

APLICABILIDADE DA FERRAMENTA DE QUALIDADE ISHIKAWA EM CONJUNTO COM FMEA

ALMEIDA, Rafael Lucchesi de; ROIC, Ernani

Centro de Pós-Graduação e Pesquisa Oswaldo Cruz.

Resumo: As ferramentas de qualidade são técnicas desenvolvidas para maximizar atividades de serviços e produções, reduzindo seus riscos e aperfeiçoando o processo. Sendo assim elas buscam entregar a excelência em suas atividades. Informar e apontar as limitações e vantagens das ferramentas da qualidade propostas quando utilizadas em conjunto e suas limitações quando isoladas faz com que seja possível ajudar o processo industrial, fazendo com que indicadores de qualidade sejam desenvolvidos com melhor precisão garantindo uma maior qualidade do processo. Duas ferramentas muito utilizadas são o Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa/ Espinha de peixe) e a Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA), e que se associadas promovem a identificação e correção de diversos desvios, buscando melhores resultados qualitativos e quantitativos na produção.

Portanto, este estudo busca contextualizar os ganhos quando aplicadas as duas ferramentas de qualidade (FMEA e Diagrama de Ishikawa) em conjunto e de forma isolada, demonstrando a importância de sua aplicação dentro da qualidade em processos produtivos. Através de exemplos reais retirados de artigos científicos e uma abordagem qualitativa, foi possível visualizar resultados positivos quando as ferramentas foram utilizadas em conjunto e da possibilidade de aplica-las quando foram utilizadas de forma isolada.

Palavras-Chave: ferramentas da qualidade; Diagrama de Causa e Efeito; Análise de Modo e Efeito de Falha

Abstract: Quality tools are techniques developed to maximize service and production activities, reducing their risks and perfecting the process. Therefore, they seek to deliver excellence in their activities. Informing and pointing out the limitations and qualities of the proposed quality tools when used together and their limitations when isolated makes it possible to help the industrial process, making quality indicators to be developed with better precision ensuring a higher quality of the process. Two widely used tools are the Cause and Effect Diagram (Ishikawa / Fishbone Diagram) and the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), which, when associated, promote the identification and correction of various deviations, seeking better qualitative and quantitative results in production.

Therefore, this study seeks to contextualize the gains when applying the two quality tools (FMEA and Ishikawa Diagram) together and in isolation, demonstrating the importance of their application within quality in production processes. Through real examples taken from scientific articles and a qualitative approach, it was possible to visualize positive results when the tools were used together and the possibility of applying them when they were used in isolation.

Keywords: quality tools; Cause and Effect Diagram; Failure Mode and Effect Analysis

1 – INTRODUÇÃO

No atual cenário no qual o mundo dos negócios está inserido, onde prevalece a competitividade acirrada, as empresas estão constantemente aperfeiçoando seus processos, a fim de oferecer cada vez mais produtos e serviços com maior qualidade e assim cativar seus consumidores. Para isso, a gestão da qualidade torna-se imprescindível para o crescimento, permanência e competitividade das empresas no mercado.

A gestão da qualidade une diversos conceitos e estratégias que auxiliam na entrega de qualidade junto ao produto final. Dentro das estratégias utilizadas destacam-se as ferramentas da qualidade que possibilitam analisar desvios e propor soluções para problemas complexos que possam prejudicar o resultado final do processo produtivo. As ferramentas da qualidade devem ser compreendidas e sua utilização dominada antes de serem efetivamente aplicadas, já que as mesmas também apresentam limitações para seu uso.

A pergunta que norteou este artigo foi, se a aplicação conjunta das ferramentas da qualidade Diagrama de Ishikawa e FMEA, quando associadas, apresentam ganhos para empresas? Neste contexto, o trabalho tem como objetivo debater a associação do uso de duas ferramentas da qualidade, sendo uma o **Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa/ Espinha de peixe)** e outra a **Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)**, apontando limitações e vantagens quando utilizadas individualmente e em conjunto.

A relevância desta pesquisa se justifica pela importância do uso de ferramentas da qualidade em processos de melhoria em processo, elevando o padrão de qualidade de uma empresa, seja em processos produtivos ou serviços prestados. A escolha das ferramentas que o estudo busca se aprofundar, são amplamente utilizadas em diversos processos e etapas, muitas vezes de forma individual, mas que podem estar em conjunto também.

