

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DA PARAÍBA – IESP

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: APLICAÇÃO DO MÉTODO FMEA EM
UMA INDÚSTRIA DE MASSAS ALIMENTÍCIAS**

Prof. José Mauro Figueredo¹

José Valber Vicente de Oliveira²

RESUMO

A produção de massas alimentícia, apesar do crescente espaço no mercado, ainda enfrenta importantes desafios na produção. Nesse âmbito, este artigo resume as principais conclusões obtidas pela aplicação do método FMEA de hierarquização de falhas em uma indústria de massas alimentícias. Este estudo utilizou uma abordagem de estudo de caso. Os resultados mostraram que os problemas mais frequentes foram de caráter da manutenção dos equipamentos e componentes, que foram - massa na selagem e solda fraca nos pacotes, tendo como origens principais falha na manutenção preventiva. Observou-se a adequação da metodologia, pois o método FMEA contribuiu, entre outros pontos, para a resolução dos chamados problemas estruturados, uma vez que, pela implantação do método, foi possível conhecer melhor os possíveis erros e falhas que por ventura possam vir a ocasionar esses problemas, dando ao gestor, segurança no tratamento dessas questões e possibilitando a realização de um planejamento. Espera-se, com esta pesquisa, contribuir para o aprimoramento da gestão, acerca da importância da aplicabilidade de ferramentas de gestão da qualidade.

Palavras-chave: FME. Indústria. Massas Alimentícias.

1 Professor Orientador - IESP.

2 Aluno, Curso Bacharel em Administração de Empresas.

The production of pasta, despite the growing market space, still faces important production challenges. In this context, this article summarizes the main conclusions obtained by the FMEA method of fault hierarchy in a pasta industry. This study used a case study approach. The results showed that the most frequent problems were maintenance of equipment and components, which were - mass in the sealing and weak welding in the packages, having as main origins failure in preventive maintenance. It was observed the adequacy of the methodology, since the FMEA method contributed, among other points, to the solution of the so-called structured problems, since, through the implementation of the method, it was possible to know better the possible errors and failures that may come to cause these problems, giving the manager, security in the treatment of these issues and making possible the realization of a planning. It is hoped, with this research, to contribute to the improvement of the management, about the importance of the applicability of quality management tools

1 INTRODUÇÃO

É notável a busca constante pela melhoria de desempenho de produtos e processos nas indústrias. As ferramentas da qualidade são dispositivos, procedimentos gráficos numéricos analíticos, métodos que auxiliam na implantação da qualidade nas organizações (PALADINI, 2008). São instrumentos que coletam fatos e dados, atuam na disposição e no processamento das informações que serão usadas na manutenção e na melhoria dos resultados dos processos da empresa. O fundamental de uma ferramenta é sua aplicabilidade de forma concisa e estruturada para analisar profundamente situações. Para isto, a aplicação das ferramentas exige que haja um debate entre as partes interessadas e que a decisão se fundamente em resultados da análise dos registros de informação, reuniões técnicas, inquéritos e entrevistas, entre outros (MATA-LIMA, 2007).

Segundo Silva (2016), as ferramentas da qualidade podem ser divididas em três grandes grupos, as ferramentas básicas da qualidade, as ferramentas gerenciais e as ferramentas avançadas. As ferramentas tradicionais abrangem: Folha de Coleta de Dados, Diagrama de Pareto, Estratificação, Diagrama de Causa-Efeito, Histograma, Diagrama de Dispersão, Gráfico de Controle. As ferramentas gerenciais abordam: Diagrama de Afinidades, Diagrama de Relações, Diagrama de Árvore ou Sistemático, Diagrama de Matriz, Análise de Dados da Matriz, Análise PDPC e diagrama de setas. E as ferramentas avançadas são: FMEA, Brainstorming (Tempestade de ideias), Benchmarking (Referência de Excelência), 5S's,

5W2H, Empowerment (Descentralização de Poderes), Matriz GUT, Kaizen, TPM – Gestão Produtiva Total e 6 Sigma. As ferramentas podem ser utilizadas isoladamente ou em conjunto, o importante é ter dados suficientes para a solução dos problemas detectados.

O estudo aqui aplicado será a ferramenta FMEA. Para Ookalkar (2009), o FMEA é uma análise em perspectiva qualitativa que ajuda identificar e resolver os pontos fracos e vulneráveis em um produto e processo. Entre as vantagens e uma das principais causas de grande utilização do método está a não padronização dos formulários, o que possibilita que cada empresa promova a implantação de acordo com as suas características.

