



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUANA RODRIGUES ALVES

**UTILIZAÇÃO INTEGRADA DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO  
PROCESSO DE ANÁLISE DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA DE  
ALIMENTOS**

Caruaru  
2021

LUANA RODRIGUES ALVES

**UTILIZAÇÃO INTEGRADA DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO  
PROCESSO DE ANÁLISE DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA DE  
ALIMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Engenharia de  
Produção do Centro Acadêmico do Agreste -  
CAA, da Universidade Federal de Pernambuco  
- UFPE, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Bacharel em Engenharia  
de Produção

**Área de concentração:** Gestão da Qualidade.

**Orientadora:** Prof.<sup>a</sup> Renata Maciel de Melo

Caruaru

2021

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

A474u Luana Rodrigues Alves.  
Utilização integrada de ferramentas da qualidade no processo de análise de materiais de embalagens em uma empresa de alimentos. / Luana Rodrigues Alves. – 2021.  
42 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Renata Maciel de Melo.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Engenharia de produção, 2021.  
Inclui Referências.

1. Alimentos - Indústria. 2. Alimentos - Embalagens. 3. Controle de qualidade. Melo, Renata Maciel de (Orientadora). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2021-026)

LUANA RODRIGUES ALVES

**UTILIZAÇÃO INTEGRADA DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE NO  
PROCESSO DE ANÁLISE DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA DE  
ALIMENTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Centro Acadêmico do Agreste - CAA, da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção

Aprovada em: 30 / 04 /2021

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Renata Maciel  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Orientador)

---

Prof.º Dr. º Thalles Vitelli Garcez  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

---

Prof.º Dr. º Osmar Veras Araujo:  
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (Avaliador)

A Deus, em primeiro lugar, por sempre ter me dado forças, aos meus pais, aos meus irmãos, a meu noivo e, em especial, a minha avó que sempre foi uma fonte de inspiração. Vocês foram fundamentais nessa jornada, me motivando, apoiando incondicionalmente para que eu sempre pudesse dar o melhor de mim.

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por sempre me dar o melhor direcionamento, e me permitir tomar as melhores decisões nos momentos mais difíceis, pois foi através da dificuldade que eu pude chegar até aqui.

Aos meus pais, Maria José dos Santos Alves e João Carlos Rodrigues Alves, por me ensinarem que a educação seria o melhor caminho para o meu crescimento pessoal e intelectual, por não medirem esforços para que eu pudesse me graduar.

Aos meus irmãos, Emerson Rodrigues Alves e Everton Rodrigues Alves, que sempre foram modelos para mim, me ensinaram a ter amor pelo conhecimento, e me apoiando como puderam.

À minha avó, Áurea Rodrigues Alves, que me deu bastante incentivo e amor ao longo da minha vida, estando presente em todos os meus passos acadêmicos até então.

À meu noivo, Claudio Roberto N. de Oliveira Jr, por ter acompanhado minha trajetória na graduação sendo bastante compreensivo, por me motivar nos momentos difíceis e comemorar as vitórias ao meu lado.

Aos meus amigos e colegas de curso, em especial Tamires Sá e Aline Fortunata, que facilitaram essa caminhada, os trabalhos em grupo, as brincadeiras, as noites de estudo.

À minha orientadora, Renata Maciel de Melo, pela disponibilidade, sabedoria e orientação, que foi fundamental para que eu pudesse concluir esse último projeto de graduação.

Por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para que eu conseguisse chegar ao fim dessa caminhada.

## RESUMO

O aumento da procura por produtos de maior qualidade por parte dos consumidores, impulsionou as indústrias do ramo alimentício a serem mais competitivas e focarem na qualidade dos alimentos que produzem, porém, a qualidade do produto final é também resultado da boa qualidade dos insumos utilizados, como Matérias-Primas e Materiais de Embalagem. Logo, vale salientar a importância de as organizações investirem em maneiras de garantir a qualidade dos *inputs* utilizados, através de análises internas desses materiais, análises estas, que devem ser precisas e assertivas. No contexto dos Materiais que revestem, protegem, fornecem informação sobre o produto e que estão em contato direto com o alimento, é de grande importância que exista acurácia nos ensaios realizados, garantindo a proteção e estética do produto final. Dessa forma, essa pesquisa teve foco na melhoria do processo de Liberação de Embalagens, de modo que foi possível sugerir ações que diminuam a ocorrência de análises imprecisas e falhas, que geram retrabalhos na produção e reclamações pelos clientes. Para atingir tal objetivo, a pesquisa propôs a utilização integrada de ferramentas da qualidade, na qual o Diagrama de Ishikawa serviu como base de entrada de dados para a aplicação do *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), que foi utilizada de forma adaptada para o contexto de materiais de embalagem. De forma geral, as ações recomendadas geradas pela aplicação do FMEA apontaram para auditorias internas e treinamentos, como resposta a maioria das causas de natureza humana.

Palavras-chave: Qualidade de Materiais de Embalagem. FMEA Adaptado. Diagrama de Ishikawa. Indústria Alimentícia.

## **ABSTRACT**

The increase in the demand for higher quality products by consumers, has boosted the food industry to be more competitive and focus on the quality of the food they produce, however, the quality of the final product is also the result of the good quality of the inputs used, such as Raw Materials and Packaging Materials. What leads these organizations to invest in ways to guarantee the quality of the inputs used, through internal analyzes of these materials, however these analyzes must be precise and assertive. In the context of the materials that coat, protect, provide information about the product and that are in direct contact with the food, it is of great importance that there is accuracy in the tests carried out, guaranteeing the protection and aesthetics of the final product. Thus, this research focused on improving the Packaging Release process, so that it was possible to suggest actions that reduce the occurrence of inaccurate analyzes and failures, which generate rework in production and complaints by customers. To achieve this goal, the research proposed the use of integrated quality tools, in which the Ishikawa Diagram served as a data entry base for the application of the advanced quality tool, FMEA, which was used in a way adapted to the context of packaging materials. In general, the recommended actions generated by the application of the FMEA pointed to internal audits and training, in response to most causes of human nature.

Keywords: Quality of Packaging Materials. Adapted FMEA. Ishikawa diagram. Food industry.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Amplitude da Embalagem .....	16
Figura 02 – Estrutura do Diagrama de Ishikawa .....	18
Figura 03 – Formulário FMEA .....	20
Figura 04 – Comparação entre FMEA Clássico, de Risco e de Risco de Corrupção ....	21
Figura 05 – Etapas da Pesquisa .....	23
Figura 06 – Proposta de integração entre Diagrama de Ishikawa e FMEA .....	24
Figura 07 – Placas de Liberação, Análise e Não Liberação .....	26
Figura 08 – Fluxograma do Processo de Receb., Análise e Liberação de Insumos .....	27
Figura 09 – Diagrama de Ishikawa para Liberação de Materiais de Embalagens Defeituosos.....	29

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Severidade (S) .....	30
Tabela 02 – Ocorrência (O) .....	30
Tabela 03 – Detecção (D) .....	30
Tabela 04 – Análise Ausente (A) .....	31
Tabela 05 – FMEA Adaptado para Materiais de Embalagem .....	32
Tabela 06 – Pesos para Cada Critério .....	33
Tabela 07 – FMEA Com pesos determinados através do ROC .....	34
Tabela 08 – Causas de responsabilidade de outros setores .....	35
Tabela 09 – Causas de responsabilidade do setor da qualidade .....	35
Tabela 10 – Ações Recomendadas Setor PCP e Almoxarifado .....	37
Tabela 11 – Ações Recomendadas Setor Qualidade .....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
1.1	JUSTIFICATIVA .....	12
1.2	OBJETIVOS .....	13
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
2.1	CONTROLE DA QUALIDADE DE MATERIAIS DE EMBALAGENS .....	15
<b>2.1.1</b>	<b>Embalagens: Classificações e Suas Funções .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Análises de Qualidade de Embalagens.....</b>	<b>16</b>
2.2	DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE.....	17
2.3	APLICAÇÃO DO FMEA.....	19
<b>2.3.1</b>	<b>Tipos de FMEA .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Adaptação do FMEA .....</b>	<b>20</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
3.1	ETAPA 1: DESCRIÇÃO DO PROCESSO .....	23
3.2	ETAPA 2: MAPEAMENTO DO PROCESSO .....	23
3.3	ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS .....	24
3.4	ETAPA 4: PROPOSTA DE MELHORIAS .....	24
<b>4</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>25</b>
4.1	DESCRIÇÃO DO PROCESSO ESTUDADO .....	25
<b>4.1.1</b>	<b>Setor Responsável pela Qualidade dos Insumos .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Análise e Liberação dos Materiais de Embalagens.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Descrição do Problema.....</b>	<b>26</b>
4.2	MAPEAMENTO DO PROCESSO DE LIBERAÇÃO DOS MATERIAIS DE EMBALAGENS .....	27
4.3	APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA NA IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS.....	28
4.4	APLICAÇÃO DO FMEA ADAPTADO PARA ANÁLISE DE MATERIAIS DE EMBALAGENS .....	29
<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
5.1	IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS .....	37
<b>5.1.1</b>	<b>Ações Sugeridas Para o FMEA.....</b>	<b>37</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>
6.1	PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO .....	38
6.2	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	39
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com SABEL (2019) & KRÜCKEN-PEREIRA et al (2002), atualmente, existe uma alta competitividade entre as empresas do ramo alimentício, o que impulsionou drásticas mudanças no meio industrial, que são resultado, principalmente, da introdução de novas marcas nesse mercado e da exigência do consumidor por produtos de maior qualidade. Nesse cenário, surge a necessidade de adotarem-se medidas como, agilidade na tomada de decisões, foco na qualidade de seus produtos e insumos (matérias-primas e embalagens), melhorias nas análises rotineiras e minimização das falhas. Para tal, as empresas são constantemente instigadas na detecção das suas falhas e no processo de melhorias, de maneira a reduzir tais falhas e, conseqüentemente, garantir a qualidade.

