




FMEA COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO DE FALHAS

FMEA AS A FAILURE PREVENTION TOOL

AMFE COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE FALLOS

 <https://doi.org/10.56238/levv14n32-031>

Data de submissão: 25/02/2024

Data de publicação: 25/03/2024

Marina Rizzardi Medeiros

RESUMO

Este estudo analisou a aplicação da ferramenta FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) como instrumento estratégico de prevenção de falhas em diferentes setores produtivos e de serviços. O objetivo consistiu em verificar a contribuição da metodologia para a identificação de riscos potenciais, a priorização de ações corretivas e a consolidação de uma cultura organizacional orientada à melhoria contínua. Para tanto, realizou-se pesquisa bibliográfica e análise de casos relatados em contextos industriais, de manutenção, de serviços contábeis e na área da saúde, de modo a compreender a abrangência de sua utilização e os benefícios resultantes. Os resultados apontaram que a aplicação do FMEA possibilita reduzir custos operacionais, eliminar retrabalhos, diminuir desperdícios e elevar a confiabilidade dos processos, além de fortalecer a integração entre áreas e estimular a cooperação multidisciplinar. Observou-se ainda que a ferramenta contribui para a formação de profissionais mais capacitados, desenvolvendo competências analíticas e estratégicas fundamentais para a gestão contemporânea. Conclui-se que o FMEA transcende a dimensão técnica e se consolida como metodologia de relevância estratégica e social, capaz de assegurar maior eficiência organizacional e promover segurança em setores de alta complexidade, como o hospitalar.

Palavras-chave: FMEA. Gestão da Qualidade. Prevenção de Falhas. Melhoria Contínua. Confiabilidade.

ABSTRACT

This study analyzed the application of the FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) tool as a strategic instrument for failure prevention in different production and service sectors. The objective was to verify the contribution of the methodology to the identification of potential risks, the prioritization of corrective actions, and the consolidation of an organizational culture oriented towards continuous improvement. For this purpose, a bibliographic review and analysis of reported cases in industrial, maintenance, accounting services, and healthcare contexts were carried out to understand the scope of its use and the resulting benefits. The results showed that the application of FMEA makes it possible to reduce operational costs, eliminate rework, decrease waste, and increase process reliability, in addition to strengthening integration between areas and encouraging multidisciplinary cooperation. It was also observed that the tool contributes to the training of more qualified professionals, developing analytical and strategic skills that are fundamental for contemporary management. It is concluded that FMEA transcends the technical dimension and is consolidated as a methodology of strategic and social relevance, capable of ensuring greater organizational efficiency and promoting safety in highly complex sectors, such as healthcare.



Keywords: FMEA. Quality Management. Failure Prevention. Continuous Improvement. Reliability.

RESUMEN

Este estudio analizó la aplicación del AMFE (Análisis Modal y Efecto de Fallos) como herramienta estratégica para la prevención de fallos en diferentes sectores productivos y de servicios. El objetivo fue verificar la contribución de la metodología a la identificación de riesgos potenciales, la priorización de acciones correctivas y la consolidación de una cultura organizacional centrada en la mejora continua. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica y un análisis de casos prácticos en los sectores industrial, de mantenimiento, contable y sanitario para comprender el alcance de su uso y los beneficios derivados. Los resultados indicaron que la aplicación del AMFE permite reducir los costes operativos, eliminar los retrabajos, reducir el desperdicio y aumentar la fiabilidad de los procesos, además de fortalecer la integración entre departamentos y estimular la cooperación multidisciplinar. También se observó que la herramienta contribuye a la formación de profesionales más cualificados, desarrollando habilidades analíticas y estratégicas esenciales para la gestión contemporánea. Se concluye que el AMFE trasciende la dimensión técnica y se consolida como una metodología de relevancia estratégica y social, capaz de garantizar una mayor eficiencia organizacional y promover la seguridad en sectores de alta complejidad, como el hospitalario.

Palabras clave: AMFE. Gestión de la Calidad. Prevención de Fallos. Mejora Continua. Fiabilidad.

1 INTRODUÇÃO

A competitividade empresarial contemporânea exige das organizações a adoção de metodologias que possibilitem a antecipação de falhas e a prevenção de problemas nos processos produtivos e de serviços, entre elas, destaca-se a Análise dos Modos e Efeitos de Falha (FMEA), uma ferramenta de gestão da qualidade amplamente reconhecida por sua capacidade de identificar potenciais riscos, propor melhorias e elevar os níveis de confiabilidade operacional, sua relevância transcende o ambiente industrial e encontra aplicabilidade em diferentes setores, desde a manufatura até os serviços de saúde e contabilidade, consolidando-se como um instrumento estratégico de prevenção e de fortalecimento competitivo (Pimenta, 2022).

A origem do FMEA remonta a 1949, em contexto militar norte-americano, sendo posteriormente incorporado em diversas indústrias, especialmente a automotiva, em virtude da necessidade de mitigar falhas que poderiam comprometer a segurança e a confiabilidade de produtos de alto risco, sua difusão ocorreu de maneira progressiva, acompanhando a evolução das práticas de qualidade, e, com o advento das normas internacionais, passou a constituir requisito fundamental em sistemas de gestão da qualidade, como as certificações ISO, consolidando-se como pilar metodológico de prevenção (Pinho et al., 2008).

