Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v3,2023/03
ISSN 2178-6925

POTENCIALIDADES DA FERRAMENTA DE QUALIDADE FMEA NA MELHORIA DOS PROCESSOS NAS ORGANIZAÇÕES

POTENTIAL OF THE FMEA QUALITY TOOL IN IMPROVING PROCESSES IN ORGANIZATIONS

Aline Pereira de Andrade
Bacharel em Administração, IFMG/SJE, Brasil
E-mail: lynepereiraandrade@gmail.com
Cássio Martins Nunes
Bacharel em Administração, IFMG/SJE, Brasil
E-mail: lynepereiraandrade@gmail.com
Éber Lopes Mendes
Professor do IFMG/SJE, Especialista em Controladoria e Finanças/UFLA, Brasil
E-mail: eber.mendes@ifmg.edu.br
José Leonardo de Oliveira Rodrigues
Professor do IFMG/SJE, Mestre em Administração/Unihorizontes, Brasil
E-mail: jose.leonardo@ifmg.edu.br

Recebimento 20/02/2023 Aceite 03/03/2023

Resumo

O presente trabalho enfatizou acerca das potencialidades da ferramenta de qualidade denominada *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), destacando seu papel na melhoria dos processos nas instituições. A alta exigência do mercado atual faz com que seja necessário o uso de algumas ferramentas por parte das instituições para que os anseios da clientela possam ser atendidos, principalmente com a qualidade. O FMEA destaca-se por ser uma ferramenta de qualidade que pode ser utilizada em diferentes tipos de processos e produtos, em conjunto ou não, com outras ferramentas. O objetivo geral da pesquisa foi analisar a importância da ferramenta de qualidade, FMEA, para a manutenção e visibilidade da empresa no mercado. Para a realização do trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica, com aporte qualitativo e descritivo, utilizou-se, como proposta de análise, um estudo de caso de um laboratório de análises clínicas da cidade de São João Evangelista, localizada na região do Vale do Rio Doce em Minas Gerais. Por ser uma

ferramenta que analisa as falhas decorrentes dos processos e produtos, o FMEA possibilita que as instituições tomem medidas e decisões mais rápidas, em qualquer das fases em que elas ocorram, evitando a manifestação desta, contribuindo para a manutenção e confiabilidade das organizações.
Palavras-chave: Ferramenta de Qualidade; FMEA; Modo de Falha.

Abstract

The present work emphasized the potential of the quality tool called Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), highlighting its role in improving processes in institutions. The high demand of the current market makes it necessary for the institutions to use some tools so that the wishes of the clientele can be met, mainly with quality. The FMEA stands out as a quality tool that can be used in different types of processes and products, together or not with other tools. The general objective of the research was to analyze the importance of the quality tool, FMEA, for the maintenance and visibility of the company in the market. To carry out the work, a bibliographical review was carried out, with a qualitative and descriptive contribution, a case study of a clinical analysis laboratory in the city of São João Evangelista, located in the Vale do Rio region, was used as an analysis proposal. Sweet in Minas Gerais. As it is a tool that analyzes failures resulting from processes and products, the FMEA enables institutions to take faster measures and decisions, in any of the phases in which they occur, avoiding their manifestation, contributing to the maintenance and reliability of organizations.
Keywords: Quality Tool; FMEA; Fail mode.

1. Introdução

O fenômeno de integração econômica, social e cultural do espaço geográfico, mais conhecido como globalização, além favorecer o comércio em geral, aumentou, significativamente, a competitividade entre as empresas contemporâneas. Nesse diapasão, as instituições vêm, cada vez mais, buscando destaque em seus respectivos mercados, através do estabelecimento de maior qualidade para seus serviços e produtos (SILVA et al., 2015).

O presente trabalho versa sobre a importância de uma ferramenta de qualidade nas organizações, o *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), que, de acordo com Slack, Chambers e Johnston (2002), visa identificar as características

ISSN 2178-6925

do processo quanto a tipos de falhas, através de questionamentos referentes à consequência da própria falha, probabilidade de ocorrência e probabilidade de detecção antes de afetar o cliente, sendo que, neste trabalho, serão destacadas suas potencialidades, com o intuito de conhecer melhor o seu funcionamento, o qual gera melhorias nos processos das organizações.

Conforme foi enfatizado, a alta exigência do mercado atual faz com que seja necessário o uso de algumas ferramentas, para que os anseios da clientela possam ser atendidos com a qualidade exigida. Assim, este trabalho busca ser justificado pelas tendências, que as organizações atuais precisam estar atentas, à melhoria contínua de seus processos e qualidade dentro deles.

Diante de um cenário no qual a competitividade e a qualidade são parte do corpo de uma empresa de destaque, surgiu a seguinte questão-problema: como o FMEA pode impactar na melhoria de qualidade dos processos de uma instituição?

Como objetivo geral, busca-se compreender qual é a importância da ferramenta FMEA para a manutenção e visibilidade da empresa no mercado. Já em relação aos objetivos específicos, buscou-se descrever sobre a gestão da qualidade nas organizações, descrever a necessidade de se ter boas ferramentas para o gerenciamento da qualidade, ampliar o conhecimento de uma ferramenta de qualidade, em específico a FMEA, e trazer as potencialidades que essa ferramenta pode trazer para as organizações, enfatizando um estudo de caso.

O presente trabalho justifica-se, no âmbito acadêmico, pelo fato de ampliar os estudos em ferramentas de qualidade aplicadas às organizações, uma vez que a utilização de ferramentas de qualidade tem muito a contribuir para o sucesso destas, bem como aprimorar a compreensão acerca do FMEA, destacando seus diferenciais e características. Já no quesito empresarial, esta pesquisa se justifica pela sua abordagem de fácil aplicação e busca trazer maior envolvimento do corpo gerencial da empresa em relação à equipe produtiva.

A pesquisa terá como principal modelo uma revisão bibliográfica, qualitativa e descritiva, pautando-se na exposição e explicação de ideias de variados autores. Para a pesquisa bibliográfica, usou-se uma abordagem fundamentada em livros, revistas, periódicos e artigos selecionados por meio de buscas em sites

ISSN 2178-6925

de bancos de dados e livros. O período do material pesquisado abrange os trabalhos publicados entre os anos de 1999 e 2022. Os principais autores utilizados foram Silva et al. (2015), Sakurada (2001) e Almeida, Paiva e Oliveira (2010), dentre outros. Como resultado, buscou-se analisar um estudo de caso de um laboratório de análises clínicas na cidade de São João Evangelista, localizada na região do Vale do Rio Doce em Minas Gerais.

2. Revisão da Literatura

Quando o assunto é qualidade, é possível encontrar muitos conceitos de variados autores sobre o termo. Alves (2001) entende que o vocábulo remete à conformidade com as especificações de determinado produto, tal como pode estar ligado a fatores de atratividade do mercado. Para outros, como Silva et al. (2015), qualidade está relacionada com a inexistência de vícios de um produto, associado com as características deste, uma vez que, quanto melhores são as características do bem, em consequência, melhor será a sua qualidade. Da mesma forma, ocorre quando as características são deficientes, gerando maior falha do produto.