A qualidade dos insumos implica diretamente na qualidade do produto final, em razão disso há a necessidade de controle de qualidade desses materiais. No caso de materiais de embalagem, objeto do referido estudo, além de analisar o laudo técnico dos lotes deve-se realizar sua análise amostral, de modo que sejam comprovadas as informações apresentadas.

Por estar em contato direto com o alimento a embalagem primária representa uma possível fonte de contaminação, então esse material deve atender as especificações estabelecidas para garantir a lacração do produto; e deve ainda estar isento de qualquer contaminante, biológico, físico ou químico, que possa causar riscos à saúde humana atendendo assim a legislação sanitária (GERÊNCIA DE REGULARIZAÇÃO DE ALIMENTOS, 2017).

A redução das falhas e a confiabilidade nos processos de análises podem ser alcançadas através de metodologias e padronização de ferramentas que consigam aperfeiçoar e assegurar os processos, afim de otimizar e conseqüentemente reduzir custos e retrabalhos (TEIXEIRA et al., 2019). Ferramentas como Diagrama de *Ishikawa* (Diagrama de Causa e efeito) e FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), podem auxiliar na identificação das causas e efeitos, na classificação dos riscos que eles representam no processo e solução dos problemas encontrados.

Também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe, devido ao seu formato, o Diagrama de *Ishikawa* é composto pelo problema e suas possíveis causas. Segundo GRUPO FORLOGIC (2016), essa ferramenta é utilizada para encontrar, classificar, documentar e exibir, em forma de gráfico, as causas dos problemas analisados,

agrupando-os por categoria, facilitando assim a visualização do problema, fluxo de ideias e análise da situação.

De acordo com BERTULUCCI (2012), FMEA – é a Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos – objetiva identificar potenciais modos de falha de um produto ou processo, avaliar o risco associado aos modos de falha, e assim classifica-los conforme o nível de risco que cada falha representa, de modo que permita a aplicação de ações corretivas, reduzindo assim a incidência das falhas. Ainda segundo esse autor, existem alguns tipos de FMEA, dentre eles, o presente estudo destaca o FMEA de processo, que nada mais é do que uma ferramenta de análise de falhas no planejamento e execução do processo que busca a sua melhoria.

Por fim, a aplicação da metodologia ROC – *Rank-Order Centroid*, que é uma metodologia de atribuição de pesos para decisões, ou análises que envolvam o conceito multicritério, considerando a ordem de importância de cada critério (CLEMENTE & ALMEIDA, 2015). A aplicação dessa metodologia tem o objetivo de enriquecer o FMEA, através da atribuição de pesos que potencializam a influência dos critérios, do mais crítico ao menos crítico.

Dessa forma, a utilização integrada das ferramentas da qualidade supracitadas objetiva integralmente, fazer um diagnóstico crítico sobre o processo de análise e liberação de materiais de embalagens afim de aumentar a qualidade desse processo.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

A embalagem é de suma importância no setor alimentício, pois esta é responsável pela conservação do produto, além de fazer a segurança e qualidade, é a embalagem quem garante a proteção do produto acabado contra agentes químicos, físicos e microbiológicos. (JORGE, 2013)

Esse material não é apenas um meio de conservar e proteger o produto, é também um meio informativo, a embalagem deve conter informações que são relevantes para o consumidor, de forma que seja possível entender o que está contido, como possíveis alergênicos, ingredientes do alimento, rotulagens ambientais, selos de qualidade, etc. (MARIA et al, 2011)

Nesse contexto, nota-se a grande necessidade da realização dos procedimentos de recebimento desse insumo, e posteriores análises que garantem que o mesmo está em condições de guardar alimentos; já que as embalagens primárias têm contato direto com o produto alimentício.

Ainda falando da importância da garantia da qualidade das embalagens, como enunciado por PALADINI & CARVALHO (2012), os defeitos se classificam como críticos (ou graves) quando impedem a utilização efetiva do produto e inviabilizam seu emprego para aquilo que o mesmo se propõe. Por esse ponto de vista, é possível perceber a quão crítica é uma falha no material de embalagem que venha a expor o alimento, isso impossibilitará por completo o seu consumo.

Além disso, deve-se fazer a análise visual, que garante que o produto final, embalado, terá boa aparência e será um dos fatores que podem estimular a sua venda, e ainda que as informações estarão legíveis.

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral desse trabalho é realizar o um diagnostico crítico de um processo de análise de embalagens, executado pelo analista em uma empresa de alimentos com a finalidade de aumentar a qualidade do processo de análise e liberação dos insumos e diminuir as paradas nas embaladoras da produção.

Os seguintes objetivos específicos devem ser seguidos para que se possa atingir o objetivo geral:

- a) Entender o processo de recebimento das embalagens na indústria de alimentos;
- b) Mapear o processo analítico feito para liberar esse material;
- c) Identificar as análises críticas desse processo;
- d) Propor a utilização integrada de Ferramentas da Qualidade;
- e) Identificar os problemas relacionados;
- f) Propor soluções para melhorar a análise.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Em suma, a pesquisa estruturou-se em seis capítulos para melhor exposição e entendimento do tema abordado. No primeiro capítulo, apresenta-se a introdução que contextualiza o tema da pesquisa, a descrição do problema, os objetivos e ressalta a importância da presente pesquisa como objeto de estudo.

Na sequência, o segundo capítulo consiste no referencial teórico, que expõe uma revisão de bibliografia a respeito de assuntos e ferramentas utilizadas na pesquisa.

Em seguida, o capítulo três tem como componentes a metodologia, que explica o modelo da pesquisa e os métodos realizados etapa a etapa ao longo do estudo.

O quarto capítulo traz a descrição da empresa e do processo que foram escolhidos como objeto de estudo para essa pesquisa, onde é contextualizada a realidade da organização e realizada a conclusão em torno da importância dos tópicos anteriores para os demais capítulos.

O capítulo cinco faz referência às propostas de soluções e melhorias pela análise e entendimento das informações coletadas.

Por fim, o capítulo seis elucida a conclusão, as principais contribuições da pesquisa e ainda as limitações e sugestões de trabalhos futuros.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo faz referência a uma revisão de bibliografia que envolve os principais assuntos utilizados na pesquisa, bem como controle de qualidade de materiais de embalagens, diagrama de *Ishikawa* e suas aplicações como ferramenta da qualidade e FMEA de Processos aplicado na identificação e solução de problemas da qualidade.

### 2.1 CONTROLE DA QUALIDADE DE MATERIAIS DE EMBALAGENS

O controle da qualidade de materiais de embalagens para o setor alimentício é de grande importância, não apenas em termos de recomendações da ANVISA, mas justamente pelo fato de que a integridade do produto, alimento, depende essencialmente da sua embalagem, pois essa é que será responsável pelo armazenamento e manuseio do produto sem que o mesmo sofra avarias (SULPRINT EMBALAGENS, 2017).

#### 2.1.1 Embalagens: Classificações e Suas Funções

Em conformidade com as exigências do mercado consumidor e seguindo as normas das BPF (Boas Práticas de Fabricação), os produtos devem estar livres de contaminações, de qualquer origem, e uma das formas de manusear alimentos com menor risco, é através do uso de embalagens. Dessa forma, as embalagens contribuem, tanto para diminuição das perdas de produtos por reprocesso, quanto para preservação do produto até o momento do consumo. Tendo como uma de suas principais funções a proteção; sem ela o produto poderia perder todo o seu valor agregado (DEIMLING et al, 2014).

De forma bem genérica, a embalagem tem como função prioritária a proteção da mercadoria, durante as atividades de logística, e a de exposição ao consumidor, como um meio de aumentar as vendas (PEDELHES, 2005).

Em termos de Classificação, segundo PEDELHES (2005), a mais usual e referenciada é a que classifica de acordo com as funções primárias, secundárias, terciárias, quaternárias e as de quinto nível.

- a) Primária: É a embalagem que está em contato direto com o produto.
- b) Secundária: É a embalagem que serve como proteção para a embalagem primária.
- c) Terciária: Podem ser caixas de madeira, papelão e plástico; que por sua vez envolvem as embalagens secundárias.

- d) Quaternária: São as embalagens que facilitam a movimentação e a armazenagem, bem como qualquer tipo de contêiner.
- e) De quinto nível: Esse tipo de embalagem é especial para transportes para longas distâncias.

