

ENGENHARIA DA QUALIDADE: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA EM UMA FÁBRICA DE GELATOS LOCALIZADA EM CAICÓ-RN

Erica Vanessa Fernandes da Silva¹

Paulo Ricardo Fernandes de Lima²

RESUMO

A busca por uma maior produtividade é um dos pontos mais almejados dentro de qualquer empresa. Nesse contexto, o presente trabalho destina-se à aplicação do método FMEA (análise de modo e efeitos de falhas), em uma fábrica de gelatos localizada na cidade de Caicó - RN. Devido sua importância econômica e estratégica, decidiu-se por analisar o processo de fabricação de picolés. Para tanto, realizou-se um estudo de caso, onde através de observação e entrevistas informais com o gerente e funcionários, foi possível realizar o mapeamento do processo. A partir disso foram identificadas as etapas mais críticas para atribuir os índices de severidade, ocorrência e detecção das partes integrantes do processo, e assim calcular o NPR (número prioritário de risco). Encontrou-se os seguintes problemas: Controle de matéria-prima (NPR = 60;96), problemas na operação de congelamento (NPR=140), problemas na operação de embalagem (NPR=72), armazenamento (NPR=84) e falta de uso de EPI's (NPR=126). Por fim foram sugeridas medidas mitigadoras para a realidade encontrada, além de proposições para trabalhos futuros. Por suas características, a pesquisa se classifica como exploratória, descritiva, aplicada, quantitativa com um estudo de caso. Partindo desse propósito, o presente trabalho tem por finalidade analisar os modos de falhas e seus efeitos no processamento do picolé em uma fábrica de gelatos, situada na cidade de Caicó-RN por meio da ferramenta FMEA, onde foi inserida em uma abordagem de melhoria contínua da qualidade no processamento do picolé.

Palavras-chave: Gestão da qualidade. Ferramentas da qualidade. FMEA.

ABSTRACT

The pursuit of greater productivity is one of the most desired points within any company. In this context, This paper is intended to apply the FMEA method (Failure Mode and Effect Analysis), in a gelato factory located in the city of Caicó - RN. Due to its economic and strategic importance, decided to analyze the process of manufacturing popsicles. Therefore, a case study was conducted, where through observation and informal interviews with the manager and staff, it was possible to perform the process mapping. From this we identified the most critical steps to assign severity indexes, occurrence and detection of integral parts of the process, and thus calculate the NPR (priority risk number). The following problems were encountered: Lack of standardization (NPR = 60/96), Freezing operation problems (NPR = 140), Packaging operation problems (NPR = 72), Storage (NPR = 84) and Misuse of EPI's (NPR = 126). Finally, mitigating measures for the reality found were suggested, as well as propositions for future work. Due to its characteristics, the research is classified as exploratory, descriptive, applied, quantitative with a case study. From this purpose, the present work aims to analyze the failure modes and their effects on the processing of popsicle in a gelato factory,

¹ Discente do Bacharelado de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

E-mail: ericavanessa_385@hotmail.com

² Docente do curso de Engenharia de Produção – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

E-mail: paulo.fernandes@ufersa.edu.br

located in Caicó-RN through FMEA tool, where it was inserted in a continuous improvement approach. quality in popsicle processing.

Key-words: Quality management. Quality tools. FMEA.

1. INTRODUÇÃO

Com a intensa industrialização e avanço tecnológico, tem-se uma maior competitividade entre as empresas, que estão sempre em busca de melhor qualidade e maior produtividade. As empresas buscam cada vez mais atributos que permitam bons resultados frente à concorrência, em especial no que se refere a reduzir problemas da produção.

A solução para os problemas do processo produtivo depende, muitas vezes, de uma eficiente gestão da qualidade e do controle dos processos (PARANHOS FILHO, 2007).

No ramo industrial a busca pela qualidade é fundamental, pois garante as conformidades de um processo e, conseqüentemente, do produto final. Um setor que ganha destaque no Brasil é o de alimentos, em especial o de *gelatos*. A produção de picolés e sorvetes tem grande representatividade para a economia nacional, porém, devido às condições de processamento, é uma das que requerem condutas internas de qualidade.

Diante disso, é importante utilizar ferramentas que permitam alcançar a qualidade desejada pelos clientes. Dentre as ferramentas, destaca-se *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), um método utilizado para prevenir falhas e analisar os riscos de um processo por meio da identificação de causas e efeitos, para determinar as ações que serão utilizadas para diminuir ou eliminar falhas.

2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestão da Qualidade

A Gestão da qualidade é um dos conceitos mais importante no mundo dos negócios, atualmente sua relevância está no fato de que todo produto ou serviço precisa ser fiscalizado em suas funções, forma de fabricação, distribuição e está focada na qualidade da produção e dos serviços das empresas.

De acordo com Ribeiro Neto, Tavares e Hoffmann (2008), na abordagem da ISO 9001:2000 a gestão da qualidade envolve o conjunto de atividades desenvolvidas por uma organização, com o objetivo de: assegurar que seus produtos ou serviços atendam aos clientes, satisfazendo-os plenamente; garantir que seus produtos ou serviços estejam em conformidade

com os regulamentos a eles aplicáveis e melhorar continuamente o seu desempenho.

