



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

## Contribuições da Engenharia de Produção para o Planejamento e Controle da Qualidade

**Luana Rodrigues Alves (UFPE)**

[luanaalves4786@gmail.com](mailto:luanaalves4786@gmail.com)

**Renata Maciel de Melo (UFPE)**

[renatamaciel0@gmail.com](mailto:renatamaciel0@gmail.com)

*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. 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 e enriquecida com o auxílio da metodologia Rank-Order Centroid (ROC), 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: Gestão da Qualidade. FMEA. Diagrama de Ishikawa. Embalagens. Indústria Alimentícia.*

## 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 foi realizada, 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 teve 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, por meio de um estudo de caso, objetiva integralmente, fazer um diagnóstico crítico sobre o processo de análise e liberação de materiais de embalagens a fim de aumentar a qualidade desse processo.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1 Controle de 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).

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.

## 2.2 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).

### **2.3 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).

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

### **2.4 FMEA Adaptado**

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.

## **2.5 Abordagem Multicritério**

O 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**

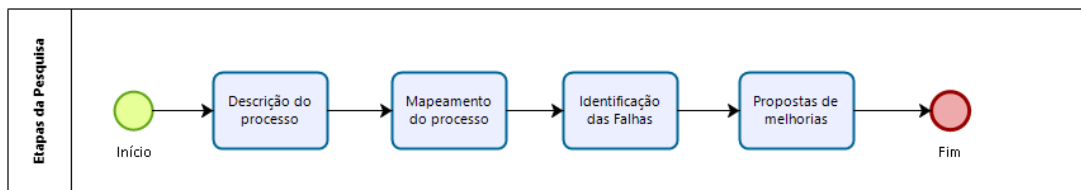
A modalidade empregada na pesquisa trata-se de uma modalidade exploratória, no qual é feita a caracterização de um problema, e posterior classificação e definição. Realizada através do levantamento de entrevistas para o estudo de caso.

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

Figura 01 – Etapas da Pesquisa



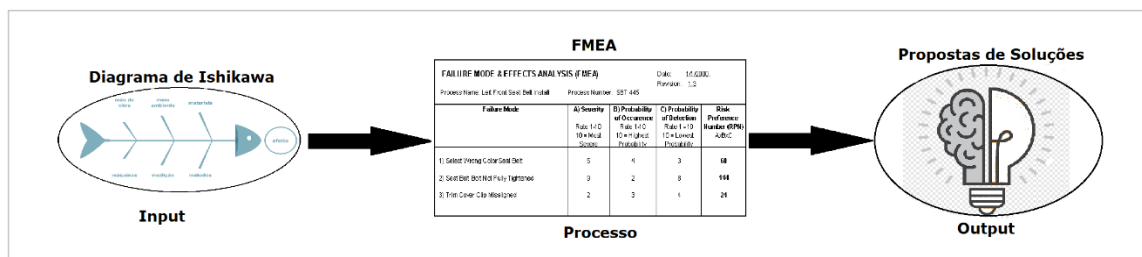
Fonte: O autor (2021)

### 3.1. 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 sequência as menos críticas.

A Figura 02 representa uma proposta de integração entre as ferramentas Diagrama de Ishikawa e FMEA:

Figura 02 – Proposta de integração entre Diagrama de Ishikawa e FMEA



Fonte: O Autor (2021)

#### **4. Estudo de Caso**

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. A empresa em estudo esta localizada em Pernambuco, com aproximadamente 500, médio porte, funcionarios, possui uma filial na Paraíba e tem 34 anos de fundação.