Levando as funções das embalagens para um sentido mais amplo, MESTRINER (2002) considera que além das funções básicas originais, a embalagem desempenha uma série de funções e papéis nas empresas e na sociedade, as quais estão descritas na Figura 01.

<b>Funções básicas</b>	<b>Conter</b>
	<b>Proteger</b>
	<b>Transportar</b>
<b>Economia</b>	<b>Compõe o valor e o custo de produção de matérias primas</b>
<b>Tecnologia</b>	<b>Sistemas de acondicionamento</b>
	<b>Novos materiais</b>
	<b>Conservação de produtos</b>
<b>Mercado</b>	<b>Chamar atenção</b>
	<b>Informar</b>
	<b>Atrair</b>
	<b>Derrubar barreira de preço</b>
<b>Conceito</b>	<b>Construir a marca</b>
	<b>Formar conceito sobre o fabricante</b>
	<b>Agregar valor</b>
<b>Marketing</b>	<b>Comunicação do produto</b>
	<b>Suporte de ações promocionais</b>
<b>Sociocultural</b>	<b>Expressão da cultura e do estágio de desenvolvimento de empresas</b>
<b>Meio Ambiente</b>	<b>Componante do lixo urbano</b>
	<b>Reciclagem</b>
	<b>Tendência mundial</b>

**Figura 01 – Amplitude das Embalagem**

**Fonte: Adaptado de MESTRINER (2002)**

A partir desse ponto de vista, pode-se observar a gama de funções desempenhadas pela embalagem, que vai desde proteção até níveis conceituais, que envolvem a promoção da marca, e veiculação informações importantes e inerentes ao produto nela contido. Dessa forma, faz-se ainda mais necessária a gestão e controle da qualidade desse insumo dentro do campo da indústria alimentícia.

### **2.1.2 Análises de Qualidade de Embalagens**

- a) Análise visual

A análise visual está relacionada com os pontos e defeitos que podem ser detectados através de uma observação minuciosa, tais defeitos ou falhas de origem físico-química, bem como falhas de registro de impressão, resistência e avarias (SARANTÓPULOS, et al., 2002).

b) Gramatura

A gramatura é definida pela razão entre a massa e a área de uma parte do material, normalmente expressa em gramas por metro quadrado ( $\text{g/m}^2$ ). Essa propriedade relaciona-se com a resistência mecânica do material, ou seja, quanto maior o valor da gramatura maior resistência o material terá (SARANTÓPULOS, et al., 2002).

Em contra partida, deve-se considerar que quanto maior o valor de gramatura, mais pesada será a embalagem gerada por esse material, o que pode impactar diretamente no peso final do produto envolvido por esse material (GRÁFICA KWG, 2018). Dessa forma, deve-se realizar estudos prévios para estabelecer a especificação de gramatura para determinado material.

c) Espessura

Corresponde à distância entre as duas superfícies principais de um material, tal análise deve ser feita utilizando micrômetro devidamente calibrado e preciso. Por meio da análise da espessura é possível obter informações acerca das suas propriedades mecânicas e a respeito da sua vida útil (SARANTÓPULOS, et al., 2002).

d) Dimensional

A análise dimensional, nada mais é do que a utilização de uma régua graduada, devidamente calibrada, na medição das principais dimensões da embalagem, bem como altura, largura, comprimento, passo da fotocélula (no caso dos filmes e algumas recapagens). Na qual os resultados encontrados devem estar condizentes com os valores especificados, ou preestabelecidos (SILVA, 2021).

## 2.2 DIAGRAMA DE ISHIKAWA COMO FERRAMENTA DA QUALIDADE

O diagrama de Ishikawa trata-se de uma técnica visual que representa graficamente uma conexão entre os resultados, que são os efeitos, e os fatores, representados pelas causas. As causas classificam-se em famílias, ou grupos, que engloba indústria – onde

tem máquina, mão de obra, materiais, métodos, meio-ambiente e medidas (6M) – e serviços, que abrange clientes, procedimentos, política, *layout*, funcionários (NERY et al., 2017).

O Diagrama de Causa e Efeito, permite que sejam levadas em consideração as verdadeiras causas, de modo que não ocorra equívocos como direcionamento de todos os esforços sobre os efeitos, o que resolveria o problema em particular, porém não de maneira geral e efetiva, como propõe o diagrama de *Ishikawa*: direcionar esforços para as causas dos problemas, ou seja, trabalhar em cima da raiz do problema (AGUIAR, 2004).

A figura 02 representa a Estrutura do Diagrama de *Ishikawa*:

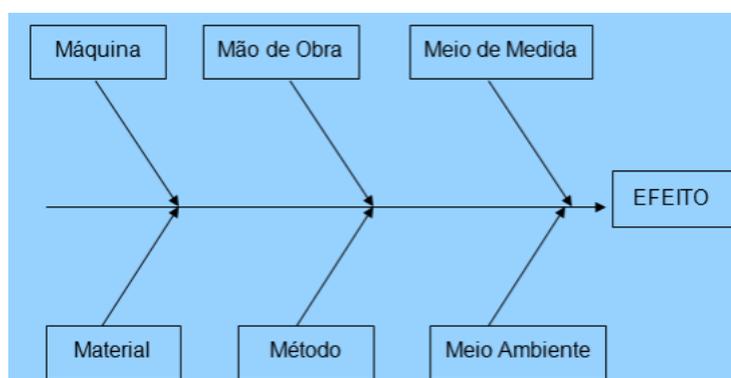


Figura 02 – Estrutura do Diagrama de Ishikawa

Fonte: Adaptado de CORRÊA (2012)

O item máquina relaciona-se com a manutenção, adequação e capacidade; já mão de obra faz referência ao treinamento dos funcionários, se há uma supervisão adequada e também leva em consideração a motivação; meio de medida considera a forma como o processo é medido; material está ligado à forma de estocagem, à sua qualidade, rendimento e possíveis perdas; método envolve o processo de fabricação, todos os instrumentos utilizados e as tolerâncias admitidas, e por fim, o meio ambiente que considera todas as características físicas do ambiente de trabalho, levando em consideração questões ergonômicas (BARCELLOS, 2014).

De acordo com SAKURADA (2001), o diagrama de Ishikawa não precisa necessariamente seguir a estruturação tradicional, considerando os 6Ms. O diagrama de espinha de peixe poderá ser estruturado da forma que melhor se adaptar ao problema estudado.

Os passos a seguir são sugestões, feitas por SAKURADA (2001), de como deve ser estruturado o Diagrama de *Ishikawa*:

- I. Estabelecer o efeito (característica) da qualidade
- II. Encontrar o maior número possível de causas que podem afetar o efeito da qualidade
- III. Definir as relações entre as causas e construir um Diagrama de Causa e Efeito, ligando os elementos com o efeito da qualidade por relações de causa e efeito;
- IV. Estipular uma importância para cada causa e assinalar as causas particularmente importantes, que pareçam ter um efeito significativo na característica da qualidade
- V. Registrar quaisquer informações necessárias

Essa ferramenta possibilita a obtenção de diversas vantagens, dentre tantas, destaca-se o seu uso universal, citado por LINS (1993); esse diagrama é simples e de fácil aplicação, além de bastante acessível, pode ser utilizada nas mais diversas áreas e aplicado em vários tipos de problemas. Sendo uma ferramenta tão abrangente e flexível, também funciona perfeitamente de forma integrada a outras ferramentas como o FMEA (HENRIQUE & OLIVEIRA, 2006).

### 2.3 APLICAÇÃO DO FMEA

Segundo LAURENTTI (2010), FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis* (Análise do Modo e Efeito de Falhas) – é um método amplamente utilizado na engenharia, com objetivo de definir, identificar e eliminar falhas conhecidas e potenciais de um projeto, produto ou até mesmo de um determinado processo, antes que as falhas cheguem até as partes interessadas. Ainda segundo esse autor, o FMEA trata-se de uma ferramenta em formato de formulário, o qual deve ser revisado e atualizado, nesse formulário são registrados os resultados das sessões do FMEA.

O FMEA aborda importantes elementos na sua elaboração e aplicação, segundo RAMOS et al., (2020), são tipo de falha potencial, efeito da falha potencial, causa da falha, controles atuais, índices, ações recomendadas, medidas implementadas, ações preventivas, ações de contenção, entre outros. Além de ser uma ferramenta bastante abrangente, é de fácil adaptação e pode ser utilizada em conjunto com outras ferramentas, bem como o Diagrama de *Ishikawa*, que pode ser utilizado como entrada de dados para o

preenchimento dos primeiros campos da tabela FMEA (HENRIQUE & OLIVEIRA, 2006).

Para realizar uma análise mais exata do que acontece no processo estudado, e comparar as falhas de modo a priorizar aquelas que precisam de atenção imediata, ou seja, as mais críticas, existe um componente NPR – Número de Prioridade de Risco – que é produto da multiplicação de três outros componentes: Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) (NINIM & CARVALHO, 2018).

