



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

MARCOS DIEGO DA SILVA BATISTA

**APLICAÇÃO DA FMEA EM UM PROCESSO PRODUTIVO EM UMA
HAMBURGUERIA NO CARIRI PARAIBANO**

**SUMÉ - PB
2017**

MARCOS DIEGO DA SILVA BATISTA

**APLICAÇÃO DA FMEA EM UM PROCESSO PRODUTIVO EM UMA
HAMBURGUERIA NO CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

Orientadora: Professora Dra. Vanessa Batista Schramm.

**SUMÉ - PB
2017**

B333a Batista, Marcos Diego da Silva.
Aplicação da FMEA em um processo produtivo em uma hamburgueria no cariri paraibano. / Rodolfo Antonino Leão. Sumé - PB: [s.n], 2017.

33 f.

Orientadora: Professora Dra. Vanessa Batista Schramm.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Análise de riscos. 2. Ferramenta FEMA. 3. Engenharia de Produção. 4. Hamburgueria I. Título.

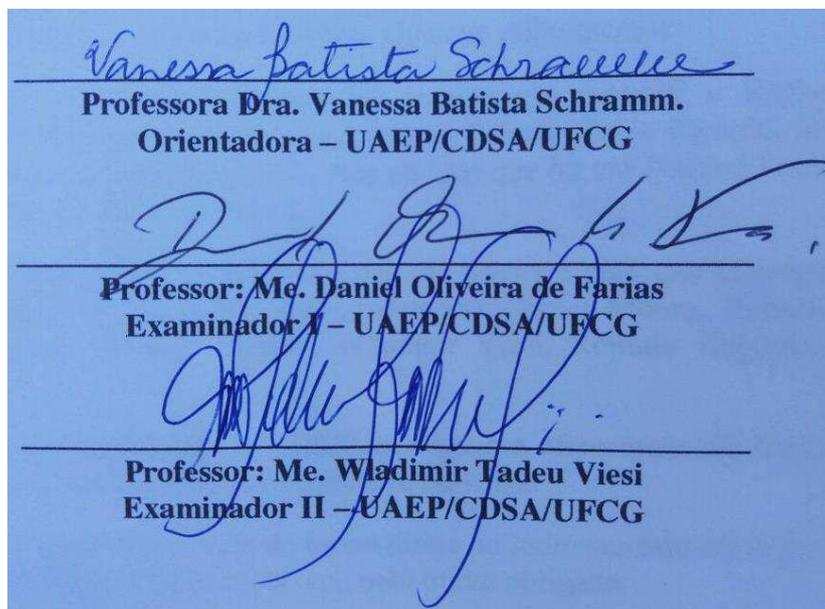
CDU: 331.4(043.1)

MARCOS DIEGO DA SILVA BATISTA

**APLICAÇÃO DA FMEA EM UM PROCESSO PRODUTIVO EM UMA
HAMBURGUERIA NO CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Engenharia de Produção do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Produção.

BANCA EXAMINADORA:



Trabalho aprovado em: 14 de setembro de 2017.

SUMÉ - PB

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar coragem e força durante toda essa batalha, todas as vezes que me senti fraco, ele me mostrou o quanto sou forte.

Agradeço a minha mãe Ana e ao meu pai Marcos, por tudo que fizeram por mim durante todo esse tempo me incentivando e apoiando nos momentos mais difíceis.

Ao meu irmão Diogo Batista que foi meu principal incentivador durante minha graduação e hoje infelizmente não está mais fisicamente conosco. A minha irmã Daiana Batista que mesmo distante me apoiou durante toda minha caminhada.

Aos meus avós José Roque e Maria Eleunice e Socorro Batista por tudo que fizeram e fazem por mim.

A meu segundo pai Ednaldo Farias e minha segunda mãe Laurení Verônica que sempre mandaram forças e apoio.

A minha namorada Leticia Dias, que me deu forças durante a fase mais difícil da minha vida, e não me deixou fraquejar. Mostrou-me que com força e determinação não existe batalha invencível.

Aos meus amigos Acenildo Sousa (Neguita), Augusto Brito e Pablo Veronese que durante essa jornada foram meus irmãos em Sumé. A João Saraiva, Maurici Batista, Rodolpho Mendes, Franciel Monte e Gustavo Cordeiro que participaram de todo esse trajeto.

Aos meus companheiros do “Bonde da Produção” Jefferson Verissimo, Filipe Emmanuel, Itallo Rafael, Everton Oliveira, Gustavo Albuquerque.

Aos que dividiram o mesmo lar comigo em especial à Raphael Marques que infelizmente partiu dessa pra melhor, a Jonathan Oriente, Paulo Ricardo, Jessica Leite, Elson Gerson, Isaac Cassiano e Elyda Faria. Aos amigos que fiz em Pombal Francisco Marto, João Paulo, Judah Rangel, Sarah Carolina.

A professora Vanessa Schramm que me orientou para que conseguisse realizar meu trabalho de conclusão de curso. Aos professores Daniel Moura, Robson Fernandes, Ana Mary, João Leite, Aldinete Barreto, Wladimir Viesi, Romulo Augusto, Antônio Carlos, Daniel Farias.

A todos os servidores do CDSA, que sempre ofereceram um local especial e único para estudarmos e em especial a colaboradora Novinha.

A todos que fizeram parte de foram direta ou indiretamente dessa grande realização na minha vida. Agradeço a todos e fica aqui meu muito obrigado.

“Treine enquanto eles dormem, estude enquanto eles se divertem, persista enquanto eles descansam, e então, viva o que eles sonham”.

Provérbio Japonês.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo fazer a análise dos riscos com o auxílio da ferramenta FMEA e aporte do gráfico de Pareto em uma Hamburgueria *gourmet* localizada na cidade de Sumé – PB onde a mesma é inserida no ramo de *food service*. Foram realizadas pesquisas bibliográficas sobre a ferramenta FMEA e visitas *in loco* para o entendimento do processo geral da empresa. A metodologia FMEA foi utilizada para identificar nas três principais etapas do processo (realização do pedido, processamento do pedido e entrega do pedido), falhas, modos de falhas, efeitos e riscos, com o objetivo de eliminá-las ou reduzi-las. Com base nos resultados obtidos foi criado um plano de ação para solucionar os problemas com maiores índices de RPN utilizando soluções práticas e viáveis. Levando em consideração os resultados obtidos e expressos, pode-se afirmar que os objetivos definidos na pesquisa foram alcançados.

Palavras-Chaves: FMEA. Riscos. Hamburgueria.

ABSTRACT

The present work has the objective of analyzing the risks with the help of the FMEA tool and the contribution of the Pareto chart in a gourmet hamburger located in the city of Sumé - PB where it is inserted in the branch of food service. Bibliographic researches were carried out on the FMEA tool and on-site visits to understand the general process of the company. The FMEA methodology was used to identify, in the three main stages of the process (order execution, order processing and order delivery), faults, failure modes, effects and risks, with the objective of eliminating or reducing them. Based on the results obtained, a plan of action was created to solve the problems with higher RPN indices using practical and feasible solutions. Taking into account the results obtained and expressed, it can be stated that the objectives defined in the research were achieved.

Keywords: FMEA. Risk. Hamburgeria.