##### **4.1 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.

##### **4.2 Análise e Liberação de 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.

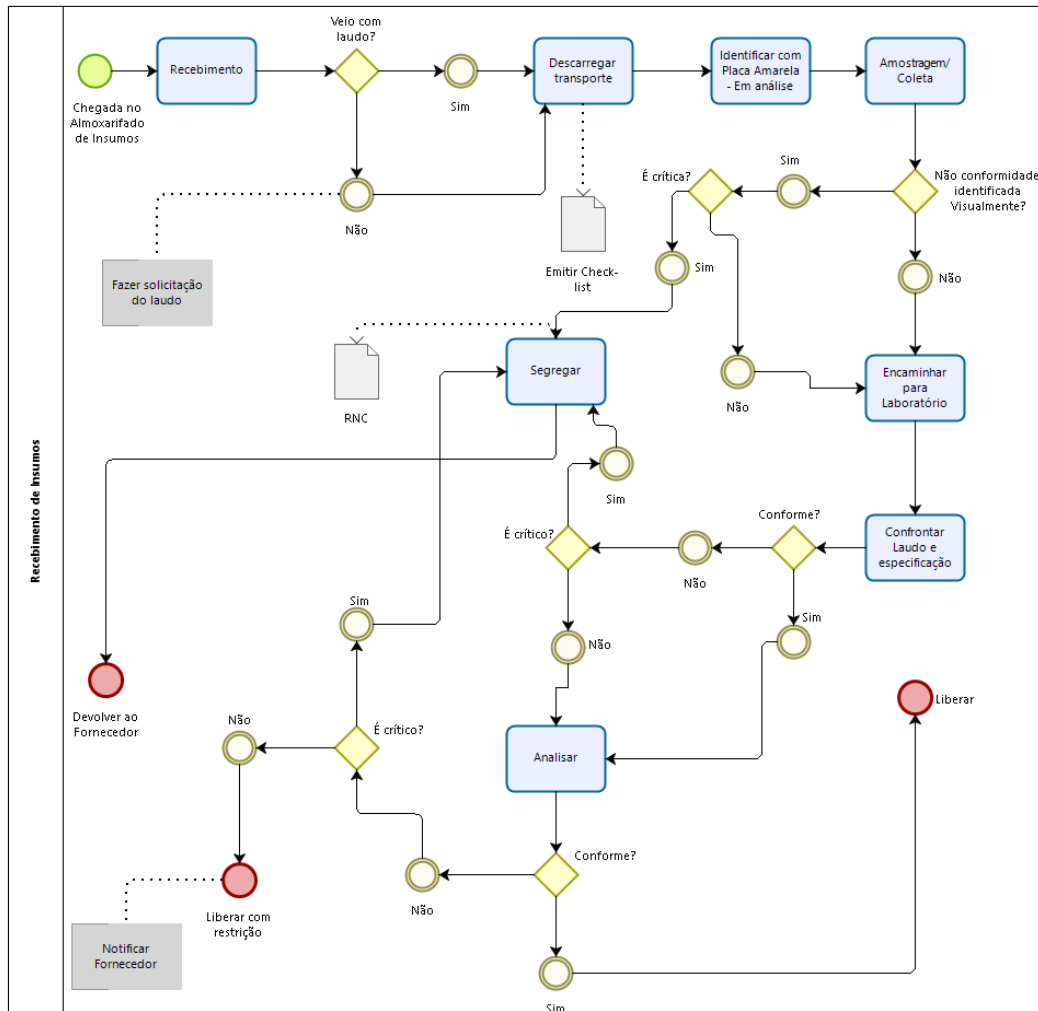
##### **4.3 Descrição do Problema**

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.



#### 4.5 Mapeamento do processo

Figura 03 – Fluxograma do Processo de Recebimento, Análise e Liberação de Insumos



Fonte: O Autor (2021)

A figura 03 representa o fluxograma do processo estudado, no qual observa-se que o trabalho do analista inicia-se desde o recebimento do material de embalagem até o momento que ele será, ou não, liberado para uso pela produção. O que é indicado pelo fluxograma é que se existir alguma não-conformidade crítica o material é segregado e devolvido com um Relatório de Não-Conformidade – RNC – caso contrário o produto é liberado; podendo também ser liberado com restrições caso apresente uma não-conformidade que não seja crítica.

#### 4.6 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 Defeituosas”, 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:

Figura 04 – Diagrama de Ishikawa para Liberação de Materiais de Embalagens Defeituosos



Fonte: O Autor (2021)

#### 4.7 Aplicação do FMEA Adaptado ao contexto 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:

Tabela 01 – Severidade (S)

<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	
10	Severidade muito alta: Quebra do processo, inutilização

Fonte: Adaptado de BERTULUCCI (2021)

Tabela 02 – Ocorrência (O)

<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

Fonte: Adaptado de BERTULUCCI (2021)

Tabela 03 – Detecção (D)

<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

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:

Tabela 04 – Valor de Análise Ausente (A)

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

Fonte: O Autor (2021)

Tabela 05 – FMEA Adaptado para Materiais de Embalagem

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>

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:

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

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

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:

Tabela 06 – Pesos para Cada Critério

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

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”

Tabela 07 – FMEA Com pesos determinados através do ROC

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>

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:

Tabela 08 – Causas de responsabilidade de outros setores

<b>Causa</b>	<b>RPN<sub>ME</sub></b>
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

Fonte: O Autor (2021)

Enquanto as causas de responsabilidade da qualidade foram os apresentados na tabela 09:

Tabela 09 – Causas de responsabilidade do setor da qualidade

<b>Causa</b>	<b>RPN<sub>ME</sub></b>
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

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<sub>ME</sub>, 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<sub>ME</sub> individual, e juntas totalizam 1,31.



Dessa forma, o grupo de causas de responsabilidade de outros setores, em questão Almoarifado 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. Propostas de Melhoria

Após a realização do Brainstorming acerca das causas encontradas, as ações sugeridas para o FMEA foram acordadas conforme o resumo das tabelas 10 e 11.

Tabela 10 – Ações Recomendadas Setor PCP e Almoarifado

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 almoarifado no recebimento	0,05	Realização de treinamentos periódicos para os colaboradores de almoarifado.

Fonte: O Autor (2021)

Tabela 11 – Ações Recomendadas Setor Qualidade

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

Fonte: O Autor (2021)

## 6. Conclusões

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.

## 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. 2ª 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-columas1/1003/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