998).

2.6 Funcionamento básico

O princípio da metodologia é o mesmo independente do tipo de FMEA e a aplicação, ou seja, se é FMEA de produto, processo ou procedimento e se é aplicado para produtos/processos novos ou já em operação. A análise consiste basicamente na formação de um grupo de pessoas que identificam para o produto/processo em questão suas funções, os tipos de falhas que podem ocorrer, os efeitos e as possíveis causas desta falha. Em seguida são avaliados os riscos de cada causa de falha por meio de índices e, com base nesta avaliação, são tomadas as ações necessárias para diminuir estes riscos, aumentando a confiabilidade do produto/processo. OLIVEIRA, C. B. M.; ROZENFELD, H. (1997).

Para aplicar-se a análise FMEA em um determinado produto/processo, portanto, forma-se um grupo de trabalho que irá definir a função ou característica daquele produto/processo irá relacionar todos os tipos de falhas que possam ocorrer, descrever, para cada tipo de falha suas possíveis causas e efeitos, relacionar as medidas de detecção e

previsão de falhas que estão sendo, ou já foram tomadas, e, para cada causa de falha, atribuir índices para avaliar os riscos e, por meio destes riscos, discutir medidas de melhoria.

2.7 Continuidade

O formulário FMEA é um documento “vivo”, ou seja, uma vez realizada uma análise para um produto/processo qualquer, esta deve ser revisada sempre que ocorrerem alterações neste produto/processo específico. Além disso, mesmo que não haja alterações deve-se regularmente revisar a análise confrontando as falhas potenciais imaginadas pelo grupo com as que realmente vem ocorrendo no dia-a-dia do processo e uso do produto, de forma a permitir a incorporação de falhas não previstas, bem como a reavaliação, com base em dados objetivos, das falhas já previstas pelo grupo.(CLAUSING,1994)

3 METODOLOGIA

Implantação de FMEA em uma empresa

De máquinas - ferramenta

Perfil da empresa

A empresa, onde o estudo será realizado é nacional, de capital aberto.

Suas atividades são voltadas para o projeto, produção e venda de máquinas

ferramenta, injetoras de plástico, sistema rotativo para broqueamento de furos de alta precisão, serviços de usinagem e produção e vendas de componentes fundidos.

Processo de implantação da FMEA

Etapas para a aplicação

3.1 Planejamento

Esta fase é realizada pelo responsável pela aplicação da metodologia e compreende:

- Descrição dos objetivos e abrangência da análise: em que identifica-se qual(ais) produto(s)/processo(s) será(am) analisado(s);
- Formação dos grupos de trabalho: em que define-se os integrantes do grupo, que deve ser preferencialmente pequeno (entre 4 a 6 pessoas) e multidisciplinar (contando com pessoas de diversas áreas como qualidade, desenvolvimento e produção);
- Planejamento das reuniões: as reuniões devem ser agendadas com antecedência e com o consentimento de todos os participantes para evitar paralisações;
- Preparação da documentação.

3.2 Análise de falhas em potencial

Esta fase é realizada pelo grupo de trabalho que discute e preenche o

formulário FMEA de acordo com os passos que seguem abaixo:

1	Função(ções) e característica(s) do produto/processo
2	Tipo(s) de falha(s) potencial(is) para cada função
3	Efeito(s) do tipo de falha
4	Causa(s) possível(eis) da falha
5	Controles atuais

3.3 Avaliação dos riscos

Nesta fase são definidos pelo grupo os índices de severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) para cada causa de falha, de acordo com critérios previamente definidos (um exemplo de critérios que podem ser utilizados é apresentado nas tabelas abaixo, Quadro 1- Classificação de Severidade

mas o ideal é que a empresa tenha os seus próprios critérios adaptados a sua realidade específica). Depois são calculados os coeficientes de prioridade de risco (R), por meio da multiplicação dos outros três índices.