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AMFE – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos

FMEA – Análise dos Modos de Falha e Efeitos (*Failure Mode and Effect Analysis*)

ISO – Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization*)

NBR – Associação Brasileira de Norma Técnicas

PFMEA – *Process Failure Modes and Effects Analysis*

PPAP – Processo de Aprovação de Peças de Produção

RPN – Número de Prioridade de Risco (*Risk Priority Number*)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 JUSTIFICATIVA.....	9
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 Objetivo Geral	9
1.2.2 Objetivos Específicos	9
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS	10
2.2 FMEA.....	11
2.2.1 Tipos de FMEA	11
2.2.2 Etapas do Método	12
2.2.3 Metodologia 5W2H	13
2.2.4 Gráfico de Pareto	14
2.2.5 Benefícios do uso da FMEA	14
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	16
3.1 AMBIENTE ESTUDADO.....	16
3.2 ETAPAS DA PESQUISA	17
4 RESULTADOS	18
4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO.....	18
4.2 ELABORAÇÃO DA FMEA.....	19
4.3 PLANO DE AÇÃO.....	24
4.3.1 Aplicação do 5W2H	25
4.3.2 Propostas de melhorias	26
5 CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

Durante os últimos anos a globalização elevou a concorrência e a competitividade entre as empresas; com isso, os consumidores passaram a exigir produtos com mais qualidade e um preço mais justo. Para obter sucesso frente às outras empresas é preciso desenvolver diferenciais que atraiam e retenham os clientes.

No que diz respeito à qualidade de serviço existem vários fatores para que uma empresa possa continuar funcionando por muito tempo, um deles pode ser a análise do que os clientes desejam e a partir daí tomar decisões assertivas.

Segundo Chon (pg.173, 2003) “A qualidade do serviço é um termo relativo que depende do tipo de serviço e do conceito envolvido. Cada tipo de serviço é avaliado por diferentes critérios”.

Em relação à qualidade no setor de alimentos, Farias *et. al.* (2010) avaliaram a qualidade de atendimento dos bares e restaurantes nas cidades brasileiras, o resultado constatou que a qualidade dos serviços necessita melhorar consideravelmente, pois o atendimento, de maneira geral, é ruim, ressaltando as deficiências na agilidade e na falta de treinamento dos atendentes.

No Brasil, em especial, nos anos noventa surgiram de forma mais intensa os programas de qualidade, tais como a qualidade total e a ISO 9000. Com esse contexto, uma ferramenta vem se mostrando importante no controle de qualidade. Trata-se da FMEA.

A Gestão de Riscos, de acordo com a norma ABNT NBR ISO 31000 (2009), consiste em atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere a riscos. Cabe à organização identificar seus riscos e definir ações para o gerenciamento dos mesmos (ABNT NBR ISO 31000, 2009). Desta forma, uma ferramenta que auxilie na gestão dos riscos é fundamental para os sistemas de produção.

Uma ferramenta que pode ser utilizada no gerenciamento de riscos é a FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Para Ajeje (2015), o uso da técnica FMEA tem o objetivo de identificar e analisar as possíveis falhas do projeto ou processo e seus efeitos, como também buscar ações para reduzir ou eliminar os efeitos dessas possíveis falhas.

1.1 JUSTIFICATIVA

Segundo a ABIA (2017) – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação, durante o último ano de 2016 o setor de alimentos no Brasil cresceu 9,3% em relação a 2015, fechando o ano com um faturamento de R\$ 614,3 bilhões, ainda durante o ano de 2016 o setor alimentício empregava cerca de 1,6 milhão de funcionários.

O Setor de *Food Service* vem crescendo a passos largos. Durante o período de 2006 a 2016 o setor teve um crescimento médio de 14% ao ano, superando o varejo que teve crescimento médio de 11% durante o mesmo período ainda ano de 2016 o setor teve um crescimento de 7,1% em relação a 2015 e faturou R\$ 154 bilhões (ABIA, 2017). No que diz respeito às hamburguerias, nos últimos 10 anos, foi registrado um crescimento de 575%, se consolidando como um segmento importante para a economia (Instituto Gastronomia, 2015).

A empresa escolhida foi uma Hamburgueria *Gourmet* localizada na cidade de Sumé – PB, por ser uma empresa séria que busca sempre o melhor para seus clientes. A empresa busca sempre reduzir desperdícios e minimizar os custos. Com produtos de qualidade a mesma visa à satisfação e a fidelização dos seus clientes.

Com a crescente concorrência os consumidores estão mais criteriosos quando se trata de escolha de um produto ou serviço, com isso a qualidade não é mais um diferencial e sim algo que deve fazer parte do produto ou serviço. Os clientes do ramo alimentício não fogem do padrão, portanto as empresas tendem a se adaptar aos clientes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Fazer a análise dos riscos com o auxílio da ferramenta FMEA em uma Hamburgueria *Gourmet* e criar um plano de ação com soluções viáveis.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar o processo produtivo da empresa;
- Elaborar FMEA;
- Criar plano de ação;
- Identificar os principais problemas da hamburgueria.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico da presente pesquisa foi estruturado em dois tópicos, a saber: Gestão da Qualidade – onde foi explicitado seus conceitos perante alguns estudiosos; importância e benefícios de se oferecer produtos de qualidade -, e Análise do Modo e Efeito da falha (FMEA) – onde também foi explicitado seu conceito; tipos de FMEA, etapas do método; tabela FMEA e por fim seus benefícios e dificuldades de aplicação da ferramenta, seguido da ferramenta da qualidade utilizada para apoio a priorização do estudo, Diagrama de Pareto.

2.1 GERENCIAMENTO DE RISCOS

Segundo a ISO 9001 (2015) “Risco é o efeito da incerteza, e qualquer incerteza pode ter um efeito positivo ou negativo”. A análise de riscos consiste em verificar os pontos críticos que possam vir a apresentar problemas durante a execução de determinada atividade.

“O gerenciamento de riscos, pode ser definido como um processo formal em que as incertezas presentes são sistematicamente identificadas, analisadas, estimadas, categorizadas e tratadas” (RUPPENTHAL, 2013, p.35).

Pelo conceito de Heldman (2005), a gestão de riscos é constituída por cinco passos básicos:

- Identificação e documentação de riscos;
- Análise e priorização;
- Preparação de um plano de ações;
- Monitoramento e controle do plano;
- Realização de auditorias e revisões.

Para Ruppenthal (2013), existem diversas ferramentas propostas para análise de riscos, tais como a Análise Preliminar de Riscos (APR), Análise da operabilidade de perigos (HAZOP), Análise de modos de falhas e efeitos (FMEA) entre outras.

Análise Preliminar de Riscos (APR) “É uma análise do tipo qualitativa de especial importância na investigação de sistemas inovadores e/ou pouco conhecidos, ou seja, quando a experiência em riscos na sua operação é carente ou deficiente” (RUPPENTHAL, 2013, p.61).

Conforme Ruppenthal (2013), a análise da operabilidade de perigos (HAZOP) é uma técnica utilizada para analisar qualitativamente linhas de processos, com intuito de identificar perigos e prevenir riscos.

Ainda de acordo com (RUPPENTHAL, 2013, p.65), FMEA “é uma ferramenta que busca evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo”.

Dentre as ferramentas supracitadas, a FMEA foi à aplicada neste estudo.

2.2 FMEA

A Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (AMFE) foi a tradução escolhida pela Associação Brasileira de Norma Técnicas na norma NBR 5462 (1994), para a sigla FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) originária do inglês.

A Análise de Modos de Falha e Efeitos é conhecida como FMEA e consiste numa análise aprofundada que permite identificar e explorar os modos de falha individuais de equipamentos ou componentes de um sistema, ou seja, as maneiras pelas quais esses elementos podem falhar, além de propiciar um estudo das causas e os efeitos que poderão originar-se devido a tais falhas (MATOS, 2009).