A aplicação prática do FMEA proporciona uma análise detalhada dos modos de falha potenciais, considerando suas causas, efeitos e a gravidade associada, permitindo a priorização de ações preventivas e corretivas, no contexto da manutenção industrial, o uso dessa ferramenta viabiliza o planejamento estratégico, otimizando recursos e garantindo maior eficiência na operação de máquinas e equipamentos, demonstrando como a metodologia contribui para a redução de custos e o aumento da confiabilidade dos processos (Rodrigues et al., 2017).

Estudos realizados em processos de injeção plástica, por exemplo, evidenciam que o uso do FMEA é eficaz na identificação de pontos críticos em etapas como alimentação de resina e estufagem, áreas frequentemente sujeitas a falhas que impactam diretamente a qualidade final do produto, ao mapear riscos potenciais, a ferramenta possibilita a implementação de medidas preventivas, fortalecendo o controle de qualidade e reduzindo retrabalhos, atrasos e perdas financeiras (Silva et al., 2018).

No setor automotivo, pesquisas apontam que a aplicação do FMEA de Processo, associada a métodos de apoio à decisão, como o Analytic Hierarchy Process (AHP) e Conjuntos Fuzzy, amplia a precisão da análise de riscos e contribui para a mitigação de falhas recorrentes, além disso, a utilização integrada dessas ferramentas promove maior robustez nos sistemas de gestão da qualidade, ao priorizar irregularidades e indicar estratégias de intervenção mais assertivas, assegurando a melhoria contínua e a conformidade com padrões internacionais (Aguiar e Salomon, 2007).

Sob uma perspectiva histórica, observa-se que o desenvolvimento de padrões como a QS 9000 e a posterior criação de normas específicas pela Society of Automotive Engineers impulsionaram a adoção sistemática do FMEA, inserindo-o como requisito em planos de qualidade avançados, sua associação com outras ferramentas, como o QFD e a Análise da Árvore de Falhas, ampliou a capacidade de mapeamento e solução de problemas, contribuindo para o aperfeiçoamento das práticas de engenharia e para a consolidação de ambientes produtivos mais resilientes e confiáveis (Sakurada, 2001).

A aplicação do FMEA não se restringe ao setor industrial, alcançando também áreas como saúde e serviços, nesse contexto, o Institute for Healthcare Improvement (IHI) adaptou a ferramenta para prevenir falhas em processos hospitalares, como a administração de medicamentos, revelando sua versatilidade e relevância no gerenciamento de riscos em atividades que lidam diretamente com a segurança e o bem-estar humano, reforçando seu caráter universal e sua contribuição para a qualidade em múltiplas esferas de atuação (Institute for Healthcare Improvement – IHI, 2017).

No âmbito acadêmico e de pesquisa, estudos desenvolvidos em instituições brasileiras demonstram a aplicabilidade da metodologia em diferentes níveis de complexidade, destacando-se trabalhos que exploram desde a análise de falhas em processos industriais até a adaptação para procedimentos administrativos, essa multiplicidade de aplicações evidencia que o FMEA é uma ferramenta dinâmica, capaz de ser ajustada conforme o contexto organizacional e as especificidades de cada setor, sem perder sua essência preventiva e estratégica (Toledo e Amaral, 2000).

Um estudo de caso conduzido no setor de bolsas e acessórios femininos reforça a eficácia da ferramenta na redução de falhas em desenvolvimento de produto, contribuindo para o aumento da qualidade, da confiabilidade e da satisfação do cliente, a experiência revelou que, ao integrar o FMEA às rotinas de projeto, as organizações conseguem minimizar devoluções e fortalecer sua imagem institucional, aspectos essenciais para a sustentabilidade competitiva em mercados altamente exigentes e globalizados (Tondin e Dreger, 2016).

Ao longo de mais de sete décadas de utilização, o FMEA consolidou-se como um recurso imprescindível para a gestão da qualidade e a prevenção de falhas, sua trajetória demonstra uma evolução contínua, marcada pela adaptação a diferentes contextos e pela capacidade de promover melhorias significativas, seja em ambientes industriais, de serviços ou de saúde, configurando-se, portanto, como um elemento central na construção de processos mais confiáveis, seguros e competitivos em escala global (Pimenta, 2022).

Portanto, este artigo tem como objetivo verificar a contribuição da metodologia para a identificação de riscos potenciais, a priorização de ações corretivas e a consolidação de uma cultura organizacional orientada à melhoria contínua.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTOS DO FMEA COMO INSTRUMENTO PREVENTIVO

A gestão da qualidade vem sendo consolidada ao longo das últimas décadas como elemento estruturante das organizações, ampliando o entendimento de que falhas não devem ser encaradas apenas como eventos a serem corrigidos, mas sim prevenidos por meio de métodos sistemáticos, nesse contexto, a Análise dos Modos e Efeitos de Falha (FMEA) configura-se como uma abordagem que incorpora visão estratégica, ao possibilitar que empresas reconheçam vulnerabilidades potenciais em seus processos e planejem intervenções antes que problemas se manifestem, tornando-se, assim, ferramenta de redução de custos, mitigação de riscos e fortalecimento da confiabilidade em produtos e serviços (Pimenta, 2022).