Segundo Marino (2006), a gestão da qualidade retrata a maneira que a organização das empresas tem para certificar produtos e serviços. Além disso, abrangem a alta conformação às especificações, aspecto atrativo do produto, respostas momentâneas às mudanças de especificações, mínimas taxas de defeitos, período curto de manufatura e fatores tecnológicos, por exemplo: tecnologia básica de processo, tecnologia dos materiais, tecnologia envolvida no processo de manejo e tecnologia de produção.

Para Carpinetti (2012), a qualidade é uma das expressões mais emitidas junto às pessoas bem como nas empresas. O conceito de qualidade diversas vezes torna-se um pouco subjetivo e superficial, por causa da sua colocação em elementos bastante caracterizados. Dessa forma, para algumas pessoas a qualidade está unida a propriedades essenciais de um bem, tal como o desempenho e sua durabilidade. Um produto com uma boa funcionalidade teria mais qualidade do que um produto semelhante, mas com sua funcionalidade técnica baixa. Além disso, para outras pessoas, a qualidade está relacionada à satisfação dos clientes como à adequação da utilização de um produto, logo a qualidade é o grau com que o produto atende satisfatoriamente às necessidades dos usuários durante o seu uso.

Na indústria de alimentos a qualidade está fortemente relacionada à questão da segurança alimentar do consumidor e aos riscos de comprometimento da sanidade dos produtos previstos pela legislação e normas do setor alimentício. Fazer uso de métodos estatísticos neste setor ainda não é algo comum e são raros os estudos que retratam a situação da indústria alimentícia, particularmente, em relação à sua interligação com a garantia da qualidade. Apesar disso, a literatura descreve um cenário competitivo para este setor, de forma que explorar métodos quantitativos para garantir a qualidade pode ser um diferencial às empresas (MEDONÇA *et al.*, 2004).

2.2 Ferramentas da Qualidade

Para Paladini *et al.* (2012), as práticas mais comuns e simples de produção da qualidade tornaram-se conhecidas como “ferramentas”. Refere-se a dispositivos, métodos gráficos, numéricos ou analíticos, formação prática, técnicas de funcionamento, mecanismos de operação, em suma, técnicas estruturadas para possibilitar a introdução de melhorias no processo produtivo.

De acordo com Paladini (1995), há três conjuntos básicos de ferramentas da qualidade, sendo divididos em: tradicionais, baseadas e novas ferramentas. As ferramentas tradicionais são aquelas que buscam conhecer bem o processo e trabalhar em melhorias;

fazem parte de um conjunto de métodos estatísticos elementares, e são ferramentas que devem fazer parte do conhecimento de todos os envolvidos na organização. Dentro do conjunto de ferramentas tradicionais estão: Diagrama Causa-Efeito, Fluxograma, Folha de Verificação, Diagrama de Pareto, Histograma, Diagrama de Dispersão e Gráficos de Controle (MAGALHÃES, 2005).

As novas ferramentas têm o objetivo de aprimorar o processo produtivo, com isso foram traçados alguns métodos para o auxílio das melhorias, as ferramentas que constituem esse conjunto são: Diagrama Matriz, Matriz de Análise de Dados, Diagrama Seta, Diagrama de Dependência, Diagrama Árvore, Diagrama de Similaridade, Diagrama de Programação de Decisão (MEDEIROS, 2003).

A finalidade dessas ferramentas é de possibilitar que qualquer pessoa com conhecimentos básicos, fosse capaz de analisar e interpretar dados e informações obtidas. Segundo Galuch (2002), Ishikawa afirmava que o uso dessas ferramentas resolve aproximadamente 95% dos problemas de qualidade em qualquer tipo de organização, seja ela industrial, comercial, prestação de serviços ou pesquisa.

2.2.1 FMEA (*Failure Modes, Effects Analysis*)

O método FMEA (*Failure Modes, Effects Analysis*) tem como objetivo identificar potenciais modos de falha de um produto ou processo de forma a avaliar o risco associado a estes modos de falhas, para que sejam classificados em termos de importância e então receber ações corretivas com o intuito de diminuir a incidência de falhas. É um método importante que pode ser utilizado em diferentes áreas de uma organização como: projetos de produtos, análise de processos, área industrial e/ou administrativa, manutenção de ativos e confiabilidade com o intuito de trazer importantes benefícios para o negócio.

Segundo Carpinetti (2012), FMEA é um método utilizado na elaboração de produtos e de processos para a construção de ações de melhoramento para minimizar ou eliminar as falhas consideradas mais críticas. O mesmo é aplicado tanto no melhoramento de produtos quanto no melhoramento de processos de fabricação. Na hipótese de novos produtos ou processos, o FMEA pode ser usado para desenvolver ações que pretendam reduzir a chance de casos de uma possível falha.

Segundo Miguel e Ferreira (2010), o FMEA foi desenvolvido pela NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) nos anos de 1960, com o objetivo de conseguir maior credibilidade nos projetos da indústria aeroespacial. A partir daí, outras empresas passaram a utilizar esta ferramenta para detectar e eliminar falhas.

