

## **Aplicação da ferramenta FMEA em uma empresa de injeção de plástico**

Silas Almeida Lira (Autarquia Educacional do Belo jardim) E-mail: silas\_al@hotmail.com

João Victor Cavalcanti Alves (Autarquia Educacional do Belo jardim) E-mail:  
jcavalcanti900@gmail.com

Josemir Soares de Araújo (Autarquia Educacional do Belo jardim) E-mail:  
josemirsoares.9@gmail.com

Raul José Rosendo Santos (Autarquia Educacional do Belo jardim) E-mail:  
raulj2@outlook.com

Armando Dias Duarte (Autarquia Educacional do Belo jardim) E-mail:  
armando01.dias@gmail.com

### **Resumo**

O presente trabalho apresenta a aplicação da metodologia *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), como ferramenta de classificação de riscos em processos industriais em uma empresa de injeção na cidade do Belo Jardim. Foram elaborados FMEA's para todos os produtos produzidos na fábrica, separando-os por família e buscando-se identificar possíveis falhas e mecanismos potenciais. Em seguida, foram estudados os efeitos e a classificação de risco de cada etapa do processo. Após a elaboração do FMEA, foi identificado que a etapa do processo, verificar nível do silo da injetora, apresenta um elevado Número de Prioridade de Risco (NPR), no qual foram realizadas duas ações, cujos indicadores de desempenho ao longo de onze meses, demonstraram uma mudança significativa para a organização, após a implantação do FMEA.

**Palavras-Chaves:** FMEA, NPR, Qualidade.

### **1. Introdução**

Através da literatura é possível encontrar várias definições para o desenvolvimento da gestão da qualidade em seus diferentes ramos (LONGO, 1996; GOMES, 2004, AVELINO, 2005). Garvin (2002) comenta que a qualidade pode ser abordada de diversas maneiras, podendo ser de forma transcendental, baseada no produto, no usuário, na produção ou no valor.

Campos *et al.* (2005) exemplifica que no pós-guerra o Japão se encontrava em uma situação de vulnerabilidade, devido à falta de recursos naturais e embargos econômicos, o que fez com que para contornar a situação, foi investido em ferramentas de gerenciamento com o cunho de melhoria nos quesitos de qualidade.

Devido as exigências do mercado, com consumidores cada vez mais exigentes, uma Gestão da Qualidade Total (GQT) dentro das organizações, deverá garantir uma maior confiabilidade durante os processos produtivos, de forma a reduzir os índices de defeitos de fabricação. No contexto empresarial, há a necessidade de implementar a GQT através das normas como a NBR ISO 9001 devido as exigências do mercado. A NBR 5462 (1994) adota o termo de Análise dos Modos de Falha e seus efeitos, cujo termo em inglês *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), representa uma análise qualitativa do estudo de modos de falhas e determinação dos efeitos (ABNT, 1994).

Segundo Billing (2012) a qualidade dos produtos e serviços comercializados, certificados pelas normas proporcionam a empresa um diferencial competitivo, contribuindo para a busca de novos negócios e para a manutenção dos existentes. Por tanto torna-se evidente a necessidade de desenvolver um sistema que atenda aos requisitos e se adeque aos objetivos organizacionais estabelecidos para a prospecção da empresa no mercado.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi a elaboração do FMEA no processo de fabricação em uma empresa, na cidade do Belo Jardim-PE que atua na produção de peças plásticas.

## **2. Referencial teórico**

Cada FMEA deve assegurar que seja dada atenção a cada item do produto ou montagem, componentes ou processos críticos e relacionados à segurança, que devem receber atenção prioritária. É uma ferramenta preventiva que busca antecipar o evento ou acontecimento, e para ter um impacto ainda maior o mesmo deve ser elaborado na etapa de projeto de um produto ou processo no qual exista o potencial de modo de falha. A elaboração ainda na fase de projeto facilita a implementação de modificações de produto ou processo e com menor custo, minimizando as crises de alterações tardias. As ações geradas de um FMEA podem reduzir ou eliminar a possibilidade de erros que possam gerar problemas ainda maiores (MOURA, 2000).

