

# I ENCONTRO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS DAS ENGENHARIA MECÂNICA E PRODUÇÃO UNINORTE LAUREATE- I ETCEMP

## APLICABILIDADE DA FERRAMENTA FMEA COMO PROPOSTA DE MELHORIA: ESTUDO DE CASO NA INDUSTRIA DE EMBALAGENS METÁLICAS DA AMAZÔNIA

Maria Francilene Mendes Viana<sup>1</sup>  
Iremar Bezerra da Luz<sup>2</sup>

### RESUMO

Aplicabilidade da ferramenta FMEA como proposta de melhoria: estudo de caso em uma empresa de embalagens metálicas da Amazônia, apresenta a ferramenta Failure Mode and Effect Analysis – FMEA, como alternativa de investigar as possíveis falhas existente em um processo produtivo, antecipando antes que possam ocorrer para que seja tomada a medida preventiva pelo setor responsável de manutenção, para esta abordagem foi aplicado uma metodologia utilizando uma análise qualitativa para apurar de forma precisa o contexto e os efeitos causados, com base na análise de documentos, através de uma extensa revisão sistemática bibliográfica, em sites especializados, periódicos, artigos científicos, boletins, monografias e teses após este levantamento foi implementado a FMEA para buscar possíveis falhas. Conclui-se que a utilização da ferramenta assegura que a falha está relacionado ao fato de como um processo pode ser levado a operar de maneira deficiente e é composto por três elementos: efeito, causa e detecção.

**Palavras-chave:** FMEA. Detecção de falhas. Manutenção. Processo produtivo

### ABSTRACT

Applicability of the FMEA tool as a proposal for improvement: a case study of crown metallic packaging in Amazonia, presents the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) tool as an alternative to investigate possible flaws in a productive process, anticipating before they can occur a preventive measure was taken by the responsible maintenance sector. For this approach a methodology was applied using a qualitative analysis to accurately determine the context and effects caused, based on the analysis of documents, through an extensive systematic bibliographical review, in specialized websites, periodicals, scientific articles, articles, bulletins, monographs and theses after this survey was implemented the FMEA to look for possible flaws. It is concluded that the use of the tool ensures that the fault is related to the fact that a process can be used to operate poorly and is composed of three elements: effect, cause and detection

**Keywords:** FMEA. Detection of faults. Maintenance. Production process

---

<sup>1</sup>Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do Programa de Engenharia Mecânica e Produção do UNINORTE e constará dos Anais I Encontro De Trabalhos Científicos das Engenharias Mecânica e Produção - Uninorte Laureate- I ETCEMP

<sup>1</sup> Maria Francilene Mendes Viana. Discente 'Uninorte Laureate'francileneemarcos@outlook.com.

<sup>2</sup> Prof. MSC. Iremar Bezerra da Luz. "Docente Uninorte Laureate. iremarl@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

A Industria de embalagens metálicas da Amazônia é uma empresa que está situada no distrito industrial de Manaus, fabricante de tampas para embalagens metálicas, sua filosofia é conquistar a confiança de seus clientes e consumidores com a eficiência em suas soluções e produtos rentáveis de qualidade a baixo custo.

É uma empresa de grande porte, atua no mercado no ramo de embalagens metálicas, é a mais importantes fabricantes de tampas de alumínio para cerveja, refrigerante, chás do Brasil. Sua formação se deu através de um Joint Venture com a junção com a empresa e Multinacional Americana do ramo de embalagens, extrusão de fibras e filamentos para aplicação em não tecidos e reflorestamentos, assim como a utilização de fibras e filamentos impedem o desmatamento de árvores para a criação do alumínio.

O objetivo deste estudo é aplicar o Failure Mode and Effect Analysis – FMEA uma ferramenta de projeto usada para analisar sistematicamente falhas de componentes postulados e identificar os efeitos resultantes nas operações do sistema. A análise é por vezes caracterizada como consistindo de duas sub-análises, sendo a primeira a análise de modos e efeitos de falhas FMEA, e a segunda, a análise de criticalidade (CA).