Quanto à sua estruturação, o presente trabalho contempla uma breve revisão bibliográfica da literatura explorando conceitos sobre gestão da qualidade, ferramentas da qualidade, e as ferramentas **Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa/ Espinha de peixe)** e outra a **Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)**. Em seguida é detalhada a metodologia aplicada para desenvolvimento da pesquisa, precedida pela análise e discussão dos resultados a qual se valeu de alguns exemplos de casos reais de aplicação das ferramentas alvo aqui abordadas. Por fim, em considerações finais são elencadas as principais conclusões obtidas com esta pesquisa, além de oportunidades de estudos futuros geradas pela mesma.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

O reconhecimento de que a qualidade é uma arma estratégica efetiva em um mercado cada vez mais competitivo têm forçado as empresas a implantarem programas buscando a melhoria de seus produtos e serviços (CHEN, 1997).

Obter uma vantagem competitiva que assegure a sustentabilidade da companhia e dominância do mercado, no que diz respeito a satisfazer os clientes e substancialmente melhorar a qualidade, depende muito dos elementos *soft* da gestão da qualidade, assim como pela implementação de ferramentas da Qualidade e técnicas de gestão da qualidade (FOTOPOULOS, PSOMAS, 2009).

A gestão da qualidade pode ser definida como uma abordagem integrada para alcançar e sustentar resultados de qualidade, focando na melhoria contínua e prevenção de defeitos em todos os níveis e funções da organização, objetivando atingir ou exceder as expectativas dos consumidores (FLYNN, 1994).

A gestão da qualidade busca a excelência no alcance de resultados harmonizados para todas as partes interessadas, criando valor sustentável, de forma proativa e com constância de propósitos. De acordo com a Fundação Nacional da Qualidade, 2016 a excelência busca gerenciar a organização por meio de sistemas, processos e fatos inter-relacionados, que maximize a contribuição dos colaboradores e promova novos patamares de conhecimento através de melhorias contínuas e inovações.

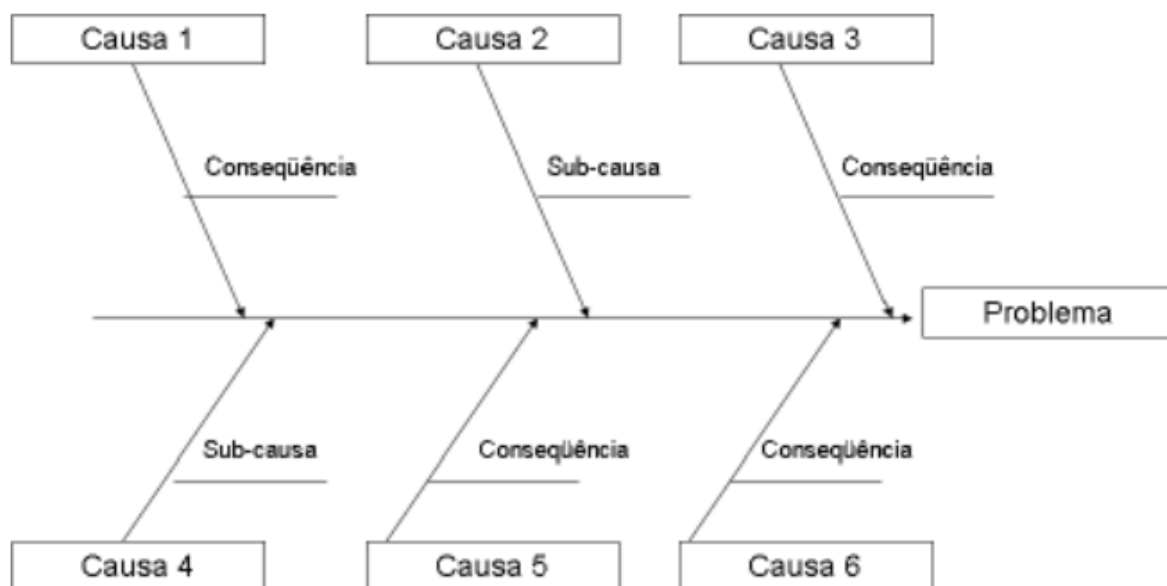
Neste sentido as ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas em diversas situações dentro de um ambiente produtivo, desenvolvidas para maximizar atividades de serviços e produções, a fim de promover a redução de riscos e melhorar processos. Sendo assim, elas buscam entregar a excelência em suas atividades, como parte integrante de um programa de gestão da qualidade.