A figura 03 ilustra, de forma bem objetiva os componentes da tabela FMEA:

Atividade	Função	Modo de falha potencial	Efeitos potenciais de falha	Severidade	Causa potencial	Ocorrência	Controle preventivo atual	Controle de detecção atual	Detecção	N P R	Ações recomendadas	Responsável	Ação Tomada	Severidade	Ocorrência	Detecção	N P R

Figura 03 – Formulário FMEA

Fonte: Adaptado de NINIM & CARVALHO (2018)

### 2.3.1 Tipos de FMEA

STAMATIS (2003) destaca quatro principais tipos de FMEA:

1. FMEA de Sistema: utilizada na análise de sistemas e subsistemas. Tendo como foco modos de falhas potenciais, proveniente de deficiências no sistema. As análises incluem interações entre sistemas e subsistemas, componentes do sistema.
2. FMEA de Produto: antes mesmo dos produtos serem liberados para a fabricação, esse tipo de FMEA já é aplicado. Seu foco são os modos de falhas causados por deficiências no projeto do produto.
3. FMEA de Processo: analisa processos de fabricação e montagem. Foca nos modos de falhas provenientes das deficiências no processo em si ou na montagem.
4. FMEA de Serviço: analisa os serviços antes desses chegarem ao consumidor. Foca nos modos de falhas causados por deficiências no sistema ou no processo.

### 2.3.2 Adaptação do FMEA

O FMEA pode ser adaptado, de modo que se ajuste aos moldes da área do processo analisado. PATRYCJA & MOLEND (2017) fizeram a aplicação de um método FMEA modificado em processos de empresas CSR (*Corporate Social Responsibility*), no qual

foi avaliado o risco de potenciais falhas que poderiam ocorrer os principais processos da empresa, onde trataram o assunto de responsabilidade social.

MACIEL & FREITAS (2016) ressaltam que quando o FMEA clássico é aplicado na análise de riscos potenciais do meio ambiente, pode ser facilmente adaptado ao estudo dos riscos potenciais do ambiente. Ainda segundo esses autores, em uma tabela de pontuação de gravidade o número de prioridade ambiental pode seguir o mesmo método de cálculo que o número de riscos. Nesse sentido, ANDRADE (2000) propõe que essa adaptação para o FMEA passe a ser considerado como ECO – FMEA.

E ainda segundo OCHRANA et al. (2015), o FMEA pode ser adaptado para avaliar riscos de corrupção, em seu estudo os autores mostram como quantificar o risco da corrupção no setor público. A figura 04 evidencia a comparação entre o FMEA clássico, o FMEA de Risco e o FMEA de Risco de Corrupção:

	Tipo de FMEA	Número	Evento	Ocorrência/ Frequência de Ocorrência	Magnitude/Impa cto/Benefício	Avaliação de Risco	Detecção	Número de Prioridade de Risco
1	FMEA	Número de Falha	Tipo de Atividade	Ocorrência	Severidade	-	Detecção	RPN (Número Prioritário de Risco)
2	FMEA de Risco	Número de Risco	Evento de Risco	Ocorrência	Impacto na Organização	Pontuação de risco	Detecção	RPNrisco (Número Prioritário de Risco)
3	FMEA de Risco de Corrupção	Número de Risco	Evento de Risco	Ocorrência	Benefício para o Oficial Corrupto ou Impacto na organização	Pontuação de risco	Detecção	RPNC (Número Prioritário de Risco)

Figura 04 – Comparação entre FMEA Clássico, de Risco e de Risco de Corrupção

Fonte: Adaptado de OCHRANA et al. (2015)

Como mostrado na figura 04, os autores tratam números de risco, ao invés de número de falhas, fazem a adaptação do componente Severidade, que passa a ser tratado como Benefício para o Funcionário Corrupto, acrescenta ainda um componente Pontuação do Risco (*Risk Score*), que representa a pontuação de risco para esse contexto.

Portanto, é possível fazer adaptações para a tabela do FMEA Clássico Padrão, de forma que essa ferramenta se torne mais particular para o contexto da análise.

E para enriquecer e aumentar a assertividade do FMEA pode-se utilizar pesos em seus critérios, conforme a ordem de importância. Para presente pesquisa utilizou-se um método de pesos para multicritério, *Rank-Order Centroid* (ROC), que utiliza vértices de

um simplex para definir o peso centroide para cada critério(CLEMENTE & ALMEIDA, 2015).

Segundo CLEMENTE & ALMEIDA (2015), abordagem multicritério pode ser modelada sobre um problema no qual existem alternativas a serem escolhidas por um determinado decisor, dentro de um conjunto viável, assumindo alguns critérios, que representam seus interesses de avaliação. Ainda de acordo com o mesmo autor, a estrutura deve também conter informações que representam a influência, ou importância de tais elementos para o contexto e o método de agregação capaz de computar os valores e contribuições das avaliações resultantes, de maneira a indicar o resultado mais adequado para o contexto de decisão.

### 3 METODOLOGIA

A modalidade empregada na pesquisa trata-se de uma modalidade exploratória, na qual é feita a caracterização de um problema, e posterior classificação e definição. Realizada através do levantamento de entrevistas para o estudo de caso.

O presente trabalho é uma análise descritiva de um relevante processo de análise de embalagens, que vai desde o recebimento desse material até o momento de sua liberação, envolvendo ainda etapas de devolução de materiais defeituosos para reanálise. Tal pesquisa baseia-se em ferramentas qualitativas que facilitam a identificação de falhas no processo e possibilitam o seu entendimento para assim propor soluções que diminuam ou mitiguem completamente os erros. E a coleta de informações é feita integralmente através de entrevistas com a equipe que desempenha as funções referentes.

Assim, a Figura 05, criada através do *Software Bizagi Process Modeler*, ilustra a sequência das etapas essenciais da pesquisa realizada no Setor da Qualidade da Fábrica.

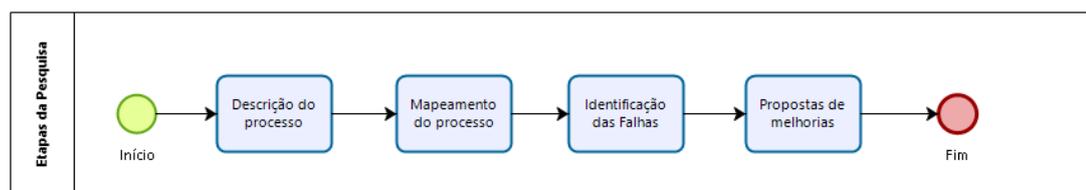


Figura 05 – Etapas da Pesquisa

Fonte: O autor (2021)

#### 3.1 ETAPA 1: DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Na etapa 1, foi feita a identificação dos objetivos, os procedimentos, a equipe envolvida e os resultados gerados pelo processo, por meio da coleta de informações, baseada em entrevistas. Bem como a descrição do setor da qualidade que trata da análise de embalagens.

#### 3.2 ETAPA 2: MAPEAMENTO DO PROCESSO

Com o propósito de dispor de forma mais clara o processo analisado, para então facilitar a proposição de melhorias, o mapeamento do processo, feito através de *software Bizagi Process Modeler*, ilustra as etapas do processo estudado de forma detalhada e objetiva.

### 3.3 ETAPA 3: IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS

A identificação das falhas, foi feita através de entrevistas com a equipe envolvida, e por meio da ferramenta da qualidade, Diagrama de *Ishikawa*, foi possível determinar quais foram as causas principais e secundárias dos problemas encontrados, dispondos de forma gráfica para facilitar a compreensão e classificação das falhas mais críticas no processo.

### 3.4 ETAPA 4: PROPOSTA DE MELHORIAS

Para propor melhorias, a pesquisa se valeu da ferramenta avançada da qualidade FMEA, *Failure Mode And Effect Analysis*, com a qual foi possível montar uma tabela que lista as falhas, os efeitos por elas causados e as suas causas, sendo possível também classificar as falhas em nível de criticidade, utilizando o ROC para determinar os pesos dos critérios do FMEA, com a criticidade predeterminada pelo analista de embalagens, o que permitiu direcionar esforços iniciais para as causas mais urgentes. Dessa forma, as propostas de soluções e melhorias foram dispostas com o cronograma priorizando as falhas mais críticas, e na sequencia as menos críticas.

A Figura 06 representa uma proposta de integração entre as ferramentas Diagrama de Ishikawa e FMEA:

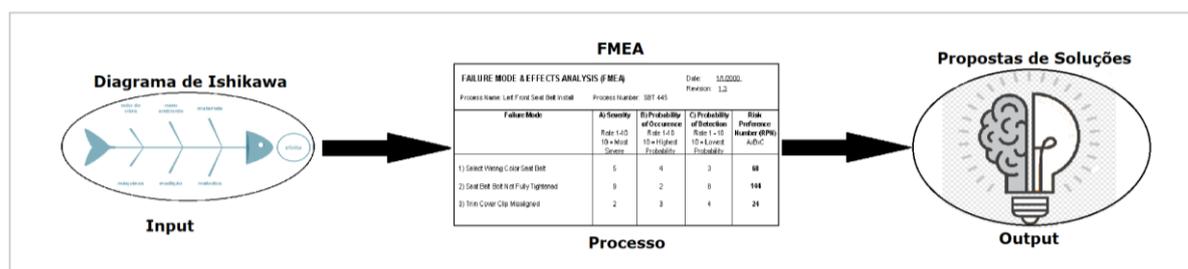


Figura 06 – Proposta de integração entre Diagrama de Ishikawa e FMEA

Fonte: O Autor (2021)

Como a figura 06 sugere, o Diagrama de Ishikawa foi utilizado como ferramenta auxiliar para a coleta de dados de entrada para a ferramenta FMEA.