Esse método surgiu nos Estados Unidos no ano de 1949 com a necessidade de se determinar a confiabilidade de produtos complexos. A confiabilidade é definida por Hammer (1993) como a probabilidade de uma missão ser concluída com sucesso dentro de um determinado tempo e segundo condições específicas. Com objetivo de alcançar esse propósito, a FMEA determina quando, como e porque os componentes do produto podem falhar, avalia as consequências e as taxas de falha e propõe alternativas que possibilitem uma diminuição das probabilidades de falha, gerando um aumento na confiabilidade do sistema.

2.2.1 Tipos de FMEA

A FMEA provê duas funções típicas que são FMEA de produto e de processos

- Em uma FMEA de produto são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro das especificações do projeto. O objetivo desta análise é evitar a falha no produto ou no processo decorrente do projeto. É denominada também de FMEA de projeto (TOLEDO & AMARAL, 2006, p.02). Segundo Moura (2000, p.08), uma FMEA de projeto é uma técnica analítica utilizada pela equipe responsável pelo projeto com a finalidade de

assegurar que, na medida do possível, os modos de falhas potenciais e suas causas associadas sejam considerados e endereçados.

- Segundo Toledo e Amaral (2006, p.02)

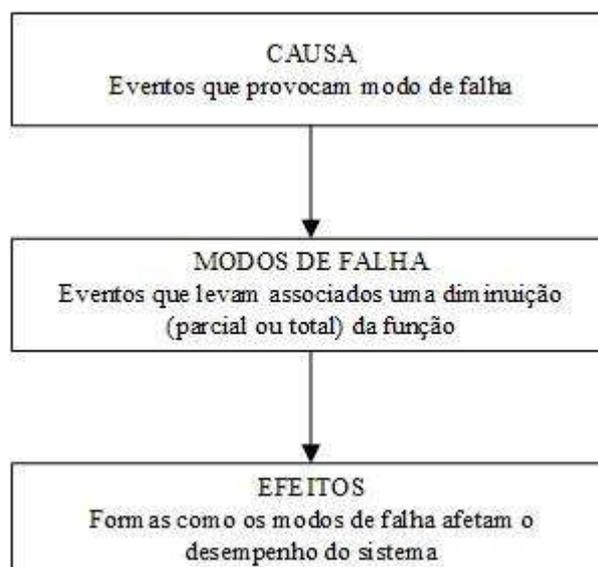
Em uma FMEA de processo são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, ou seja, o objetivo desta análise é evitar falhas do processo, tendo como base as não conformidades do produto com as especificações do projeto.

De acordo com Moura (2000, p.25) uma FMEA de processo é uma técnica analítica utilizada pelo engenheiro e a equipe responsável pela manufatura com a finalidade de assegurar que, na medida do possível, os modos de falha potenciais e suas causas sejam avaliadas. A FMEA de processo é ainda conhecido pela sigla em inglês PFMEA (*Process Failure Modes and Effects Analysis*) e tem o objetivo de antecipar-se a possíveis falhas potenciais que possam vir a ocorrer durante o processo.

2.2.2 Etapas do Método

A FMEA é uma ferramenta que deve ser aplicada em equipe para se obter resultados mais concisos. É preciso definir alguns conceitos para a criação da FMEA que são: (i) causa; (ii) modos de falha; e (iii) efeitos. Estes conceitos são definidos segundo HELMAN E ANDERY (1995), na Figura 1, como:

Figura 1 – Conceitos da FMEA



Fonte: Adaptado de Helman e Andery (1995)

De acordo com Carpinetti (2012, p.125), a partir da análise do modo de falha, “a priorização para a tomada de ações para a eliminação/minimização de falhas é feita com base nos critérios de:

- Severidade (Gravidade) do efeito: qual a severidade do efeito da falha no cliente;
- Ocorrência de falha: a partir da análise da causa e de outras evidências, qual a frequência de ocorrência da falha;
- Detecção da falha: qual a chance de se detectar a ocorrência da falha antes que ela gere o efeito indesejável no cliente.”

A determinação do nível crítico dos modos de falha é realizada com base em três índices que são o índice de severidade dos efeitos dos modos de falha, o índice de ocorrência das causas dos modos de falha e o índice de detecção das causas dos modos de falha (LEAL, PINHO E ALMEIDA, 2006). Utilizando a metodologia tradicional, a multiplicação destes três índices, que possuem escalas de 1 a 10, vai resultar no *Risk Priority Number* (RPN), que será responsável pelo ranking das falhas (AGQ, 2006; PALADY, 2004).

A ferramenta FMEA, segundo Puente *et. al.* (2002), é desenvolvida basicamente em dois grandes estágios. No primeiro estágio, possíveis modos de falhas de um produto, processo ou serviço são identificados e relacionados com suas respectivas causas e efeitos. No segundo estágio, é determinado o nível crítico, isto é, a pontuação de risco destas falhas, que posteriormente são colocadas em ordem. As falhas mais críticas serão as primeiras do ranking, e serão consideradas prioritárias para a aplicação de ações de melhoria.

Para a interpretação da FMEA, a abordagem tradicional utilizada é o Número de Prioridade de Risco (RPN), que é o resultado da multiplicação da frequência (F) pela gravidade da falha identificada (G) e pela detectabilidade (D) e está na equação (1).

$$RPN = F \times G \times D \quad (1)$$

Quanto maior o valor de RPN, maior é o risco associado ao modo de falha correspondente (MANDAL; MAITI, 2014 *apud* AGUIAR, 2016).

2.2.3 Metodologia 5W2H

Conforme Meira (2003) a ferramenta 5W2H atua como suporte no processo estratégico, permitindo de uma forma simples, garantir que as informações básicas e mais fundamentais sejam claramente definidas e as ações propostas sejam minuciosas, porém

simplificadas. Na Tabela 1 são apresentadas as etapas para estruturação da planilha do plano de ação 5W2H.

Tabela 1 – Método 5W2H

Metodologia 5W2H			
5W	<i>What</i>	O que?	Que ação será executada?
	<i>Who</i>	Quem?	Quem irá executar a ação?
	<i>When</i>	Quando?	Quando a ação será executada?
	<i>Where</i>	Onde?	Onde será executada a ação?
	<i>Why</i>	Por quê?	Por que a ação será executada?
2H	<i>How</i>	Como?	Como será executada a ação?
	<i>How much</i>	Quanto Custa?	Quanto custa para executar a ação?

Fonte: Adaptado de Meira (2003)

2.2.4 Gráfico de Pareto

O benefício do Diagrama de Pareto está em identificar as “poucas causas vitais” dentre as “muitas causas triviais” (CAMPOS, 2009). Isso não quer dizer que nem todos os problemas são importantes, mas sim que alguns precisam ser solucionados com maior urgência.

“O gráfico de Pareto é um gráfico de barras no qual as barras são ordenadas a partir da mais alta até a mais baixa e é traçada uma curva que mostra as porcentagens acumulada de cada barra” (WERKEMA, 2006).

O princípio de Pareto apresenta o conceito de que na maioria das situações, 80% das consequências vêm de 20% das causas. Isso pode ser muito útil para tratar não conformidades, identificar pontos de melhoria e definir que planos de ação devem ser atacados primeiro no que diz respeito à prioridade.