2.1 - Ferramentas ISHIKAWA E FMEA

O objetivo da ferramenta Diagrama de Ishikawa é a determinação das causas de problemas. Esta ferramenta permite que a equipe entenda e visualize através de um gráfico, as muitas causas que contribuem para o efeito final (LIMA, 2016).

De acordo com a figura a seguir, a ferramenta reflete um esquema que permite a visualização do efeito estudado e suas principais causas, através do mapeamento de fatores negativos que afetam um problema ou resultado desejado (LIMA, 2016).

Figura 1– Esquema Básico do Diagrama de *Ishikawa*



Fonte: – SABINO - O uso do diagrama de Ishikawa como ferramenta no ensino de ecologia no ensino médio (2009)

Segundo Gupta e Kumar (2014), o diagrama também é largamente utilizado para analisar informações obtidas de uma sessão de Brainstorming. O diagrama amplia a visão do negócio e facilita a análise do ambiente, dessa forma, facilita a proposição de melhorias (LIMA, 2016). Contudo, apresenta como fator limitante ser apenas uma forma de mapear a causa dos problemas, não atribuindo criticidade e nem uma solução para cada um deles, por

isso outras ferramentas de apoio são utilizadas juntamente como o diagrama (VALENTIM,2019).

Já a Análise de Modo e Efeito de Falha - FMEA é uma ferramenta estruturada, com flexibilidade de utilização em processos estruturados por encadeamento de etapas. Trata-se de uma ferramenta qualitativa de avaliação de riscos que fornece resultados comparáveis entre si, permitindo subsidiar decisões e aperfeiçoar o processo em andamento, com base na mitigação dos riscos (OLIVEIRA, SIANI, QUENTAL, PROTO, ROLLA, 2018).

De forma geral, o procedimento da FMEA requer a execução das seguintes etapas: (i) identificação de modos de falha conhecidos e potenciais do produto; (ii) identificação dos efeitos e da severidade de cada modo de falha do produto; (iii) identificação das possíveis causas e probabilidades de ocorrência para cada modo de falha; (iv) identificação dos modos de falha e sua probabilidade de detecção; e (v) avaliação do potencial de risco de cada modo de falha e definição de medidas para sua eliminação ou redução.

A avaliação e priorização de cada modo de falha são definidas através de três índices: (i) índice de ocorrência (O), associado à probabilidade de ocorrência de um determinado modo de falha e causa; (ii) índice de severidade (S), que indica a gravidade dos efeitos provenientes de um modo de falha; e (iii) índice de detecção (D), associado à probabilidade de detectar o modo de falha antes que ele chegue ao cliente, através de revisões de projeto, testes, medidas de controle de qualidade ou até mesmo por meio de medidas que previnam o uso indevido do produto por parte do usuário. O produto desses três índices permite obter um índice de risco de cada modo de falha (FRAK; PEDRINI; ECHEVESTE; RIBEIRO, 2014).

O FMEA não apresenta uma solução de tratativa dos desvios evidenciados, podendo também exigir um longo tempo necessário para analisar e definir os índices das possíveis falhas que possam ocorrer em todas as fases do produto ou processo, o que poderá resultar em desestímulo à aplicação da ferramenta. Além disso, a visualização da identificação das possíveis falhas no sistema de qualidade é melhor observada no Diagrama de Ishikawa (BASTOS, 2006)

3 - METODOLOGIA

Este trabalho possui uma abordagem qualitativa ao passo que busca compreender os fenômenos aqui apresentados, a partir de sua explicação e motivos e significados constatados e levando-se em consideração as subjetividades e os nuances, os quais não são quantificáveis (Vergara, 2009).

Quanto à natureza, apoiando-se em Vergara (2009) esta pesquisa se enquadra como aplicada, ou seja, busca gerar novos conhecimentos e uma efetiva aplicação prática, a fim de solucionar problemas específicos.

Em relação aos objetivos trata-se de uma pesquisa exploratória, a qual busca conquistar maior grau de familiaridade com um tema e quanto aos procedimentos técnicos, ou seja, as características e instrumentos utilizados neste estudo, foram utilizados a pesquisa bibliográfica, que se apoiou em materiais e outras pesquisas como fontes, livros e artigos científicos (Vergara, 2009).