## **4 ESTUDO DE CASO**

### **4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO ESTUDADO**

Nas últimas décadas, tem aumentado a exigência, por parte do consumidor, por produtos de qualidade e que atinjam suas expectativas. Dessa forma, as organizações exigem, também, de seus fornecedores insumos de qualidade, que refletirá diretamente no produto final.

#### **4.1.1 Setor Responsável pela Qualidade dos Insumos**

O setor que trata da garantia de qualidade dos insumos é o Laboratório Industrial, onde se centraliza a equipe de Controle de Qualidade, que é responsável por garantir a qualidade do produto, e pelos cumprimentos das BPF – Boas Práticas de Fabricação. Dessa forma, a qualidade tem contato com todos os outros setores e com todos os colaboradores da fábrica; tendo como uma de suas atribuições a realização de treinamentos dos funcionários para com as Boas Práticas de Fabricação. Além disso, toda a coleta de amostras de insumos, de produtos em processamento e produtos acabados é de responsabilidade desse setor, afim de realizar as análises físico-químicas. Sendo assim, esse setor é responsável por garantir segurança e a qualidade dos alimentos produzidos na fábrica, desde a chegada de um determinado insumo até o momento em que o produto composto por ele sai para ser entregue ao consumidor.

#### **4.1.2 Análise e Liberação dos Materiais de Embalagens**

As embalagens só podem ser liberadas após passarem por análise de laudo, que é comparado com as especificações da Fábrica. As análises que são críticas e exigidas para esse tipo de material são: Análise visual (*layout*, legibilidade do texto) dimensões, espessura e gramatura. Além disso, são coletadas 10 (dez) amostras de cada tipo de embalagens (filmes, recapagens, caixas, etc.), é feita a análise de cada uma das 10 amostras. Os materiais utilizados nessas análises são régua de 60 cm e de 100 cm, balança de precisão, gabarito de 10 cm<sup>2</sup> e micrômetro.

A régua é utilizada para verificar as dimensões altura, largura e comprimento de caixas e recapagens, passo da fotocélula e largura de embalagens. O gabarito utilizado para cortar 10 cm<sup>2</sup> do material que será pesado na balança, esse peso é reconhecido como gramatura padrão, estabelecido na especificação. Por fim, o micrômetro é utilizado na análise da espessura da embalagem.

Para que as embalagens sejam liberadas para consumo, os resultados apresentados no laudo devem estar dentro dos limites de especificação estabelecidos pela qualidade, bem como os resultados das análises físicas feitas em laboratório em cada uma das amostras coletadas. Para sinalizar o *status* de cada lote das embalagens são utilizadas as três placas de liberação, análise e não-liberação (Figura 07), e uma das amostras é guardada como contraprova.

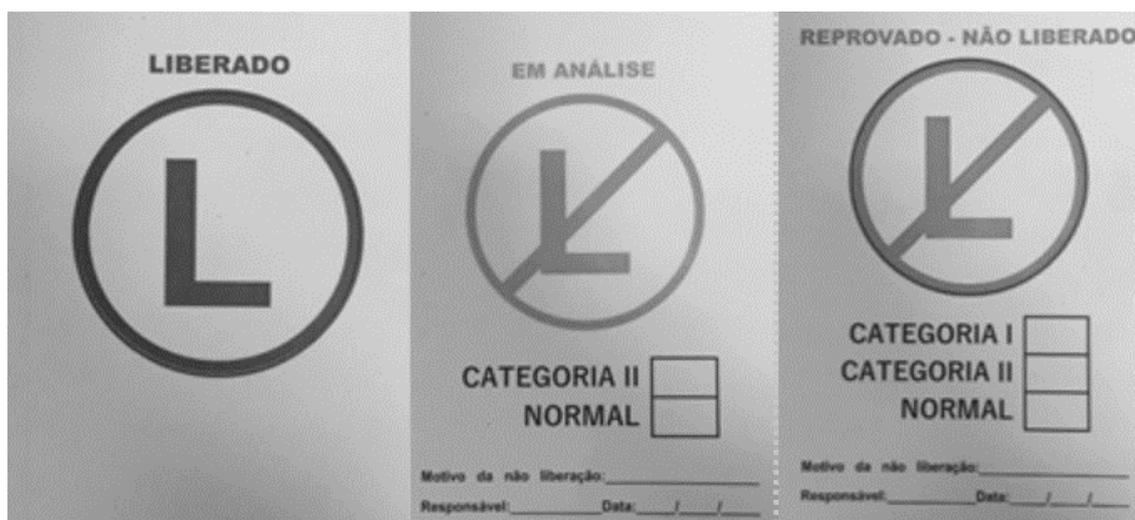


Figura 07 – Placas de Liberação, Análise e Não Liberação

Fonte: O Autor (2021)

As placas de Análise e de Não-Liberação possuem campos de Categorias I e II, e Normal, esses campos indicam a criticidade do motivo de não liberação com relação ao dano que essa não-conformidade pode causar a saúde do consumidor: Normal indica que a não-conformidade, embora inutilize a usabilidade do material, não causaria danos à saúde do consumidor, caso o material chegasse a ser consumido; Categoria II indica que há uma suspeita de que a não-conformidade possa causar danos à saúde do consumidor; e Categoria I indica que existe de fato uma não-conformidade que pode sim causar danos à saúde do consumidor.

#### 4.1.3 Descrição do Problema

No que se refere aos materiais de embalagens, foi possível notar um grande número de filmes, recapagens e caixas tendo problemas nas embaladoras da produção, mesmo esses materiais tendo passado pelas análises laboratoriais e tendo seus laudos analisados, o que implica em paradas na produção, produtos embalados a serem retrabalhados e

reclamações dos consumidores através do SAC – Serviço de Atendimento ao Consumidor.

No entanto, devido ao fato de que a empresa possui um procedimento padrão, ainda, em desenvolvimento para esse tipo de análise, dificulta a melhor visualização do processo de análise e a implementação de melhorias.

#### 4.2 MAPEAMENTO DO PROCESSO DE LIBERAÇÃO DOS MATERIAIS DE EMBALAGENS

Para uma melhor visualização do processo de recebimento, análise e liberação de insumos, segue um fluxograma, Figura 08.

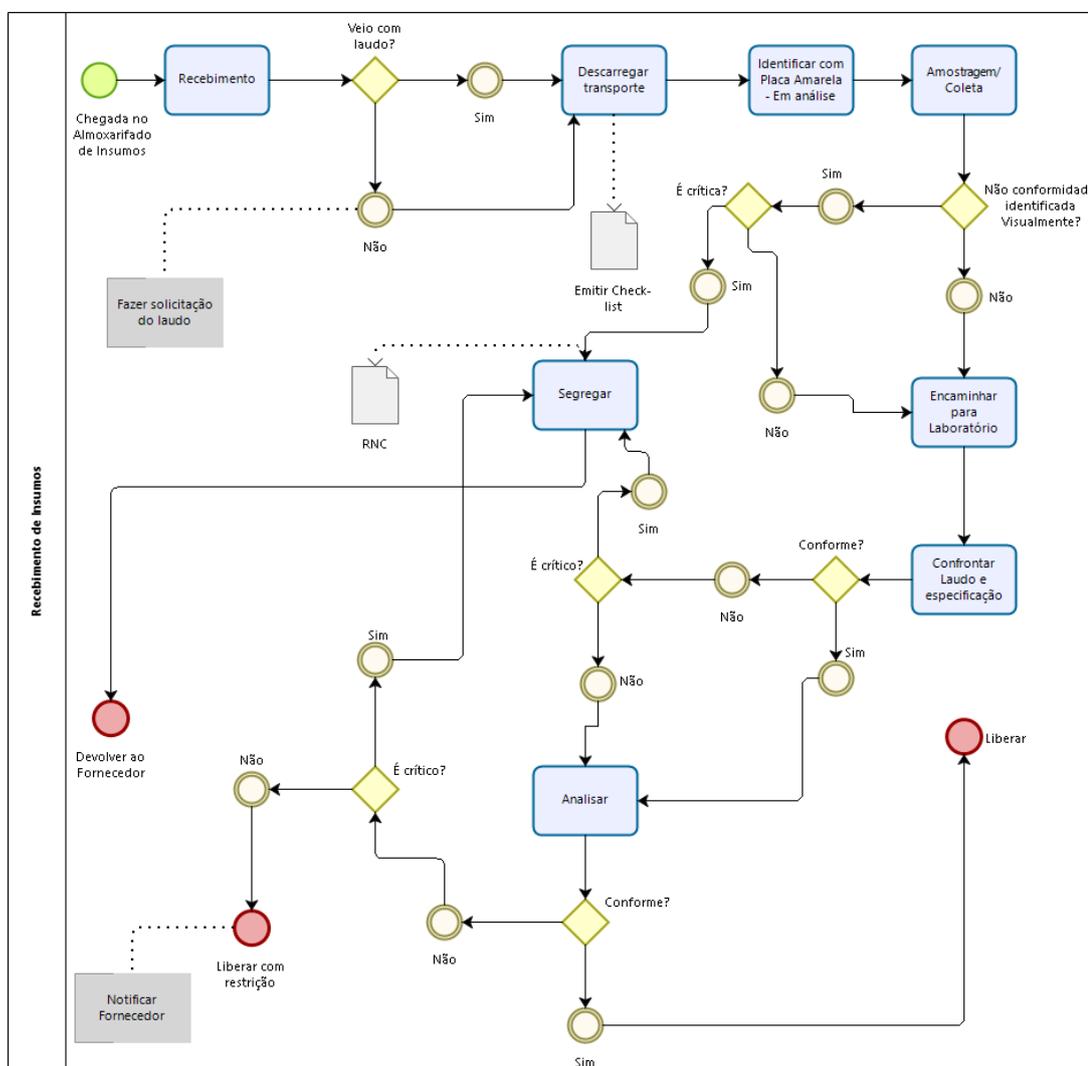


Figura 08 – Fluxograma do Processo de Recebimento, Análise e Liberação de Insumos

Fonte: O Autor (2021)

O processo representado pela Figura 08 representa, de forma clara e objetiva, o mapeamento dos procedimentos que devem ser seguidos pelo analista responsável pela liberação e análise das embalagens.