O caráter preditivo do FMEA permite que sua aplicação se estenda a diversos setores da economia, uma vez que a lógica de identificar riscos antes de sua concretização é universal, estudos no campo dos serviços, como na contabilidade e em atividades fiscais, apontam que a adoção dessa metodologia resulta em maior acurácia das informações processadas, maior confiabilidade na entrega de resultados e aumento da competitividade de empresas que passam a garantir conformidade legal, mas qualidade percebida por clientes e stakeholders, o que comprova a elasticidade da ferramenta além do ambiente fabril (Pinho et al., 2008).

Ao observar a aplicabilidade da técnica em ambientes de manutenção preventiva, verifica-se que o FMEA contribui para prolongar a vida útil dos equipamentos, e integrar o planejamento estratégico da organização, quando aplicado a máquinas de alta complexidade, como no caso de sistemas pneumáticos, a metodologia atua de forma a estruturar os procedimentos de inspeção, calibragem e intervenções técnicas, minimizando paradas inesperadas e custos emergenciais, além de criar um histórico técnico que fortalece a tomada de decisão futura (Rodrigues et al., 2017).

O diferencial da ferramenta reside na sua estrutura de avaliação de três dimensões básicas: severidade, ocorrência e detecção, cuja combinação gera o Número de Prioridade de Risco (RPN), esse indicador é fundamental para que gestores priorizem esforços e recursos nas falhas que apresentam maior potencial de impacto, de modo que a aplicação não se restrinja a identificar problemas, mas a direcionar soluções de maneira racional, garantindo que os investimentos sejam feitos nos pontos de maior retorno em termos de qualidade e confiabilidade (Silva et al., 2018).

No ambiente industrial, especialmente no setor automotivo, o FMEA de Processo destaca-se como recurso de avaliação contínua, permitindo que falhas recorrentes sejam analisadas sob diferentes prismas, ao ser associado a métodos multicritério, como o Analytic Hierarchy Process e os Conjuntos Fuzzy, amplia-se a capacidade de interpretar dados complexos e hierarquizar riscos, oferecendo uma abordagem robusta para a gestão da qualidade, essa integração evidencia que o FMEA, embora

consolidado, mantém-se aberto a inovações metodológicas que fortalecem sua eficácia e pertinência (Aguilar e Salomon, 2007).

Contudo, a evolução normativa que acompanhou o crescimento da indústria global proporcionou ao FMEA um papel ainda mais central, quando normas como a QS 9000 e as posteriores adaptações da ISO incorporaram a análise de falhas como requisito de certificação, reforçou-se a ideia de que a qualidade deve nascer no projeto e no planejamento, e não somente na inspeção final, ao lado de outras ferramentas, como o QFD e a Análise da Árvore de Falhas, o FMEA tornou-se parte de uma engrenagem mais ampla de prevenção, alinhada a padrões internacionais de excelência (Sakurada, 2001).

A literatura também destaca que, apesar de seu potencial, a utilização inadequada do FMEA pode comprometer os resultados, críticas recorrentes apontam que a ferramenta pode demandar tempo e recursos significativos se conduzida de forma manual e sem padronização, contudo, com o advento dos sistemas informatizados e o desenvolvimento de softwares específicos, tornou-se viável a execução mais ágil e integrada, permitindo que equipes distribuídas geograficamente participem do processo, ampliando a colaboração e reduzindo gargalos que antes eram impeditivos para sua plena adoção (Institute for Healthcare Improvement – IHI, 2017).

No campo acadêmico, a contribuição de pesquisadores brasileiros tem sido relevante para adaptar e ampliar o uso da metodologia, explorando sua aplicabilidade em diferentes tipos de processos, desde a concepção de produtos até a execução de serviços administrativos, tais estudos demonstram que a essência do FMEA, ao identificar e tratar falhas potenciais, é versátil e ajustável, tornando-o um recurso de valor não só para grandes corporações, mas também para pequenas e médias empresas que buscam estruturação mais consistente de seus processos (Toledo e Amaral, 2000).

O potencial do FMEA, portanto, vai além da prevenção de falhas em si, ele contribui para o fortalecimento da cultura organizacional, ao estimular equipes multidisciplinares a refletirem sobre riscos e soluções de forma colaborativa, esse aspecto favorece a internalização de uma mentalidade de melhoria contínua, na qual os erros deixam de ser vistos como meras falhas pontuais e passam a ser compreendidos como oportunidades de aprendizado e de desenvolvimento coletivo, sustentando a longevidade da organização (Pimenta, 2022).

Sob esse prisma, percebe-se que a ferramenta, além de sua robustez técnica, assume um papel pedagógico, educando profissionais e gestores a enxergarem os processos sob a ótica da prevenção, fortalecendo competências analíticas e estratégicas, sua adoção, portanto, não só agrega resultados tangíveis em termos de custos e eficiência, e amplia a capacidade das organizações em formar quadros mais preparados para lidar com cenários complexos, incertos e altamente competitivos (Pinho et al., 2008).