Em algumas cadeias de produção, que exigem um maior nível de qualidade, a documentação do FMEA é um requisito para a obtenção de selos de qualidade. A produção de veículos nos EUA e em outros países utiliza o FMEA como parte na obtenção do sistema de qualidade, o ISO – 9000 (TENG et al., 2006).

A exigência da implantação de métodos que visam a garantir a qualidade dos produtos é de grande relevância em praticamente todas as cadeias produtivas, e um grande número de agentes dificulta ainda mais a garantia de qualidade do produto sendo necessária a implementação de práticas dessa natureza em todos os elos.

Nesse sentido, para produtos cuja matéria-prima é de origem animal ou vegetal do setor do agronegócio, a preocupação com a qualidade deve ser ainda maior, haja vista que algumas falhas podem ser cruciais podendo inclusive causar danos à saúde do consumidor.

Tendo como base as considerações trazidas anteriormente, é possível afirmar que a questão da qualidade é bastante ampla, indo além da simples padronização dos produtos. Em se tratando de produtos do setor alimentício, essa questão deve ser tratada ainda com mais atenção, haja vista o risco iminente para a saúde dos consumidores, caso o produto chegue a eles sem a devida qualidade.

A empresa onde o estudo foi realizado é nacional e de grande porte, sua filial em estudo, foi fundada no ano de 2004. A empresa atua no ramo de massas alimentícias e está situada na região da grande João Pessoa. Fabrica massa longa, ninho e curta, a empresa tem passado por grandes mudanças devido ao crescimento do mercado de alimentos. Este trabalho foi desenvolvido com o intuito de garantir a melhoria contínua do processo de produção de massas, comprovar a eficiência da aplicação do método FMEA na fabricação de massas alimentícias, os efeitos gerados pelas falhas dentro da indústria, bem como definir comportamentos dessas

falhas, classificar os fatos e variáveis no produto e analisar os dados coletados para a definição dos critérios e índices.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FMEA - Failure Mode and Effect Analysis

O primeiro registro da técnica de Análise dos Tipos de Falhas e Efeitos (Failure Mode and Effect Analysis, FMEA) foi no ano de 1949, utilizada pelos militares. Os militares desenvolveram esta ferramenta da qualidade com o objetivo de determinar o efeito da ocorrência da falha em sistemas e equipamentos. Alguns anos depois, na década de 60, a ferramenta foi aplicada no projeto Appolo da agência norte-americana NASA (National Aeronautics and Space Administration) (MCDERMOTT et al ., 2009, p.1).

Para Mcdermott et al (2009, p.3) o FMEA é um método sistemático de identificação e prevenção de problemas em projetos e processos antes dos mesmos ocorrerem. Esta ferramenta auxilia na prevenção de defeitos, aumenta a segurança e a satisfação do cliente. Já Palady (2007, p.5) cita que FMEA é uma metodologia que oferece três funções distintas: “FMEA é uma ferramenta para prognóstico de problema; “FMEA é um procedimento para desenvolvimento e execução de projetos, processos ou serviços, novos ou revisados” e “FMEA é o diário do projeto, processo ou serviço”. Segundo este mesmo autor, o FMEA é a oportunidade de o engenheiro identificar no seu projeto as possíveis falhas que talvez não tivesse sido considerada e é uma técnica de baixo risco e alta eficiência para prevenção de problemas e identificação das soluções mais eficazes em termos de custo.

Com base nas definições citadas acima é possível concluir que o FMEA é um método que busca identificar as falhas potenciais de componentes, sistemas, produtos ou processos e os efeitos gerados por essas falhas. É uma ferramenta que trata da identificação, prevenção e solução de problemas, podendo gerar ações acertadas e na maioria das vezes de custo reduzido trazendo grandes benefícios para a organização.

2.2 Tipos de FMEA

Para Stamatis (2003) apud Fernandes (2005, p.25) a ferramenta da qualidade FMEA pode ser aplicada no sistema, no projeto (produto) e no processo: O FMEA de Sistemas enfoca as falhas do sistema nas etapas iniciais de conceituação e projeto devido às suas funcionalidades e ao atendimento às necessidades e expectativas do cliente. São consideradas as falhas potenciais das etapas do processo para diminuir os riscos de falhas dos mesmos.