2.2.5 Benefícios do uso da FMEA

Santos, Burda e Mantovani *apud* Paris (2002), afirmam que a metodologia FMEA é importante porque pode proporcionar para a empresa: (a) uma forma sistemática de se catalogar informações sobre as falhas dos produtos/processos; (b) melhor conhecimento dos problemas nos produtos/processos; (c) ações de melhoria no projeto do produto/processo, baseado em dados e devidamente monitoradas (melhoria contínua); (d) diminuição de custos por meio da prevenção de ocorrência de falhas; (e) o benefício de incorporar dentro da

organização a atitude de prevenção de falhas, a atitude de cooperação e trabalho em equipe e a preocupação com a satisfação dos clientes.

Polacinski (2012) complementa a importância da FMEA citando alguns dos principais benefícios: (i) Evitar “não conformidade”; (ii) Propiciar ações preventivas; (iii) Documento obrigatório para o “Processo de Aprovação de Peças de Produção” (PPAP); (iv) Propiciar a avaliação de riscos; (v) Garantir vantagem competitiva com produtos mais confiáveis, “especialmente no ramo automotivo”, onde se exige equipamentos de alta performance operacional.

Em termos de benefícios decorrentes da utilização do FMEA pode-se destacar a abordagem dos autores Aguiar e Salomon, que grifam aspectos como:

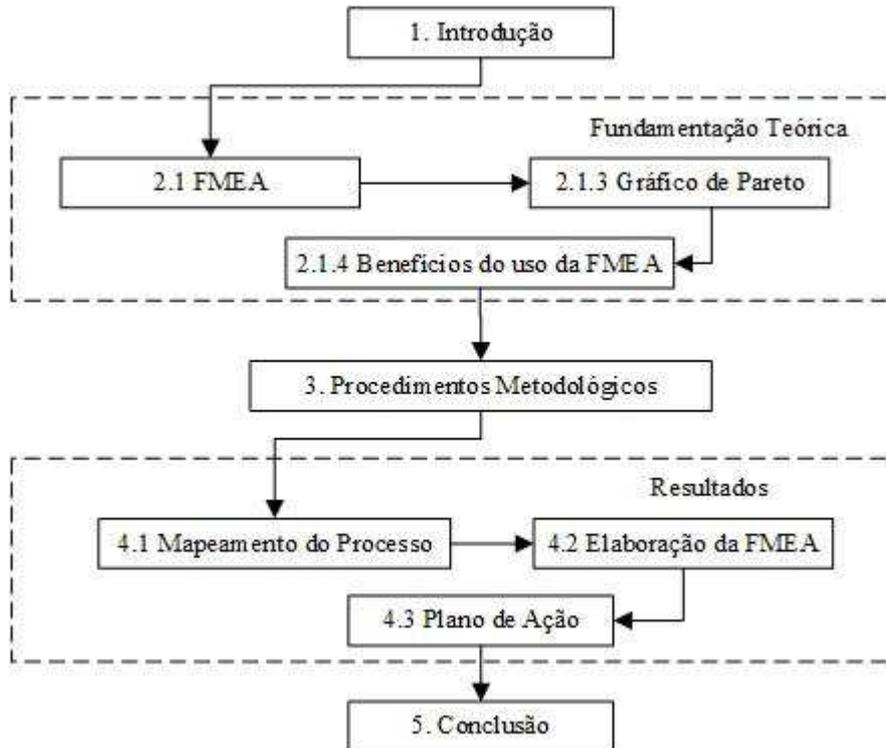
Melhorar a qualidade, confiabilidade e segurança dos produtos ou serviços; melhorar a imagem e a competitividade da organização; contribuir para aumentar a satisfação do cliente; reduzir o tempo e o custo de desenvolvimento de produtos; estabelecer uma prioridade para a tomada de ações de melhoria; identificar características críticas ou significativas; contribuir na análise de um novo processo de montagem ou de manufatura; contribuir na definição de ações corretivas; listar as falhas potenciais e identificar a magnitude relativa de seus efeitos; desenvolver critérios rápidos para manufatura, processos, montagem e serviços; prover documentação histórica para futuras referências, auxiliando nas mudanças de projetos, processos e serviços (AGUIAR; SALOMON, 2007).

Contudo, Estorilio e Posso (2010) alertam acerca do correto uso da FMEA. Os autores, ao estudarem a aplicação da FMEA em fornecedores de uma indústria automotiva, constataram que, em geral, itens como operações, modos de falhas e efeitos de falhas são subjetivos e que este aspecto tende a comprometer a acurácia das análises.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta seção será apresentada a empresa alvo do estudo, bem como as etapas do trabalho. O trabalho foi estruturado em cinco capítulos, organizado de acordo com a sequência ilustrada na Figura 2

Figura 2 – Estrutura do trabalho



Fonte: Elaboração do autor.

3.1 AMBIENTE ESTUDADO

A empresa apresenta uma condição estrutural consideravelmente agradável, e despertou o interesse de novos empreendedores que decidiram optar pelo mesmo nicho de mercado, o que chama atenção para se atentar com a concorrência. A organização estudada apresenta vantagens por estar inserida no centro da cidade, apresentando uma grande visibilidade, mas outro fator que chama atenção para a empresa oferecer produto e serviço de qualidade, é que próximo a hamburgueria existem pizzarias, lanchonetes, sorveterias e bares, portanto precisam se atentar para tendências e novidades no ramo, buscando sempre inovar, a fim de fidelizar seus clientes e conquistar novos consumidores com frequência.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A primeira etapa do trabalho foi a realização de pesquisas bibliográficas FMEA. Durante a pesquisa, várias fontes foram consultadas: livros, artigos científicos, monografias, dissertações de mestrado entre outras.

Após a pesquisa, foi realizada uma visita *in loco* para o entendimento do processo geral da empresa. Na primeira visita ocorreram diálogos com os sócios e os colaboradores, para um melhor entendimento do processo em geral. Os colaboradores explanaram os principais problemas que podem ocorrer durante o processo, envolvendo fornecedores, processos e clientes.

Em seguida, foi feito um mapeamento do negócio, dividindo a empresa em três áreas: produção, salão e entrega. A partir do mapeamento, foi realizada a análise dos riscos com a ferramenta FMEA. Através dos dados levantados, foram identificados os principais riscos relacionados ao processo. Por fim, foi proposto um plano de ação para os principais modos de falhas, cujo objetivo é eliminar as possíveis falhas.

Para criação das tabelas foi utilizado o editor de planilhas Excel da Microsoft, para a criação dos fluxogramas o software utilizado foi o Visio.

4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta uma aplicação da técnica FMEA ao processo produtivo em uma Hamburgueria *Gourmet*. Após, a análise da FMEA será utilizado à ferramenta gráfico de Pareto para interpretação dos dados. Um plano de ação será traçado com base nos dados obtidos.

4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO

Para realizar a análise dos riscos, foi necessário um mapeamento de todo o processo produtivo da empresa. Após o mapeamento, o processo foi dividido em três etapas: Processamento do pedido, execução do pedido e Finalização e entrega do pedido. No estudo de caso, será abordado o processo detalhado de realização do pedido do hambúrguer, item de maior faturamento da empresa, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Elaboração do autor.

A análise do trabalho será realizada com base nas etapas descritas pelo fluxograma do processo produtivo. O processo segue as seguintes etapas: (1) cliente realiza o pedido; (2) atendente registra o pedido; (3) chapeiro executa o pedido; (4) motoboy finaliza e entrega o pedido.

4.2 ELABORAÇÃO DA FMEA

A metodologia FMEA foi utilizada para identificar nas três principais etapas do processo (realização do pedido, processamento do pedido e entrega do pedido), falhas, modos de falhas, efeitos e riscos, com o objetivo de eliminá-las ou reduzi-las.