#### 4.3 APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA NA IDENTIFICAÇÃO DAS FALHAS

A aplicação do Diagrama de Ishikawa segue a estrutura sugerida por Sakurada (2001), porém apenas até o passo III do item 2.2, já que essa ferramenta servirá como coletor de dados de entrada para aplicação do FMEA, dessa forma a importância e a prioridade de cada causa será tratada no processo de aplicação do FMEA.

Para aplicação do Diagrama de causa e efeito é preciso, primeiramente, definir qual será o problema/efeito a ser analisado. No presente estudo, o efeito estudado foi “Liberação de Materiais de Embalagens Defeituosos”, que pode ser entendido como uma falha no processo de análise amostral desse material, podendo inferir também no trabalho da produção causando *setups* e paradas excessivos.

Após a realização de entrevistas e um *Brainstorming* com o setor da qualidade responsável por análise e liberação de materiais de embalagens e com o setor da produção responsável pelas empacotadeiras foi possível fazer o levantamento das seguintes causas-raízes e subcausas:

- Embalagens fora do prazo de validade (vencidas)
  - Compra excessiva do mesmo material de embalagem
  - Falta de atenção do almoxarifado no recebimento
- Amostragem pouco estratificada
  - Analista apressado
  - Falta de treinamento
- Liberação urgente
  - Falta de Previsão de demanda da produção
  - Atraso do fornecedor
- Erro do analista
  - Falta de treinamento
  - Distração devido às atividades paralelas
- Equipamentos de medição descalibrados
  - Falta de periodicidade na calibração
  - Mau uso do equipamento

- Especificação desatualizada
  - Falta de revisão periódica das especificações

Após a o levantamento das causas do efeito – Liberação de Materiais de Embalagens Defeituosos – foi elaborado o Diagrama de Ishikawa para melhor entender o problema analisado, o qual pode ser conferido na figura 09.

O diagrama de causa e efeito foi elaborado, mediante uma mesa redonda, composta pelas partes interessadas na melhoria das falhas no processo de análise e liberação de materiais de embalagem. Para isso, cada participante da mesa sugeriu, individualmente, quais seriam as possíveis causas do principal problema. Posteriormente, as causas foram juntadas e o grupo em coletividade decidiu quais seriam de fato as causas e subcausas. O resultado do *Brainstorming* está expresso no diagrama que segue (Figura 09):



Figura 09 – Diagrama de Ishikawa para Liberação de Materiais de Embalagens Defeituosos

Fonte: O Autor (2021)

#### 4.4 APLICAÇÃO DO FMEA ADAPTADO PARA ANÁLISE DE MATERIAIS DE EMBALAGENS

Para a aplicação do FMEA definiu-se como Processo a Análise e Liberação de Materiais de Embalagens. Usando o Diagrama de Causa e Efeito como base de entrada de dados para o FMEA, definiu-se cada causa-raiz como Modo de Falha, e cada subcausa como a causa do Modo de Falha respectivo. Após isso verificou-se o efeito que cada modo de falha causa no Processo estudado. Os fatores Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D) foram atribuídos da seguinte forma:

<b>Classificação</b>	<b>Critério</b>
1	Efeito da falha do processo praticamente não influente na usabilidade do material
2	Baixa severidade: resolve com ajuste de máquina
3	
4	
5	Severidade moderada: perda de desempenho perceptível
6	
7	
8	Severidade alta: Processo falho
9	Severidade muito alta: Quebra do processo, inutilização
10	

Tabela 01 – Severidade (S)

Fonte: Adaptado de BERTULUCCI (2021)

<b>Classificação</b>	<b>Critério</b>
1	Chance Remota de Falha no processo
2	Ocorrência muito Baixa
3	Pouco frequente
4	Frequência Baixa
5	Frequência Ocasional
6	Frequência Moderada
7	Frequente
8	Frequência Elevada
9	Frequência Muito Elevada
10	Frequência Máxima

Tabela 02 – Ocorrência (O)

Fonte: Adaptado de BERTULUCCI (2021)

<b>Classificação</b>	<b>Critério</b>
1	Detecção quase certa do modo de falha. É possível identificar visualmente
2	Probabilidade muito alta de detecção do modo de falha
3	Alta probabilidade de detecção do modo de falha
4	Moderadamente alta probabilidade de detecção do modo de falha
5	Moderada probabilidade de detecção do modo de falha
6	Baixa probabilidade de detecção do modo de falha
7	Probabilidade muito baixa de detecção do modo de falha
8	Probabilidade remota de detecção do modo de falha
9	Probabilidade muito remota de detecção do modo de falha
10	Não é possível detectar o modo de falha

Tabela 03 – Detecção (D)

Fonte: Adaptado de BERTULUCCI (2021)

Além disso, foi acrescentado um novo fator ao FMEA, denominado Análise Ausente (A), de modo que possa ser incorporado ao cálculo do RPN e enfatizar que os modos de falha que impossibilitam ou anulam a análise das amostras têm maior grau de criticidade para esse processo, já que os lotes serão liberados sem ser de fato analisados. Esse fator foi atribuído da seguinte forma:

<b>Classificação</b>	<b>Critério</b>
1	Análise válida
2	Análise nula ou não realizada

Tabela 04 – Valor de Análise Ausente (A)

Fonte: O Autor (2021)

A tabela 04 mostra que, se a análise é válida o fator terá valor 1 que será neutro na multiplicação com os outros fatores. Contudo, se a análise for nula ou não realizada, por algum motivo, terá peso 2, aumentando em duas vezes o valor obtido pelo RPN clássico –  $S \times O \times D$  – já que a não realização da análise é tida como nível mais elevado de criticidade para os materiais de embalagens. Portanto, o RPN para o FMEA adaptado para o contexto de materiais de embalagens alimentícias será definido como resultado da multiplicação entre quatro fatores:

$$RPN_{ME} = S \times O \times D \times A$$

Onde,

$RPN_{ME}$  é o número de prioridade de risco para materiais de embalagem;

S é o valor da severidade;

O é o valor atribuído a ocorrência;

D é o valor atribuído a detecção

A valor atribuído análise ausente.

A aplicação do FMEA adaptado se deu através da tabela 05, a qual representa o formulário contendo as informações do processo estudado, os modos de falha e respectivos efeitos, bem como as causas desses efeitos. E através do  $RPN_{ME}$  foi possível determinar a priorização das causas a serem tratadas – a causa que apresenta maior valor no número de prioridade de risco para materiais de embalagem ( $RPN_{ME}$ ) terá prioridade sobre as demais.

Processo	Modo de Falha	Efeito	Severidade (S)	Causa	Ocorrência (O)	Meios e Métodos de Controle	Deteção (D)	Análise Ausente/Nula	RPN <sub>ME</sub>	Prioridade
Análise e Liberação de Materiais de Embalagem	Embalagens fora do prazo de validade (vencidas)	Provável rompimento da embalagem	6	Compra excessiva do mesmo material de embalagem	7	Não há	8	1	<b>336</b>	<b>3</b>
			6	Falta de atenção do almoxarifado no recebimento	3	Visual	2	1	<b>36</b>	<b>8</b>
	Amostragem Pouco estratificada	Amostragem pouco representativa para o lote	1	Analista apressado	8	Visual	1	1	<b>8</b>	<b>10</b>
			1	Falta de treinamento	7	Visual	2	1	<b>14</b>	<b>9</b>
	Liberação Urgente	Liberação do material sem análise ou com amostragem menor que o ideal	10	Falta de Previsão de demanda da produção	10	Não há	2	2	<b>400</b>	<b>1</b>
			10	Atraso do fornecedor	9	Contato	2	2	<b>360</b>	<b>2</b>
	Erro do Analista	Análise imprecisa e Possível liberação de lotes defeituosos	7	Falta de treinamento	7	Visual	2	2	<b>196</b>	<b>4</b>
			7	Distração devido às atividades paralelas	8	Visual	3	2	<b>336</b>	<b>3</b>
	Equipamentos de medição descalibrados	Análise imprecisa e Possível liberação de lotes defeituosos	8	Falta de periodicidade na calibração	2	Checagem da etiqueta de calibração	3	2	<b>96</b>	<b>7</b>
			8	mau uso do equipamento	6	Visual	2	2	<b>192</b>	<b>5</b>
	Especificação desatualizada	Análise imprecisa, possivelmente nula	9	Falta de revisão periódica das especificações	10	Não há	1	2	<b>180</b>	<b>6</b>

Tabela 05 – FMEA Adaptado para Materiais de Embalagem

Fonte: O Autor (2021)

Após a aplicação do FMEA puro, buscou-se a utilização do ROC para determinar pesos para cada um dos critérios, Ocorrência, Severidade, Detecção e Análise Ausente, visando o que seria mais crítico para análise de embalagens. E assim determinar uma ordem de prioridade mais assertiva, evidenciando que o critério mais crítico tenha maior influência nos resultados.