O FMEA de Produto enfoca as falhas potenciais devido às deficiências do projeto do produto em relação ao não cumprimento dos objetivos pré-definidos. Formaliza e documenta o raciocínio da equipe ao longo das etapas do projeto, analisa como o produto pode falhar considerando os possíveis efeitos que geram as causas motivadoras da falha. Neste método se define as necessidades de mudanças no projeto e avalia alternativas para o mesmo, estabelece prioridades para a ação de melhoria, define testes a serem realizados e identifica características críticas. (PALMIERI et al., 2008, p. 4).

O FMEA de Processo enfoca as falhas potenciais devido ao não cumprimento dos objetivos pré-definidos, analisa todos os itens que podem dar errado no processo tendo como base as não-conformidades do produto com as especificações do projeto. Neste método se define as alterações do processo, estabelece prioridades para ação de melhoria e auxilia na execução do plano de controle do processo. (PALMIERI et al., 2008, p. 3).

Para entender onde cada tipo de FMEA é aplicado em um sistema produtivo, Fernandes (2005, p.27), representou as fases do planejamento da qualidade que englobam desde a necessidade dos clientes, passando pela caracterização do produto e do processo até chegar ao controle do processo.

Stamatis (1995) define como um método de análise de produtos ou processos usados para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha e determinar o efeito de cada um desses modos sobre o desempenho do sistema, mediante um raciocínio basicamente dedutivo (não exige cálculos sofisticados). É, portanto, um método analítico padronizado para detectar e eliminar problemas potenciais de forma sistemática e completa.

2.3. Aplicação do Método FMEA

De acordo com Silva Jr. (2003), o objetivo da análise dos modos e efeitos das causas é detectar possíveis erros, avaliá-los e evitá-los, mediante ações adequadas. 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 como análises de fontes de risco em engenharia de segurança e na indústria de alimentos (TOLEDO e AMARAL, 2000). Idealmente, o FMEA deve ser uma ação “antes do evento”, e não um exercício “após o fato”. Para obter melhores resultados, deve ser feita antes de um modo de falha ter sido incorporado ao produto sem ter sido percebido (MOURA, 2000).

Esse método foi desenvolvido pela NASA, meados dos anos 1960, sua aplicação principal ocorre na análise de processos e segue cinco fases (PFEIFER, 1994):

- 1) Organização (definir equipes e cronograma);
- 2) Preparo do conteúdo (determinar etapas do processo produtivo a ser analisado);
- 3) Análise propriamente dita;
- 4) Interpretação dos resultados;
- 5) Avaliação da eficiência das ações corretivas implantada.

De acordo com Morreti e Bigatto (2004), todas as informações e dados levantados são então reunidos em um documento, na forma de uma tabela, que permite a rápida compreensão e avaliação dos resultados obtidos. Segundo Silva Jr. (2003), na tabela do método constam dez colunas: na primeira coluna, determina-se qual etapa do processo será analisada; na segunda coluna, cada possível erro que possa ocorrer na etapa é determinado; já na coluna 3, são apresentadas as possíveis causas do erro; e na quarta coluna, quais as consequências do erro. Em sequência, passa-se à fase de determinação do risco (coluna 9), que é o produto da probabilidade de ocorrência(6), seriedade do efeito do erro (7) e dificuldade em detectar a irregularidade (8). Esta análise é dificultada pela falta de dados e de sua padronização. Ações preventivas e corretivas são descritas na coluna (10) (SILVA JR, 2003).

Existem duas formas de analisar os resultados obtidos. A primeira delas, tradicional, é feita através do número de prioridade de risco (NPR). Na segunda, mais visual e preventiva, constrói-se um gráfico em que num eixo indica-se a possibilidade de ocorrência de um dado modo de falha ou suas causas e no outro, a sua severidade (impacto da falha sobre ao cliente) (MORRETI e BIGATTO, 2004).

O cálculo do número de prioridade do risco (NPR) é feito multiplicando entre si os valores atribuídos à probabilidade de ocorrência (P), à seriedade do risco(S) e à dificuldade de detecção(D), sendo dado pela equação (1):

$$\text{NPR} = \text{P} \times \text{D} \times \text{S} \quad (1)$$

Para cada uma das variáveis envolvidas no cálculo do número de prioridade do risco são atribuídos valores constantes num intervalo de 0 a 10. De acordo com Toledo e Amaral (2000), os critérios para determinar o risco são dados pelas Tabelas e Quadros de 1 a 3.

Tabela 1- apresenta os critérios para a definição dos índices de severidade.