Segundo Moraes (2013), existem diversos tipos de FMEA: FMEA de projeto (ou produto) que é utilizada para componentes e produtos, FMEA de Sistema que é utilizado para sistemas, FMEA de processo que é utilizado para processos de manufatura e montagem, FMEA de serviços e FMEA de *software*.

Miguel e Ferreira (2010) detalham o de sistema, projeto e processo:

- FMEA de sistema: Utilizado para analisar sistemas e subsistemas na fase de concepção;
- FMEA de projeto: Utilizado quando o detalhamento do projeto está disponível; Geralmente se baseia no FMEA de sistema, mas é mais detalhado e envolve a análise de causas específicas de falhas em componentes individuais;
- FMEA de processo: Utilizado para analisar processos de fabricação em geral e de montagem, conduzidos quando o processo de produção já está definido.

As análises podem precisar de dados históricos e informações importantes como: de que forma ocorreram as falhas? Como outros elementos similares falharam? E se ocorreu mudanças nas falhas após melhorias nos processos. Isto é fundamental para garantir a qualidade das análises em um processo de melhoria contínua.

De acordo com Souza (2012), a aplicação do FMEA consiste em indicar: O processo do produto/serviço; os seus modos de falha; os efeitos e causas das falhas e os controles para detecção das referidas falhas. Carpinetti (2012) explica que o método FMEA inclui três etapas, conforme segue ilustrado no quadro 01.

-Etapa I: Nessa etapa, são identificados as falhas, as possíveis causas e os meios existentes de detecção da falha. Em consequência dessa análise são atribuídas notas para severidade, ocorrência e detecção, para em seguida definir as falhas de solução prioritária, com base no indicador RPN (Número de Prioridade de Risco);

-Etapa II: Após a análise de causas das falhas e meios de detecção existentes e tendo em vista a ordem de prioridade de resolução das falhas, é necessário definir planos de ação para a eliminação ou minimização das falhas prioritárias.

-Etapa III: Após a implementação das ações propostas, a equipe de FMEA deve reanalisar as falhas, ocorrências e detecção, para avaliar se as ações propostas eliminaram ou minimizaram a ocorrência das causas das falhas.

Quadro 01- Etapas do método FMEA.

Etapa I	Identificação de falhas e definição de prioridades
Etapa II	Planos de ação para eliminação de falhas

Etapa III	Análise das falhas após implementação dos planos
-----------	--

Fonte: Carpinetti (2012).

A elaboração do FMEA é feita através de tabelas padronizadas, o mesmo deve ser preenchido pela equipe obedecendo aos critérios de clareza e objetividade, conforme ilustrado na tabela 01.

Tabela 01- Tabela do FMEA.

Função do produto	Modo de falha potencial	Efeito potencial de falha	S/G	Causa/ mecanismo potencial de falha	O	Controles atuais do processo	D	NPR	Ações recomendadas	Responsável e prazo	Resultado das ações				
											Ações tomadas	Índices revistos			
												S/G	O	D	NPR

Fonte: Carpinetti (2012).

Legenda	
S/G	Severidade ou gravidade
O	Ocorrência
D	Deteção

O campo função representa a atividade que está sendo realizada no processo. O modo de falha são eventos que levam, associados a eles, uma diminuição parcial ou total da função do produto e de suas metas de desempenho, ou seja, é a maneira com que o item falha ou deixa de apresentar o resultado desejado ou esperado (HELMAN E ANDERY, 1995; ERMENEGILDO, 2014).

O modo de falha é classificado de acordo com três fatores: severidade(S), ocorrência(O) e detecção(D). A severidade é um julgamento da gravidade do efeito do modo de falha potencial e é aplicada somente ao efeito. Já a ocorrência é a probabilidade de um mecanismo/causa específico vir a ocorrer. A detecção determina a probabilidade de a falha ser detectada antes que ocorra a falha (HELMAN; ANDERY, 1995; ERMENEGILDO, 2014).

Há três critérios de priorização para a tomada de ações para eliminação/mitigação de falhas:

-Severidade/Gravidade do efeito: Após a caracterização do modo e efeito da falha, deve-se avaliar a severidade, ou seja, a gravidade para o cliente do efeito dessa falha. A severidade ou gravidade da falha deve ser traduzida numa escala de 1 a 10. O Quadro 2 mostra os critérios adotados pela literatura para a atribuição do índice de severidade da ferramenta FMEA. Nesses critérios, se analisa os efeitos nos clientes e também na manufatura.

Quadro 02-Critério para pontuação da severidade da falha do produto.