Vale a pena ressaltar a definição de qualidade trazida por Campos (1999), que denota a qualidade como a assistência, segura, confiável e acessível, às necessidades do consumidor, quando da elaboração de algum serviço ou produto. Nesse entendimento, a qualidade não estaria diretamente relacionada com a falta de imperfeições de um bem, mas sim à satisfação e contentamento do cliente.

Pode-se observar, atualmente, na maior parte das instituições, como a questão da qualidade se tornou um escopo, isto é, um alvo, tendo em vista que a oferta de serviços e produtos de qualidade superior proporciona à empresa uma vantagem competitiva em seu respectivo mercado (SILVA et al., 2015).

Certo é que o cerne da qualidade tem se conduzido à geração de novos benefícios para os consumidores, bem como para a constituição de uma marca própria para a instituição. Logo, é possível afirmar que a qualidade está se transformando em um significativo conceito gerencial, sobretudo quando o cenário

ISSN 2178-6925

é de negócios de ampla competitividade (SILVA et al., 2015). Acerca da relação da qualidade com competitividade, Roic e Almeida acrescentam que:

> A recognição de que a qualidade é um recurso estratégico eficiente em um mercado cada vez mais competitivo tem obrigado as instituições a instituírem programas, objetivando a melhoria de seus produtos e serviços. Conquistar uma vantagem competitiva que garanta a sustentabilidade da empresa e a sua dominância do mercado, no que se refere a contentar os clientes e, sobretudo, melhorar a qualidade, depende muito dos componentes da gestão da qualidade, bem como pela implementação de ferramentas da Qualidade e técnicas de gestão da qualidade (ROIC e ALMEIDA, 2019, p. 2).

Ao construir uma visão planejada e procedimental da qualidade, dentro da instituição, destaca-se o fato de a qualidade ser algo essencial e elementar para a sobrevivência e para o realce da empresa no mercado, por isso a importância da absorção do conceito por todos os componentes da organização (CARVALHO e PALADINI, 2005).

Ao gerir a qualidade, a empresa se propõe a estar em um local de excelência, que possibilite a conquista de resultados apropriados. Através dessa gestão, cria-se um valor sustentável, de maneira dinâmica e com permanência de propósitos. Roic e Almeida (2019) destacam que a empresa, em um patamar de excelência, organiza-se por diversos meios, sistemas, processos, visando à maximização e otimização contínua de novos conhecimentos.

Visto que a qualidade é mais do que a ausência de defeitos em produtos e serviços, bem como que esta é uma ferramenta de destaque para a instituição, torna-se fundamental a gestão da qualidade, pois, além de proporcionar alta competitividade, figura como um parâmetro para melhoria da produtividade e satisfação dos consumidores. Logo, muitas empresas, como as de manufaturas, prezam por uma engenharia de qualidade, que nada mais é do que um agregado de metodologias, que estabelecem critérios e medidas de qualidade, para um determinado produto, com o objetivo de atinar falhas, que não correspondem com os critérios estabelecidos pela inspeção, liquidando as causas que ocasionaram as falhas, antes que o produto final vá para o mercado (ALMEIDA et al., 2014).

Outra forma de trabalhar com a qualidade de forma eficiente é através das ferramentas de qualidade, que vêm sendo frequentemente usadas pelas empresas

ISSN 2178-6925

modernas, também objetivando a mais alta qualidade, tal como a melhoria de produtos e processos e, ainda, a redução dos custos. A aplicabilidade de ferramentas da qualidade propõe-se à investigação dos efeitos e das causas de transtornos e falhas, baseando-se em dados e informações. Ferreira (2009) complementa que o desígnio das ferramentas da qualidade é o de amparar os gestores na averiguação de fatos e nas tomadas de decisão.

Vale a pena ressaltar, por oportuno e necessário, que as falhas nada mais são do que ocorrências que atestam a inadequação de um recurso para o uso (ALMEIDA; PAIVA; OLIVEIRA, 2010). Outros autores como Fagundes et al. (2006) explicam o vocábulo como um episódio desdenhado e ocasionador de erros e mau funcionamento do processo produtivo.

Certo é que, apesar de nenhuma operação produtiva ser insuscetível a falhas, em alguns casos, é fundamental que estas, praticamente, não aconteçam, tendo em vista que podem acarretar prejuízos em larga escala, como por exemplo, serviços de fornecimento de energia para hospitais ou para aeronaves, dentre outros. Em outras circunstâncias, as falhas são incidentais, pelo que podem não vir a representar grandes abalos ao processo, e, muitas vezes, são até negligenciadas, devido à sua irrelevância (SLACK et al., 2002).

Sobre as falhas, Almeida, Paiva e Oliveira complementam que:

> Sem dúvida, as instituições necessitam começar a discriminar as diferentes falhas e dispensar atenção especial àquelas que são inerentemente críticas ou que, possivelmente, venham a repercutir negativamente na produção ou serviço. Nesse cenário, é possível discriminar os diferentes tipos de falhas em: Intermitente e Estendida, Completas e Parciais e, em última categoria, Graduais ou Súbitas, sucedendo em falhas de degradação, ou falhas catastróficas. Além desta caracterização, as falhas podem ser decorrentes de desgaste, mau uso ou atinentes à fragilidade de materiais ou projeto construtivo (ALMEIDA; PAIVA; OLIVEIRA, 2010, p. 3).

Ademais, cerca de 85% das falhas, no geral, que abalam a expectativa do consumidor estão associadas à deficiência dos processos produtivos e dos sistemas de apoio à gestão. Com isso, as vendas diminuem, e ocorrem perdas de mercado, colocando em risco a sobrevivência da instituição (CARPINETTI, 2010).

ISSN 2178-6925

O reconhecimento, a investigação, o controle e o trabalho na causa raiz dos problemas, de forma a suprimir ou diminuir as falhas, ainda constituem um grande desafio para algumas instituições. Porém, devido à grande concorrência existente nos dias atuais, acaba-se por exigir das empresas determinadas posturas em aspectos como custo, prazo e inovação (JUNIOR et al., 2014).

Decerto, a qualidade para um produto ou serviço de uma instituição atual, tornou-se algo essencial, bem como a identificação das falhas decorrentes dos processos de produção ajuda a atingir a qualidade ideal para cada segmento. Por isso, as empresas se valem da engenharia e das ferramentas de qualidade, especialmente, da última (ROIC e ALMEIDA, 2019).

As ferramentas da qualidade são técnicas que podem ser empregadas em variados eventos dentro do ambiente produtivo, concebidas para potencializar atividades de produtos e serviços, promovendo a redução de falhas, risco e o melhoramento de processos, isto é, buscam conferir excelência nas atividades, como peça importante de um programa de gestão da qualidade (ROIC e ALMEIDA, 2019).