Por meio de visitas *in loco*, fluxogramas, diálogo com clientes e *brainstorming* com funcionários e sócios, foi possível realizar o levantamento das principais falhas que podem ocorrer durante todo o processo.

As principais falhas elencadas foram: processamento do pedido incorreto, execução realizada incorretamente e execução realizada incorretamente. Com essas falhas foi possível a criação da FMEA.

É oportuno antes compreender a relação entre falha, modo de falha, efeito e causa, para assim elaborar a tabela. O modo de falha é uma das maneiras possíveis de um sistema operar de forma deficiente, logo pode haver mais de um modo de falha para apenas uma falha. O efeito tem relação com o modo de falha, no que se refere às consequências sentidas pelo cliente diante do modo de falha correspondente. Já a causa é a condição que provoca o modo de falha.

Diante das funções do processo em geral, foram apresentadas as possíveis falhas, modos de falhas, causas e efeitos como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Tabela FMEA

Falha	Modo de Falha	Efeito	Causa
Processamento do pedido incorreto	O atendente não realizou o pedido conforme solicitado pelo cliente	Insatisfação do cliente	Cliente não soube realizar o pedido
		Insatisfação do cliente	Atendente digitou pedido errado
		Insatisfação do cliente	Atendente não conferiu o pedido junto ao cliente
	O pedido não foi registrado	Insatisfação do cliente	Atendente não registrou o pedido
		Insatisfação do cliente	Atendente perdeu o pedido
	O registro do pedido não obedeceu a sequência dos pedidos	Insatisfação do cliente	Atendente não registrou o pedido corretamente
		Insatisfação do cliente	Atendente misturou os pedidos
	A cobrança foi feita errada	Insatisfação do cliente	Atendente digitou pedido errado
Insatisfação do cliente		Atendente não conferiu o pedido junto ao cliente	
A execução foi realizada incorretamente	O produto não ficou de acordo com o especificado no cardápio	Insatisfação do cliente	Falta de MP
		Insatisfação do cliente	Chapeiro não realizou o pedido corretamente
	O pedido não foi executado	Insatisfação do cliente	O pedido não chegou ao setor de produção
		Insatisfação do cliente	Falta de MP
A entrega do pedido não foi realizada corretamente	O pedido não foi entregue	Insatisfação do cliente	Endereço incorreto ou insuficiente
		Insatisfação do cliente	Perca do endereço
		Insatisfação do cliente	Falta de transporte
	O pedido foi entregue incorretamente	Insatisfação do cliente	Falta de identificação
		Insatisfação do cliente	Motoboy misturou os pedidos
	O pedido foi entregue com atraso	Insatisfação do cliente	Alta demanda
Insatisfação do cliente		Funcionário insuficiente	
Insatisfação do cliente		Transporte insuficiente	

Fonte: Autor

Com a criação da Tabela 2, a próxima etapa é a avaliação do grau de severidade, ocorrência e detecção. A falha está relacionada com a severidade e sua avaliação é medida por uma escala que varia de 1 a 10. A ocorrência e a detecção estão relacionadas com o modo de falha que também é avaliado por uma escala que varia de 1 a 10, sendo 1 o índice menor e 10 o índice maior, como aparece no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição de Avaliação de Ocorrência

Escala de Avaliação de Ocorrência	Grau
Extremamente remoto, altamente improvável	1
Remoto, improvável	2
Pequena chance de ocorrência	3
Pequeno número de ocorrências	4
Espera-se um número ocasional de falhas	5
Ocorrência moderada	6
Ocorrência frequente	7
Ocorrência elevada	8
Ocorrência muito elevada	9
Ocorrência certa	10

Fonte: Palady (1997)

Em seguida, foi atribuída uma nota que identifica como o processo é capaz de detectar a falha. A escala deste parâmetro também irá variar de 1 a 10. Porém, quanto maior for a chance de detecção da falha, menor será a nota atribuída. Assim, como consta no Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição de Avaliação de Detecção

Escala de Detecção	Grau
É quase certo que será detectado	1
Probabilidade muito alta de detecção	2
Alta probabilidade de detecção	3
Chance moderada de detecção	4
Chance média de detecção	5
Alguma probabilidade de detecção	6
Baixa probabilidade de detecção	7
Probabilidade muito baixa de detecção	8
Probabilidade remota de detecção	9
Detecção quase improvável	10

Fonte: Palady (1997)

Listados os modos de falhas principais, para cada etapa do processo, foram identificadas quais serão as consequências se cada falha ou modo de falha ocorrer. Posteriormente foram identificados os efeitos e a partir disto, foi avaliada a severidade, que diz respeito a gravidade que esse efeito tem para o cliente. A severidade é traduzida em uma escala de 1 a 10, sendo 1 o índice menor e 10 o maior, como consta no Quadro 4.

Quadro 4 – Descrição da Avaliação de Severidade

Descrição da Escala de Severidade	Grau
Efeito não percebido pelo cliente.	1
Efeito bastante insignificante, percebido pelo cliente; entretanto não faz com que o cliente procure o serviço.	2
Efeito insignificante, que perturba o cliente, mas não faz com que procure o serviço.	3
Efeito bastante insignificante, mas perturba o cliente, fazendo com que procure o serviço.	4
Efeito menor, inconveniente para o cliente; entretanto, não faz com que o cliente procure o serviço.	5
Efeito menor, inconveniente para o cliente, fazendo com que o cliente procure o serviço.	6
Efeito moderado, que prejudica o desempenho do projeto levando a uma falha grave ou a uma falha que pode impedir a execução das funções do projeto.	7
Efeito moderado, que prejudica o desempenho do projeto levando a uma falha grave ou a uma falha que pode impedir a execução das funções do projeto.	8
Efeito crítico que provoca a insatisfação do cliente, interrompe as funções do projeto, gera custo significativo da falha e impõe um leve risco de segurança (não ameaça a vida nem provoca incapacidade permanente) ao cliente.	9
Perigoso, ameaça a vida ou pode provocar incapacidade permanente ou outro custo significativo da falha que coloca em risco a continuidade operacional da organização.	10

Fonte: Palady (1997)

Com o auxílio dos sócios e funcionários, foi possível a criação da tabela FMEA com os graus de severidade, ocorrência e detecção. Após, o debate chegou ao um consenso que resultou na Tabela 3.