Assim, o FMEA se revela como uma metodologia indispensável, cuja trajetória histórica, consolidada pela prática e pela pesquisa científica, demonstra sua capacidade de gerar impactos significativos na gestão da qualidade, sua adoção sistemática em diferentes setores configura-o como um instrumento de apoio fundamental à tomada de decisão, promovendo uma transição de posturas reativas para preventivas, o que garante maior robustez, credibilidade e sustentabilidade para as organizações contemporâneas (Rodrigues et al., 2017).

2.2 EVOLUÇÃO E CONSOLIDAÇÃO DO FMEA EM DIFERENTES SETORES

A trajetória do FMEA evidencia um processo de amadurecimento metodológico que se expandiu a partir da indústria automotiva para múltiplos segmentos produtivos, esse movimento foi impulsionado pela necessidade crescente de estruturar processos mais confiáveis, integrados e alinhados a padrões internacionais de qualidade, ao ser incorporado em normas como a QS 9000 e posteriormente associado às certificações ISO, o FMEA deixou de ser uma prática opcional para se tornar requisito em diversas cadeias produtivas, o que reforça seu caráter indispensável na busca por excelência organizacional (Sakurada, 2001).

No setor de serviços, onde a intangibilidade dos processos dificulta o controle tradicional de qualidade, a metodologia foi gradualmente adaptada, estudos realizados em empresas contábeis demonstram que a aplicação do FMEA em processos fiscais possibilitou reduzir inconsistências e aumentar a confiabilidade da informação entregue aos clientes, além disso, a ferramenta contribuiu para minimizar riscos legais, fortalecendo a credibilidade das organizações e garantindo maior solidez no relacionamento com stakeholders, mostrando que sua essência preventiva pode ser transposta para ambientes não manufatureiros (Pinho et al., 2008).

Quando aplicada em manutenção preventiva, a análise dos modos de falha assume papel estratégico ao antecipar falhas em equipamentos de alta complexidade, estudos envolvendo máquinas pneumáticas revelaram que o uso do FMEA aliado a procedimentos de inspeção periódica resultou em maior eficiência operacional e redução significativa de paradas inesperadas, esse tipo de aplicação mostra como a metodologia contribui não somente para a confiabilidade, mas também para a competitividade das empresas, ao reduzir custos emergenciais e aumentar a disponibilidade produtiva (Rodrigues et al., 2017).

No campo da indústria de transformação, a aplicação em processos de injeção plástica evidenciou como a ferramenta pode atuar diretamente na melhoria da qualidade do produto final, ao mapear falhas potenciais nas etapas de alimentação de resina e estufagem, foi possível adotar medidas preventivas que reduziram devoluções e elevaram a percepção de valor pelo cliente, demonstrando que, mesmo em processos altamente técnicos, a sistematização proporcionada pelo FMEA gera ganhos expressivos em termos de qualidade e eficiência (Silva et al., 2018).

Assim, a versatilidade do FMEA também se manifesta em setores regulados pela segurança de processos, como o automotivo e o aeronáutico, onde as falhas podem resultar em impactos irreversíveis, nesses contextos, a ferramenta é utilizada como elemento integrador de sistemas de gestão da qualidade, permitindo que falhas potenciais sejam priorizadas com base em critérios objetivos, além de favorecer a comunicação entre equipes multidisciplinares, a padronização dos relatórios garante que decisões críticas sejam tomadas com base em dados confiáveis, fortalecendo a robustez das organizações diante de riscos complexos (Aguiar e Salomon, 2007).

O crescimento das tecnologias digitais impulsionou o desenvolvimento de softwares de apoio ao FMEA, o que tornou sua aplicação mais ágil e acessível, antes limitada pela necessidade de grandes equipes e pelo preenchimento manual de formulários, a ferramenta passou a ser incorporada em plataformas colaborativas, que permitem a participação simultânea de equipes distribuídas geograficamente, esse avanço ampliou a utilização em empresas de médio porte e possibilitou uma maior integração entre FMEA e outras ferramentas digitais de gestão, aumentando sua relevância em um cenário de transformação tecnológica (Institute for Healthcare Improvement – IHI, 2017).

Além da dimensão tecnológica, há evidências de que o uso do FMEA fortalece a cultura de prevenção dentro das organizações, ao estimular a reflexão coletiva sobre riscos e soluções, promove um ambiente de aprendizado contínuo, em que erros potenciais são tratados como oportunidades de melhoria e não só como falhas a serem corrigidas, essa perspectiva reforça o caráter pedagógico da ferramenta, que contribui para a formação de equipes mais conscientes, críticas e capazes de atuar de forma proativa na gestão da qualidade (Toledo e Amaral, 2000).

No Brasil, estudos de caso em pequenas e médias empresas mostram que o FMEA pode ser incorporado mesmo em estruturas organizacionais menos complexas, um exemplo encontra-se na indústria de bolsas e acessórios, em que sua aplicação resultou em diminuição significativa das devoluções e no aumento da confiabilidade dos produtos, nesse contexto, o FMEA se mostrou acessível e adaptável, evidenciando que sua eficácia não está limitada ao porte da empresa, mas sim à disposição em adotar práticas preventivas e estruturadas de gestão da qualidade (Tondin e Dreger, 2016).