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito Alta	Idem ao anterior porém afeta a segurança

Quadro 2- Classificação de Ocorrência

Índice	Ocorrência	Proporção	Cpk
1	Remota	1:1.000.000	Cpk > 1,67
2	Pequena	1:20.000	Cpk > 1,00
3		1:4.000	
4	Moderada	1:1000	Cpk < 1,00
5		1:400	
6		1:80	
7	Alta	1:40	
8		1:20	
9	Muito Alta	1:8	
10		1:2	

Quadro 3 - Classificação de Detecção

Índice	Detecção	Critério
1	Muito grande	Certamente será detectado
2		
3	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
4		
5	Moderada	Provavelmente será detectado
6		
7	Pequena	Provavelmente não será detectado
8		
9	Muito pequena	Certamente não será detectado
10		

3.4 Índices de compatibilidade:

Quando o grupo estiver avaliando um índice, os demais não podem ser levados em conta, ou seja, a avaliação de cada índice é independente. Por exemplo, se estamos

avaliando o índice de severidade de uma determinada causa cujo efeito é significativo, não podemos colocar um valor mais baixo para este índice somente porque a probabilidade de detecção seja alta.

No caso de FMEA de processo pode-se utilizar os índices de compatibilidade da máquina, (Cpk) para se determinar o índice de ocorrência.

3.5 Melhoria

Nesta fase o grupo, utilizando os conhecimentos, criatividade e até mesmo outras técnicas como *brainstorming*, lista todas as ações que podem ser realizadas para diminuir os riscos. Estas medidas podem ser:

Medidas de prevenção total ao tipo de falha.

Medidas de prevenção total de uma causa de falha.

Medidas que dificultam a ocorrência de falhas.

Medidas que limitem o efeito do tipo de falha.

Medidas que aumentam a probabilidade de detecção do tipo ou da causa de falha.

Estas medidas são analisadas quanto a sua viabilidade, sendo então definidas as que serão implantadas. Uma forma de se fazer o controle do resultado destas medidas é pelo próprio formulário FMEA por meio de colunas que onde ficam registradas as medidas recomendadas pelo grupo, nome do responsável e prazo, medidas que foram realmente tomadas e a nova avaliação dos riscos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo exposto anteriormente, o projeto piloto de implantação da análise de falha baseado na técnica da FMEA, demonstrou ser mais eficaz que a técnica utilizada pela empresa até então. Entretanto, existiram problemas na implantação, decorrentes, principalmente, da falta de conhecimento sobre o desenvolvimento da técnica, habilidade em buscar as causas dos problemas e suas soluções, além de tendência na análise do problema pela primeira equipe de trabalho.

A técnica encontra-se ainda em estágio de implantação, conforme pode ser observado na planilha da **figura 3** em anexo. Ainda falta estabelecer as ações recomendadas e analisar os resultados após a devida introdução dessas recomendações. Observou-se também uma demora excessiva para implantação da técnica, por falta de conhecimento sobre a técnica e incentivo para a equipe na condução dos trabalhos.

Existem ainda, vários fatores a serem considerados para o desenvolvimento do trabalho. Por exemplo, o desenvolvimento da mesma planilha (mesmo problema) utilizando a técnica de FMEA de ciclo de vida seria um passo importante para enriquecer o resultado. Esse desenvolvimento está previsto no projeto piloto, porém ainda não foi possível sua introdução no processo. Destaca-se ainda, que uma análise dos pesos para ponderação (ocorrência, gravidade, e

severidade) também deve ser feita, uma vez que as tabelas consultadas estão, geralmente, associadas e direcionadas ao desenvolvimento realizado na indústria automobilística.

A FMEA é uma ferramenta da qualidade que não se resume apenas em um mero preenchimento de formulário. Esta se usada de maneira racional. A dificuldade encontrada na elaboração da FMEA reside no fato de que as empresas não possuem uma base histórica de dados para uma avaliação mais objetiva.

Com isso, torna-se difícil a determinação dos índices de ocorrência e detecção. A elaboração de uma FMEA em

equipe minimiza este efeito pois possibilita uma visão mais ampla das causas (histórico informal).

Uma oportunidade de perfeição que pode ser conciliada com a FMEA, uma sistemática formalizada que documenta a disciplina mental que as pessoas da equipe realizam na identificação de potenciais resultados indesejáveis.

Uma vez completada a FMEA acaba sendo uma referência para análise de outros produtos ou processos similares, diminuindo os custos de sua elaboração, uma vez que serão amortizados na análise de vários produtos.

ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA																	
PROJETO ()		DATA DA ELABORAÇÃO:		CLIENTE/REFERÊNCIA:													
FMEA: PRODUTO ()		DATA DA PRÓXIMA REVISÃO:		PRODUTO:													
SISTEMA ()		COORDENADO POR:															
EQUIPE:																	
ITEM & FUNÇÃO	NOME DO COMPONENTE	MODO	EFEITO	FALHAS POSSÍVEIS			PROVINCÍAS			RESULTADO DAS AÇÕES							
				S E L V	C L A	POTENCIAIS	O C R	E P A	D T N	AÇÕES RECOMENDADAS	RESPONSÁVEL E CRONOGRAMA	AÇÕES TOMADAS E DATAS	S O D R	C E P	V R T M		
Entrada de material no almoxarifado		Falta de inspeção	Entrada de material no almoxarifado com não conformidades do tipo:	9	"Indevidências da etiqueta de "aprovado"	5	"Etiqueta peça "aprovado"	1	45								
a) Registrar entradas de ordens de produção		"Processo incompleto	a) peça marcada conforme (rejeito)		"Indevidências do plano de rotacção	5	"Verificação da baseia no plano de rotacção	5	225								
b) Armazenagem de materiais		"Queixas diferentes	"Identificação errada (passa trocas)		"Falha do inspetor	5	"Notas finais e Cartão de entrada	2	36								
c) Controle físico e		"Falha de identificação	"Falha de identificação (passa trocas)		"Falha de rotacção humana	1	"-	0									
		"Falha de identificação	"Falha de identificação (passa trocas)		"Falha de rotacção humana	10	"-	10	900								
		"Entrada de dados errados no sistema (local)	"Entrada de dados errados no sistema (local)		"Devolução da montagem	6	"Devolução da montagem	9	466								
		"Armazenar em local incorreto	"Armazenar em local incorreto	1													
			c) qde incorreta	1													

Figura 2 – Primeira Planilha Desenvolvida na Empresa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir com este estudo, que para conseguirem-se resultados positivos com a formulação de uma equipe de pessoas cujo objetivo comum é tornar um produto mais confiável possível para seu cliente, eliminando-se desta forma as possíveis falhas, é preciso que as ações recomendadas pela equipe do FMEA sejam aplicadas de forma eficaz.

Desta forma conseguirá resultados satisfatórios a médio prazo, entretanto é preciso analisar as possibilidades financeiras de cada empresa, para que dentro

do seu planejamento de custo seja possível colocar estas ações em prática, ou seja, nada adianta formular uma ação recomendada para implantar um sistema robotizado sendo que está fora da realidade da empresa.

Outro fator que pode melhorar a redução de falhas é a multiplicação do conceito FMEA dentro da área produtiva, ou seja, é preciso que este conceito saia das salas de reuniões e abranja desde o operador de máquina até os cargos direcionais, para que possam ter uma visão crítica de seu produto, processo ou sistema, deixando mais eficiente e confiável.

REFERÊNCIAS

CLAUSING, D. (1994). Better decisions. In: Total quality development: a step-by-step guide to worldclass concurrent engineering. 2.ed., Nova Iorque, The American Society of Mechanical Engineers. Cap. 3, p.60-73.

OLIVEIRA, C. B. M.; ROZENFELD, H. (1997). Desenvolvimento de um módulo de FMEA num sistema comercial de CAPP. (CD ROM). In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 17., Gramado, 1997. Anais. Porto Alegre, UFRGS.

Helman, H, Análise de Falhas (Aplicação do Método FMEA e FTA), Fundação Cristiano Ottoni, Belo Horizonte, MG, 1995.

Lore, J., An Innovative Methodology: The Life Cycle FMEA, Quality Progress, vol. 31, no. 4, pp. 144, 1998.

Miguel, P.A.C. Qualidade: Princípios, Técnicas e Gestão. Editora Unimep: Piracicaba, 1999 (em fase de impressão).

QAI, Failure Mode and Effects Analysis, Quality Association International Incorporation, <http://www.qualityone.com/fmea.htm>, 1998

Silva, C.E.S., Tin, J.V. e Oliveira, V.C., Uma Análise da Aplicação da FMEA nas Normas de: Sistema de Gestão pela Qualidade (ISO 9000 e QS 9000), Sistema de Gestão Ambiental (ISO 14000), e Sistema de Gestão da Segurança e Saúde do Trabalho (BS 8800. Futura ISO 18000). CD ROM do XVII ENEGEP, Gramado, RS, 1997.