Em geral, é aplicado a falhas potenciais, nos processos de concepção e fabricação de produtos, quando os benefícios são claros e potencialmente significativos. Existem quatro clientes que devem ser considerados no processo de FMEA:

- a) usuário final – a pessoa ou organização que utilizará o produto;
- b) montagem e centros de fabricação – onde ocorre as operações de fabricação (processos posteriores);
- c) fabricação em cadeia de suprimentos – local de fabricação da peça;
- d) reguladores – agências governamentais.

O FMEA é um documento vivo e deve ser revisado sempre que houver alterações de projeto ou processo, outro ponto é que deve ser definido uma revisão periódica para classificação da Ocorrência e Detecção.

A Figura 1 a seguir, demonstra um modelo de formulário de como é realizado a sua elaboração.

Figura 1 – Modelo do formulário adotado

Classificação do tipo de FMEA		ANÁLISE DO MODO E EFEITO DAS FALHAS - FMEA						Cabeçalho - Identificação				FMEA Nº				
		FMEA de Projeto ( ) de Processo ( )										Página: de				
Projeto/Processo:		Número/Design do Projeto:		Máquina/Operação:		Data Início / Término / Status:		Cota Limite:								
Responsável por:		Responsável Projeto/Processo:				Aprovação da Gerência:										
Etapas:																
Item/ Etapa do Processo	Função/Requisito	Modo de Falha	Efeito da falha	Severidade Classificação	Causa ou Mecanismo de Falha	Ocorrência	Controles		Detecção	NPR	Ações recomendadas	Responsável	Prazo	Status	Resultado	
							Preventivos	Detetivos							Severidade	Ocorrência
	Etapa do processo (orçando do fluxograma de processo)															
	Requisito do produto ou processo a ser atendido															
	Resultado indesejado quanto ao requisito															
	Impacto que o resultado indesejado pode ter nos clientes															
	Número de severidade baseado na tabela de referência. Classificação especial que pode vir do cliente ou definido internamente.															
	Causa potencial do resultado indesejado															
	Número de ocorrência baseado na tabela de referência															
	Controle preventivo para o mecanismo ou resultado indesejado															
	Controle detectivo para o mecanismo ou resultado indesejado															
	Número de detecção baseado na tabela de referência															
	Resultado da multiplicação (severidade x ocorrência x detecção)															
	Ações para redução da numeração da ocorrência (controle preventivo) ou da detecção (controle detectivo)															
	Responsável pela ação															
	Prazo para ação															
	Status da ação															
	Reclassificação das numerações de severidade, ocorrência, detecção e novo NPR															

Fonte: Autores (2019)

Conforme Moura (2000), após a conclusão do preenchimento do FMEA é necessário definir esforços/ações adicionais para reduzir o risco. Devido a limitação de recursos, tempo, tecnologia entre outros fatores, deve-se escolher a melhor forma de priorização desses esforços.

O foco inicial deve ser referenciado para os modos de falha com severidade 9 ou 10, é fundamental que o risco seja tratado com controles de projeto ou ações conforme documentadas no FMEA.

Para modos de falha com severidade de 8 ou inferiores, deve-se considerar as maiores classificações de ocorrência ou detecção. Uma abordagem para auxiliar na priorização é usar o Número de Prioridade de Risco (NPR), descrita através da Equação 1. Os valores do FMEA podem variar de 1 a 1000.

$$\text{NPR} = \text{Severidade (S)} \times \text{Ocorrência (O)} \times \text{Detecção (D)}$$

O manual do FMEA 4ª edição não recomenda o estabelecimento de um valor limite de NPR, pois um processo com severidade 9 ou 10 pode ter uma ocorrência baixa enquanto um processo com severidade 8 e ocorrência alta pode ser priorizado primeiro.