ÍNDICE DE SEVERIDADE			
Efeito	Efeito no cliente	Efeito na manufatura	Índice de severidade
Perigoso sem aviso prévio	Severidade muito alta quando a falha afeta a segurança na operação do produto e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio.	Ou pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) sem aviso prévio.	10
Perigoso com aviso prévio	Severidade muito alta quando a falha afeta a segurança na operação do produto e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental com aviso prévio.	Ou pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) com aviso prévio.	9
Muito alto	Produto/item sem operação (perda das funções primárias).	Ou 100% podem ter que ser sucateados, ou de veículo/item reparado no departamento de reparo com um tempo de reparo maior que uma hora.	8
Alto	Produto/item em operação, mas com níveis de desempenho reduzido. Cliente muito insatisfeito.	Ou os produtos podem ter que ser selecionados e uma parte (menor que 100%) sucateada, ou o veículo/item reparado no departamento de reparo entre 0,5 a uma hora.	7
Moderado	Produto/item em operação, mas item(s) de conforto/conveniência inoperável(is). Cliente insatisfeito.	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ter que ser sucateada sem seleção, ou o veículo/item reparado no departamento de reparo menor que 0,5 hora.	6
Baixo	Veículo/item em operação, mas com níveis de desempenho reduzidos.	Ou 100% dos produtos podem ter que ser retrabalhados, ou o veículo/item reparado fora da linha, sem ir para o departamento de reparo.	5
Muito baixo	Itens de ajuste, acabamento e barulho não conformes. Defeito evidenciado pela maioria dos clientes (mais que 75%).	Ou os produtos podem ter que ser selecionados, sem sucateamento, e uma parte (menor que 100%) ser retrabalhada.	4
Menor	Itens de ajuste, acabamento e barulho não conformes. Defeito evidenciado por 50% dos clientes.	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ser retrabalhada, sem sucateamento, na linha mas fora da estação.	3
Muito menor	Itens de ajuste, acabamento e barulho não conformes. Defeito evidenciado por menos de 25% dos clientes.	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ser retrabalhada, sem sucateamento, na linha e dentro da estação.	2
Nenhum	Sem defeito identificado.	Pequena inconveniência no operador ou na operação, ou sem efeito.	1

Fonte: adaptado de Carpinetti (2012).

-Ocorrência da falha: É a frequência com que um modo (tipo) de falha ocorre, devido a uma ou várias causas. O índice de ocorrência tem um significado mais importante que apenas seu valor.

Quadro 03- Critério de pontuação da probabilidade da ocorrência da falha do produto.

OCORRÊNCIA		
Probabilidade de falha	Taxa de falhas	Índice de ocorrência
Muito alta: falhas persistentes	≥ 100 mil por peças	10
	50 por mil peças	9
Alta: falhas frequentes	20 por mil peças	8
	10 por mil peças	7
Moderada: falhas ocasionais	5 por mil peças	6
	2 por mil peças	5
	1 por mil peças	4
Baixa: relativamente poucas falhas	0,5 por mil peças	3
	0,1 por mil peças	2
Remota: falha é improvável	$\leq 0,010$ por mil peças	1

Fonte: Carpinetti (2012).

-Detecção da falha: É a estimativa da probabilidade de detectar a falha no ponto de controle previsto no processo. Na avaliação do índice de detecção, deve-se assumir que a falha ocorreu independente do índice de ocorrência.

Quadro 04 – Critério para atribuição da nota detecção.

Índice	Detecção	Critério
1 2	Muito grande	Certamente será detectado.
3 4	Grande	Grande probabilidade de ser detectado.
5 6	Moderada	Provavelmente será detectado.
7 8	Pequena	Provavelmente não será detectado.
9 10	Muito pequena	Certamente não será detectado

Fonte: Carpinetti (2012).

-RPN: Após atribuição das notas de severidade, ocorrência e detecção, calcula-se o número prioritário de risco pelo produto entre esses três parâmetros, assim como mostra a Equação (1).

$$RPN = S \cdot O \cdot D \quad (1)$$

O FMEA é uma metodologia útil para identificar, delimitar e descrever as não conformidades (falhas), seus efeitos e causas. O número prioritário de risco deve ser analisado para definir a prioridade das ações de prevenção.

3.0 METODOLOGIA

3.1 Classificação da pesquisa

Quanto à natureza de pesquisas científicas, este estudo é de caráter aplicado. Segundo Silva e Menezes (2001), pesquisa possui natureza aplicada, pois possui como objetivo gerar conhecimento para aplicação prática e dirigida a solução de problemas específicos.

A pesquisa é de caráter tanto qualitativo quanto quantitativo, pois há uma relação entre o mundo real e o sujeito. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (SILVA; MENEZES, 2001).

A pesquisa também é um estudo de caso. De acordo com Gil (2008), é um estudo intenso de um ou mais processos para que assim obtenha-se o maior conhecimento possível. Para Berto e Nakano (2000) o estudo de caso é uma “análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), com o uso de múltiplos instrumentos de coleta de dados e interação entre o pesquisador e o objeto de pesquisa”.

3.2 Levantamento de Dados

Inicialmente foi feito um estudo de fundamentação teórica para obter-se o máximo de informações possíveis sobre o assunto abordado neste trabalho, elas foram alcançadas através de livros e trabalhos de conclusão de curso, a respeito da engenharia de qualidade, gestão da qualidade, ferramentas da qualidade e FMEA.

Na segunda etapa foi feita uma entrevista informal com o gerente de produção da empresa, com o objetivo de conhecer a mesma e quais processos de produção poderiam ser estudados, optando-se pelo estudo e aplicação da ferramenta FMEA no processo de fabricação dos picolés. Após isso, foi realizada uma visita ao setor de produção onde se analisou as diversas etapas do processo produtivo de fabricação dos picolés. A quarta etapa compreendeu

a elaboração do mapeamento do processo de fabricação dos picolés para que cada operação fosse representada de forma objetiva.