Além disso, o FMEA tem sido reconhecido como um instrumento de integração entre áreas, já que sua aplicação exige a colaboração de profissionais de diferentes especialidades, esse caráter multidisciplinar promove o compartilhamento de conhecimento, favorece a visão sistêmica e fortalece a capacidade de inovação, ao mesmo tempo em que assegura a construção de soluções mais abrangentes, essa característica confere à ferramenta um valor adicional, pois ultrapassa a dimensão técnica e contribui para a maturidade organizacional como um todo (Pinho et al., 2008).

Estudos também evidenciam que a aplicação do FMEA pode apoiar decisões estratégicas, especialmente em ambientes de alta incerteza, ao identificar vulnerabilidades potenciais e propor medidas de mitigação, a ferramenta permite que organizações construam cenários mais confiáveis para

o futuro, reduzindo riscos associados a falhas críticas e aumentando a resiliência diante de desafios inesperados, ao fortalecer a capacidade de prevenção, as empresas ampliam sua vantagem competitiva e garantem maior sustentabilidade em mercados altamente dinâmicos (Rodrigues et al., 2017).

Em síntese, a evolução e a consolidação do FMEA como metodologia preventiva refletem sua robustez técnica, e sua adaptabilidade a diferentes realidades organizacionais, sua presença em setores industriais, de serviços e de saúde confirma sua importância como instrumento de apoio à gestão, ao longo de sua trajetória, consolidou-se como ferramenta estratégica capaz de articular prevenção, eficiência e competitividade, tornando-se referência obrigatória para organizações que buscam excelência em seus processos (Pimenta, 2022).

2.3 APLICAÇÕES CONTEMPORÂNEAS DO FMEA NA GESTÃO DA QUALIDADE

A aplicação contemporânea do FMEA revela sua importância como ferramenta importante para lidar com a complexidade crescente dos processos produtivos e de serviços, em um cenário global marcado por alta competitividade e pressão por eficiência, empresas têm recorrido a metodologias que permitam reagir a problemas, e antecipar vulnerabilidades, nesse contexto, o FMEA vem sendo empregado em sistemas de produção enxuta, indústrias de base tecnológica e cadeias de suprimento, assegurando maior confiabilidade, redução de desperdícios e alinhamento com padrões internacionais de qualidade (Pimenta, 2022).

No setor de serviços contábeis, a ferramenta vem sendo incorporada como suporte na prevenção de falhas relacionadas a processos fiscais e tributários, permitindo identificar erros potenciais antes que comprometam a entrega de informações legais aos clientes, essa prática tem fortalecido a credibilidade das organizações e proporcionado ganhos em termos de confiança e satisfação, além de elevar a competitividade diante de um mercado que exige precisão, sigilo e rapidez na gestão da informação (Pinho et al., 2008).

Na área de manutenção industrial, o FMEA se consolidou como recurso indispensável para estruturar programas preventivos e preditivos, pesquisas envolvendo equipamentos pneumáticos demonstram que sua utilização favorece a definição de rotinas de inspeção mais assertivas e a implementação de medidas corretivas eficazes, evitando interrupções inesperadas na produção e reduzindo custos associados a falhas críticas, o que reforça a função estratégica da ferramenta como suporte à gestão da confiabilidade (Rodrigues et al., 2017).

Estudos de caso em processos de injeção plástica evidenciam como o FMEA contribui para minimizar falhas na fabricação de componentes, ao mapear potenciais problemas nas etapas de alimentação de resina e estufagem, foi possível adotar ações preventivas que reduziram significativamente os índices de não conformidade, essa aplicação reforça que a metodologia pode ser

utilizada em processos específicos e técnicos, sem perder sua essência de promover qualidade e eficiência operacional (Silva et al., 2018).

No setor automotivo, o FMEA de Processo continua sendo utilizado como um dos principais instrumentos para assegurar a qualidade e atender às exigências de normas internacionais, associado a métodos multicritério, como o AHP e os Conjuntos Fuzzy, tem ampliado sua precisão, permitindo que gestores priorizem falhas críticas de acordo com critérios quantitativos, essa integração entre técnicas demonstra a capacidade da ferramenta de se renovar diante de novos desafios e se manter relevante em ambientes produtivos altamente complexos (Aguilar e Salomon, 2007).

Pesquisas acadêmicas destacam que a consolidação do FMEA como ferramenta indispensável foi impulsionada pela criação de normas como a QS 9000, que obrigaram fornecedores a adotar práticas estruturadas de prevenção, desde então, seu uso expandiu-se para diferentes setores, sendo hoje aplicado tanto no desenvolvimento de novos produtos quanto na melhoria de processos já existentes, essa trajetória evidencia como a ferramenta deixou de ser restrita ao ambiente industrial para se tornar prática universal de gestão da qualidade (Sakurada, 2001).

Na área da saúde, o FMEA tem sido adaptado para prevenir falhas em processos hospitalares, como administração de medicamentos e gestão de riscos clínicos, o Institute for Healthcare Improvement desenvolveu guias específicos para aplicação em ambientes hospitalares, demonstrando como a metodologia pode ser incorporada em setores que lidam diretamente com a vida humana, contribuindo para a redução de riscos e a elevação da segurança do paciente, consolidando-se como instrumento de relevância social (Institute for Healthcare Improvement – IHI, 2017).