SEVERIDADE		
INDICE	SEVERIDADE	CRITÉRIO
1	Mínima	O cliente mal percebe a falha ocorreu
2	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
3		
4	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
5		
6		
7	Alta	Sistema deixa funcionar e grande descontentamento do cliente
8		
9	Muito alta	Idem ao anterior porem afeta a segurança
10		

Fonte: Toledo e Amaral (2000)

Tabela 2-critério para definição de ocorrência

OCORRÊNCIA			
INDICE	OCORRÊNCIA	PROPORÇÃO	CPK
1	Mínima	1: 1.000.000	Cpk >1,67
2	Pequena	1: 20.000	Cpk > 1,000
3		1: 4.000	
4	Moderada	1:1. 000	Cpk > 1,000
5		1: 400	
6		1: 80	
7	Alta	1: 40	
8		1: 20	
9	Muito alta	1: 8	
10		1: 2	

Fonte: Toledo e Amaral (2000)

Tabela 3-classificação dos critérios que devem ser utilizados na definição do índice de detecção

DETECÇÃO		
INDICE	DETECÇÃO	CRITÉRIO
1	Muito Grande	Certamente será detectado
2		
3	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
4		
5	Moderada	Provavelmente será detectado
6		
7		

8	Pequeno	Provavelmente não será detectado
9 10	Muito Pequeno	Certamente não será detectado

Fonte: Toledo e Amaral (2000)

2.4. Formulário FMEA

O formulário para aplicação do FMEA é apresentado na Figura 3 adaptado do modelo de Toledo e Amaral (2006). Alguns elementos básicos são sempre constantes: cabeçalho, funções, falha potencial ou modos de falha, efeitos, causas, severidade, ocorrência, formas de controle, detecção e ações recomendadas. Segue abaixo os passos para o preenchimento do formulário FMEA de processo, conforme será utilizado neste trabalho:

Análise do Tipo e Efeito de Falha																				
Cod.pec : Nome da Peça: Data: Folha No. _____ de _____											<input type="checkbox"/> FMEA de Processo <input type="checkbox"/> FMEA de Produto									
Descrição do Produto/ Processo	Função(ões) do produto	Tipo de Falha Potencial	Efeito de Falha Potencial	Causa da Falha em Potencial	Controles Atuais	Índices				Ações Recomendadas	Responsável/ Prazo	Ações de Melhoria		Índices Atuais						
						S	O	D	R			Medidas Implantadas	S	O	D	R				

S – Severidade O – Ocorrência D – Detecção R – Riscos

Figura 1: Formulário FMEA

A. Etapas do Processo - Nesta etapa deve-se identificar a etapa do processo que será analisado. Isso pode ser obtido num diagrama de fluxo e identificado por um nome. Um processo pode ter uma ou mais saídas, sendo dividido em subsistemas, subconjuntos ou unidades menores. É importante o preenchimento do nome a ser analisado e informações consideradas pertinentes ao processo, como por exemplo, o ambiente em que o sistema opera.

B. Função do Processo - A função deve identificar o propósito da realização da etapa do processo. Para determinar a função pode-se perguntar: “O que esse processo propõe-se a fazer?” Alguns processos mais complexos podem possuir mais de uma função, sendo assim, cada uma delas deve ser listada no formulário.

C. Falha Potencial do Processo - A falha potencial do processo é a maneira pela qual um componente falharia ao executar sua ação. Para determinar a falha pode-se perguntar: "Como poderia este processo falhar e não completar a função pretendida?" e "O que poderia acontecer de errado com essa operação que impactaria no cliente ou nas operações seguintes?".

D. Efeito Potencial da Falha - O efeito potencial da falha é a consequência da ocorrência do tipo de falha, deve-se questionar sobre o que acontece e quais são as ramificações da falha. Em outras palavras, o efeito é a forma ou maneira de como a falha se manifesta ou como é percebida. Importante também considerar os efeitos não evidentes ou incomuns que a falha pode ocasionar. Efeitos pouco conhecidos podem ter impacto local no processo ou até mesmo na qualidade final do produto, atingindo o cliente.

E. Severidade - A severidade determina a gravidade do eventual efeito, caso ocorra à falha. A severidade será classificada em um índice de 1 a 10. Veja o Quadro 1 para verificar o critério de avaliação do índice de ocorrência.