Em seguida, os processos foram analisados e os dados foram obtidos junto ao setor de produção para identificar conjuntamente com os demais responsáveis o que causava as falhas no produto, e a partir destes, elaborar a tabela utilizando a ferramenta da qualidade FMEA, com o intuito de realizar ações preventivas ou de melhoria, e assim contribuir positivamente com a empresa estudada.

As variáveis de estudo foram escolhidas e analisadas conforme o roteiro de análise dos aspectos da qualidade em um processo produtivo obtido por meio da pesquisa bibliográfica, de modo que só foram coletados dados que realmente serão utilizados nas ferramentas da qualidade para identificação do principal problema do processo. Pautou-se do uso da ferramenta FMEA para análise do processo do picolé, a fim de identificar os modos de falha e assim propor melhorias de qualidade nos processos produtivos do mesmo.

3.3 Tratamento de Dados

Os dados foram coletados por observações e entrevistas informais com o gerente da empresa, e organizados no *software word*. Já o mapeamento do processo foi elaborado no *software Lucidchart*. Os dados foram tratados com auxílio da ferramenta da qualidade, que possibilita a análise e identificação dos principais problemas, resultando em soluções mais indicadas para o processo produtivo.

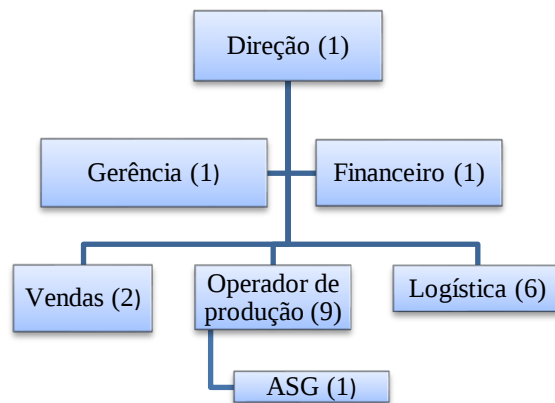
4.0 APLICAÇÃO, RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Caracterização da Empresa

A empresa atua no ramo de alimentos e está localizada na cidade de Caicó, região do Seridó Potiguar. Atuante no mercado desde 1999 no segmento de sorvetes, é referência de sucesso devido à sua qualidade, seus sabores diferenciados e preços acessíveis. Trata-se de uma empresa de pequeno porte que fabrica produtos como picolé, moreninha (bola de sorvete com casquinha), gelo, açaí (220 ml, 1 e 2l), sorvetes em copo (130, 180 e 400ml), sorvetes em caixa (5 e 10l), e por fim sorvetes em pote (1 e 2l).

Atualmente a empresa conta com 21 funcionários, distribuídos em sete setores. A Figura 01 apresenta o organograma funcional presente na fábrica.

Figura 01- Organograma da empresa.



Fonte: Dados da empresa (2019).

A empresa adota uma jornada de trabalho que atua durante cinco dias por semana, com uma carga horária de nove horas por dia. O regime de trabalho é fixo e só ocorre rotatividade no período em que o índice de vendas é maior e se torna necessário a contratação de novos funcionários no sistema de contratação temporária. O pagamento dos funcionários é efetuado de forma quinzenal e recebem hora extra, se for necessário.

O controle de disciplina é feito de forma manual, utilizando o livro de ponto. Uma forma corriqueira de admissão é através de indicação de pessoas externas por parte dos próprios funcionários à empresa. Trata-se de um setor de bastante movimento de pedestres e transeuntes. Este fato facilita a comercialização de suas mercadorias e o acesso de fornecedores.

A partir das visitas técnicas, percebeu-se que não há áreas destinadas a estocagens dentro das instalações prediais. Assim, o estoque de matéria-prima é feito em um prédio localizado à frente da sede da empresa, e o produto acabado e finalizado é levado para a câmara fria.

4.2 Processo produtivo

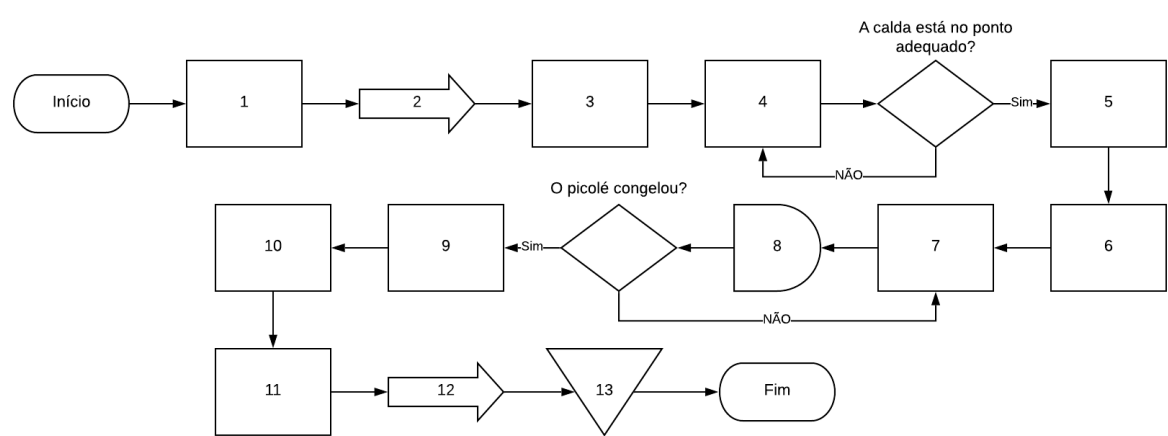
O processo de fabricação dos picolés é realizado pelos operadores de produção, e o setor de fabricação fica localizado no primeiro piso da empresa. A fabricação dos picolés envolve atividades de operação, transporte, espera e armazenamento.