Estudo de casos também foram utilizados, os quais, conforme Yin (2001) se apoiam na intenção de explorar e descrever situações reais, formular hipóteses, desenvolver teorias e explicar variáveis de causa de um fenômeno. No tocante aos estudos de caso foram abordados a aplicação da ferramenta diagrama de Ishikawa em uma empresa de embalagens e a aplicação do diagrama de causa e efeito em um processo produtivo do iogurte em um laticínio de pequeno porte.

4 - ANÁLISE E DISCUSSÃO

Alguns exemplos de casos reais foram selecionados para justificar a importância das ferramentas aplicadas, mostrando tanto a importância delas sendo utilizadas individualmente, quanto aplicadas em conjunto para um processo de melhoria da qualidade.

4.1 – Aplicação da ferramenta diagrama de Ishikawa em uma empresa de embalagens

O exemplo a seguir foi publicado no artigo “Implantação do Diagrama de Ishikawa no sistema de gestão da qualidade de uma empresa de fabricação termoplástica, para resolução e devolutiva de relatórios de não conformidade enviados pelo cliente”, onde a empresa base deste trabalho atua no mercado de embalagens plásticas desde 1990 (SILVA; OLIVEIRA; BORGES, MAIA, FRUCTUOZO, TORRICELLI, PEREIRA, 2018).

A necessidade da implantação do Diagrama de *Ishikawa* nesta empresa foi gerada devido à grande insatisfação de seus clientes com seu SAC, uma vez que:

- a) A forma em que se era dada a devolutiva não deixava claro a potencial causa da não conformidade.
- b) Falta de confiabilidade de que o problema não voltaria a ocorrer.
- c) Informações aleatórias e inadequadas.

Por se tratar de uma empresa termoplástica, com uma alta demanda anual sem épocas sazonais, o nível de não conformidade é alto. Buscando minimizar as reclamações e aumentar a satisfação dos clientes, a empresa optou por usar o Diagrama de Ishikawa para auxiliar no mapeamento do processo de atendimento ao cliente. Após apuração das causas da insatisfação dos clientes com o SAC da empresa, foi decidido uma nova estratégia para atender seus clientes.

A forma como as devolutivas eram dadas não deixavam claro a potencial causa da não conformidade.

As causas encontradas para a insatisfação com o SAC foram:

1. Falta de informações claras sobre o problema.
2. Informações que não passam credibilidade.
3. Relatório sem informações técnicas.
4. Relatório sem indícios de uma ação corretiva e preventiva.
5. Devolutiva dada sem avaliação correta das causas.

As 5 causas listadas acima tiveram as tratativas baseadas nas informações geradas pelo uso do *Ishikawa*. A aplicação da ferramenta possibilitou a criação de um sistema de brainstorming entre os integrantes da equipe para apurar as informações sobre o problema, surgindo:

1. Com informações mais precisas, foi possível elaborar um relatório mais técnico que automaticamente passa mais credibilidade.
2. Foi criado um treinamento e orientações de como se montar o diagrama e as conclusões.
3. No relatório de devolutiva foi criado um campo de *plano de ações*, onde é possível adicionar ações corretivas e preventivas.
4. Criado um campo para se realizar uma conclusão da causa raiz do problema. Ao longo da implementação surgiram empecilhos que dificultavam os desdobramentos, como a política da empresa que sempre fazia o uso de um formato de gestão/ferramentas, e

custava a abrir mão para inovar o seu sistema de RNC (Relatório de não conformidade), pois apenas sabiam enxergar o lado negativo do Diagrama de Ishikawa, como por exemplo não focalizar necessariamente as causas que devem efetivamente ser atacadas ou não apresentar os eventuais relacionamentos entre as diferentes causas.