O que deve ser observado, no entanto, é o fato de que o profissional deve possuir experiência para que a aplicação das ferramentas da qualidade possa ser efetiva, de modo a aumentar a qualidade em qualquer que seja o processo realizado pela empresa. Para tanto, necessita ter pleno conhecimento do que é modo de falhas e efeitos (SILVA et al., 2015).

Modo de falha pode ser definido como a maneira pela qual o defeito é evidenciado, sendo este uma propriedade característica de cada item. O modo de falha é usado para pormenorizar o processo, tal como o mecanismo de falha. Já o efeito de falha é a forma exteriorizada pelo modo de falha. Contendo a relação entre o modo de falha e o efeito, é possível a obtenção de um grande apoio para a realização da análise de confiabilidade, bem como para os processos de manutenção que serão aplicados. Em contrapartida, os modos de falha podem externar o mesmo efeito e isso é um problema existente nesse liame (SAKURADA, 2001).

Dentre as ferramentas da qualidade que são mais utilizadas nas instituições, destaca-se a *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), que tem sido empregada

ISSN 2178-6925

em variados tipos de produtos e processos. Objetivando a redução ou, até mesmo, a supressão dos riscos ligados a cada modo de falha, merece destaque e aprofundamento, uma vez que sua finalidade é de grande serventia para inúmeras instituições (FERREIRA, 2009).

O FMEA é derivado da expressão em inglês "*Failure Mode and Effects Analysis*", que é sinônimo de Análise dos Modos e Efeitos das Falhas. O FMEA é uma ferramenta da qualidade, indispensável para o gerenciamento dos processos, seja ele de um produto ou serviço. Ainda, pode ser empregada conjuntamente com outras ferramentas, destacando-se: Análise da Árvore de Falhas (FTA), *Quality Function Deployment* (QFD) e Mapas Cognitivos *Fuzzy* (FCM), dentre outras (SILVA et al., 2015).

Nesse sentido, pode ser utilizada em diferentes áreas de uma organização de modo independente ou como parte de sistemas de qualidade, tais como ISO 9000, QS-9000, planejamento de qualidade de produto avançado (APQP) ou *Six Sigmas* (FERNANDES, 2016), outrossim, pode ser adaptada de diferentes formas, dependendo dos objetivos (CICCO, 2021).

Criado com a finalidade de redução ou supressão dos riscos relacionados a cada modo de falha aferido, o FMEA constitui-se como método qualitativo, para se apurar a fidedignidade dos processos, no qual são examinadas as modalidades de falhas presentes em cada item. Portanto, delimitam-se os efeitos de cada modalidade de falhas, no tocante aos demais itens, ou ainda, pode ser empregado para alguma outra função específica (SILVA et al., 2015). Sakurada salienta que:

> A FMEA é uma técnica analítica a ser utilizada por uma equipe de trabalho multidisciplinar, com a finalidade de detectar os potenciais modos de falha, tal qual as suas possíveis causas. No que lhe diz respeito, essa abordagem sistemática possibilita que o profissional tenha disciplina mental para que possa aumentar a confiabilidade e qualidade de qualquer processo de manufatura. A sua utilização importa em conhecimento pleno a respeito do que é modo de falhas e efeitos (SAKURADA, 2001, p. 61).

Conforme visto anteriormente, o modo de falha é o termo usado para pormenorizar e caracterizar o processo, tal como os mecanismos de falhas que surgem nos itens. Já o efeito é o meio pelo qual a falha se expressa. Cada item pode ter diversos modos de falha, sendo que uma falha se torna mais perceptível a

ISSN 2178-6925

depender da função desempenhada pelo respectivo item, em cada caso em específico. Da mesma forma, acontece com o efeito (CASTRO, 2000).

A vinculação entre modo de falha e efeito, se bem equilibrada, transforma-se em larga ajuda, no que tange à análise da confiabilidade, tal como para os processos de manutenção a serem executados. Por serem muitos os modos de falha e, por se manifestarem, muitas vezes, de forma parecida, a dificuldade encontrada nessa relação é grande, por apresentarem o mesmo efeito (CASTRO, 2000). Destarte, destacam-se as palavras de Sakurada que complementa o tema:

> Outro ponto de vista significativo a ser levantado na análise do FMEA é o fator gerador do modo de falha. Mesmo que muitos modos de falha sejam característicos ao item em análise, o estudo das causas possibilita aprofundar a relação entre o item e a função e constituir procedimentos mais obstinados, para um melhor aproveitamento dos efeitos, nas suas primeiras manifestações, no sentido de tomar as precauções e ações exigidas, antecipando-se à perda da função devido à uma eventualidade do modo de falha (SAKURADA, 2001, p. 66).

Ressalta-se ainda que o FMEA pode ser utilizado tanto para processos, sistemas e para produtos. No produto, a FMEA destina-se a considerar as possíveis falhas nas especificações dos projetos. Com relação a processos, consideram-se as supostas falhas relativas ao planejamento, assim como à execução de processos. Porém, evidencia-se que alguns usuários fazem críticas sobre a ferramenta, com relação ao tempo gasto por ela; no entanto, essa questão vem sendo otimizada por intermédio do uso de FMEAs automatizados. Já a FMEA de sistema é usada para a avaliação de falhas em sistemas nas etapas iniciais de conceituação e projeto. As falhas do sistema são evidenciadas no que tange às suas funcionalidades e no que diz respeito ao atendimento dos anseios da clientela, isto é, está ligada, diretamente, à assimilação do cliente ao sistema (PALADY, 2004).

Com o avanço e progresso da computação, das linguagens e das interfaces para programação, os FMEAs automatizados estão sendo mais facilmente desenvolvidos. Hoje, existem *softwares* para ajudar com determinadas atividades, como o preenchimento de formulários, administração de reuniões e cadastro de falhas, sendo que, alguns, até mesmo, possibilitam que os integrantes de

ISSN 2178-6925

determinada reunião, possam executar o mesmo FMEA, ainda que estejam em locais diferentes um dos outros (SAKURADA, 2001).

Vale a pena salientar que a ferramenta FMEA desempenha a análise *bottom-up*, visto que o raciocínio desta é processado de baixo para cima. Ainda, a análise feita é dedutiva e, portanto, não há a obrigação da realização de cálculos mais elaborados (PALADY, 2004).

Com o uso da ferramenta FMEA, é possível potencializar os processos nas organizações, visto que esta se propõe a fomentar ações que sejam aptas a reduzir ou corrigir os modos de falhas. Em uma empresa, o uso desse recurso produz múltiplos benefícios, como: redução de custos e economia de tempo e desenvolvimento para facilitar o planejamento de testes mais efetivos; solução de problemas; contenção de transformações na engenharia; aumento da satisfação da clientela; obtenção e manutenção do avanço dos produtos e dos processos; diminuição de eventos não esperados, dentre outros (STAMATIS, 2003).