F. Potencial da Causa Raíz - O potencial da causa raiz refere-se às circunstâncias que podem ter causado a falha, listar os motivos que devem ter causado a falha como algo que deve ser corrigido e controlado. As causas devem está indicadas como medidas fundamentais possíveis de serem tomadas no início de todo o processo como manutenção preventiva. As ferramentas de Brainstorming, Diagrama de Ishikawa e 5WH podem auxiliar a determinar as possíveis causas do processo.

G. Ocorrência - A ocorrência é o índice que representa a probabilidade de determinada falha ocorrer. A probabilidade de ocorrência pode ser obtida com base no histórico do processo e em casos de novos processos, devemos levar em conta processos similares. Veja o Quadro 1 para verificar o critério de avaliação do índice de ocorrência.

H. Controle - O Controle é a descrição do que prevenir ou diminuir a possibilidade de ocorrência da falha ou detectar a causa da falha antes que a mesma ocorra. O controle impede a ocorrência do tipo de falha ou detectam o tipo de falha que viria a ocorrer. Duas questões podem auxiliar a determinar o controle: "Como esta falha pode ser detectada?" e "Em que forma ela pode ser prevenida?" Devem prevenir ou diminuir a possibilidade de ocorrência da causa da falha (consequentemente impactando no índice de ocorrência), ou detectar a causa da falha antes que esta ocorra (consequentemente impactando no índice de detecção). Os controles

normalmente ficam nas entradas e saídas de processo. Podem ser controles de processo o Controle Estatístico de Processo (CEP), ou então avaliações posteriores ao processo.

3. Metodologia

Este trabalho empregou uma abordagem de estudo de caso que, de acordo com Yin (1989), é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto de realidade, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente definida, sendo utilizadas várias fontes de evidências. A utilização dessa abordagem vem sendo cada vez mais adotada pelos pesquisadores das ciências sociais.

Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa descritiva que visa a descrever a aplicação do método FMEA em uma indústria de massas alimentícias. Segundo Solomon (2004), a pesquisa descritiva é aquela que visa a definir melhor o problema, proporcionar as chamadas intuições de solução, descrever comportamentos e fenômenos, definir e classificar fatos e variáveis.

A coleta de dados que possibilitaram a definição dos índices foi realizada na indústria, zona portuária de Cabedelo/PB.

Para entender a fabricação de massa alimentícias para aplicação do FMEA neste processo, apresenta-se na Figura 1 uma representação das etapas pelas quais as matérias-primas devem passar até sua transformação em macarrão e posterior embalagem.

Figura 1: Etapas do processo de fabricação de massas alimentícias



O fluxograma inicia-se com a mistura dos ingredientes, formando o mix de farinha, em seguida é feito o empasto da massa, que é a mistura do mix de farinha com água.

Efetuada este processo, é feito o emparelhamento da massa, que é encaminhada para a secagem. Por fim, com a massa já pronta é feito o empacotamento, esta última etapa é o objetivo deste trabalho. Em seguida, algumas amostras são enviadas para o laboratório de controle de qualidade e realizam-se os testes físico-químicos prévios necessários para verificar a qualidade do produto.

O termo qualidade é difícil definição, pois não é um termo técnico exclusivo de uso apenas dos profissionais de uma determinada área, mas sim um termo de domínio público usado

por todos os departamentos de uma organização. Carpinetti (2010, p.2), ainda afirma que a qualidade deixou de ser um conceito relacionado apenas a aspectos técnicos e passa a considerar também aspectos mercadológicos, de maneira que os clientes é que tem a última palavra. O conceito de qualidade nos dias atuais surgiu na Segunda Guerra Mundial, quando os Estados Unidos utilizaram técnicas estatísticas de controle da qualidade. O importante nesta época era distinguir a variação aceitável daquelas que indicavam problemas. (RAMOS et al,2012).

Com o decorrer dos anos, a qualidade tornou-se mais evidente e importante nas empresas, já que esta observa que seus clientes estão cada vez mais exigentes quanto à qualidade dos produtos. Isto significa que as características do produto têm que atender as necessidades e os anseios dos clientes e desta forma proporcionar a satisfação do mesmo com relação ao produto que adquire.

Na percepção de Paladini (2008, p.16), a qualidade é um conjunto de características, propriedades, atributos, ou elementos que compõem bens e serviços. A qualidade deve ser encarada de forma sistêmica, para integrar ações das pessoas, máquinas, informações e todos os outros recursos envolvidos na administração da qualidade. Gerir qualidade significa garantir que produtos sejam adequados ao uso a que se destinam. O autor também relata que a qualidade aborda o grau de ajuste de um produto à demanda que pretende satisfazer.