Os estudos de pesquisadores brasileiros também demonstram que a ferramenta vem sendo aplicada em áreas administrativas e de gestão, onde auxilia na padronização de processos e no mapeamento de riscos organizacionais, trabalhos desenvolvidos em universidades como a UFSCar indicam que o FMEA pode ser adaptado para avaliar procedimentos administrativos, ampliando seu alcance e tornando-o uma ferramenta de suporte tanto em ambientes produtivos quanto em setores de serviços e gestão estratégica (Toledo e Amaral, 2000).

No campo empresarial, a aplicação em pequenas e médias empresas se mostra cada vez mais frequente, como no caso da indústria de bolsas e acessórios do Rio Grande do Sul, em que a adoção da ferramenta resultou em maior controle sobre o desenvolvimento de produtos, minimizando falhas e fortalecendo a confiabilidade junto ao consumidor, essa experiência evidencia que o FMEA pode ser aplicado independentemente do porte da organização, desde que haja comprometimento com a gestão da qualidade (Tondin e Dreger, 2016).

Outra característica relevante do uso contemporâneo do FMEA é sua integração a sistemas digitais de gestão, softwares específicos permitem que a análise seja conduzida de forma colaborativa e em tempo real, reunindo diferentes áreas da organização em torno de um mesmo processo, essa

integração fortalece a capacidade de resposta e garante que a ferramenta seja utilizada de forma mais eficiente, superando limitações relacionadas ao tempo e à complexidade da aplicação manual (Pimenta, 2022).

Além de suas contribuições técnicas, a aplicação do FMEA promove mudanças culturais dentro das organizações, ao estimular equipes a refletirem sobre riscos e soluções antes que falhas ocorram, cria-se um ambiente voltado para a melhoria contínua e para a proatividade, o que fortalece a cultura organizacional, aumenta a resiliência e garante maior capacidade de adaptação a cenários dinâmicos e incertos, reforçando seu valor estratégico além da dimensão operacional (Pinho et al., 2008).

Em síntese, o FMEA contemporâneo é reconhecido como ferramenta que alia técnica, estratégia e cultura, sua trajetória revela uma metodologia em constante atualização, que acompanha as transformações tecnológicas e gerenciais, mantendo-se indispensável para organizações que buscam qualidade, segurança e competitividade, sua presença consolidada em setores diversos comprova que se trata de um recurso versátil, adaptável e fundamental para prevenir falhas e assegurar processos robustos e sustentáveis (Rodrigues et al., 2017).

3 METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida adota natureza aplicada, pois busca a utilização de conhecimentos consolidados no campo da gestão da qualidade para solucionar problemas práticos relacionados à prevenção de falhas em processos produtivos e de serviços, nesse sentido, o estudo fundamenta-se na perspectiva de que a ciência deve ser capaz de oferecer respostas concretas às demandas das organizações, por meio da adaptação de métodos já consagrados, como o FMEA, em novos contextos de análise e aplicação, característica que permite alinhar teoria e prática em um mesmo corpo investigativo (Gil, 2002).

Quanto à abordagem, o trabalho se insere no campo qualitativo, visto que privilegia a interpretação dos fenômenos organizacionais e a compreensão da complexidade dos processos em que a ferramenta FMEA é aplicada, diferentemente de metodologias estritamente quantitativas, a abordagem qualitativa permite compreender variáveis que extrapolam números e indicadores, como aspectos culturais, comportamentais e gerenciais, possibilitando uma visão mais ampla sobre a relevância e os impactos do uso da ferramenta no cotidiano empresarial (Lakatos, 2003).

A análise dos dados segue um processo interpretativo, em que os resultados obtidos são confrontados com as teorias previamente discutidas, a interpretação baseia-se em uma leitura crítica e comparativa, que busca não só confirmar a eficácia do FMEA, mas também destacar aspectos que possam ser aprimorados ou adaptados, ao utilizar esse procedimento, pretende-se oferecer uma visão que combine rigor científico com aplicabilidade prática, alinhando o método ao propósito de gerar contribuições efetivas para a gestão da qualidade nas organizações (Lakatos, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados evidenciou que a aplicação da ferramenta FMEA em diferentes contextos organizacionais permitiu mapear falhas potenciais de forma estruturada, possibilitando a priorização de ações preventivas e corretivas, ao organizar riscos em categorias de severidade, ocorrência e detecção, observou-se maior clareza na definição das prioridades gerenciais, o que fortaleceu a capacidade das empresas de atuar preventivamente e reduzir perdas significativas no processo produtivo (Pimenta, 2022).

No setor de serviços contábeis, a utilização do FMEA demonstrou ser eficaz na redução de erros fiscais e na melhoria da confiabilidade das informações prestadas aos clientes, a ferramenta auxiliou na padronização dos processos internos, eliminando redundâncias e falhas de comunicação que antes comprometeriam a qualidade final, como resultado, as empresas alcançaram uma maior precisão nos relatórios, e um aumento na confiança dos clientes em relação ao serviço prestado (Pinho et al., 2008).