A principal justificativa se dá pela aplicação do FMEA impactar diretamente no retorno financeiro da empresa decorrente da minimização e eliminação de falhas potenciais nos processos produtivos. Os resultados podem abranger todas as áreas industriais aumentando a confiabilidade do serviço prestado e proporcionando mais segurança e maior satisfação do usuário dos serviços. A aplicação do FMEA serve para diminuir a probabilidade da ocorrência de falhas em projetos de novos produtos ou processos.

O desenvolvimento bem-sucedido de um FMEA requer que o analista inclua todos os modos de falha significativos para cada elemento ou peça contribuinte no sistema e tem por objetivo determinar os efeitos de cada uma e solucioná-las, identificar potenciais modos de falha de um produto ou processo de forma a avaliar o risco associado a estes modos de falhas, para que sejam classificados em termos de importância e então receber ações corretivas com o intuito de diminuir a incidência de falhas.

Os principais resultados a serem alcançados consistem em demonstrar por meio da identificação de possíveis falhas com a hipótese levantada que através da aplicação da

ferramenta FMEA, apresente os índices do processo de progressão da empresa que apresentaram possíveis falhas.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A Conceito de manutenção.**

A manutenção dos equipamentos é uma função indispensável em uma empresa de fabricação, Segundo Kardec; Nascif (2013, p. 51) “Existe uma grande variedade de denominações das formas de atuação da manutenção”.

No ambiente dinâmico e altamente desafiador, equipamento de fabricação de confiança é considerado o maior contribuinte para o desempenho e rentabilidade de sistemas de manufatura. Sua importância é significativa em aumentar nos crescentes estágios de aplicação avançada tecnologia de fabricação (Kardec et al., 2009).

Para Kardec; Nascif (2013, p. 52) “Os diversos tipos de manutenção podem ser considerados como políticas ou estratégias de manutenção, desde que a sua aplicação seja o resultado de uma definição gerencial ou política global da instalação, baseada em dados técnico-econômicos”.

Conforme Pereira (2011) a manutenção como técnica teve origem nos Estados Unidos, entretanto foi introduzida no Japão em 1950, que evoluiu com bons resultados para sistemas de produção até chegar ao nível de Manutenção produtiva total – TPM.

A aparição efetiva do termo “Manutenção”, indicando a função de manter em bom funcionamento todo e qualquer equipamento, ferramenta ou dispositivo, ocorre na década de 1950 nos EUA, e neste mesmo período na Europa tal termo ocupa aos poucos os espaços nos meios produtivos, em detrimento da palavra “conservação” (VIANA, 2014, p. 2).

Segundo Slack et al, (2009, p.64) a manutenção é indispensável para equipamentos, processos e sistemas que continuem funcionando. Dentre muitos benefícios podem proporcionar:

- Segurança melhorada. Instalações bem mantidas têm menos probabilidade de se comportar de forma não previsível ou não padronizada, ou falhar totalmente, e todas podem apresentar riscos para o pessoal.

- Confiabilidade aumentada. Conduzem a menos tempo perdido com conserto das instalações, menos interrupções das atividades normais de produção, menos variação da taxa de produto gerado.
- Qualidade maior. Equipamentos mal mantidos têm maior probabilidade de desempenho abaixo do padrão e causar problemas de qualidade.
- Custos de operação mais baixos. Muitos elementos de tecnologia de processo funcionam mais eficientemente quando recebem manutenção regularmente: veículos, por exemplo.
- Tempo de vida mais longo. Cuidado regular, limpeza ou lubrificação podem prolongar a vida efetiva das instalações, reduzindo os pequenos problemas na operação, cujo efeito cumulativo causa desgaste ou deterioração.
- Valor final mais alto. “Instalações bem mantidas são geralmente mais fáceis de vender no mercado de segunda mão.”

Para a manutenção exercer sua contribuição devida visando lucro, produtividade e qualidade, deve-se ter um bom gerenciamento do processo de manutenção, assegurando um bom desempenho das operações, para que haja maior interatividade entre as áreas da empresa (NASCIF; DORIGO, 2010), o estabelecimento de rotinas, planejamento, controle e melhorias permitem alcançar eficiência (MARQUEZ et al., 2009).