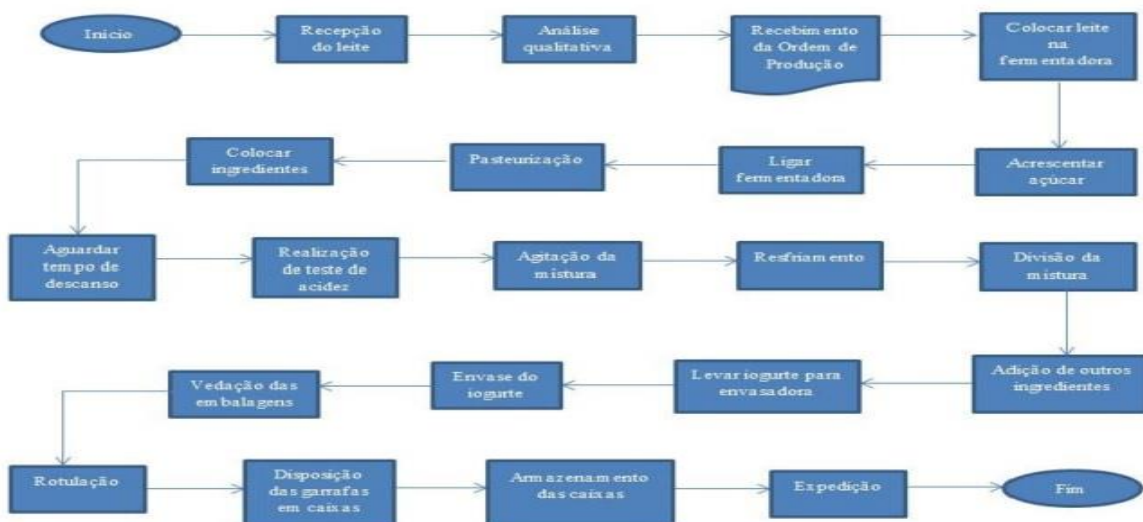
Neste cenário, a Análise de Modo e Efeito de Falha poderia ser aplicada de forma a traçar uma criticidade para cada tratativa a ser realizada, estruturando uma ordem na tratativa dos problemas apresentados. (SILVA; OLIVEIRA; BORGES, MAIA, FRUCTUOZO, TORRICELLI, PEREIRA, 2018)

4.2 Aplicação do diagrama de causa e efeito em um processo produtivo do iogurte em um laticínio de pequeno porte

A situação a seguir foi publicada no artigo “FMEA: Aplicação da ferramenta de qualidade no processo produtivo do iogurte em um laticínio de pequeno porte”, onde a empresa base deste trabalho atua em uma pequena cidade do estado de Minas Gerais (SILVA; CHAGAS; AVELAR; SILVA, 2015).

Trata-se de uma empresa de pequeno porte que conta com três funcionários, sendo um o gerente e outros dois responsáveis pela produção, situada na região centro-oeste de Minas Gerais e no momento do estudo, já atuava há três anos no mercado da cidade, ofertando também seus produtos em outras cidades da região, no intuito de ampliar seu mercado cada vez mais. No que tange à produção, a empresa produz iogurtes nos sabores morango, coco, ameixa e pêssago, bem como doce de leite pastoso ou em pedaços. Pautou-se do uso da ferramenta FMEA para análise do processo do iogurte, a fim de identificar os modos de falha e assim propor melhorias de qualidade em seu processo produtivo, conforme figura 2, a seguir:

Figura 2 - Fluxograma do processo de produção de iogurte no laticínio



Fonte: SILVA- Fmea: Aplicação Da Ferramenta De Qualidade No Processo Produtivo Do Iogurte Em Um Laticínio De Pequeno Porte (2015).

Com base na observação e mapeamento do processo produtivo do iogurte, pôde-se aplicar a ferramenta FMEA para encontrar os potenciais modos de falhas do processo em questão e então propor ações preventivas para os mesmos. Os índices de severidade, ocorrência e detecção dos modos de falhas foram julgados pela equipe formada pelos autores do artigo. O número de prioridade de risco para cada parte analisada do processo foi obtido através da multiplicação dos critérios de riscos (SxOxD).

Pela análise foi possível perceber que as partes do processo que possuem maior número de prioridade de risco são o teste de acidez e o envase que possuem o número de prioridade de risco respectivamente, 108 e 200, conforme figura 3, a seguir:

Figura 3 - Demonstração do FMEA aplicado a produção do Iogurte

Processos	Modo de Falha	Efeito da Falha	Causa da Falha	S	O	D	NPR	Ação corretiva recomendada
Recebimento do leite	Contaminação do leite	Descarte do leite	Falha no fornecedor	10	6	1	60	Análise minuciosa das características do leite
Pasteurização	Temperatura acima de 90°C	Temperatura acima no processo de aquecimento pode influenciar nas características do produto	Controle inadequado da temperatura Termômetro desregulado	7	3	2	42	Treinamento para os operadores e conscientização acerca da limpeza do aparelho
	Temperatura abaixo de 38°C	O mesmo serve para o refinamento feito a uma temperatura inferior a 38°C	Controle inadequado da temperatura Termômetro desregulado	7	3	2	42	
Repouso da mistura	Tempo inferior a seis horas	Influência nas características do produto, visto que a mistura deve ficar no mínimo 6 horas em descanso	Controle inadequado do tempo	7	3	1	21	Controle do tempo de repouso
Teste de acidez	Erros de medidas		Medição errada pelo funcionário responsável	9	2	6	108	Realizar inspeção
Resfriamento	Tempo de quebra da primeira coalhada inferior a 1 hora do início do resfriamento	O tempo não foi suficiente para fazer a quebra da primeira coalhada	Contagem errada do tempo inicial do processo de resfriamento	8	3	3	72	Utilizar um cronômetro para iniciar o tempo de resfriamento
Envase	Limpeza	Contaminação do iogurte com produtos químicos	Operador sem treinamento adequado	10	4	5	200	Treinamento e conscientização quanto à limpeza da envasadora
Rotulação	Rótulos rasgados ou borradados	Clientes insatisfeitos Altera a estética dos frascos	Análise errônea por parte do funcionário responsável	6	8	1	48	Controle dos rótulos
Armazenamento	Temperaturas superiores ou inferiores a 5°C	A qualidade do produto pode ser afetada, uma vez que a temperatura de armazenamento antes da expedição final é de 5°C	Controle errôneo de temperatura	7	4	2	56	Inspeção rigorosa no termômetro da câmara de refrigeração

Fonte: SILVA- Fmea: Aplicação Da Ferramenta De Qualidade No Processo Produtivo Do Iogurte Em Um Laticínio De Pequeno Porte (2015).

Convém salientar que, a FMEA é uma ferramenta de suma importância no que concerne à tomada de decisões, uma vez que com a mesma é possível reduzir riscos e dessa forma, minimizar custos e evitar retrabalho (SILVA; CHAGAS; AVELAR; SILVA, 2015).

Contudo, a ferramenta não apresenta uma solução ao problema e não expõe de forma clara todos os gargalos do processo assim como o diagrama de *Ishikawa*, mas norteia de forma assertiva qual o ponto mais crítico do processo para uma tratativa. A ferramenta 5W2H foi usada para desenvolver um plano de ação com o intuito de abordar como cada uma das tratativas seria desenvolvida. (SILVA; CHAGAS; AVELAR; SILVA, 2015)

4.3 Aplicação da ferramenta diagrama de Ishikawa e do diagrama de causa e efeito

O exemplo a seguir corresponde a um estudo de caso do artigo Melhoria no desenvolvimento de produto: uma aplicação da ferramenta FMEA, onde é aplicada a ferramenta de qualidade FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) e do diagrama de Ishikawa junto ao processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de bolsas e acessórios femininos da região do Vale dos Sinos (TONDINI; DREGER; 2016).

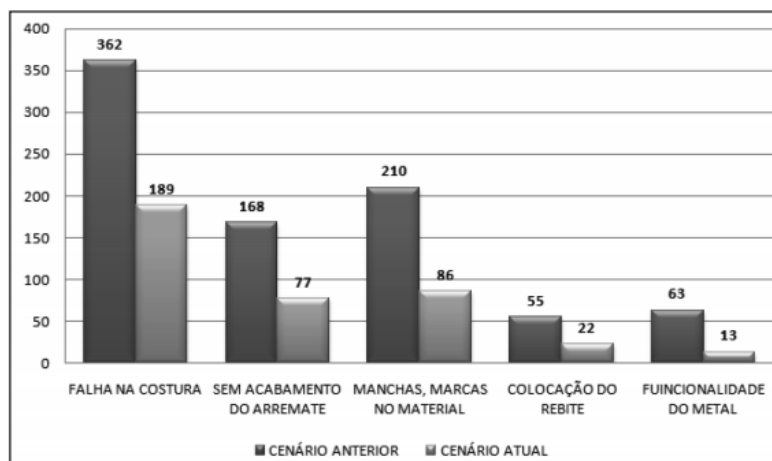
Analisando os dados extraídos do software de controle para as peças recebidas de devoluções dos clientes, foi possível identificar que o maior percentual dos defeitos ocorria por “problema de desenvolvimento de produto”. A empresa preocupada com sua imagem diante de seus clientes e do seu posicionamento no mercado, aceitou a proposta de trabalho a ser realizado no setor de desenvolvimento de produto.