Em ambientes industriais voltados à manutenção, a aplicação da metodologia mostrou impacto expressivo na redução de paradas não programadas, os resultados apontaram que, ao identificar modos de falha recorrentes em máquinas pneumáticas, foi possível implementar um calendário de inspeções preventivas mais eficiente, o que reduziu o tempo de inatividade, melhorou a produtividade e assegurou maior previsibilidade para o planejamento das operações (Rodrigues et al., 2017).

Estudos de caso na indústria de transformação confirmaram a eficácia do FMEA como instrumento de suporte à melhoria contínua, ao ser aplicado em processos de injeção plástica, a ferramenta possibilitou identificar falhas em etapas críticas, como alimentação de resina e estufagem, levando à implementação de medidas corretivas que reduziram índices de retrabalho e desperdício de matéria-prima, refletindo diretamente na melhoria da qualidade do produto final (Silva et al., 2018).

Os resultados também indicaram que, no setor automotivo, a integração do FMEA com métodos de apoio à decisão, como AHP e Conjuntos Fuzzy, fortaleceu a precisão da análise, ao possibilitar a hierarquização das falhas com base em critérios objetivos, foi possível direcionar investimentos para pontos estratégicos, garantindo maior eficiência na alocação de recursos e promovendo robustez na cadeia de suprimentos (Aguiar e Salomon, 2007).

Constatou – se que a utilização do FMEA previne falhas técnicas e fortalece a cultura organizacional, ao reunir equipes multidisciplinares para discutir potenciais riscos, a ferramenta contribuiu para ampliar a colaboração interna, desenvolvendo maior consciência coletiva sobre a importância da prevenção e estimulando a construção de soluções integradas, o que impactou positivamente a coesão organizacional (Toledo e Amaral, 2000).

Na área de saúde, os estudos analisados mostraram que o FMEA foi incorporado em processos hospitalares de alta complexidade, como a administração de medicamentos, os resultados indicaram

que a metodologia reduziu significativamente a incidência de erros clínicos, assegurando maior segurança aos pacientes, além de elevar o nível de confiança das equipes médicas, esse resultado demonstra que a ferramenta extrapola fronteiras industriais, adquirindo relevância social e humanitária (Institute for Healthcare Improvement – IHI, 2017).

A aplicação em pequenas empresas também revelou ganhos consistentes, como evidenciado em organizações de confecção de bolsas e acessórios, ao adotar o FMEA no desenvolvimento de produtos, houve uma redução expressiva de devoluções e um aumento na qualidade percebida pelos consumidores, esses resultados comprovam que a ferramenta pode ser aplicada independentemente do porte da empresa, desde que haja compromisso com a gestão da qualidade (Tondin e Dreger, 2016).

Cabe destacar a contribuição da ferramenta para a redução de custos indiretos, já que a prevenção de falhas evitou retrabalhos, desperdícios de insumos e gastos com manutenção emergencial, ao priorizar falhas de maior impacto por meio do RPN, gestores conseguiram planejar intervenções com maior racionalidade, assegurando que os investimentos fossem direcionados para áreas que realmente ofereciam retorno em termos de qualidade e confiabilidade (Pimenta, 2022).

No âmbito acadêmico, os resultados dos estudos mostraram que a aplicação do FMEA fortalece a formação de futuros profissionais, ao ser inserido em cursos de engenharia e administração, a metodologia contribui para o desenvolvimento de competências analíticas, estratégicas e colaborativas, preparando estudantes para lidar com cenários complexos, o que fortalece a relação entre teoria e prática e amplia a qualidade do ensino superior no país (Pinho et al., 2008).

Também se observou que a ferramenta tem favorecido a integração de tecnologias digitais aos processos de qualidade, softwares especializados em FMEA permitiram maior agilidade na aplicação, além de favorecerem a análise colaborativa entre equipes geograficamente dispersas, esse avanço tecnológico potencializou o alcance da metodologia, tornando-a mais acessível a diferentes perfis de empresas (Rodrigues et al., 2017).

A análise dos resultados revelou ainda que o FMEA, quando associado a metodologias de gestão da qualidade total, amplia a eficácia dos sistemas de monitoramento, sua complementaridade com ferramentas como QFD e FTA favoreceu a identificação de riscos em estágios mais precoces, o que aumentou a efetividade dos planos de controle, demonstrando que sua aplicação em conjunto com outras práticas potencializa resultados (Sakurada, 2001).

Os estudos também confirmaram que, em ambientes de alta pressão competitiva, a utilização do FMEA fortalece a vantagem estratégica, ao reduzir falhas e melhorar a confiabilidade dos processos, as organizações alcançaram ganhos em reputação, maior capacidade de atender normas regulatórias e maior resiliência diante das exigências do mercado, esses resultados reforçam a ferramenta como um recurso técnico, e estratégico (Aguiar e Salomon, 2007).

No setor hospitalar, verificou-se que o uso do FMEA contribuiu para a construção de protocolos mais seguros, evitando falhas críticas em procedimentos clínicos, esse resultado reforça a ideia de que a ferramenta possui aplicabilidade universal, desde a prevenção de falhas técnicas em equipamentos industriais até a salvaguarda da vida humana em ambientes de saúde (Institute for Healthcare Improvement – IHI, 2017).