A FMEA é empregada por meio de formulários. A partir da análise das possíveis falhas, é possível se fazer o preenchimento dos formulários em campos apropriados à devida função e característica do processo, tipos de falhas, causas, efeitos, assim como as ações de controle sugeridas para o processo. Procedendo-se a uma avaliação dos riscos, faz-se possível a atribuição de indicativos para cada causa, sendo: severidade (S), ocorrência (O) e detecção (D) (SILVA et al., 2015).

Para a realização dos cálculos das prioridades, é preciso levar em consideração os indicativos supramencionados. Destarte, a partir deles, é possível eleger quais modos de falha de um produto ocasionam mais riscos ao cliente e para a instituição. O número da prioridade do risco (NPR) é o produto da multiplicação das variáveis S, D e O. A severidade é um índice que não pode ser diminuído ou suprimido, porque ela depende somente do nível de problemas que o efeito da falha acarreta ao cliente. Para que seja estabelecido o risco relativo a cada falha, deve-se multiplicar a pontuação da severidade, pelos números de ocorrência e detecção (FERNANDES e REBELATO, 2006).

As etapas para a execução do FMEA são as seguintes: constatar os modos de falha já reputados e com potencial; diferenciar os efeitos de cada modo de falha, e sua alusiva severidade; discernir os meios de detecção do modo de falha, bem

ISSN 2178-6925

como sua viabilidade de percepção; aferição do potencial de risco de cada modo de falha, com a definição de ações para sua minoração ou extinção (FERNANDES e REBELATO, 2006).

Feitas as análises acerca dos modos de falha e seus efeitos, são adotadas ações que, *a posteriori*, receberão uma reavaliação e serão documentadas. Logo, o material elaborado pelo FMEA objetiva-se ser uma ferramenta para prognóstico de falhas, bem como contribuir para o desenvolvimento e para a análise de processos, serviços ou projetos de produtos. Por ser um registro, o FMEA impede que problemas antecessores venham a ocorrer reiteradamente, gerando uma melhoria contínua para a empresa, pois é um documento vivo e atualizado, que retrata as mais novas modificações efetuadas em um produto ou processo (SAKURADA, 2001).

A compreensão dos modos de falhas dos itens, em qualquer que seja a fase, possibilita que providências sejam tomadas, por técnicos, na fase sinalizada, evitando, assim, a manifestação do respectivo modo de falha. Logo, o FMEA coadjuva com a manutenção e confiabilidade. O material formado serve ainda para compor programas de capacitação, viabilizando um entendimento mais adequado dos componentes e do sistema. Dessa forma, tendo conhecimento sobre as falhas, a instituição consegue se valer do tipo correto de manutenção, que pode ter cunho corretivo, preventivo ou preditivo, o que garante maior potencialidade de seus produtos e processos (SAKURADA, 2001).

3. Metodologia

3.1 Tipo de pesquisa

Este estudo, como pesquisa inicial, mostra-se como um trabalho de cunho qualitativo quando é abordado de forma a não identificar valoração de indicadores que possam ser analisados via estatística descritiva, e sim analisar de forma que seja compreensível ao leitor a sua identificação via parâmetros que são descritos em seu conjunto de análise.

A pesquisa qualitativa, na visão de Gunther (2006), define-se como um trabalho subjetivo de construção, bem como a construção de teorias que são os objetos de estudo desse tipo de abordagem. Para o autor, a pesquisa qualitativa se revela como uma ciência que se baseia em textos, isto é, pela coleta de dados, montam-se textos que buscam maior diversidade na técnica analítica e são esclarecidos. Já para Machado (2001), a pesquisa qualitativa esmiúça evidências fundamentadas em dados verbais e visuais para a compreensão de um fenômeno em profundidade. Por conseguinte, seus resultados advêm de dados empíricos, reunidos de forma sistemática.

O presente trabalho foi uma Revisão de Literatura, cujo caráter é qualitativo e descritivo. Portanto, teve o intuito de ser uma pesquisa científica que revisitou os discursos de outros conhecedores do tema selecionado. Foram pesquisadas diversas fontes de informações, apuradas através de bases de dados, tais como artigos científicos, dissertações e livros. Isso posto, as fontes foram publicadas nos últimos 20 (vinte) anos. As palavras-chave utilizadas na busca foram: “ferramenta de qualidade”, “FMEA”, “modo de falha” e “qualidade”.

No que tange à escolha da modalidade de pesquisa, optou-se por um estudo de caso, que, em conformidade com Silva, Oliveira e Silva (2021), caracteriza-se por uma metodologia qualitativa, com vistas à construção de uma teoria indutiva, a partir do estudo empírico de um caso, permitindo-se uma discussão de alguns aspectos pertinentes a este tipo de pesquisa, por meio de uma abordagem qualitativa de cunho bibliográfico.

3.2 Tipo de pesquisa quanto à técnica de coleta

A pesquisa, quanto à coleta de dados e informações, caracteriza-se como descritiva, pois estabelece relações entre variáveis, envolvendo técnicas de coleta de dados padronizados, como, por exemplo, questionários e técnicas de observação. De modo geral, a coleta de dados é ocasional, uma vez que foi realizada sem a preocupação de continuidade ou periodicidade.

De modo geral, a coleta de dados é ocasional, uma vez que foi realizada sem a preocupação de continuidade ou periodicidade (MARTINS, 2019).

ISSN 2178-6925

O mapeamento do processo sob análise com observação direta e a coleta de dados são feitos, simultaneamente, por etapas, sendo elas:

1. Identificação e apuração dos dados (quantitativos ao se tratar da métrica da coleta) de falhas e associação das etapas estabelecidas no mapeamento do processo de atendimento.
2. Classificação das falhas como erros e transgressões, de forma qualitativa. Os erros são etapas realizadas no processo de forma inadequada em comparação aos padrões definidos. Por sua vez, as transgressões são etapas que deixam de ser executadas durante o processo.

Em seguida, são apresentadas alternativas com o objetivo de evitar ou minimizar a ocorrência de falhas.

3.3 Tipo de pesquisa quanto à técnica de análise

A análise dos dados foi realizada sob à luz da análise descritiva e prescritiva, com base em dados reais com o intuito de prever comportamentos futuros (ACTS, 2021). Após definido o problema inicial da pesquisa, os dados coletados foram submetidos a uma análise exploratória para o levantamento de informações e formulação de hipóteses com base nos resultados. Por conseguinte, foi realizada a modelagem dos dados, permitindo explicar a problemática investigada.

4. Resultados e Discussão

O trabalho foi realizado no laboratório de análises clínicas na cidade de São João Evangelista, localizada na região do Vale do Rio Doce em Minas Gerais.

O projeto de pesquisa avaliado neste estudo envolve o processo de atendimento ao cliente e recebimento de amostras biológicas pendentes. A ferramenta escolhida para ser utilizada foi a FMEA, devido a sua estruturação e flexibilidade, capaz de fornecer resultados comparáveis entre si, por meio de uma avaliação e análise de risco, possibilitando a criação de alternativas e tomada de decisões mais assertivas, além da melhoria dos processos. A coleta dos dados foi

ISSN 2178-6925

realizada no período de setembro a outubro de 2022, com o apoio de uma auxiliar de análises clínicas, que também auxilia na parte de atendimento do laboratório, responsável pelo registro de não conformidades no processo de atendimento ao cliente e recebimento de amostras biológicas pendentes.