Tabela 3 – Tabela FMEA

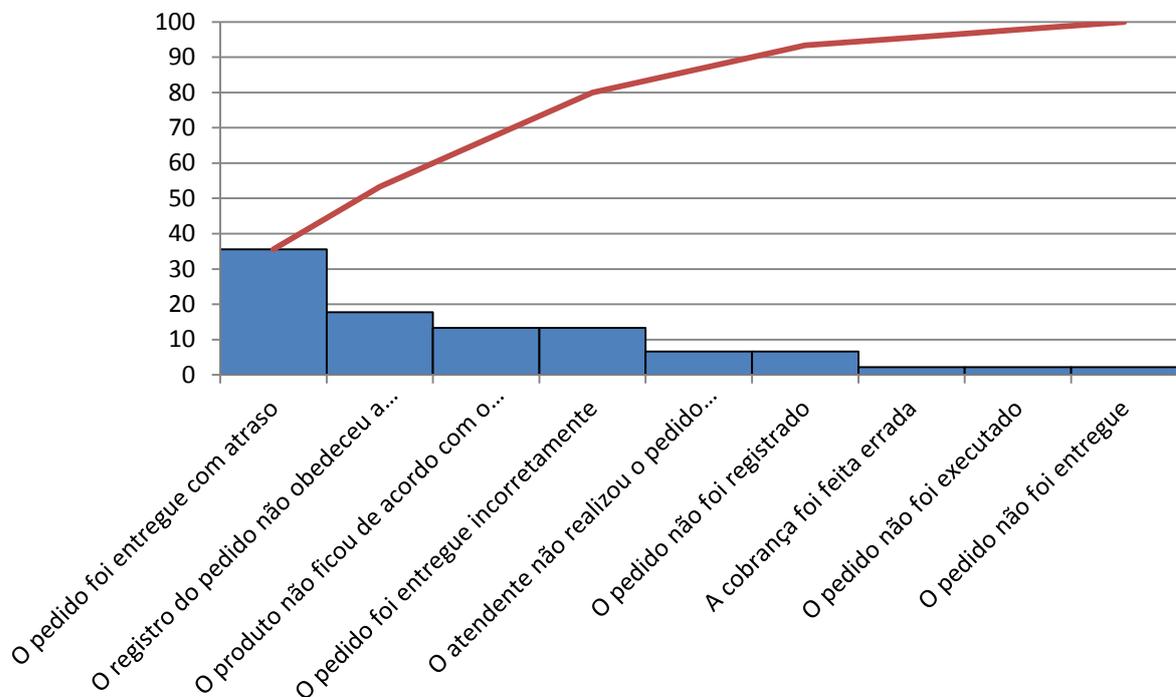
Modo de Falha	Ocorrência	Efeito	Severidade	Causa	Detecção	RPN
O atendente não realizou o pedido conforme solicitado pelo cliente	3	Insatisfação do cliente	5	Cliente não soube realizar o pedido	2	30
		Insatisfação do cliente		Atendente digitou pedido errado		
		Insatisfação do cliente		Atendente não conferiu o pedido junto ao cliente		
O pedido não foi registrado	3	Insatisfação do cliente	5	Atendente não registrou o pedido	2	30
		Insatisfação do cliente		Atendente perdeu o pedido		
O registro do pedido não obedeceu a sequência dos pedidos	4	Insatisfação do cliente	5	Atendente não registrou o pedido corretamente	4	80
		Insatisfação do cliente		Atendente misturou os pedidos		
A cobrança foi feita errada	2	Insatisfação do cliente	5	Atendente digitou pedido errado	1	10
		Insatisfação do cliente		Atendente não conferiu o pedido junto ao cliente		
O produto não ficou de acordo com o especificado no cardápio	3	Insatisfação do cliente	5	Falta de MP	4	60
		Insatisfação do cliente		Chapeiro não realizou o pedido corretamente		
O pedido não foi executado	2	Insatisfação do cliente	5	O pedido não chegou ao setor de produção	1	10
		Insatisfação do cliente		Falta de MP		
O pedido não foi entregue	2	Insatisfação do cliente	5	Endereço incorreto ou insuficiente	1	10
		Insatisfação do cliente		Perca do endereço		
		Insatisfação do cliente		Falta de transporte		
O pedido foi entregue incorretamente	3	Insatisfação do cliente	5	Falta de identificação	4	60
		Insatisfação do cliente		Motoboy misturou os pedidos		
O pedido foi entregue com atraso	8	Insatisfação do cliente	5	Alta demanda	4	160
		Insatisfação do cliente		Funcionário insuficiente		
		Insatisfação do cliente		Transporte insuficiente		

Fonte: Autor

O modo de falha “pedido entregue com atraso”, relacionado à falha da etapa 3, foi o que apresentou maior índice de ocorrência, sendo igual a 8 (oito). Quanto a severidade, o efeito “insatisfação do cliente”, se repetiu para todos os modos de falha, sendo iguais a 5 (cinco). Quanto a detecção, o maior índice foi 4 (quatro), se repetindo nos modos “O registro do pedido não obedeceu a sequência dos pedidos”, “O produto não ficou de acordo com o especificado no cardápio”, “O pedido foi entregue incorretamente” e “O pedido foi entregue com atraso”, sendo relacionados às falhas das etapas 1, 2, 3 e 3, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos pela tabela FMEA foi utilizado a ferramenta Gráfico de Pareto para elencar os principais pontos a serem trabalhados com base nos índices RPN do Gráfico 1.

Gráfico 1 – Gráfico de Pareto



Fonte: Construído com os dados da pesquisa.

4.3 PLANO DE AÇÃO

Nesta seção do trabalho, foi elaborado um plano de ação para gerenciar os principais riscos inerentes ao processo produtivo. Com o auxílio do gráfico de Pareto, foram elencados os riscos que podem comprometer diretamente o produto e o serviço. Serão tratadas as falhas

cujos seu RPN seja maior que 60, o que representa 80% dos problemas relatados, essa descrição aparece na Tabela 4.

Tabela 4 – Principais problemas

O pedido foi entregue com atraso	Alta demanda	160
	Funcionário insuficiente	
	Transporte insuficiente	
O registro do pedido não obedeceu a sequência dos pedidos	Atendente não registrou o pedido corretamente	80
	Atendente misturou os pedidos	
O produto não ficou de acordo com o especificado no cardápio	Falta de MP	60
	Chapeiro não realizou o pedido corretamente	
O pedido foi entregue incorretamente	Falta de identificação	60
	Motoboy misturou os pedidos	

Fonte: Autor

4.3.1 Aplicação do 5W2H

Após a criação da tabela FMEA, a ferramenta 5W2H foi utilizada para propor um plano de ação para gerenciamento dos que podem afetar a qualidade do produto ou do serviço. O plano de ação é composto por contratação de um novo funcionário, implementação de um *software* juntamente com a compra de uma impressora, implementação de um cardápio modelo e criação de um Procedimento Operacional Padrão (POP). A metodologia 5W2H pode ser vista na Tabela 5

Tabela 5 – Método 5W2H

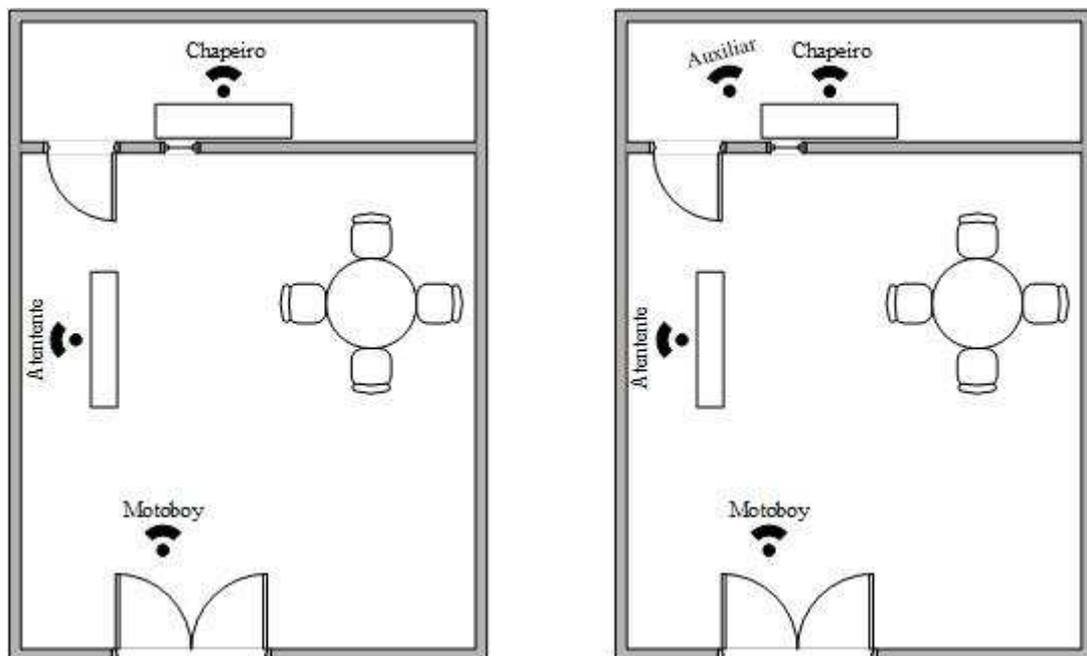
<i>What</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>Where</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>	<i>How Much</i>
Diminuir atraso do pedido	Proprietário	Imediatamente	Setor de Produção	Reduzir índices atrasos nos pedidos.	Contratando novo funcionário.	R\$ 937,00
Registrar pedido corretamente	Proprietário	Imediatamente	Setor de Atendimento	Evitar que pedidos sejam executados em ordem incorreta	Implementando um software juntamente com uma impressora.	R\$ 360,61
Produzir produto corretamente	Chapeiro	Imediatamente	Setor de Produção	Reduzir erros de produção dos pedidos	Implementando um software juntamente com um modelo de cardápio no posto de trabalho do chapeiro.	—
Entregar pedido corretamente	Proprietário	Imediatamente	Setor de Produção	Evitar que pedidos sejam entregues incorretamente	Criando um Procedimento Operacional Padrão POP	—