Para que o picolé possa ser fabricado, inicialmente, é feita a separação da matéria-prima no depósito, em seguida a mesma é transportada até o chão de fábrica para realizar a pesagem dos ingredientes. Logo após serem separados e pesados, os ingredientes necessários são levados ao liquidificador industrial, onde serão misturados até que se forme a calda, que

será inserida nas formas, e em seguida são introduzidos palitos para poder iniciar o processo de congelamento.

As fôrmas com a calda e os palitos de picolé são colocadas na máquina de congelamento para que a calda congele e o picolé seja formado, esse processo tem um tempo de espera de 15 minutos. Em seguida, os picolés são retirados da forma, e embalados de forma manual, após esta operação são formados os lotes em caixas, e em seguida é feito o transporte até a câmara fria, onde o produto será armazenado. Com o intuito de facilitar a visualização das etapas do processo de produção dos picolés, foi elaborado um mapeamento de processos conforme mostra a Figura 03.

Figura 02: Mapeamento do processo do picolé



Fonte: Autoria própria (2019)

Legenda:	
1 - Separar matéria-prima no estoque	8 - Tempo de espera (Descanso de 15 min.)
2 - Transportar matéria-prima para o chão de fábrica	9- Desenformar os picolés
3- Pesar e dispor ingredientes	10 – Embalar os picolés
4 - Misturar ingredientes	11 - Formar Lotes (12 unidades)
5 - Encher formas	12 -Transportar os lotes à câmara fria
6 - Inserir palitos	13 – Armazenagem do produto final
7 – Congelar a mistura	

Fonte: Autoria própria (2019).

4.3 Aplicação do FMEA

O método FMEA é bastante útil para as empresas e exige que tanto os funcionários como os trabalhadores estejam empenhados em prever os potenciais problemas, propor medidas corretivas e controlar os modos de falhas. Com base nas observações, pôde-se aplicar

o FMEA para encontrar os potenciais modos de falhas do processo em questão e então propor ações preventivas e de melhorias.

A análise feita está disposta no Quadro 05. Os índices de severidade, ocorrência e detecção dos modos de falhas foram julgados pela autora desse trabalho em conjunto com a bibliografia vigente. O NPR para cada parte analisada do processo foi obtido através da Equação 1.

Quadro 05- Aplicação da FMEA.

Processos	Modo de falha	Efeito de falha	Causa da falha	S	O	D	NPR	Ações recomendadas	Responsável	Prazo
Controle da Matéria-Prima	Excesso de MP	Custo desnecessário	Falta de equipamento na pesagem da MP	6	5	2	60	Formulação de POP	Gerente	Curto prazo
	Falta de MP	Problema de planejamento	Sincronia com fornecedores	8	6	2	96	Aquisição de equipamento para pesagem dos ingredientes		
Operação de congelamento	Atraso na produção	Cliente insatisfeito e atraso na entrega	Falta de equipamento e de manutenção preventiva	7	5	4	140	Comprar uma nova máquina de congelamento	Diretor	Curto prazo
Operação de embalagem	Problema na selagem do produto	Retrabalho e reclamação dos clientes	Processo de embalagem é feito de forma manual	6	6	2	72	Aquisição de máquina de selagem	Diretor	Médio prazo
Armazenamento	Temperatura fora do padrão	A qualidade do produto pode ser afetada	Controle errôneo de temperatura	7	4	3	84	Inspeção rigorosa no termômetro da câmara fria	Operador	Imediato
Uso de EPI's	Contato direto com o produto	Contaminação do picolé	Operador se recusa a fazer o uso de luvas e máscaras	7	6	3	126	Avaliação das necessidades do uso de EPI'S, e treinamento dos funcionários enfocando segurança em suas necessidades	Gerente	Imediato

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Como se pode observar, o Quadro 05 indica os principais perfis de falhas ocorridas no setor de fabricação do picolé. O primeiro processo em análise foi o controle de matéria-prima, se identificou dois modos de falha e duas causas potenciais as quais obtiveram valores de risco de 60 e 96. No segundo processo, denominado “congelamento”, foi identificado um modo de falha e uma causa potencial com número prioritário de risco 140. Na terceira operação, que é o processo de “embalagem”, identificou-se um modo de falha e uma falha potencial, cujo o valor de risco é 72. Seguindo a sequência, no quarto e no quinto processo, definidos respectivamente por “armazenamento” e “uso de EPI”, obtiveram números de risco 84 e 126.