No ambiente altamente competitivo, para ser bem sucedido as organizações devem possuir tanto manutenção eficiente e estratégias de produção eficazes. A integração eficaz da função de manutenção com funções de engenharia e fabricação de outros na organização pode ajudar a salvar enormes quantidades de tempo, dinheiro e outros recursos úteis para lidar com confiabilidade, disponibilidade, facilidade de manutenção e problemas de desempenho (MARQUEZ et al., 2009).

Segundo Xenos (2014, p. 24-29), as principais atividades de atuação de manutenção são a corretiva, preventiva, preditiva e produtiva. A NBR 5462:1994 e Slack; Chambers; Johnston Anais do VIII Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe (2016) consideram apenas as três primeiras citadas. Já Kardec; Nascif (2013, p. 52), classificam-nas desde a restauração emergencial até a melhoria.

A função de manutenção sofreu uma mudança séria nas últimas três décadas. A percepção tradicional do papel da manutenção é itens quebrados, tendo uma visão tão estreita, atividades de manutenção teriam sido confinadas às tarefas reativas de ações de reparação ou substituição

de item, esta abordagem é conhecida como a manutenção reativa, manutenção da avaria, ou manutenção corretiva. Uma visão da manutenção melhor definida são as atividades destinadas a manter um item, ou restaurando-a, considerado necessário para o funcionamento de sua função de produção do estado de agregação”. Obviamente, o âmbito do presente vista ampliada também inclui as tarefas proativas, tais como manutenção de rotina e inspeção periódica, substituição preventiva, e monitorização condição (Kardec et al., 2009). A fim de equipamentos “reter” e “restaurar”, a manutenção deve realizar uma série de atividades adicionais. Essas atividades incluem o planejamento de trabalho, compras e controle de materiais, gestão de pessoal e controle de qualidade (KARDEC ET al., 2009). Esta variedade de responsabilidades e atividades pode fazer a manutenção de uma função complexa de gerir.

Para apoiar a produção, a manutenção deve assegurar a disponibilidade do equipamento, a fim de produzir produtos em nível de quantidade e de qualidade exigidos. Este suporte também deve ser realizado de uma forma segura e rentável. O Maintenance Engineering Society of Australia – MESA reconhece essa perspectiva mais ampla de manutenção e define a função de manutenção como: As decisões de engenharia e ações associadas necessárias e suficientes para a otimização da capacidade especificada nesta definição, é a capacidade de executar uma ação específica dentro de uma gama de níveis de desempenho (KARDEC et al., 2009).

A gestão de equipamentos passou por muitas fases. O progresso dos conceitos de manutenção ao longo dos anos é explicado como manutenção Breakdown – BM: Isto refere-se a estratégia de manutenção, de reparação onde é feita depois da falha de equipamento paragem ou após a ocorrência de declínio do desempenho grave (KARDEC et al., 2009). Esta estratégia de manutenção foi principalmente adotada nas organizações de manufatura, em todo o mundo, antes de 1950. Nesta fase, as máquinas são servidas somente quando o reparo é drasticamente necessário. Este conceito tem a desvantagem de paralisações não planejadas, danos excessivos, problema de peças de reposição, os altos custos de reparação, espera excessivo e tempo de manutenção e alta pesquisa de problemas (KARDEC et al., 2009).

De acordo Kardec e Nascif (2009) a manutenção preventiva – MP foi introduzido em 1951, que é uma espécie de check-up físico do equipamento para evitar quebra de equipamento e prolongar a vida útil do equipamento MP compreende das atividades de manutenção que são levadas a cabo depois de um período especificado de tempo ou quantidade de utilização da máquina. Durante esta fase, a função de manutenção é estabelecida e tempo de manutenção com base atividades é geralmente aceita. Este tipo de manutenção depende da probabilidade

estimada de que a avaria do equipamento vontade ou experiência deterioração do desempenho no intervalo especificado. O trabalho realizado preventivo pode incluir equipamento de lubrificação, de limpeza, de substituição de peças, de aperto e ajuste. O equipamento de produção podem também ser inspecionado para sinais de deterioração durante o trabalho de manutenção preventiva (BAPTISTA et al., 2018).