O laboratório de análises clínicas em estudo segue diversos padrões da qualidade, que foram definidos e listados na lista mestra e demais manuais de gestão da qualidade, visando à segurança e à confiabilidade dos seus processos. As etapas envolvidas na realização de FMEA podem ser divididas em dois momentos.

O primeiro momento consiste nos seguintes procedimentos:

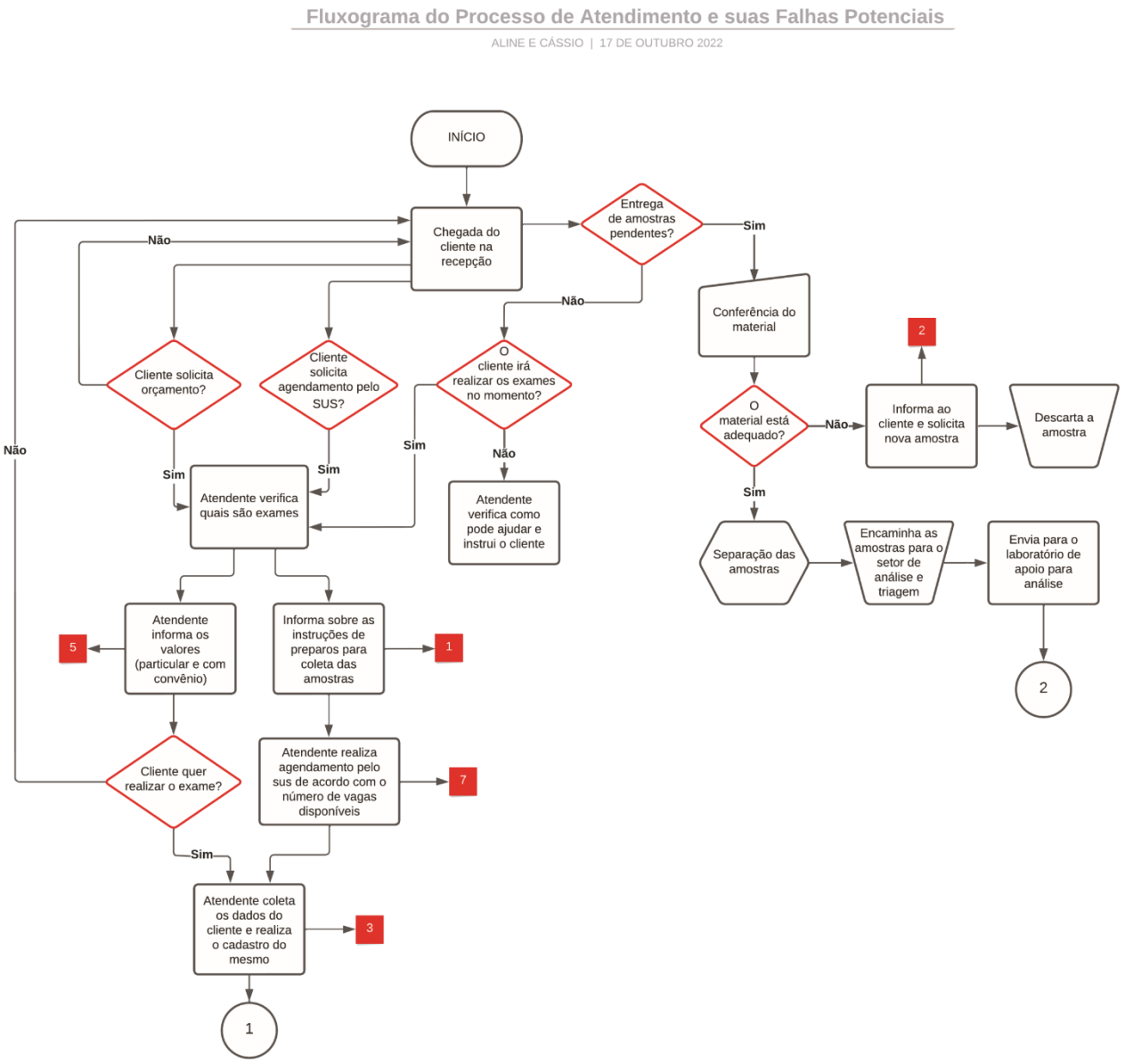
1. Identificação do processo de atendimento e recebimento de amostras pendentes para melhora e análise FMEA;
2. Formação da equipe de partes interessadas para participar da FMEA;
3. Montagem do mapa de processos;
4. Listagem de todas as possíveis falhas potenciais;
5. Identificação dos efeitos e classificação do nível de severidade de cada um;
6. Listagem das possíveis causas de falha de cada etapa;
7. Estimativa da probabilidade de ocorrência de cada uma das causas de falha;
8. Identificação dos processos existentes que possam evitar as possíveis falhas;
9. Atribuição de pontos para cada probabilidade de detecção da falha em cada causa;
10. Cálculo do número de prioridade de risco (RPN).

Importante destacar que é fundamental que todos os setores e colaboradores estejam envolvidos durante a análise para, assim, receber as informações e ajudar na adoção de medidas e ações corretivas no qual foram identificadas.

Foi criado, por meio de fluxogramas (figura 1 e 2), um mapa de todas as etapas do processo e, a partir dele, foram listados todos os modos de falhas e registrados os possíveis efeitos das falhas.