O projeto foi dividido em etapas, onde inicialmente foi realizado o planejamento, que consiste na aplicação da metodologia, na descrição dos objetivos e abrangência da análise, formação da equipe FMEA e do cronograma com o agendamento das reuniões. Ainda nessa etapa, foi realizada a técnica do brainstorming para levantamento de ideias. Posteriormente, foram realizadas as análises e o preenchimento do Diagrama de Ishikawa, possibilitando uma visão ampla dos problemas e as causas básicas relacionadas. Nessa fase, cada participante do projeto ressaltou as possíveis causas das falhas encontradas no Brainstorming.

Seguindo para as análises e o preenchimento da FMEA e efetivado a multiplicação dos três índices: severidade, ocorrência e detecção, que resultou no Risk Priority Number (RPN), que foi responsável pelo ranking de falhas para elaborar as propostas de melhoria do processo.

Após as implementações das propostas de melhoria derivadas do FEMEA, bem executado com o apoio do Diagrama de Ishikawa, foi possível elaborar um gráfico, em estaque na figura 4, para verificar as melhorias.

Figura 4 –Gráfico aplicado ao processo de devoluções de produtos após a implementação de melhorias



Fonte: TONDINI, Renata; DREGER, Ademir Anildo - Melhoria no desenvolvimento de produto: uma aplicação da ferramenta FMEA (2015).

O gráfico apresenta o número de defeitos referentes a cada item observado, considerando a avaliação antes e após a aplicação das ferramentas de qualidade junto ao processo. Cada atividade realizada durou em média 30 dias e desde o início da implementação já foi possível observar as melhorias na gestão das falhas (TONDINI; DREGER; 2016).

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os exemplos apresentados no presente trabalho apontam viabilidade na aplicação conjunta das ferramentas Diagrama de Causa e Efeito (Diagrama de Ishikawa/ Espinha de peixe) e a Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA) complementando informações e aprimorando o sistema de qualidade, independentemente do tamanho e escala de produção do estabelecimento.

Com a utilização do FMEA em associação com o diagrama de Ishikawa é possível ter uma percepção abrangente de todo processo, onde os problemas são detalhados e correções são passíveis de serem feitas minimizando e a eliminando os mesmos. Cabe destacar que, ao longo da implementação de tais ferramentas sempre existe a possibilidade do surgimento de empecilhos que dificultam sua efetiva aplicação, como as políticas e culturas das empresas que as vezes deixam de inovar para focar apenas nas desvantagens e lacunas existentes nas ferramentas da qualidade. Um exemplo que evidencia tal afirmação diz respeito ao Diagrama de Ishikawa, por não focalizar necessariamente as causas que devam ser efetivamente tratadas ou não apresentar os eventuais relacionamentos entre as diferentes causas.

Em todos os exemplos presentes as ferramentas poderiam ser aplicadas de forma associadas e mesmo separadamente apresentaram ganhos para as empresas. Dessa forma, pode-se perceber que a FMEA e o Diagrama de Ishikawa mostraram ser ferramentas muito interessantes tanto para grandes organizações como também para as microempresas que querem sobreviver num mercado altamente competitivo.

A pesquisa em questão abre oportunidade para demais estudos no sentido de se avaliar a aplicação conjunta de outras ferramentas da qualidade, visando potenciá-las em prol de resultados organizacionais sustentáveis, ou seja, que atendam a todas as partes interessadas.