Em síntese, os resultados analisados confirmam que o FMEA se consolidou como uma metodologia capaz de gerar impacto significativo em diferentes setores, sua aplicação promove a prevenção de falhas, e a elevação da confiabilidade, a redução de custos e o fortalecimento da cultura organizacional, evidenciando que, ao longo de sua trajetória, a ferramenta evoluiu de um método técnico para um instrumento estratégico de gestão da qualidade (Pimenta, 2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada ao longo do estudo permitiu constatar que a ferramenta FMEA se apresenta como recurso indispensável para organizações que buscam não apenas reduzir falhas, mas estruturar uma gestão voltada para a prevenção, sua trajetória histórica e suas aplicações contemporâneas demonstram que se trata de um método adaptável, versátil e eficaz, capaz de atender às demandas de diferentes setores, desde indústrias de base tecnológica até serviços contábeis e hospitalares.

A consolidação do FMEA como prática de qualidade evidencia que sua principal contribuição não está apenas na identificação de falhas potenciais, mas na construção de uma mentalidade preventiva que fortalece processos, produtos e serviços, ao estimular equipes multidisciplinares a refletirem sobre riscos e soluções, a ferramenta cria um ambiente organizacional orientado à melhoria contínua e à busca pela excelência.

Os resultados apontaram que, quando aplicado de forma consistente, o FMEA contribui diretamente para a redução de custos operacionais, elimina retrabalhos e diminui desperdícios, ao mesmo tempo em que amplia a confiabilidade e a satisfação de clientes e usuários, mostrando que sua eficácia não se restringe a ambientes fabris, mas alcança qualquer organização comprometida com a qualidade.

Observou-se também que o FMEA fortalece a integração entre áreas, estimulando a colaboração entre profissionais de diferentes formações, esse caráter multidisciplinar amplia a capacidade de inovação, promove maior alinhamento estratégico e favorece a construção de soluções mais abrangentes, criando um diferencial competitivo relevante em mercados cada vez mais exigentes.

A ferramenta contribui ainda, para a formação de profissionais mais preparados, ao ser incorporada em práticas acadêmicas e no ambiente organizacional, torna-se um instrumento pedagógico que ensina a enxergar processos sob a ótica da prevenção, desenvolvendo competências

analíticas, críticas e estratégicas, fundamentais em contextos marcados por incertezas e transformações rápidas.

O estudo também revelou que o FMEA não deve ser entendido apenas como técnica operacional, mas como estratégia de gestão, pois ao integrar a prevenção de falhas à cultura organizacional, ele fortalece a resiliência das empresas, amplia sua capacidade de resposta diante de imprevistos e garante maior sustentabilidade em longo prazo, sendo, portanto, um elemento chave para organizações que desejam se manter competitivas.

Além de seu impacto interno, a ferramenta traz reflexos significativos para a sociedade, ao ser aplicada em áreas sensíveis como a saúde, contribui para aumentar a segurança de pacientes e profissionais, reduzindo riscos em processos clínicos e elevando a qualidade do atendimento, esse aspecto reforça que o FMEA extrapola a esfera empresarial, tornando-se também uma prática de relevância social.

Dessa forma, a utilização sistemática do FMEA é muito importante para organizações que buscam excelência em seus processos, sua capacidade de antecipar falhas, reduzir riscos e promover a melhoria contínua o consolida como instrumento estratégico de gestão da qualidade, capaz de gerar benefícios tangíveis e intangíveis, assegurando maior competitividade, sustentabilidade e confiabilidade em um cenário global cada vez mais desafiador.



REFERÊNCIAS

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

INSTITUTE FOR HEALTHCARE IMPROVEMENT – IHI. Kit de Ferramentas Essenciais para Melhoria da Qualidade: Análise de Modos e Efeitos de Falha (FMEA). Boston: IHI, 2017.

PINHO, L. de A. et al. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA): uma ferramenta de apoio na prevenção de falhas. *Revista Científica AEDB*, v. 4, n. 2, p. 1-12, 2008.

PIMENTA, Rui Otoniel Rodrigues. FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos. São José dos Pinhais: Brazilian Journals, 2022.

RODRIGUES, Alyson da Luz Pereira et al. Application of FMEA as support in the preventive maintenance of the pneumatic machine Norbar. *Journal of Lean Systems*, v. 2, n. 4, p. 129-151, 2017.

SAKURADA, Eduardo Yuji. As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SILVA, Geneson Santos da; SOUZA, Geiza Cristina Rocha de; CAMPOS, Paola Souto. Aplicação da ferramenta FMEA em processo de injeção plástica na prevenção de falhas: um estudo de caso. *Revista Semana Acadêmica*, v. 1, p. 1-15, 2018.

TOLEDO, José Carlos de; AMARAL, Daniel Capaldo. FMEA – Análise do Tipo e Efeito de Falha. São Carlos: UFSCar, 2000.

TONDIN, Renata; DREGER, Ademir Anildo. Melhoria no desenvolvimento de produto: uma aplicação da ferramenta FMEA. *Universo Acadêmico*, v. 9, n. 1, p. 153-165, 2016.