Fonte: Autor

4.3.2 Propostas de melhorias

O modo de falha com maior índice em todo o processo produtivo foi “o pedido entregue com atraso”, com RPN avaliado em 160, representando 35,56% de todos os problemas. Suas causas estão relacionadas à quantidade de funcionários que a empresa detém. Pelo estudo, recomenda-se que seja adicionado um novo funcionário a linha de produção. O novo funcionário trabalhará no setor de pré-produção e embalagem dos produtos, uma vez que o chapeiro acumula todas essas funções. Após inserir o funcionário a linha, os índices de atrasos serão reduzidos. A Figura 4 mostra os funcionários distribuídos nos seus postos de trabalho antes e depois da contratação do novo colaborador, respectivamente.

Figura 4 – Quadro de funcionários



Fonte: Autor

O segundo modo de falha com relevância significativa é “o registro do pedido não obedece a sequência dos pedidos”. Foi proposta uma medida para que a sequência dos pedidos tenha uma melhor visualização. A ideia é a implementação de um software que está interligado à dois setores da empresa, cuja sua função é registrar e enviar os pedidos diretamente ao chapeiro, ao ponto que quando um pedido é realizado, o chapeiro recebe o mesmo, impresso diretamente em uma impressora que fará parte do seu posto de trabalho, como mostra ambos na Figura 5. Com essa instalação será evitada a falta de atenção do

funcionário e conseqüentemente a seqüência incorreta dos pedidos, evitando também que pequenos problemas afetem em grandes proporções o funcionamento do processo do trabalho de modo que a imagem da empresa não seja prejudicada, mas, sobretudo que não afete seus clientes. O custo médio dessa melhoria é de R\$ 360,61.

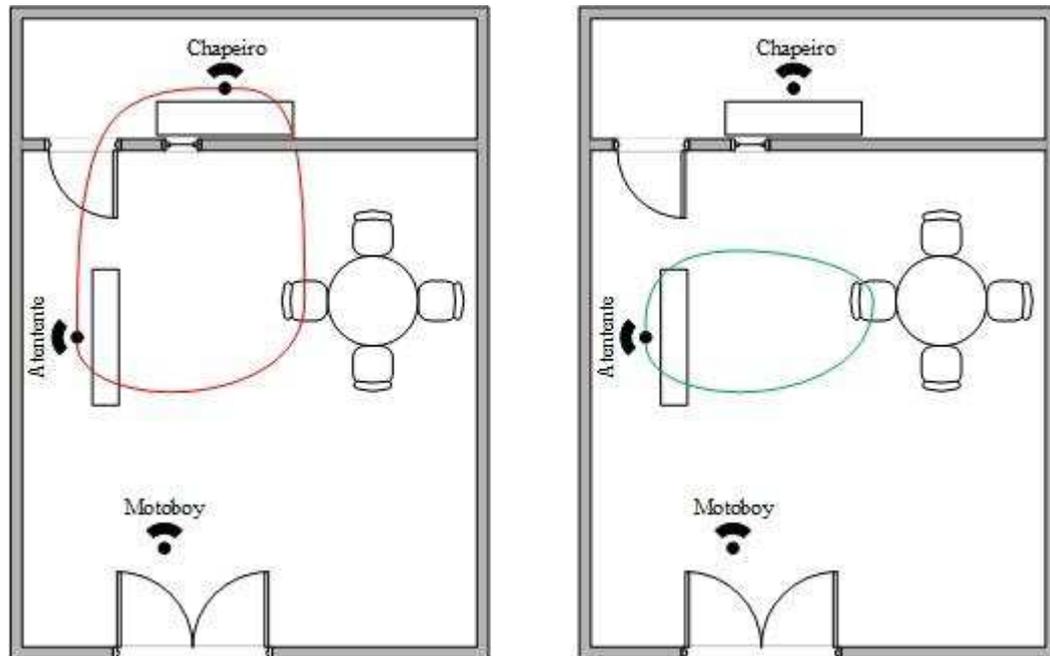
Figura 5 – Impressora para impressão de pedidos



Fonte: Mercado Livre

Após a implementação da impressora e do software, a movimentação do atendente será reduzida, como mostra a Figura 6. O lado esquerdo da figura mostra o fluxo do operador antes da melhoria enquanto o lado direito mostra o resultado após a implementação da melhoria.

Figura 6 – Fluxo do operador antes e depois



Fonte: Autor

Outro modo de falha relevante é “produto não ficou de acordo com o especificado no cardápio”. Para este modo existem duas possíveis causas, a falta de matéria-prima e erro do chapeiro.

Quanto à questão da matéria prima, a proposta será a criação de um banco de dados com o auxílio do software. À medida que os produtos forem sendo vendidos, o sistema vai fazendo o controle e emitindo um sinal quando for o momento certo de comprar a Matéria-Prima.

A segunda causa pode ser reduzida adicionando uma listagem com a descrição de cada produto e seus ingredientes. Seria um cardápio ampliado no campo de visão do chapeiro. Evitando que um produto não saísse do padrão preestabelecido. O modelo será adicionado em frente à chapa, onde o funcionário executa suas tarefas. O modelo seguirá o padrão da Figura 7.

Figura 7 – Modelo do cardápio

<p>BASICÃO</p> <p>Pão, Carne ou Frango, Salada, Molho e Queijo Cheddar.</p>	<p>ARRE TADO</p> <p>Pão, Carne ou Frango, Salada, Molho, Queijo Cheddar e Ovo.</p>	<p>MATA-FOME</p> <p>Pão, Carne ou Frango, Salada, Molho, Bacon, Ovo e Queijo Prato.</p>	<p>DOUBLE CHEDDAR</p> <p>Pão, Duas Carnes, Salada, Molho, Cheddar e ovo</p>
<p>DOUBLE CATUPIRY</p> <p>Pão, Duas Carnes, Salada, Molho, Catupiry e Ovo.</p>	<p>E SPECIAL LA CHAPA</p> <p>Pão, Carne, Salada, Ovo, Frango, Queijo Prato, Queijo Cheddar, Bacon, Molho e Catupiry.</p>	<p>SANDUÍCHE NATURAL</p> <p>Pão, Salada, Milho e Ervilha.</p>	<p>SCHNITZEL-BROT</p> <p>Pão, Salada, Molho e Frango Empanado.</p>

Fonte: Autor

O último modo de falha a ser trabalhado foi “pedido entregue incorretamente”. Suas duas causas principais foram “falta de identificação na embalagem” e/ou o “funcionário misturou os pedidos”. Foi proposta a criação de um Procedimento Operacional Padrão (POP) com objetivo de tornar um processo simples e prático. Após a implementação do POP todo e qualquer colaborador poderá exercer a função.