REFERÊNCIAS

BASTOS, André Luís Almeida; FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Como Ferramenta de Prevenção da Qualidade em Produtos e Processos – Uma Avaliação da Aplicação em um Processo Produtivo de Usinagem de Engrenagem; **XXVI Encontro Nacional De Engenharia De Produção** – 2006; disponível em :< http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2006_tr470324_8144.pdf>

CHEN, W. (1997). The human side of total quality management in Taiwan: leadership and human resource management. **International Journal of Quality & Reliability Management**, 1997, p. 24-45. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1108/02656719710156761> >

FRANK, Alejandro Germán; PEDRINI, Danilo Cuzzuol; ECHEYESTE, Marcia Elisa; RIBEIRO, José Luis Duarte - Integração do QFD e da FEMEA Por Meio De Uma Sistemática Para Tomada De Decisões No Processo De Desenvolvimento De Produtos; **Revista Produccion**, 2014; p. 295-310. Disponível em: < https://www.scielo.br/pdf/prod/v24n2/aop_0728-12.pdf >

FLYNN, B. B., SCHROEDER, R. G., SAKAKIBARA, S - A framework for quality management research and associated measurement instrument. **Journal of Operations Management**, 1994; 339-366. Disponível em: < [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(97\)90004-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(97)90004-8) >

FOTOPOULOS, C., PSOMAS, E - The use of quality management tools and techniques in ISO 9001:2000 certified companies: the Greek case. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 2009, 564-580. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/17410400910977091>>

Guia de Referência Excelência da Gestão - **FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE**, São Paulo, 2016. P. 6, 7 e 10

LIMA, Ana Carolina Felizardo - Gestão E Melhoria De Processos Em Uma Indústria Farmacêutica Pública: Estudo De Caso Da Gestão De Projetos De Desenvolvimento De Medicamentos – **Universidade Federal Fluminense**, Rio de Janeiro, 2016, p.53, 54,64 e 65. Disponível em: -
<<https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/4104/3/Dissert%20Ana%20Carolina%20Felizardo%20Lima.pdf>>

SABINO, Claudia de Vilhena Schayer; JUNIOR, Rafael Mariani; SABINO, George Schayer; LOBATO, Wolney; AMARAL, Fernando Costa - O uso do diagrama de Ishikawa como ferramenta no ensino de ecologia no ensino médio – **Educação & Tecnologia**, Belo Horizonte, V.14, n. 3, p.52-57 – 2009. Disponível em: <<https://seer.dppg.cefetmg.br/index.php/revista-et/article/viewFile/232/234> >

SILVA, André Luis; OLIVEIRA, Erivan Da Silva; BORGES, José Aparecido; MAIA, Pedro Henrique Moreira; FRUCTUOZO, Roseli Aparecida; TORRICELLI, Telma Aline; PEREIRA, Luiz Carlos. Implantação Do Diagrama De Ishikawa No Sistema De Gestão Da Qualidade De Uma Empresa De Fabricação Termoplástica, Para Resolução E Devolutiva De Relatórios De Não Conformidade Enviados Pelo Cliente. **Revista Gestão e Foco**, , p 387 – 307. Disponível em: <https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/08/028_Artigo_Ishikawa.pdf >

SILVA, Estefânia Paula; CHAGAS, Rafaela Leite; AVELAR, Romenique Jose; SILVA, Rodrigo Herman - Fmea: Aplicação Da Ferramenta De Qualidade No Processo Produtivo Do Iogurte Em Um Laticínio De Pequeno Porte - **XXXV Encontro Nacional De Engenharia De Produção**, Fortaleza, Outubro - 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_207_231_27526.pdf>

OLIVEIRA, Monique Gurgel; SIANI, Antônio Carlos; QUENTAL, Cristiane Machado; PORTO, Tiago Filgueiras; ROLLA, Valéria Cavalcante - Uso da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) Como Ferramenta Para Mapear Os Riscos Em Um Estudo Clínico – **Revista Visa Em DEBATE**, 2018; p. 7-17. Disponível em: <<https://visaemdebate.incqs.fiocruz.br/index.php/visaemdebate/article/view/1024/445> >

TONDINI, Renata; DREGGER, Ademir Anildo - Melhoria no desenvolvimento de produto: uma aplicação da ferramenta FMEA –**Universo Acadêmico**, 2016, V.9, n.1; p. 153-174. Disponível em: <https://www2.faccat.br/portal/sites/default/files/UA2016_melhoria.pdf >

VALENTIM, Édipo de Castro. Ferramentas da qualidade aplicadas ao gerenciamento de manutenção: Estudo de caso em uma frota de caminhões. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 04, Ed. 01, Vol. 05, pp. 87-136 Janeiro de 2019. Disponível em : <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-mecanica/gerenciamento>>

Vergara, S.C. (2009). *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 11. ed. São Paulo, SP, Brasil: Atlas.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.