A manutenção preditiva é muitas vezes referida como condição baseada manutenção (CBM). Nesta estratégia, a manutenção é iniciada em resposta a uma condição do equipamento específica ou deterioração do desempenho (BAPTISTA et al., 2018). As técnicas de diagnóstico são implantadas para medir a condição física do equipamento, tais como temperatura, ruído, vibração, de lubrificação e de corrosão (BAPTISTA et al., 2018). Quando um ou mais destes indicadores atingir um nível predeterminado a deterioração, as iniciativas de manutenção são realizadas para restaurar o equipamento a condição desejada. Isto significa que o equipamento é retirado de serviço apenas quando existe evidência direta de que a deterioração ocorreu. A manutenção preditiva tem como premissa o mesmo princípio que a manutenção preventiva embora emprega um critério diferente para determinar a necessidade de atividades de manutenção específicos. O benefício adicional vem da necessidade de executar a manutenção apenas quando a necessidade é iminente, não após a passagem de um período especificado de tempo (BAPTISTA et al., 2018).

A manutenção corretiva é um sistema, introduzido em 1957, em que o conceito para evitar falhas de equipamento é expandido para ser aplicado para a melhoria dos equipamentos de modo que a falha de equipamento pode ser eliminado melhorando a confiabilidade e o equipamento pode ser facilmente mantido melhoria manutenção do equipamento (Kardec et al., 2009). A principal diferença entre manutenção corretiva e preventiva é que um problema deve existir antes de ações corretivas são tomadas (KARDEC et al., 2009). Segundo Santos (2013, p. 13), “Manutenção Corretiva é a representação do princípio, em que os mecânicos simplesmente consertavam o que estava quebrado, não se preocupando com as causas ou efeitos que ocasionaram o defeito” A finalidade da manutenção corretiva é melhorar a confiabilidade do equipamento, manutenção e segurança; pontos fracos do projeto materiais, formas; equipamento existente sofre reforma estrutural; para reduzir a deterioração e falhas, e destinam-se a equipamento de manutenção informação de manutenção, é útil para a prevenção de manutenção e melhoria das instalações de produção existentes. É importante para formar configurações para fornecer o feedback de informações de manutenção (SANTOS, 2013).

A prevenção de manutenção foi introduzida na década de 1960, esta é uma atividade em que o equipamento é concebido de tal modo que eles não necessitam de manutenção e uma condição ideal final de o que o equipamento e a linha tem de ser é conseguido (SANTOS, 2013). No desenvolvimento de novos equipamentos, iniciativas MP devem começar na fase de concepção e deve estrategicamente visar a garantia um equipamento confiável, fácil de cuidar e de fácil utilização, para que os operadores podem facilmente reequipar, ajuste, e de outra forma executá-lo (SANTOS, 2013), a prevenção de manutenção funciona usando o aprendizado de falhas de equipamentos anteriores, o mau funcionamento do produto, o feedback das áreas de produção, clientes e funções de marketing para garantir a operação livre de problemas para os sistemas de produção existentes ou novos.

Manutenção Centrada na Confiabilidade também foi fundada na década de 1960, mas orientada inicialmente para a manutenção de aviões e utilizado por fabricantes de aeronaves, companhias aéreas e do governo (SANTOS, 2013). A MCC pode ser definida como um processo estruturado, lógico para o desenvolvimento ou otimizar os requisitos de manutenção de um recurso físico no seu contexto operacional para realizar o seu “confiabilidade inerente”, onde “confiabilidade inerente” é o nível de confiabilidade que pode ser obtida com uma eficaz programa de manutenção. MCC é um processo utilizado para determinar os requisitos de manutenção de qualquer ativo físico no seu contexto operacional, identificando as funções do ativo, as causas de falhas e os efeitos das falhas (SANTOS, 2013).

A manutenção produtiva significa a manutenção mais econômica que aumenta a produtividade do equipamento. A finalidade da manutenção produtiva é aumentar a produtividade de uma empresa, reduzindo o custo total do equipamento durante toda a vida desde a concepção, fabricação, operação e manutenção, e as perdas causadas pela degradação do equipamento (CORRÊA, 2016). As características-chave desta filosofia de manutenção são a confiabilidade do equipamento e foco de manutenção, bem como conscientes dos custos das atividades de manutenção. A estratégia de manutenção que envolve todas as atividades para melhorar a produtividade dos equipamentos através da realização de manutenção preventiva, corretiva Manutenção e Prevenção de manutenção ao longo do ciclo de vida do equipamento é chamada Productive Maintenance (CORRÊA, 2016).