ISSN 2178-6925

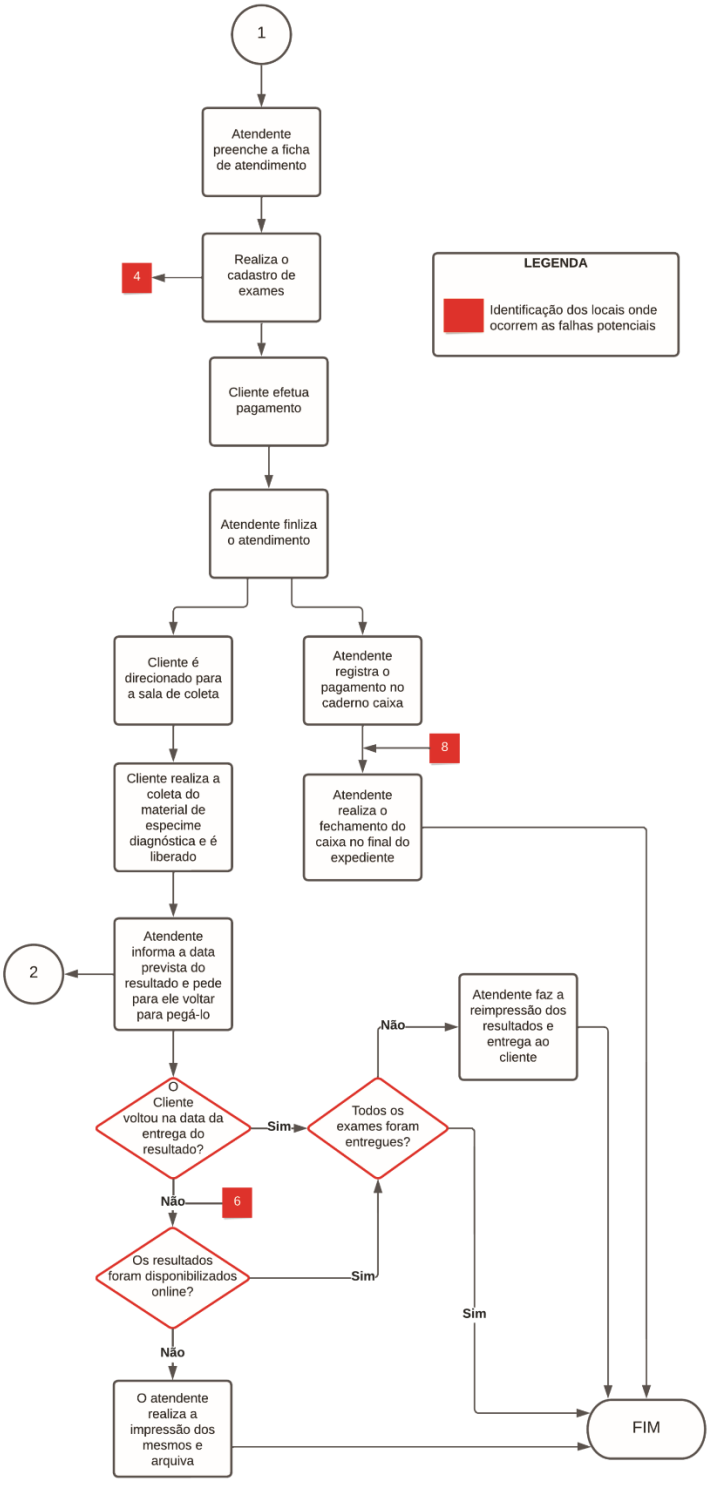
Figura 1 - Fluxograma



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

ISSN 2178-6925

Figura 2 - Fluxograma



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

ISSN 2178-6925

A tabela 1 apresenta os níveis de severidade, ocorrência e detecção que foram utilizados para avaliação dos modos de falha do processo de atendimento.

Tabela 1 - Níveis de severidade, ocorrência e detecção

SEVERIDADE DA FALHA	NÍVEL	OCORRÊNCIA DA FALHA	NÍVEL	DETECÇÃO DA FALHA	NÍVEL
Nenhum	1	Nunca	1	Quase certeza	1
Insignificante	2	Raramente	2	Muito alta	2
Muito baixo	3	Eventualmente	3	Alta	3
Baixo	4	Pouca	4	Moderada a alta	4
Tolerável	5	Moderada	5	Moderado	5
Alto	6	Aceitável	6	Baixo	6
Muito alto	7	Frequentemente	7	Pouco provável	7
Grave	8	Muito frequente	8	Provável	8
Gravíssimo	9	Extremamente frequente	9	Muito provável	9
Crítico	10	Quase sempre	10	Incerteza	10

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022

Para cada modo e efeito de falha, é pontuado o grau de severidade de cada falha (1 para menos grave a 10 para mais grave); para as causas potenciais identificadas, é pontuada a probabilidade de ocorrência (1 para menos provável a 10 para próximo de certa ocorrência) e; são pontuados os níveis de detecção para os “controles” de prevenção da falha (1 para detecção certa a 10 para detecção improvável). O Número de Prioridade de Risco (NPR) pode ser usado para priorizar as etapas que necessitam de ações corretivas e reavaliação; é determinado pela multiplicação das pontuações de severidade, ocorrência e detecção (S x O x D).

Posto isso, um NPR com valor mais alto indica um grau de necessidade mais urgente de intervenção e melhoria do processo, enquanto um NPR com valor mais baixo indica um grau de importância menos imediata.

ISSN 2178-6925

Na figura 2, são apresentadas, respectivamente, as falhas do processo, os modos de falha, efeitos e causas potenciais, controle atual de prevenção e de detecção e o NPR das falhas do processo de atendimento.

FIGURA 2 - FMEA para o processo de atendimento

FMEA - ANÁLISE DOS MODOS DE FALHAS E SEUS EFEITOS

FMEA: Processo — Processo: Atendimento — Período de Aplicação: Setembro a Outubro de 2022 — Elaborado por: Aline Pereira de Andrade e Cássio Martins Nunes

Respondido por: Raniele Costa Oliveira — Função: Auxiliar de Análises clínicas

CÓDIGO	FALHA DO PROCESSO	MODO DE FALHA	EFEITO (S) DE FALHA POTENCIAL	SEVERIDADE (S)	CAUSA (S) POTENCIAL DE FALHA	OCORRÊNCIA (O)	CONTROLE ATUAL DE PREVENÇÃO	CONTROLE DE DETECÇÃO	DETECÇÃO (D)	RISCO (RPN)
1	Passar informações erradas	Informações equivocadas e não condizentes com o que foi preestabelecido; Desconformidade entre as fontes de informação.	Falta de confiabilidade dos clientes.	10	Falta de padronização na comunicação e incompreensão do que deve ser informado.	5	Padronização dos processos e checagem das informações.	Sempre fazer conferências quando surgir dúvidas.	5	250
2	Recebimento de amostras inadequadas	Amostras biológicas em condições inadequadas.	Rejeição da amostra e adiamento da data prevista para liberação do resultado.	10	Desatenção dos clientes.	3	Repasse das instruções de preparos para a coleta dos materiais biológicos e entrega das instruções por escrito.	Conferência dos critérios de acondicionamento das amostras no momento do recebimento.	3	90
3	Cadastro de cliente incorreto	Dados pessoais incorretos.	Constarão no sistema dados e informações incompletas dos clientes.	10	Desatenção dos funcionários.	3	Atualização dos dados sempre que necessário.	Conferência dos dados no momento do cadastro e preenchimento da ficha de exames.	3	90
4	Cadastro de exame incorreto	Exame divergente ao solicitado.	Insatisfação do cliente e falta de confiabilidade dos clientes.	9	Letra inelegível, nome de exames parecidos, interpretação equivocada.	4	Atenção à escrita do médico solicitante.	Consultar o responsável geral e bioquímico sempre que houver dúvidas ou difícil interpretação da escrita.	4	144
5	Orçamento incorreto	Orçamento informado não condiz com o valor no ato da compra.	Cobrança indevida e insatisfação do cliente.	10	Desatenção dos funcionários, adição ou troca de exames.	2	Atenção ao que foi solicitado pelo cliente e repasse do orçamento em caráter particular e por convênio.	Conferência do valor e checagem do número de exames solicitados.	2	40
6	Exame não entregue ao cliente	Exames com amostras em situação de pendência, não disponibilizados no portal online.	Cliente não terá acesso ao resultado.	9	Clientes não entregaram as amostras pendentes ou não atenderam a solicitação de recoleta; Erro de integração dos sistemas.	8	Comunicar ao cliente sobre o prazo de recebimento das amostras pendentes e liberação de resultados.	Verificar se o cliente teve acesso aos resultados via portal online, caso não foi acessado deverá ser feita a impressão do mesmo.	7	504
7	Número de vagas pelo SUS excedido	Os responsáveis da secretaria de saúde liberam exames para realização acima do número de vagas previsto.	Dificuldade em encaixar pacientes de vaga oncológica e de urgência; Tumulto no atendimento.	8	Falta de controle no que se refere ao número de vagas disponíveis; Falta de comunicação.	9	Agendamentos de todos que foram liberados a partir de um horário determinado; Estipular um horário para realização dos exames para os que excederam.	Comunicar ao responsável geral e verificar disponibilidade de data e horário na agenda.	9	648
8	Controle de caixa incorreto	Lançamento de informações erradas.	Dificuldade da gestão de recursos e acompanhamento dos registros das entradas e saídas.	10	Quebra de caixa; impossibilita o trabalho da gestão, impedindo-a de fazer projeções e estimativas conclusivas.	7	Realizar a conferência dos registros do caderno com os responsáveis pelo fechamento diário do caixa.	Verificar possíveis erros e procurar corrigi-los de imediato.	7	490