Para tal, o ROC propõe o seguinte cálculo para os pesos:

$$W_{Análise\ Ausente} = \frac{1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} \quad W_{Detecção} = \frac{0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4}$$

$$W_{Severidade} = \frac{0 + 0 + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} \quad W_{Ocorrência} = \frac{0 + 0 + 0 + \frac{1}{4}}{4}$$

Considerando que no contexto da análise das embalagens a ordem de criticidade segue a seguinte ordem decrescente:

Análise Ausente > Detecção > Severidade > Ocorrência

Essa ordem foi estabelecida pelo analista e o coordenador de qualidade, que agiram como decisores expressando, mediante entrevista, a ordem dos critérios, do mais crítico ao menos crítico. Sendo assim:

Temos que:  $W_A > W_D > W_S > W_O$

E  $RPN_{ME}$ , será:

$$RPN_{ME} = (W_S \times S) \times (W_D \times D) \times (W_O \times O) \times (W_A \times A)$$

Logo, os pesos para cada critério serão:

$W_A$	=	0,5208
$W_D$	=	0,2708
$W_S$	=	0,1458
$W_O$	=	0,0625

Tabela 06 – Pesos para Cada Critério  
Fonte: O Autor (2021)

Dessa forma, podemos recalcular o  $RPN_{ME}$  considerando, agora os pesos propostos pelo ROC, na tabela 07. Percebemos que ao considerar a ordem de criticidade, e atribuir pesos ROC, a prioridade sofre uma pequena alteração: “Mau uso do equipamento” passa a ter a mesma prioridade que “Treinamento – Erro do analista”

Processo	Modo de Falha	Efeito	Severidade (S)	Causa	Ocorrência (O)	Meios e Métodos de Controle	Deteção (D)	Análise Ausente/Nula (A)	RPN	Prioridade
Análise e Liberação de Materiais de Embalagem	Embalagens fora do prazo de validade (vencidas)	Provável rompimento da embalagem	0,88	Compra excessiva do mesmo material de embalagem	0,44	Não há	2,17	0,52	<b>0,43</b>	<b>3</b>
			0,88	Falta de atenção do almoxarifado no recebimento	0,19	Visual	0,54	0,52	<b>0,05</b>	<b>7</b>
	Amostragem Pouco estratificada	Amostragem pouco representativa para o lote	0,15	Analista apressado	0,50	Visual	0,27	0,52	<b>0,01</b>	<b>9</b>
			0,15	Falta de treinamento	0,44	Visual	0,54	0,52	<b>0,02</b>	<b>8</b>
	Liberação Urgente	Liberação do material sem análise ou com amostragem menor que o ideal	1,46	Falta de Previsão de demanda da produção	0,63	Não há	0,54	1,04	<b>0,51</b>	<b>1</b>
			1,46	Atraso do fornecedor	0,56	Contato	0,54	1,04	<b>0,46</b>	<b>2</b>
	Erro do Analista	Análise imprecisa e Possível liberação de lotes defeituosos	1,02	Falta de treinamento	0,44	Visual	0,54	1,04	<b>0,25</b>	<b>4</b>
			1,02	Distração devido às atividades paralelas	0,50	Visual	0,81	1,04	<b>0,43</b>	<b>3</b>
	Equipamentos de medição descalibrados	Análise imprecisa e Possível liberação de lotes defeituosos	1,17	Falta de periodicidade na calibração	0,13	Checagem da etiqueta de calibração	0,81	1,04	<b>0,12</b>	<b>6</b>
			1,17	mau uso do equipamento	0,38	Visual	0,54	1,04	<b>0,25</b>	<b>4</b>

	Especificação desatualizada	Análise imprecisa, possivelmente nula	1,31	Falta de revisão periódica das especificações	0,63	Não há	0,27	1,04	<b>0,23</b>	<b>5</b>
--	-----------------------------	---------------------------------------	------	---	------	--------	------	------	-------------	----------

Tabela 07 – FMEA Com pesos determinados através do ROC

Fonte: O Autor (2021)

Ao se observar as causas, pode-se entender que todas concentram-se em um único grande grupo de natureza humana. E dentro desse grupo podemos dividir em dois tipos, causas de responsabilidade do setor da qualidade e causas de responsabilidade de outros setores.

As causas de responsabilidade de outros setores foram:

Causa	RPN <sub>ME</sub>
Falta de Previsão de demanda da produção	0,51
Atraso do fornecedor	0,46
Compra excessiva do mesmo material de embalagem	0,43
Falta de atenção do almoxarifado no recebimento	0,05

Tabela 08 – Causas de responsabilidade de outros setores

Fonte: O Autor (2021)

Enquanto as causas de responsabilidade da qualidade foram os apresentados na tabela 07:

Causa	RPN <sub>ME</sub>
Distração devido às atividades paralelas	0,43
Falta de treinamento – Erro de análise	0,25
Mau uso do equipamento	0,25
Falta de revisão periódica das especificações	0,23
Falta de periodicidade na calibração	0,12
Falta de treinamento – Tamanho da amostra	0,02
Analista apressado	0,01

Tabela 09 – Causas de responsabilidade do setor da qualidade

Fonte: O Autor (2021)

A partir dessa classificação, pode-se entender que as causas de responsabilidade de outros setores estão em menor quantidade, porém possui a maioria das causas com maior valor de  $RPN_{ME}$ , e juntas somam 1,45. Ao passo que as causas de responsabilidade do setor da qualidade apresentam maior número de causas, contudo sua maioria possui menor número de  $RPN_{ME}$  individual, e juntas totalizam 1,31.

Dessa forma, o grupo de causas de responsabilidade de outros setores, em questão Almoxarifado e PCP – Planejamento e Controle da Produção –, teve prioridade no estudo de sugestões de melhorias, em ordem decrescente do  $RPN_{ME}$ .

Na sequência foram tratadas as causas do grupo de responsabilidade do setor da qualidade, também em ordem decrescente do valor do número de prioridade de risco para materiais de embalagem.

Para tal, foi realizado um *Brainstorming* com alguns representantes dos três setores, além de membros de outros setores como Manutenção, Recursos Humanos e Logística, que trouxeram uma visão de fora do contexto. Bem como na etapa de identificação das causas, realizou-se uma mesa redonda, onde cada indivíduo pode estabelecer suas sugestões de melhoria, individualmente. Para então, decidir coletivamente quais ações recomendadas seriam efetivamente aplicáveis à realidade da fábrica.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 IDENTIFICAÇÃO DE MELHORIAS

#### 5.1.1 Ações Sugeridas Para o FMEA

Após a realização do *Brainstorming* acerca das causas encontradas, as ações sugeridas para o FMEA foram acordadas conforme o resumo das tabelas 08 e 09.

Causa	RP N <sub>ME</sub>	Ações Recomendadas
Falta de Previsão de demanda da produção	0,51	Realizar previsão de demanda periódica
Atraso do fornecedor	0,46	Realizar pedidos com antecedência/ Contatar fornecedor/ Rastrear entrega/ Elaborar registro de avaliação dos fornecedores
Compra excessiva do mesmo material de embalagem	0,43	Realizar estudo dos dados históricos da produção e elaborar previsão para compra.
Falta de atenção do almoxarifado no recebimento	0,05	Realização de treinamentos periódicos para os colaboradores de almoxarifado.

Tabela 10 – Ações Recomendadas Setor PCP e Almoxarifado  
Fonte: O Autor (2021)

Causa	RPN <sub>ME</sub>	Ações Recomendadas
Distração devido às atividades paralelas	0,43	Selecionar análise e liberação de ME como atividades prioritários do analista
Falta de treinamento – Erro de análise	0,25	Fornecer treinamento periódico sobre análise de ME
Mau uso do equipamento	0,25	Fornecer treinamento e manuais de uso e acondicionamento dos equipamentos
Falta de revisão periódica das especificações	0,23	Realizar auditoria interna da documentação da qualidade
Falta de periodicidade na calibração	0,12	Realizar auditoria interna de verificação e validação dos equipamentos de laboratório
Falta de treinamento – Tamanho da amostra	0,02	Fornecer treinamento periódico sobre amostragem
Analista apressado	0,01	Priorizar análises e liberação

Tabela 11 – Ações Recomendadas Setor Qualidade  
Fonte: O Autor (2021)

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo objetivou identificar e dar prioridade as possíveis causas para a ocorrência de liberação de materiais de embalagem, para uso na produção, com defeitos que passaram despercebidos durante a análise de laboratório da qualidade.