Conforme os resultados apresentados pela aplicação da metodologia FMEA, pôde-se desenvolver uma análise criteriosa para a detecção de falhas potenciais, bem como propor ações preventivas para o processo produtivo do picolé. A análise foi realizada a partir do NPR (número prioritário de risco), com esta foi possível perceber que as partes do processo que possuem maior número de prioridade de risco são: Problemas na operação de congelamento, Falta de uso de EPI's e Falta de padronização que possuem NPR respectivamente, 140, 126 e 96.

O processo de congelamento se destaca por possuir o maior número de risco. Há um grande problema em relação ao tempo de espera, já que na empresa estudada possui apenas um equipamento de congelar o picolé. Como a empresa só dispõe de um equipamento, há sempre a formação do Work in progress (WEP), ou seja, uma fila de produtos a espera para serem processados. Este é um dos maiores entraves do sistema.

Uma possível falha ou parada para programação desta máquina pode ocasionar, ainda, atraso na produção e consequentemente o cliente ficará insatisfeito por não receber o produto na data certa. Uma medida preventiva para amenizar ou eliminar esse problema seria a manutenção preventiva ou aquisição de um novo equipamento, chamado picoleteira contínua, com capacidade de produzir de 900 a 1000 picolés por hora. O mesmo custa em torno de R\$ 25.000,00.

O segundo processo com maior NPR é o não uso de EPI'S. Esta ação se torna crítico devido os operadores não utilizar luvas e máscaras durante a produção dos picolés, podendo ocorrer contaminação dos mesmos, já que há um contato direto entre o operador e o produto. Como ação de melhoria, foi proposta uma avaliação sobre as necessidades do uso destes equipamentos de segurança, assim como um treinamento sobre saúde e higiene no ambiente de trabalho. Essas ações devem acontecer de imediato, e o gerente é o responsável por isso.

Já em relação ao processo de embalagem, as recomendações se baseiam na falta de um controle sobre as embalagens que são fornecidas por empresas terceirizadas e também pelo fato de ainda ser um processo manual, podendo ocasionar problemas na selagem do produto. Recomenda-se a aquisição de uma máquina específica para este processo, com o intuito de reduzir o tempo gasto e diminuir o processo de retrabalho, uma vez que o controle atual é feito apenas depois do produto embalado, gastando tempo e desperdiçando material.

No processo de armazenamento, a qualidade do produto pode ser afetada se a temperatura da câmara fria não estiver nas condições adequadas, ou seja, fora do padrão. É importante que a empresa adote imediatamente uma inspeção rigorosa no termômetro da

câmara fria, para evitar que o controle errôneo de temperatura ocasione perdas de produtos, causando prejuízos para empresa.

Na padronização, foram detectados dois modos de falhas, o excesso e a falta de matéria-prima. A falta de equipamentos apropriados na pesagem da matéria-prima acaba ocasionando desperdício da mesma, gerando um custo desnecessário à empresa. Do mesmo modo que a falta de sincronia com os fornecedores pode ocasionar atraso no recebimento da matéria-prima, acarretando atraso na produção, e, por conseguinte, atraso na entrega. A formulação de um POP (Procedimento Operacional Padrão), com sua implantação e fiscalização ajudaria bastante para que esses desvios de ações fossem minimizados. Além disso, a aquisição de equipamentos para pesagens dos ingredientes são ações recomendadas que o gerente deve pôr em prática a curto prazo.

No final da Tabela FMEA (ver Tabela 01), há um espaço destinado para apresentar o Os resultados das ações tomadas, índices revistos e um recálculo do fator NPR, porém neste trabalho, devido ao cronograma e a impossibilidade por parte da empresa em adotar em tempo hábil as medidas propostas, não foi possível preencher este espaço da FMEA.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho propôs a utilização do método FMEA em uma empresa de gelatos na cidade de Caicó-RN. Com os resultados apresentados, entende-se que o objetivo central foi atingido. E com o auxílio dessa ferramenta foi possível diagnosticar a não conformidade de maior incidência no processo produtivo do picolé, o produto de maior demanda na empresa.

O uso dessa ferramenta aponta que o congelamento é o principal problema do processo produtivo analisado (com NPR=140), gerando um descontrole que ainda não foi estimado, podendo ser analisado em trabalhos posteriores.

A partir da análise da FMEA, percebeu-se que os principais problemas foram:

- Falta de padronização (NPR = 60/96);
- Problemas na operação de congelamento (NPR=140);
- Problemas na operação de embalagem (NPR=72);
- Armazenamento (NPR=84);
- Falta de uso de EPI's (NPR=126).

Todo o estudo foi apresentado ao gerente da empresa, que ficou satisfeito com a ferramenta aplicada, e prometeu levar as propostas de solução para o diretor, para analisar quais medidas podem ser tomadas levando-se em consideração a questão financeira da empresa.

No final deste estudo, foi possível identificar que o FMEA quando usada de forma correta, tem uma importância vital para prevenir ou eliminar falhas do processo produtivo. Esta ferramenta ajuda na identificação de problemas e na proposição de melhorias para empresa.