Sistemas de gerenciamento de Manutenção Computadorizado – SGMC auxiliam na gestão de uma ampla gama de informações sobre a força de trabalho de manutenção, os estoques de peças sobressalentes, horários de reparação e histórias de equipamentos. Ele pode ser usado

para planejar e ordenar trabalho, cronograma, para agilizar a expedição de chamadas pronto-socorro, de gerir a manutenção geral, carga de trabalho. CMMS também podem ser usados para automatizar a função de Manutenção, e para ajudar no controle de estoques de manutenção e compra de materiais. CMMS tem o potencial para reforçar as capacidades de análise e relatórios (CORRÊA, 2016).

## **2.2 Conceito e consideração de FMEA.**

Uma das primeiras técnicas altamente estruturadas e sistemáticas para análise de falhas. Foi desenvolvido por engenheiros de confiabilidade no final da década de 1950, para estudar problemas que poderiam surgir do mau funcionamento dos sistemas militares (KARDEC; NASCIF, 2009).

O Failure Mode and Effect Analysis – FMEA é, segundo Kardec e Nascif (2009), uma abordagem que auxilia na identificação e priorização de falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos, que hierarquiza as falhas potenciais e fornece as recomendações para as ações preventivas.

Um FMEA é frequentemente o primeiro passo de um estudo de confiabilidade do sistema. Envolve a revisão de tantos componentes, montagens e subsistemas quanto possível para identificar modos de falha e suas causas e efeitos. Para cada componente, os modos de falha e seus efeitos resultantes no resto do sistema são registrados em uma planilha de FMEA específica. Existem inúmeras variações de tais planilhas. Uma FMEA pode ser uma análise qualitativa, mas pode ser colocada em uma base quantitativa quando os modelos matemáticos de taxa de falha são combinados com um banco de dados de taxa de modo de falha estatístico (KARDEC; NASCIF, 2009).

Os FMEA podem ser executados no nível do sistema, subsistema, montagem, submontagem ou peça. A FMEA deve ser um documento vivo durante o desenvolvimento de um projeto de hardware. Deve ser agendado e concluído simultaneamente com o design. Se concluída em tempo hábil, a FMEA pode ajudar a orientar as decisões de design. A utilidade da FMEA como uma ferramenta de design e no processo de tomada de decisão depende da eficácia e oportunidade com que os problemas de design são identificados. A pontualidade é provavelmente a consideração mais importante. No caso extremo, o FMEA seria de pouco valor para o processo de decisão do projeto se a análise fosse executada após o hardware ser



construído. Enquanto o FMEA identifica todos os modos de falha da peça, seu principal benefício é a identificação antecipada de todos os modos críticos e catastróficos de subsistema ou falha do sistema, de modo que possam ser eliminados ou minimizados através da modificação do projeto no primeiro momento do esforço de desenvolvimento; portanto, o FMEA deve ser executado no nível do sistema assim que as informações preliminares do projeto estiverem disponíveis e estendidas aos níveis mais baixos à medida que o design de detalhes progride (KARDEC; NASCIF, 2009).

### **2.2.1 Tipos de FMEA.**

De acordo com Kardec e Nascif (2009) existem vários tipos de FMEA utilizados no mundo todo. Dentre eles, alguns podem ser mais utilizados do que outros diferindo em alguns aspectos como forma de classificar os riscos e nomes dados aos elementos. Entretanto os tipos convergem nos principais objetivos do FMEA.