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

ISSN 2178-6925

As falhas potenciais que apresentam maior risco são: número de vagas pelo SUS excedido e exame não entregue ao cliente. Tais falhas estão associadas à falta de comunicação entre secretaria e laboratório, bem como à satisfação dos clientes e à confiabilidade do laboratório na prestação de serviços.

Na tabela 2 foram ordenados os modos de falha utilizando o critério do maior valor NPR.

Tabela 2 - Impacto dos modos de falhas na precisão do processo

CÓDIGO	CAUSAS QUE IMPACTAM NEGATIVAMENTE NA PRECISÃO DO PROCESSO	NPR
7	Número de vagas pelo SUS excedido	648
6	Exame não entregue ao cliente	504
8	Controle de caixa incorreto	490
1	Passar informações erradas	250
4	Cadastro de exame incorreto	144
2	Recebimento de amostras inadequadas	90
3	Cadastro de cliente incorreto	90
5	Orçamento incorreto	40

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Ao analisar os resultados obtidos e listados na tabela 2, evidenciou-se que as causas de maior importância são: 7 e 6, respectivamente, de acordo com a ordem obtida.

Observa-se que as falhas identificadas são distintas uma da outra, logo, o grau de risco que representam para o processo são diferentes. A falha “7” ocorre com mais frequência que a falha “6”, por isso o seu risco é mais elevado, embora a falha “6” tenha um grau de severidade superior.

ISSN 2178-6925

Através do risco NPR, estimado na figura 2, é possível apontar a prioridade de intervenção nas causas das falhas potenciais com base nos critérios estabelecidos (tabela 3).

Tabela 3 - Critérios para ações corretivas ou de intervenção

NPR	CRITÉRIO	GRAU DE PRIORIDADE
0 ⟝| 90	As ações corretivas ou de intervenção deverão ser tomadas em longo prazo, visando à melhoria contínua dos processos.	Baixo
91 ⟝| 250	As ações corretivas ou de intervenção deverão ser tomadas em médio prazo a fim de reduzir as não conformidades e evitar quaisquer problemas recorrentes.	Moderado
251 ⟝| 490	As ações corretivas ou de intervenção deverão ser tomadas no curto prazo e monitoradas por meio de uma avaliação detalhada e análise criteriosa com a finalidade de verificar a eficiência de tais ações.	Alto
491 ⟝| 648	As ações corretivas ou de intervenção deverão ser tomadas de forma imediata levando em consideração o seu grau de complexidade. Outra possibilidade é a interrupção do processo imediatamente.	Crítico

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Partindo dos critérios de para adoção de ações corretivas ou de intervenção, representadas na tabela 3, é feita a classificação das falhas (tabela 4) como erros e transgressões. Para tanto, temos que os erros são etapas realizadas no processo de forma inadequada em comparação aos padrões definidos. Por sua vez, as transgressões são etapas que deixam de ser executadas durante o processo.

Em seguida, são apresentadas alternativas com o objetivo de evitar ou minimizar a ocorrência de falhas.

Tabela 4 - Classificação de erros e transgressões

FALHA POTENCIAL DO PROCESSO	ERRO	TRANSGRESSÃO
Número de vagas pelo SUS excedido	X	
Exame não entregue ao cliente		X

ISSN 2178-6925

Controle de caixa incorreto	X	
Passar informações erradas		X
Cadastro de exame incorreto		X
Recebimento de amostras inadequadas		X
Cadastro de cliente incorreto		X
Orçamento incorreto		X

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Na classificação das falhas potenciais, a representatividade de transgressões foi maior que o total de erros, e isso se dá devido ao processo entre uma etapa e outra estar interligado. Verificou-se que as transgressões ocorridas são orientadas a tipos específicos de falhas, como, por exemplo, burlar uma etapa do processo.

A utilização da FMEA foi eficiente e auxiliou nas investigações fundamentais. Com a classificação das falhas, nota-se a diferença da origem das falhas e quais medidas devem ser adotadas com o objetivo de minimizar ou evitar o impacto e a recorrência destas. Para essa finalidade, mapear os processos estudados foi primordial, porque possibilitou verificar quais etapas do atendimento e do recebimento de amostras pendentes são cruciais para a eficiência e bom desempenho destes.

Através da FMEA, pôde-se descobrir e melhor compreender o risco que cada falha potencial reflete na sua execução. Foi possível perceber que todas as falhas, de certo modo, estão interligadas e o não cumprimento de alguma etapa pode acarretar no comprometimento do processo.

Com a classificação das falhas potenciais em erros e transgressões, constatou-se que ocorrem mais transgressões do que erros, estando diretamente ligadas à satisfação dos clientes, à falta de conhecimento técnico e à sensação de imprudência. Com o risco final calculado, identificou-se, no processo de atendimento, a falha com maior grau de prioridade de solução, visto que ela ocorre um grande número de vezes, gerando dificuldade no processo de atendimento. Foi possível notar de forma clara, objetiva e minuciosa como se dá a origem das falhas e o que pode agravar o surgimento destas.

No que se refere aos erros, sua origem está relacionada à desatenção, ao ambiente bastante movimentado e ao grande número de tarefas presentes durante a execução do processo.

Sugere-se que para o tratamento das causas das falhas potenciais seja utilizado a ferramenta 5W2H no planejamento de adoção de medidas corretivas ou de intervenção e execução das etapas de análise e avaliação.