Para tal, o Diagrama de Causa e Efeito teve um importante papel na identificação das causas e subcausas desse problema, servindo como um norte e coletor desses dados, expondo-os de forma gráfica e clara para a realização do *Brainstorming* e aplicação do FMEA adaptado para embalagens. E o ROC permitiu uma priorização mais assertiva das causas, através da atribuição de pesos, dando maior importância para os critérios mais críticos do FMEA no contexto de embalagens.

Analisando as ações recomendadas, percebe-se que a maioria delas aponta para treinamentos e auditorias internas, o que é justificável pelo alto índice de rotatividade dos colaboradores/funcionários e gestores da empresa.

Pelo ponto de vista de mudança no quadro dos funcionários, a questão dos treinamentos acaba ficando prejudicada, pelo fato de não haver tempo suficiente para treinar novos funcionários, a curto prazo, de maneira adequada e com a frequência necessária. Já com relação à mudança de líderes e gestores, o que mais se prejudica são as auditorias e revisão das documentações de apoio, pelo fato de a nova gestão seguir uma abordagem distinta do seu predecessor. Assim, alguns documentos se perdem e/ou ficam obsoletos.

Por fim, nota-se também o excesso de atividades concentradas em um mesmo analista, o que corrobora com as causas encontradas, como “Distração devido às atividades paralelas” e “Analista apressado”.

Por ser uma empresa em expansão e em desenvolvimento, com uma visão ainda fechada e empresa familiar, foi identificada uma certa dificuldade em realizar mudanças no âmbito da qualidade, pois muitas vezes envolve elementos da cultura organizacional.

Portanto, a utilização de ferramentas e técnicas da qualidade de forma integrada e de forma periódica na organização pode trazer vários benefícios e direcionar de forma mais efetiva as ações de melhoria.

### 6.1 PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DO TRABALHO

O presente trabalho auxiliou os gestores e analistas na compreensão dos motivos que levaram a tantos defeitos de embalagens passarem despercebidos pelo analista, além de

fornecer uma visão do que pode ser melhorado e adaptado para mitigar e/ou reduzir esse problema.

## 6.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

No que se refere a limitações, pode-se destacar a questão da rotatividade do quadro de funcionários em geral, pois isso faz com que alguns planos de melhoria contínua se percam no tempo.

Como sugestões para trabalhos futuros destacam-se:

- ✓ Abordar de forma mais aprofundada cada causa, para assim estabelecer planos de melhoria melhor elaborados;
- ✓ A utilização de outras ferramentas integradas ao FMEA, como métodos multicritério de apoio a decisão, para que possa dar uma visão quantitativa, e fazer a comparação com o caráter qualitativo e subjetivo do FMEA;
- ✓ Adaptar o FMEA com novos fatores críticos para análise de embalagens.

## REFERÊNCIAS

BARCELLOS, U. **REVISÃO SISTEMÁTICA DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE MAIS UTILIZADAS NAS INDÚSTRIAS**. Monografia - Universidade Federal do Paraná, 2014.

BERTULUCCI, C. **FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos**. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/fmea-processo-analise-modos-falhas-efeitos/>>. Acesso em: 7 fev 2021.

CLEMENTE & ALMEIDA. **Comparação De Metodologias De Pesos Substitutos Para O Método Promethee Ii**. Xlvii Sbp, p. 312–322, 2015.

DEIMLING, M. *et al.* **Análise Preliminar de uma Sistemática para Avaliação de Embalagens em uma Agroindústria de Alimentos**. Revista Gestão & Tecnologia, p. 200–224, 2014.

GERÊNCIA DE REGULARIZAÇÃO DE ALIMENTOS. **Materiais em contato com alimentos**. v. 4, p. 1–57, 2017. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/2810640/Embalagens+%28materiais+em+contato+com+alimentos%29/dc38fbf4-15c0-4340-b9f8-63419742a5d8>>.

GRÁFICA KWG. **Gramatura de papel: tudo o que você precisa saber**. Disponível em: <<https://blog.revendakwg.com.br/destaque/gramatura-de-papel/>>. Acesso em: 9 mar 2021.

GRUPO FORLOGIC. **Diagrama de Ishikawa - Ferramentas da Qualidade**. Disponível em: <<https://ferramentasdaqualidade.org/diagrama-de-ishikawa/>>. Acesso em: 7 fev 2021.

HENRIQUE, A. & OLIVEIRA. **IDENTIFICAÇÃO E PRIORIZAÇÃO DAS CAUSAS DE PERDAS DE DADOS ACÚSTICOS SUBMARINOS UTILIZANDO DIAGRAMA DE ISHIKAWA E FMEA COM TEORIA GREY**. UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF, 2006.

JORGE, N. **Embalagens Para Alimentos**. São Paulo: [s.n.], 2013.

KRÜCKEN-PEREIRA, L. & ABREU, A. **A necessidade de inovar: um estudo na indústria de alimentos**. Revista de Ciências da Administração : RCA, v. 4, n. 7, p. 19–27, 2002.

SABEL, L. **Entenda o controle de qualidade na indústria de alimentos**. Disponível em: <<https://blog.consistem.com.br/controle-de-qualidade-na-industria-de-alimentos/>>. Acesso em: 3 mar 2021.

LAURENTTI, R. **Sistematização de Problemas e Práticas da Análise de Falhas Potenciais no Processo de Desenvolvimento de Produtos**. Universidade de São Paulo, 2010.

MACIEL, D. & FREITAS, L. **UTILIZAÇÃO DO MÉTODO FMEA NA IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DE IMPACTOS AMBIENTAIS : O CASO DE UMA EMPRESA PRODUTORA DE**. p. 1–14, 2016.

- MARIA, A. *et al.* **Técnico em Alimentos: Embalagens**. Recife: EDUFRPE: [s.n.], 2011.
- MESTRINER, F. Livro: **Design de Embalagem - Curso básico**. . [S.l: s.n.]. , 2002
- NERY, S. *et al.* **USO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA MELHORIA DE PROCESSO DE CARTE DE EMBALAGEM VISANDO O CONTROLE DE DESVIO DE PEÇAS**. Simpósio de Excelência em Gestão de Tecnologia, 2017.
- NINIM, S. & CARVALHO, I. **APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA PARA A ELABORAÇÃO DE MELHORIAS: ESTUDO DE CASO EM UM RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO**. 2018.
- OCHRANA, F. *et al.* **The Use of FMEA for the analysis of corruption : A Case Study from Bulgaria**. v. 30, n. 15, p. 613–621, 2015.
- PALADINI, E. & CARVALHO, M. **Qualidade - Teoria e Casos**. ELSEVIER, v. 2<sup>a</sup> EDIÇÃO, p. 1–219, 2012. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/303691723\\_Gestao\\_da\\_Qualidade\\_Teoria\\_e\\_Casos](https://www.researchgate.net/publication/303691723_Gestao_da_Qualidade_Teoria_e_Casos)>.
- PATRYCJA, H. & MOLENDIA, M. **Using the FMEA Method as a Support for Improving the Social Responsibility of a Company RESPONSIBILITY – THE**. n. Icores, p. 57–65, 2017.
- PEDELHES, G. **Embalagem : Funções e Valores na Logística**. GRUPO DE ESTUDOS LOGÍSTICOS UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, p. 1–6, 2005.
- RAMOS, E. & *et al.* **SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO : INTEGRAÇÃO DO FMEA E PROMETHEE II**. 2020.
- SILVA, A. **Principais análises no CQ de uma embalagem - Cosmetics Online Brasil**. Disponível em: <<https://www.cosmeticsonline.com.br/noticias/detalhes-colunas1/1003/principais-analises-no-cq-de-uma-embalagem>>. Acesso em: 9 mar 2021.
- STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis**. [S.l: s.n.], 2003.
- SULPRINT EMBALAGENS. **A importância do controle de qualidade da embalagem alimentícia** – SulPrint. Disponível em: <<https://blog.sulprint.com.br/a-importancia-do-controle-de-qualidade-da-embalagem-alimenticia/>>. Acesso em: 24 fev 2021.
- TEIXEIRA, L. *et al.* **Aplicação da ferramenta FMEA de processos em uma indústria de bebidas**. Gestão da Produção em Foco - Volume 38, 2019.
- SARANTÓPULOS, *et al.* **Embalagens Plásticas Flexíveis**. CETEA/ITAL, 2002, 267 p.
- AGUIAR, P. **Aplicação da metodologia, de análise e solução de problemas na célula lateral de uma linha de produção automotiva**. Departamento de Economia, Contabilidade e Administração da Universidade de Taubaté. São Paulo, 2004.
- LINS, B. **Ferramentas básicas da qualidade**. Brasília, 1993.

**SAKURADA, E. As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos. 2001.**

**ANDRADE, M. & TURRIONI, J. Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através do FMEA. XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 2000, USP/ POLI-SP**