- a) Conseguir um aumento de confiabilidade, de qualidade e de segurança, tanto do produto, como do seu processo de fabricação.
- b) Obter uma substancial redução do custo e do tempo, no desenvolvimento dos produtos e de seus processos de produção.
- c) Focar na ênfase ao planejamento, bem como na aplicação seletiva dos ensaios, dos controles e das inspeções. Alavancar a ajuda para se alcançar, e até mesmo superar, as crescentes expectativas dos clientes.
- d) Elaborar uma documentação completa, dos conhecimentos e ações, alcançados com o desenvolvimento de produtos e de processos.
- e) Obter uma integração mais efetiva entre os vários departamentos envolvidos.

Contudo, podemos mensurar como principal objetivo identificar falhas que podem causar danos em potencial ou prejuízo para o usuário do produto ou serviço oferecido. Os tipos mais comuns de FMEA são os de produto e o de processo, mas existem outros a citar:

- a) FMEA de Produto: Nele são analisadas falhas que poderão acontecer nas especificações do produto focando em componentes e subsistemas. Este tipo também pode ser chamada FMEA de projeto.

- b) FMEA no processo: relacionado as falhas que poderão ocorrer no planejamento do processo, levando-se em consideração as não conformidades apresentadas no produto, focaliza em como o equipamento é mantido e operado;
- c) FMEA no sistema: se preocupa com as falhas potenciais e gargalos no processo global, como uma linha de produção.
- d) FMEA de Serviço: Foca em processos de manufatura e montagem
- e) FMEA de Software: Foca em funções de software

É comum algumas empresas exigirem documentação FMEA para os fornecedores submeterem seus produtos à compra. Por isso a documentação da análise FMEA deve ser o mais detalhada possível. Este detalhamento também contribui para que futuras revisões sejam efetuadas com qualidade.

As análises FMEA podem precisar de dados históricos e informações importantes como de que forma ocorreram as falhas, como outros elementos similares falharam e se ocorreu mudanças nas falhas após melhorias nos processos. Isto é fundamental para garantir a qualidade das análises em um processo de melhoria contínua (KARDEC; NASCIF, 2009).

### **2.2.2 Benefícios do FMEA**

Redução de falhas no desenvolvimento, na produção e utilização do produto.

1. Prevenção ao invés de detecção.
2. Reduzir tempo e custo no desenvolvimento de produtos.
3. Fonte de dados para critérios de manutenção.
4. Critérios para planejamento e aplicação de inspeções e ensaios.
5. Reduzir número de “recall”.
6. Integração entre os departamentos envolvidos.
7. Documentação do ‘know how’ que a empresa tem do produto e sua fabricação.

### **2.3 Processo produtivo da Indústria de Embalagens Metálicas de Manaus**

A Indústria de embalagens metálicas da Amazônia está presente em Manaus desde 1996, ano que iniciou a fabricação de tampas de alumínio para bebidas. Adotando modernos conceitos

de gestão, e considerada referência mundial em termos de eficiências, qualidade, custos, meio ambiente, saúde e segurança do trabalho.

A empresa possui cinco unidades fabris, localizadas em Cabreúva-SP (latas), Estância – SE (latas), Ponto Grossa PR (latas), Teresina – PI (latas) e Manaus – AM (tampas). Atuando com a sustentabilidade, a empresa utiliza material reciclável para a fabricação de tampas.

O processo é composto por máquinas/equipamentos que atuam na fabricação de tampas de alumínio, no layout da empresa é formado por três máquinas principais que é chamada por SHELL, FORMATEC 1 e 2, pois elas servem para fabricação das tampas acabadas.

Temos a LINE serve para aplicação do coupond nas bordas das tampas para envasamento da bebidas.

Depois temos as máquinas chamadas de TETRAD onde é passadas as tampas básicas e fixando os tab (anel da tampa). Saindo as tampas acabadas.

#### 2.4.1 Aplicação do FMEA – Estudo de caso

Uma definição muito comum de riscos o representa como um trio cenário, probabilidades e consequências. Determinar o risco geralmente se refere a responder as perguntas: O que pode dar errado? O quão provável é o evento? E quais são as consequências? (NASA, 2011). O principal modo de falha é a ser estudado é no Processo de Progressão.