Procedimento Operacional Padrão para Identificação do pedido:

1. Receber Pedido
2. Conferir Pedido
3. Separar Pedido
4. Identificar Pedido (Grampear pedido junto ao produto)
5. Expedir Pedido

5 CONCLUSÃO

Para uma determinada organização conseguir obter sucesso se faz necessário um alto nível de comprometimento apresentando processos produtivos que sejam eficientes e eficazes. Com base nisso, a mesma deve buscar desenvolver processos que sejam à prova de erros.

O presente estudo analisou os riscos em um processo produtivo de uma Hamburgueria *Gourmet*, através da ferramenta FMEA.

Inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica sobre os temas base para o estudo. Em seguida, foram realizadas visitas *in loco* para conhecimento e criação do fluxograma de processo produtivo da empresa, obtendo as informações necessárias. A partir disso, foi possível fazer o uso do método FMEA na hamburgueria. Foram encontrados os principais modos potenciais de falhas e causa e efeitos potenciais. A interpretação do FMEA se deu por a metodologia proativa do cálculo do NPR, que lida com a atribuição de valores voltados a Severidade (S), Probabilidade de Ocorrência (O) e Detecção de um defeito (D). Se tendo isso de forma expressa é feito o produto destas variáveis para se obter o NPR.

De acordo com os cálculos obtidos com o FMEA, foi possível quantificar quais os riscos potenciais mais críticos inerentes ao processo de produção para de acordo com isto, tratá-los com a devida atenção e prioridade. Foi apresentado um plano de ação baseado nas principais necessidades do sistema, de acordo com a prioridade explícita no gráfico de Pareto.

Levando em consideração os resultados obtidos e expressos, pode-se afirmar que os objetivos definidos na pesquisa foram alcançados. A análise de risco no processo produtivo teve uma abordagem prática, baseada no pedido realizado pelo cliente e as ações que foram sugeridas são de simples adoção e execução.

REFERÊNCIAS

ABIA – Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. Disponível em <http://www.abia.org.br/vsn/tmp_2.aspx?id=319>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.

AGUIAR, C. D. **Modelo conceitual para a aplicação de FMEA de processo na indústria automotiva**. 136 f. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Mecânica na área de Gestão e Otimização. Guaratinguetá, 2016.

AGUIAR, D. C.; SALOMON, V. A. P. Avaliação da prevenção de falhas em processos utilizando métodos de tomada de decisão. **Revista Produção**, v. 17, n. 3, p. 502 - 519, 2007.

AJEJE, G. A. F. **Fuzzy-FMEA: Uso da lógica Fuzzy para ponderação das falhas do FMEA**. 2015. Disponível em: < <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-22122015-161823/?&lang=br>>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. NBR 5462: 1994. **Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **Gestão de Riscos – Princípios e diretrizes. NBR ISO 31000**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 9001, **Sistema de Gestão da Qualidade – Requisitos**, 2015.

ASSOCIAÇÃO GAÚCHA PARA A QUALIDADE. **Curso FMEA: Análise de modo e Efeitos de Falha em Potencial**. 3. ed. Novo Hamburgo: 2006, 48 p.

CAMPOS, W. **Diagrama de Pareto**, 2009. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/diagrama-de-pareto/28429/>> Acesso em 23 de agosto de 2017.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceito e técnicas**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, Marly M.; PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHON, Kye-Sung (Kaye); SPARROWE, Raymond T. **Hospitalidade: conceitos e aplicações**. Tradução Ana Beatriz de Miranda e Silva Ferreira. Pioneira Thomson Learning. SP. 2003.

CHRYSLER LLC; FORD MOTOR COMPANY; GENERAL MOTORS CORPORATION. **ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA POTENCIAL (FMEA) – MANUAL DE REFERÊNCIA**. 4. ed. São Paulo: IQA – Instituto da Qualidade Automotiva, 2008.

ESTORILIO, Carla; POSSO, Richard K. The reduction of irregularities in the use of “process FMEA”. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 27, n. 6, pp. 721-733, nov/dez. 2010.

FARIAS, Ana Paula da Silva *et. al.* Avaliação da qualidade de atendimento dos bares e restaurantes da cidade de Serra Talhada (PE). In: XXX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, São Carlos, SP, Brasil, 2010.

FRANQUIAS DE HAMBÚRGUER CRESCERAM MAIS 30% E SÃO APONTADAS COMO TENDÊNCIA DE NEGÓCIO PARA OS PRÓXIMOS ANOS. ESTADÃO. Disponível em < <http://economia.estadao.com.br/noticias/releases-ae,franquias-de-hamburger-cresceram-mais-30-e-sao-apontadas-como-tendencia-de-negocio-para-os-proximos-anos,70001656238>>. Acesso em: 20 de agosto de 2017.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

HAMILTON, Marc; CARUSO, Bob. High Priority. **Quality Progress**. ASQ. Feb., 2010.

HAMMER, W. **Product safety management and engineering**. Amer Society of Safety Engineers, 1993.

HELDMAN, Kim. **Project Manager's Spotlight on Risk Management**. Alameda: Harbor Light Press, 2005. 224p.

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1 ed., 1995.

LEAL, F.; PINHO, A. F.; ALMEIDA, D. A. Análise das falhas através da aplicação do FMEA e da Teoria Grey. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, n.01, v.02, p. 79-88, jan/mar, 2006.

LINS, B. F. E. **Ferramentas básicas da qualidade**. Brasília, 1993.

MATOS, Juliana Schmitz Guarilha Costa. **Aplicação do HazOp Dinâmico na Avaliação de Perigo Operacional em uma Coluna de Destilação de uma Planta de Separação de Ar**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

MOURA, C. **Análise de modo e efeito de falha potencial (FMEA), Manual de Referência** 2000. Disponível em: <
<http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/amario/Unidades%20Curriculares/Inova%C3%A7%C3%A3o/Textos%20apoio/FMEA.pdf> > Acesso em 26 de agosto de 2017.

PARIS, W. S. **Ferramentas da Qualidade: Material de Apoio dos Seminários**. S.n: Curitiba, 2002.

PUENTE, J.; PINO, R.; PRIORE, P. & LA FUENTE, D. de. A decision support system for applying failure mode and effects analysis. **International Journal of Quality & Reliability Management**, n. 2, v. 19, 2002.

POLACINSKI, E. **Análise de Modo e Efeitos de Falha (FMEA)**. FAHOR - Faculdade de Horizontina, 2012. (PPT).

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Gerenciamento de riscos** – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA – Análise do tipo e efeito de falha**. Grupo de Estudo e Pesquisa em Qualidade, Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: < <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf> >. Acesso em 25 de agosto de 2017.

WERKEMA, Cristina. **Lean Seis Sigma. Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing**. Rio de Janeiro: Editora Campus/Elsevier, 3 ed. 2006.