5. Conclusão

Decerto, o FMEA é um instrumento qualitativo, utilizado para se conter a ocorrência de falhas, sendo que, ao ser utilizado e executado corretamente, pode produzir vários benefícios. Apesar de existir na literatura quem critique a ferramenta, devido a sua morosidade, as instituições vêm desenvolvendo seu uso cada vez melhor, de modo a se conseguir o máximo proveito do FMEA.

Em um primeiro momento, este trabalho apresentou uma revisão bibliográfica, na qual foi possível cumprir o propósito do objetivo geral, que foi a compreensão da importância da ferramenta FMEA para a manutenção e visibilidade da empresa no mercado atual, porque, através da ferramenta, é possível desenvolver ações capazes de reduzir ou corrigir, modos de falhas existentes. Com isso, a empresa passa a ter certos benefícios, como a economia de custos, a possibilidade de desenvolvimento de testes mais eficientes, elevação da satisfação da clientela, dentre outros mais.

Em um segundo momento, fora apresentado estudo de caso, que corroborou com o referencial teórico, uma vez que ficou visível na prática que, com a utilização do FMEA, obteve-se uma noção pertinente do processo como um todo, em que foram pormenorizados os problemas, possibilitando a elaboração de potenciais meios preventivos de minimização ou, até mesmo, de erradicação das respectivas falhas.Através da execução do FMEA, tornou-se viável a identificação dos modos de falhas futuros do caso apresentado, sendo este relativo à função de auxiliar de análises clínicas e, com isso, apresentaram-se ações preventivas, como, por

ISSN 2178-6925

exemplo, a padronização dos processos e checagem de informações, atualizações de dados dos clientes, conferência de registros, dentre outros.

Sendo assim, foi possível concluir que o FMEA, de fato, é uma ferramenta notavelmente vantajosa e que pode ser utilizada em praticamente todos os tipos de organizações, desde que estas possuam o desejo de estar dentre as empresas mais competitivas do mercado atual.

Referências

ALMEIDA, D. A.; PAIVA, E. J.; OLIVEIRA, U. R. Metodologia integrada para mapeamento de falhas: uma proposta de utilização conjunta do mapeamento de processo com as técnicas FTA, FMEA e a análise crítica de especialistas. **Revista Produção**, v. 20, n. 1, jan.-mar. 2010, p. 77-91. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/FxkDbr8TtT4qrqgRVQG4v7H/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 nov. 2022.

ALMEIDA, J. F. A.; MATIAS, L. R.; BRAGA, W. L. M.; JUNIOR, F. R. L. **Aplicação da metodologia MASP ao processo de alteração técnica de produtos em uma indústria de médio porte**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba, PR, out. 2014. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_196_112_25492.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

ALVES, A C. N. **A implementação de sistemas de gestão da qualidade na indústria da construção civil segundo os critérios da ISO 9001:2000:** adaptações em relação à ISO 9001:1994. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2001.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da qualidade total (no estilo japonês).** Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade:** conceitos e técnicas. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2010).

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade:** teoria e casos. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

CASTRO, D. E. *Aplicacion de análisis fiabilidad y rcm para solucionar falias críticas em um silo de carbon de una indústria siderúrgica*. **9º Congresso Chileno de Engenheira Mecânica**, Valparaíso, Chile, 2000.

ISSN 2178-6925

CICCO, F. FMEA: conheça o atual estado da arte desta importante técnica de análise. **Iso31000.net**, 2021. Disponível em: <https://iso31000.net/fmea/>. Acesso em: 16 nov. 2022.

FAGUNDES, L. D.; PINHO, A. F.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. Gestão do conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p. 171-188, jan.-abr. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/r6stjWxmsdfr95z6z5wGyRr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 nov. 2022.

FERNANDES, F. F. Análise dos Modos de Falha e Efeitos (FMEA). **Linkedin**, 2016. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/an%C3%A1lise-dos-modos-de-falha-e-efeitos-fmea-fernando>. Acesso em: 16 nov. 2022.
FERNANDES, J. M.; REBELATO, M. G. Proposta de um método para integração entre QFD e FMEA. **Gestão e Produção**, v. 13, n. 2, p. 245-259, mai.-ago. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/5gLCZVqq5TMzxKp6sM7MJ6g/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em 15 nov. 2022.

FERREIRA, C. de M. **A utilização das ferramentas da qualidade nos processos organizacionais em um escritório de contabilidade da Cidade de Natal/RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração Geral) – Faculdade Câmara Cascudo. Natal, 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/59481497/A-UTILIZACAO-DAS-FERRAMENTAS-DA-QUALIDADE-NOS-PROCESSOS-ORGANIZACIONAIS-EM-UM-ESCRITORIO-DE-CONTABILIDADE-DA-CIDADE-DE-NATAL-RN>. Acesso em: 12 nov. 2022.

GUNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-210, mai.-ago. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ptp/a/HMpC4d5cbXsdt6RqbrmZk3J/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 nov. 2022.

JUNIOR, F. R. L.; BRAGA, M. W. L. M.; MATIAS, L. R. M.; ALMEIDA, J. F. Aplicação da metodologia MASP ao processo de alteração técnica de produtos em uma indústria de médio porte. **XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Curitiba, out. 2014. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_196_112_25492.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MACHADO, A. O que é pesquisa Qualitativa. **Acadêmica**, Rio Grande do Sul, 2021. Disponível em: < https://www.academicapesquisa.com.br/post/o-que-%C3%A9-pesquisa-qualitativa>. Acesso em: 18 nov. 2022.

ISSN 2178-6925

MARTINS, E. Coleta de dados: o que é, metodologias e procedimentos. **Mettzer**, 2019. Disponível em: < https://blog.mettzer.com/coleta-de-dados/>. Acesso em 21 nov. 2022.

PALADY, P. **FMEA:** análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 3 ed. São Paulo: IMAM, 2004.

ROIC, E.; ALMEIDA, R. L. Aplicabilidade da ferramenta de qualidade Ishikawa em conjunto com FMEA. **Revista Acadêmica Oswaldo Cruz**, v. 33, p. 1-11, 2019. Disponível em: <https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/edicao33_Rafael%20Lucchesi.pdf>. Acesso em 12 nov. 2022.

SAKURADA, E. Y. **As técnicas de análise dos modos de falhas e seus efeitos e análise da árvore de falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2001. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80128>. Acesso em: 14 nov. 2022.

SILVA, E. P.; CHAGAS, R. L.; AVELAR, R. J.; SILVA, R. H. 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, 2015. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_207_231_27526.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.

SILVA, G. O.; OLIVEIRA, G. S.; SILVA, M. M. Estudo de caso único: uma estratégia de pesquisa. **Revista Prisma**, v. 2, n. 1, p. 78-90, 2021.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 2 Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

STAMATIS, D. H. **Failure mode and effect analysis:** FMEA from theory to execution. 2 ed. Milwaukee, Winsconsin: ASQ Quality Press, 2003.