O desempenho das organizações pela qualidade é intenso e visa garantir produtos de qualidade através da aparência atrativa do produto, respostas rápidas às mudanças especificações, baixas taxas de defeitos, tempo curto de manufatura e aspectos tecnológicos tais como: tecnologia básica de processo, tecnologia dos materiais, tecnologia envolvida no processo de manuseio e tecnologia de produção (MARINO, 2006, p.2).

Portanto, para uma indústria farmacêutica veterinária atender as exigências do mercado globalizado e ter a qualidade almejada é preciso estar preparada, entender o conceito de qualidade, elaborar e implementar procedimentos que possam gerenciar questões relacionadas à qualidade.

4. Resultados e Discursões

4.1. Aplicação do Método FMEA

Utilizando esses critérios para definição dos índices, calcula-se o risco para cada erro, sendo que aqueles em que o índice de probabilidade de ocorrência for maior ou igual a 5 devem

ser tratados com maior atenção; os demais, cujo o número de prioridade do risco (NPR) for maior ou igual a 300, também devem ser trabalhados com maior atenção (SILVA Jr., 2003).

Quadro 1 – Funções, modos de falha e efeito.

FUNÇÃO	MODO DE FALHA	EFEITO
Selagem	Massa na selagem	Possibilidade de contaminação da massa devido ao acesso livre de agentes externo.
Temperatura	Solda fraca	Pacotes abrindo nas gôndolas dos Supermercados, causando prejuízo Financeiro e de imagem ao estabelecimento E a indústria.
Lote	Data fora do box	Os danos maiores são de imagem, pois segundo pesquisas o aspecto é um dos fatores com que os clientes mais se preocupam.
Peso	Peso baixo	Com os pacotes abaixo do peso, traz perdas por falta de padronização e insatisfação do cliente, podendo gerar peso baixo balanças com variação multas do INMETRO.

Fonte: Resultados da pesquisa–Elaborada pelos autores Internos (colaboradores).

Após a definição das principais etapas/identificação de erros, foi elaborada a plotagem do método FMEA (Tabela 4). Nele, a coluna controle foi excluída de modo a facilitar a visualização das informações. Observou-se que alguns erros são motivados por causas comuns.

Tabela 4- Aplicação do Método FMEA na granja Oliveira.

MODO DE FALHA	CAUSA	(P)	(D)	(S)	EFEITO	RISCO (Px DxS)	ACÇÕES
Massa na selagem	Massa despontada	4	3	4	Danos á imagem da Empresa devido à insatisfação do cliente e aumento do SAC	48	Monitoramento eficiente da pressão da rosca extrusora
	Mordente sujo	4	2	3		24	Cumprir cronograma de Limpeza
	Câmara	5	2	4		40	Manutenção preventiva
	Empurrador	7	6	7		294	
Solda fraca	Termopar	5	2	4	Produto exposto ao ambiente externo (umidade, microrganismos e etc.).	120	Treinamentos dos colaboradores.
	Circuito elétrico	3	2	2		12	
	Controlador de temperatura	3	5	4		60	
Data fora do box	Ajuste do datador	3	2	2	Insatisfação do consumidor e perdas (filme e massa)	12	Treinamentos dos colaboradores.
	Fotocélula	2	4	2		16	Fornecedor
	Filme variando	3	5	2		30	Manutenção preventiva
	Rolos	5	6	7		210	
Peso baixo	Balança variando				Podendo gerar Autuação do INMETRO	48	Manutenção Preventiva
	Massa fofa					180	Treinamentos dos colaboradores.
	Balança suja					36	

Fonte: Resultados da pesquisa–Elaborada pelos autores.

Como se pode observar, a Tabela 4 indica os principais perfis de falhas ocorridas no setor de empacotamento de massas alimentícias. Na referida tabela, buscou-se descrever somente as causas dos perfis de falha que apontaram maior risco dentro de cada um, excluindo-se, portanto, aquelas cujo risco foi considerado muito pequeno e de baixa interferência.