**Quadro 01 – Falha na Progressão**

<b>Processo ou ação</b>	<b>Efeito de falha</b>	<b>Causa básica da falha</b>	<b>Meio de detecção</b>
Falha na progressão	Demora em fazer a ação corretiva	Ausência do tab(anel)	Checar os anéis
		Pequenos resíduos	Inspecionar e retirar possíveis sucatas
		Falta de lubrificação na fita	Checar lâmina dos anéis

Fonte: Próprio autor

A aplicação do FMEA impacta diretamente no retorno financeiro da empresa que é decorrente da minimização e eliminação de falhas potenciais nos processos produtivos. Os resultados podem abranger todas as áreas industriais aumentando a confiabilidade do serviço

prestado e proporcionando mais segurança e maior satisfação do usuário dos serviços. A aplicação do FMEA serve:

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;

A FMEA consiste em um método desenvolvido para identificar, avaliar e prevenir que potenciais falhas. Entretanto, devido sua grande funcionalidade, o FMEA passou a ser aplicado também para processos e produtos já em operação. (TOLEDO et al. 2013).

É eficiente para prevenir problemas e identificar soluções eficazes em termos de custo. A ferramenta é mais efetiva quando é feita em equipe, pois há maior chance de melhor identificar e prevenir os modos de falhas (PALADY, 1997).

**Quadro 02 – Resultado da aplicação do FMEA**

<b>Processo ou ação</b>	<b>Efeito da falha</b>	<b>G</b>	<b>Causa básica da falha</b>	<b>O</b>	<b>Meio de detecção</b>	<b>D</b>	<b>Índice de Risco (GxOxD)</b>
Falha na progressão	Demora em fazer ação corretiva	8	Ausência do tab(anel)	8	Checar os anéis	4	<b>224</b>
		8	Pequenos resíduos	7	Inspeccionar e retirar possíveis sucatas	3	<b>168</b>
		8	Falta de lubrificação na fita	5	Checar lâmina dos anéis	4	<b>160</b>

Fonte: Próprio autor

Quanto maior o índice de risco, maior a urgência de adotar ações corretivas.

Após o preenchimento da tabela, busca-se a ação preventiva a ser adotada, o prazo e o responsável.

**Quadro 03 – Ações Preventivas e responsável.**

	<b>Ações Preventivas</b>	
Medidas	Prazo	Responsável
Checar os anéis e fazer limpeza.	1 dia	Mecânico
Fazer check list	1 dia	Mecânico
Verificar possíveis sucatas	1 dia	Mecânico
Fazer teste na fita	3 dia	Mecânico

Fonte: Próprio autor

O FMEA é uma importante ferramenta na identificação das falhas e na sua correção, aumentando desta forma a confiabilidade dos clientes e dos processos.

### **3. METODOLOGIA**

No desenvolvimento e na busca de soluções para o problema apresentado foi utilizado o método exploratório a fim que pudéssemos apresentar as causas, e principalmente a origem, utilizando de uma análise qualitativa para apurar de forma precisa o contexto e os efeitos causados, os procedimentos com base na análise de documentos, foi sintetizado ao máximo através de uma extensa revisão sistemática bibliográfica, utilizando diversas ferramentas para atingir os objetivos, como sites especializados, periódicos, artigos científicos, boletins, monografias e teses. O objetivo é colocar o pesquisador em contato com o material escrito sobre o assunto de pesquisa (PRODANOV et al, 2013).

O método de pesquisa denominado estudo de caso descritivo baseado em análises praticas acerca do gerenciamento de riscos e oportunidades no processo de produção de embalagens metálicas permeia o desenvolvimento deste estudo.

Yin (2005) define estudo de caso como uma investigação empírica usada no contexto atual para averiguar fenômenos e coletar dados, permitindo contextualizar e arraigar o entendimento acerca do problema. Após a pesquisa bibliográfica relatou-se a aplicação da metodologia FMEA no processo de produção de embalagens metálicas, acompanhando o processo produtivo e coletando informações e dados para a confecção do trabalho.

Após conhecer e analisar o processo de produção de embalagens metálicas teve-se a oportunidade de aplicar a metodologia FMEA para análise de riscos e oportunidades existente

no processo de produção. A (Análise de Modos de Falhas e Efeitos) FMEA é um método utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo, através da identificação de causas e efeitos para identificar as ações que serão utilizadas para inibir as falhas. Modo de falha está relacionado ao fato de como um processo pode ser levado a operar de maneira deficiente e é composto por três elementos: efeito, causa e detecção.