Como o tempo foi limitado para a aplicação do FMEA, não foi possível verificar as melhorias. Dessa forma propõe-se a empresa fazer uma avaliação dos resultados obtidos para que este trabalho possa contribuir com o desenvolvimento desta empresa, aumentando a confiabilidade dos processos e produtos e consequentemente diminuindo ou eliminando a probabilidade de ocorrer falhas.

Assim, sugere-se para aplicação deste trabalho no futuro, a aplicação desta ferramenta nos outros processos internos da empresa, como forma de criar uma cultura de qualidade contínua. Além disso, propõe-se o retorno ao local de estudo para avaliar os impactos provocados pelas ações recomendadas, com isso, completar todas as etapas da ferramenta FMEA.

REFERÊNCIAS

BERTO, Rosa Maria V. S.; NAKANO, Davi N. **A produção científica nos anais do encontro nacional de engenharia de produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa.** Produção. v. 9. n. 2, p. 65-76, 2000.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **A evolução do conceito e da prática da gestão da qualidade.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

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

ERMENEGILDO, I. M. **Aplicação da análise de modos e efeitos de falha – FMEA – para avaliação de situações de riscos no projeto de prevenção de incêndio da casa do estudante universitário (CEU-PR).** 2014. 61 f. Monografia de especialização - Departamento acadêmico de construção civil, Curitiba, 2014.

GALUCH, L. **Modelo para implementação das ferramentas básicas do controle estatístico do processo-CEP em pequenas empresas manufatureiras.** 2002. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HELMAN, Horácio e ANDERY, Paulo R.P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas (aplicação dos métodos de FMEA e FTA)**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 174 p.

MAGALHÃES, Juliano M. de. **As 7 ferramentas da qualidade. Modelos de Gestão: qualidade e produtividade**, Rio de Janeiro - RJ, 2005.

MARINO, L. H. F. de C. **Gestão da qualidade e gestão do conhecimento: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial/ XIII SIMPEP** – Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de Novembro 2006.

MEDEIROS, Paulo Fernando de Miranda. **Ferramentas da qualidade para melhoria de serviços prestados: uma aplicação da CELPE**. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gerencia da Produção, Universidade Federal do Pernambuco, Pernambuco, 2003.

MEDONÇA, Mauro Marcio Ferreira de. et al. **Estudo da gestão da qualidade aplicada na produção de alimentos**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24. 2004, Florianópolis. Anais do 24º ENEGEP. Rio de Janeiro: ABEPRO, 2004. p. 1566 - 1572.

Miguel, Paulo Cauchick A., and C. V. Ferreira. "FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)." In **Eduardo Romeiro Filho**. (Org.). Projeto do Produto. Rio de Janeiro, 329-336. ElsevierCampus, 2010.

MORAES, Giovanni. **Sistema de gestão de riscos: estudo de análise de riscos "offshore" e "onshore"**. Brasil: Gerenciamento Verde, 2013. 640 p. Disponível em: <file:///C:/Users/INEAGRO/Downloads/40-2865-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade no processo: a qualidade na produção de bens e serviços**. São Paulo: Atlas, 1995.

PALADINI, E. P. et al. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2. ed. 2012.

PARANHOS FILHO, Moacyr. **Gestão da produção industrial**. 20ª edição. Curitiba: Ibplex, 2007.

RIBEIRO NETO, João Batista M.; TAVARES, José da Cunha; HOFFMANN, Silvana Carvalho. **Sistemas de gestão integrados**. São Paulo: Senac São Paulo, 2008. Disponível em: https://books.google.com.br/books?id=FwTzNotWd4EC&printsec=frontcover&hl=pt-PT&source=gbs_ge_summary_r#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 11 jul. 2019.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. Florianópolis: UFSC, 2001.

SOUZA, Ruy Victor Barbosa de. **Aplicação do método fmea para priorização de ações de melhoria em fluxos de processos**. 2012.



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CAMPUS DE ANGICOS
COORDENAÇÃO DE BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA -
INTEGRAL

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos treze dias do mês de agosto de 2019, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Campus de Angicos, reuniu-se banca examinadora para avaliar trabalho de conclusão de curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia - Integral intitulado: **ENGENHARIA DA QUALIDADE: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA FMEA EM UMA FÁBRICA DE GELATOS LOCALIZADA EM CAICÓ-RN**, do(a) aluno(a) Erica Vanessa Fernandes da Silva, matriculado(a) sob o nº 2016020355, tendo como orientador(a) o/a Prof(a). Paulo Ricardo Fernandes de Lima . Pelos Professores/Membros da banca foram atribuídas as seguintes notas:

Orientador(a): Prof(a). Paulo Ricardo Fernandes de Lima – UFERSA/Mossoró

Nota: 9,5 Assinatura: Paulo Ricardo Fernandes de Lima

Examinador(a): Prof(a). Dr(a). Lucas Ambrósio Bezerra de Oliveira – UFRN/Natal

Nota: 9,1 Assinatura: Lucas Ambrósio Bezerra de Oliveira

Examinador(a): Eng(a). Tuirá Moraes Avelino Pinheiro – UFRN/Natal

Nota: 9,1 Assinatura: Tuirá Moraes Avelino Pinheiro

O(a) aluno(a) foi Aprovado com a média final de 9,2
(aprovado/reprovado) (0 a 10,0)