Os resultados obtidos permitem ver que os erros com maior índice de risco (NPR) foram daqueles associados ao setor de manutenção preventiva. Segundo se observou isso se deve ao fato de as falhas nessa etapa serem de difícil detecção, uma vez que esses equipamentos ou componentes não demonstra um desgaste ao logo do tempo, simplesmente ele para de funcionar, Só manutenção preventiva para resolver esta falha. Deve lembrar que um problema nessa etapa de selagem da embalagem pode contaminar todo o produto, uma vez que o produto vai está exposto a agentes externos e, além de acarretar prejuízos financeiros ao produtor. Os problemas com maior índice de risco foram: massa na selagem e solda fraca. Esses problemas devem ser analisados com maior cuidado. Outros itens graves, como data fora do box e peso baixo também são muito importantes, porém de menor risco.

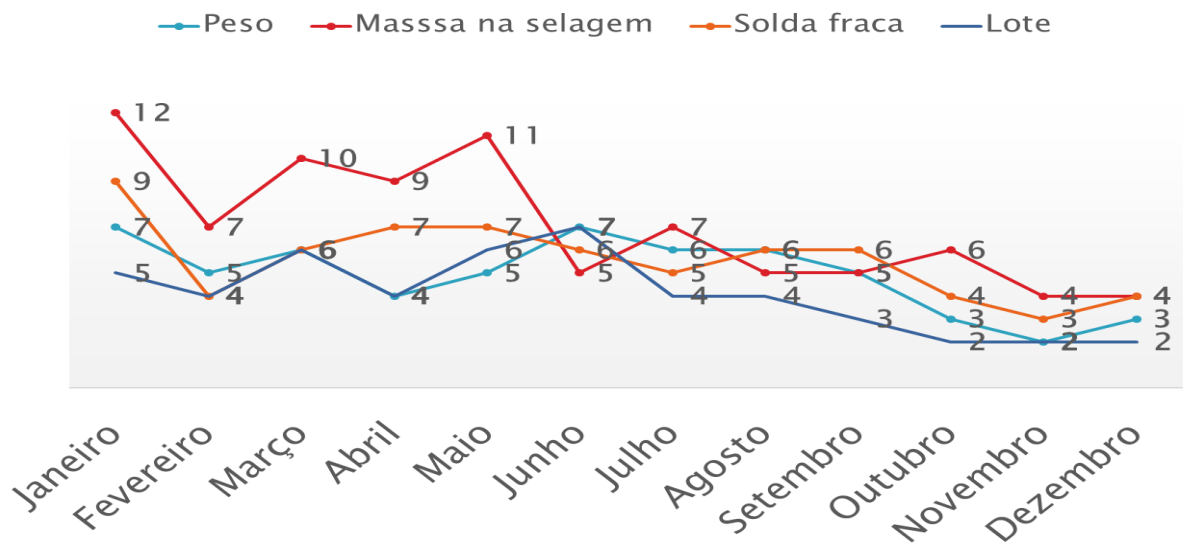
4.2 Aplicação do FMEA

Iniciamos a aplicação do FMEA, no mês de julho desse ano, onde observamos conforme gráfico uma redução razoável,

Em todas as falhas identificadas no estudo.

Segue abaixo redução.

Aplicação do FMEA



	Peso	Massa na selagem	Solda fraca	Lote
1º Semestre	34	54	39	32
2º Semestre	25	31	28	17
Redução	26%	43%	32%	46%

5. Conclusão

A aplicação do método FMEA mostrou que alguns erros no processo de empacotamento. O planejamento melhor do setor de manutenção, realizando inspeções dos equipamentos com objetivo de identificar possíveis falhas e programar a substituição desse componente com alto potencia de falhas. As ações propostas para evitar essas falhas são de fácil

implementação, porém necessitam de uma disponibilidade de recursos, fator nem sempre abundante.

Para melhorar a qualidade dos equipamentos e componentes foi elaborando um check liste tendo com base o histórico de 2 anos de paradas por falha de manutenção.

Percebe-se ainda que um apontamento das falhas e, por conseguinte, uma maior preocupação dos produtores em relação aos possíveis erros, facilita o planejamento como um todo, haja vista que entre os diversos erros factíveis de serem evitados pela prática de gestão de equipamentos. Verificado por meio desse estudo estão as ações de pequeno impacto financeiro, entre elas a necessidade de treinamento da equipe de manutenção, principalmente dos eletricitistas.

O método FMEA contribui, entre outros pontos, para a resolução dos chamados problemas estruturados, pois, por meio da implementação do método passa-se a conhecer melhor os possíveis erros e falhas que possam vir a ocasionar esses problemas, dando ao gestor segurança no tratamento dessas questões, a aplicação do método FMEA permite, pelo cálculo do número de prioridades do risco, uma hierarquização das falhas, possibilitando um direcionamento de recursos para a adoção de ações que tenham como objetivo a diminuição dessas falhas e a minimização de erros na etapa de empacotamento.