O FMEA é dividido em alguns tipos, os mais utilizados são do DFMEA (FMEA de projeto) e o PFMEA (FMEA de processo). De acordo com Laurenti *et al.* (2012) o DFMEA tem como foco os modos de falhas causados por deficiências no projeto do produto, enquanto o PFMEA está ligado os processos de fabricação ou montagem. O processo de elaboração do DFMEA deve ser iniciado nas etapas iniciais do projeto, enquanto o PFMEA deve ser elaborado antes de serem desenvolvidos e adquiridos o ferramental ou o equipamento de fabricação.

### **3. Metodologia**

O estudo foi desenvolvido em uma empresa que atua no mercado de produção de peças plásticas, que conta com 23 colaboradores, que funciona em 2 turnos de trabalho. Segundo o SEBRAE (2013) a empresa é considerada de Pequeno Porte (EPP), já que possui o número de colaboradores dentro da faixa de 20-99, sendo estes os limites inferior e superior para esta categoria industrial, respectivamente, definidos pela entidade de serviço social. Dentre seus processos produtivos, a organização estudada possui o processo de injeção e o processo de acabamento. A elaboração do PFMEA foi realizada através de reuniões com uma equipe multidisciplinar da organização, com representantes dos setores de qualidade, produção e manutenção.

Para o desenvolvimento do FMEA foram elaborados os fluxogramas de processo que são considerados, *inputs*, junto com requisitos dos clientes, reclamações e indicadores internos.

Como a empresa não é responsável pelo projeto dos produtos foi elaborado o PFMEA (FMEA de processo).

### 3. Resultados e discussão

Como não foram definidos modos de falha com severidade 9 ou 10, foi criada a Tabela 1 cujas classificações dos processos com maiores incidências de risco são apresentadas.

Tabela 1 – Classificação de risco

Processos	Modo de Falha	Mecanismo de falha	Severidade	Ocorrência	Detecção	NPR
INJ02 - Verificar nível do silo da injetora	Nível abaixo de 50%	Falta de material no almoxarifado por problema no fornecedor	8	10	7	560
INJ05 - Injetar	Produto arranhado	Acúmulo de peças no caixote	7	10	7	490
	Produto com empeno	Falha no projeto do molde	7	9	7	441
	Produto com rebarba	Desgaste do molde por falta de preventiva	5	10	7	350
	Produto com manchas de desmoldante	Problema na extração da peça por deficiência no molde	5	10	7	350
REC03 - Fazer descarrego do material	Causar danos ao material no descarrego	Bag rasgar no descarrego	7	7	7	343
ACA12 - selar pastilha	Pastilha selada parcialmente	Cabeçote desalinhado	7	7	7	343

Fonte: Autores (2019)

A etapa/mecanismo de falha com o maior NPR foi o INJ02 – Verificar nível do silo da injetora. Como forma de reduzir o número de ocorrências, foram definidas duas ações, sendo a primeira o aumento da quantidade de material e colocar supervisor como o responsável, tendo um prazo para execução da ação até a data 29/11/2019; já a segunda ação foi a determinação de um estoque de segurança capaz de evitar a falta de material diante da incerteza de ressuprimento, com o responsável pela ação sendo o supervisor e o prazo também para 29/11/2019.

Figura 2 - Ações recomendadas

Severidade	Classificação	Causa ou Mecanismo da falha	Ocorrência	Controles		Detecção	NPR	Ações recomendadas	Responsável	Prazo
				Preventivo	Detectivo					
8	HI	Operador não repor o material no cilo	2	-	Visor de acrílico do cilo	7	112			
		Falta de material no almoxarifado por problema no fornecedor	10	-	Monitoramento do estoque	7	560	Aumentar o layout de material	Supervisor	29/11/2019
								Criar estoque de segurança	Supervisor	29/11/2019

Fonte: Autores (2019)

Foram listadas ao todo 33 ações de melhoria visando a redução do número de ocorrência ou detecção. Até a data da elaboração do trabalho, foram concluídos 27% das ações levantadas, com impacto de redução de 7,65% na soma dos NPR's, de 15.029 para 13.882. Como forma de monitorar os impactos da implantação do FMEA foram escolhidos os seguintes indicadores: número de reclamações de clientes e percentual de descarte de produtos (*Scrap*). Todas as informações estão descritas na Tabela 2:

Tabela 2 – Resultados dos indicadores

Indicador	2018	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
<i>Scrap</i>	0,90%	0,78%	1,02%	0,85%	0,92%	1,05%	0,87%	0,91%	0,42%	0,31%	0,48%	0,37%
Reclamações (Acumulado)	18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fonte: Autores (2019)

Conforme visto na Tabela 2 após a elaboração do FMEA no mês de agosto, houve uma redução de 56% na média do scrap em comparação aos sete primeiros meses do ano. Também se observou que a estabilidade quanto ao número de reclamações no ano se manteve no acumulado de 1, sendo uma redução de 94% em relação a 2018.

Essa redução é semelhante aos resultados apresentados por Soares *et al.* (2014) que após a aplicação do FMEA em uma empresa intitulada “Firma”, obteve uma redução de 50% no número de reclamações em 2011 comparado a 2009, de 18% em 2012 e de 10% em 2013. Se obteve também uma redução no custo com as reclamações, de 2011 a 2013 houve uma redução de aproximadamente 41%.

Em outro caso apresentado por Souza (2018) após a aplicação do FMEA em uma empresa de bebidas, obteve uma redução de 6% no *Scrap* em relação ao ano de 2016 e um aumento da produtividade em 15% após a aplicação da ferramenta.

Fontolan *et al.* (2017) também mostraram que após a aplicação do FMEA em uma empresa de cosméticos, obteve na etapa de purificação um aumento de 8% no rendimento de produção.

#### **4. Conclusões**

Baseado nos resultados da aplicação da ferramenta na organização estudada, foi possível identificar os principais processos que apresentam possíveis modos de falhas, e após as ações realizadas, houve uma redução significativa do número de reclamações e do percentual de descarte de produtos, o que corrobora com outros resultados encontrados na literatura. Assim, a ferramenta FMEA se mostrou eficaz, sendo fundamental na priorização e na apresentação de resultados rápidos, de forma a se obter ganhos empresariais.

#### **REFERÊNCIAS**

AVELINO, A. **Qualidade no processo de produção: um modelo de gestão para garantir a qualidade de acabamento das carrocerias em chapa na linha de produção**, Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade**. ABNT, 1994.

BILLIG, O. A. **Sistema de Gestão Integrada de Qualidade, Segurança, Meio-Ambiente e Saúde**. Revista Eletrônica FTEC, 2012.

CAMPOS, R. *et al.* **A ferramenta 5S e suas implicações na gestão da qualidade total**. Simpep–Simpósio de Engenharia de Produção, 2005.

FONTOLAN, E. *et al.* **Aplicação de FMEA para Análise de riscos e oportunidades no processo de produção de uma indústria de cosméticos**. REVISTA UNINGÁ REVIEW, ,32.1: p. 114-124, 2017

GARVIN, D. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

GOMES, P. A. **Evolução do conceito de qualidade: dos bens manufaturados aos serviços de informação**, Cadernos BAD, vol. 2, pp. 6-18, 2004.

LAURENTI, R. *et al.* **Avaliação da Aplicação dos Métodos FMEA e DRBFM no Processo de Desenvolvimento de Produtos em uma Empresa de Autopeças**. Gestão & Produção, 2012.

LONGO, R. M. J. **Gestão da Qualidade: Evolução Histórica, Conceitos Básicos e Aplicação na Educação.** Brasília, 1996.

MAINARDES, E. W.; LOURENÇO, L.; TONTINI, G. **Percepções dos Conceitos de Qualidade e Gestão pela Qualidade Total: estudo de caso na universidade.** Revista Gestão.Org, 2010.

MOURA, C. **Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA), Manual de Referência SAE J-1739.**, ASQC, 2000.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa:** 2013. 6. ed. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Brasília. DIEESE, 2013.

SOARES, T. M. da C. Q., *et al.* **Análise da eficácia da aplicação da Metodologia FMEA do Processo: Caso de estudo numa empresa certificada.** 2014.

SOUZA, R. S. de. **Aplicação da ferramenta FMEA de processos em uma indústria de bebidas.** 2018.