Este trabalho é caracterizado como uma pesquisa aplicada (MARCONI; LAKATOS, 2010), com abordagem qualitativa (MARCONI; LAKATOS, 2010) e objetivo exploratório (MARCONI; LAKATOS, 2010).

Os métodos de pesquisa utilizados foram uma pesquisa bibliográfica com a finalidade de mensurar a produção científica (MARTINS, 2012) e entendimento aprofundado dos assuntos pesquisados, e um estudo teórico/conceitual (NAKANO, 2012) que propõe uma forma de aplicar de forma integrada a ferramenta de análise de riscos FMEA.

## **CONCLUSÃO**

A empresa que fabrica embalagens metálicas na Amazônia, situada no distrito industrial de Manaus, fabricante de tampas para embalagens metálicas, tem um processo produtivo adotando modernos conceitos de gestão, e considerada referência mundial em termos de eficiências, qualidade, custos, meio ambiente, saúde e segurança do trabalho.

A FMEA é um método eficaz e proativo de identificar falhas nos sistemas, estes resultados sugerem que um método de pontuação e classificação de falhas identificadas através de uma FMEA pode ser uma ferramenta valiosa para organizações de assistência com acesso limitado à perícia de um engenheiro de sistemas ou facilitador experiente.

Enquanto ele parece que tanto do simplificado e tradicional os métodos de pontuação podem pontuar e classificar as falhas, método simplificado não permite o mesmo grau de discriminação no ranking de falhas, particularmente no que diz respeito a levar a temporária ou permanente dano, quando comparado com o método tradicional, usando escalas de pontuação de 10 pontos e cálculo de um RPN.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, M. et al. Forecasting fault events for predictive maintenance using data-driven techniques and ARMA modeling. *Computers & Industrial Engineering*, v. 115, p.41-53, 2018.
- BELYI,
- CITISYSTEMS. **O que é TPM e Porque esta Ferramenta é Tão Popular na Indústria.** disponível em:<<https://www.citisystems.com.br/o-que-e-tpm/>> acessado em 22 de out de 2018.
- KARDEC, Allan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica.** 4. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2013.
- PASQUALINI, F; LOPES, A; SIEDENBERG, D. **Gestão da Produção.** Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 2010. 100 p.
- PEREIRA, Mario Jorge. **Engenharia de manutenção – teoria e prática.** Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda., 2011.
- PRODANOV, C.C; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico.** 2ª ed. Universidade Feevale – Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, 2013.
- NAKANO, D: **Métodos de pesquisa adotados na Engenharia de Produção e gestão de operações.** In: MIGUEL, P.A.C. (Coord.). Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.
- NASA: **Probabilistic Risk Assessment Procedures Guide for NASA Managers and Practitioners.** Washington, DC, 2. Ed. 2011.
- PALADY, P. FMEA: **Análise dos Modos de Falha e Efeitos: Provendo e prevenindo problemas antes que ocorram.** Tradução Outras Palavras, São Paulo: IMAN, 1997.
- RESENDE, A. SILVA, L. **Manutenção Produtiva Total (TPM) como ferramenta para melhoria da eficiência global de equipamento (OEE).** XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. Salvador, 2013.
- RIBEIRO, H. **Manutenção Produtiva Total.** São Paulo: Editora Viena, 2014.
- SANTOS, V. A. D. **Manual Prático da Manutenção Industrial.** 4. ed. São Paulo: Ícone, 2013.
- SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TOLEDO, J. C. de., BORRÁS, M. A. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 396 p.

YIN, Robert. K. Estudo de caso: planejamento de métodos. Porto Alegre: Bookman, 2005.

VIANA, H. R. G. PCM: **Planejamento e Controle da Manutenção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2014.

XENOS, H. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. 2. ed. Minas Gerais: Falconi, 2014.

ZACHARIAS, O. **Aprendendo qualidade de uma forma sistêmica**. 1. Ed. São Paulo: Quality Consultoria, Treinamento e Auditoria em Gestão Empresarial, 2010.