Pela adoção dessas ações, torna-se factível tanto para a integradora, quanto para o integrado, a realização de um planejamento com um horizonte mais amplo, haja vista que o conhecimento das falhas e a adoção das ações para evitá-las diminuem o risco de intempéries no processo, o que poderia impactar os demais elos do processo, levando a perdas a todos os seus agentes. Entre as principais dificuldades na aplicação do método, está à falta de familiaridade dos envolvidos na sua implantação com rotinas simples, como, por exemplo, o preenchimento de formulários.

Observa-se que a aplicação desse método contribui para a realização do planejamento da equipe de manutenção, levando-se em conta Chiavenato (2003), que aponta ter o planejamento o objetivo de maximizar os resultados e minimizar as deficiências da empresa, haja vista que o este planejamento aponta as principais deficiências na etapa de empacotamento de massas alimentícias, contribuindo para sua minimização, diminuindo, entre outros aspectos, a perda de produto e o retrabalho em algumas ações, contribuindo, assim, para a maximização do lucro.

REFERÊNCIAS

AUTOMOTIVE INDUSTRY ACTION GROUP (AIAG). **Potential failure mode and effects analysis (fmea) reference manual**. 2ed., Southfield, MI, AIAG, February.1995

CARPINETTI, L.C.R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CHIAVENATO, I. A. S.; **Planejamento estratégico, fundamentos e Aplicações**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

FERNANDES, J. M. **Uma proposta de integração entre métodos para o planejamento e controle da qualidade**. 2005, 145p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, PUCP, Curitiba, 2005.

MARINO, L.H.F.C. **Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial**. In: XIII Simpósio de Engenharia de Produção - SIMPEP. Bauru, 2006.

MATA-LIMA, H. **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas. Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais**. Universidade da Madeira (Portugal), 2007.

MCDERMOTT, R; MIKULAK, R; BEAUREGARD, M. **The basics of FMEA**. 2. ed. New York: Productivity Press, 2009.

MORETTI, D. de C.; BIGATTO, B. V. **Aplicação do FMEA: estudo de caso em uma empresa do setor de transporte de cargas**. Disponível em: <<http://www.nortegubisian.com.br/%20artigos/fmea.pdf>>. Acesso em: 21 outubro 2017.

MOURA, C. **Análise de modos e efeitos de falha potencial (FMEA): manual de referência**. SAE J-1739, 2000.

OOKALKAR, A.D; JOSHI.A.G.; OOKALKAR,D.S. **Quality improvement in haemodialysis process using FMEA.**: International Journal of Quality & Reliability Management, v. 26, n. 8, p. 817-830, 2009

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

PALADY, P. **Análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram.** 4.ed. São Paulo: IMAM, 2007.

PALMIERI, M. P. S. M. et al. **FMEA como Ferramenta da Qualidade: O Caso do Departamento de Embalagens de uma Indústria do Setor Farmacêutico.** In: XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Rio de Janeiro, 2008.

PFEIFER, T. **Qualitätsmanagement strategien, methoden, techniken.** München: C. Hanser Verlag, 1994.

RAMOS, H.A.; CHAVES, C.A.; BRANDALISE, N. **Aplicação do método Fmea no processo de climatização de uma indústria automobilística.** In: IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – SEGET. Resende, 2012.

SILVA JR, A.G.; **Gestão ambiental e da qualidade ambiental no agronegócio.** Viçosa: UFV. 2003. 104 p.

SILVA, R. **Organização e Normas.** Disponível em: <http://www.4shared.com/web/preview/doc/EBiXEGkV>. Acesso em 22 outubro 2017.

SOLOMON, D. V. **Como fazer uma monografia.** 11. ed. São Paulo: Martins Fontes. 2004.

SOLOMON. D. V. **Como fazer uma monografia.** 11. Ed. São Paulo: martins Fontes. 2004.

STAMATIS, D.H., **Failure mode and effect analysis: FMEA from Theory to Execution.** Milwaukee/Wisconsin: American Society for Quality (ASQ), 1995.

TENG, S.G. et al. **Implementing FMEA in a collaborative supply chain environment.** International Journal of Quality & Reliability Management, v. 23, n. 2, p. 179-196, 2006.

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: 22 outubro 2017.

YIN, Robert K. - **Case study research - design and methods**. Sage Publications Inc., USA, 1989.