

Aplicabilidade da FMEA de processo: O caso de uma pequena empresa de alta tecnologia

RESUMO

Juliana Karla Rodrigues de Souza Santos

Julianakarlarodrigues92@gmail.com
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

Taciana de Barros Jerônimo

Taciana.barros@gmail.com
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, Pernambuco, Brasil.

A gestão da qualidade baseada na prevenção de falhas é fundamental para assegurar a credibilidade na realização dos processos ligados a prestação de serviços. Nessa perspectiva, este artigo teve como objetivo analisar como melhorar o gerenciamento da qualidade no processo de elaboração de serviço em nuvem em uma pequena empresa de alta tecnologia, a partir da aplicação da ferramenta Análise do Modo e do Efeito da Falha (FMEA). Em relação aos procedimentos metodológicos optou-se pela pesquisa qualitativa, a qual foi realizada por meio de estudo de caso único e pela aplicação do formulário da FMEA. Os resultados indicaram que a maioria das falhas foram oriundas de erros no estabelecimento e cumprimento de prazos e na comunicação entre os setores. Além disso, também se observou que a aplicação da ferramenta resultou em melhorias organizacionais consideráveis, que contribuíram para diminuição da percepção do risco de falhas ocorrerem pela equipe, melhorando a qualidade na execução do processo analisado.

PALAVRAS-CHAVE: FMEA. Pequena empresa. Alta tecnologia.

INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade é umas das temáticas mais relevantes no âmbito da administração moderna (BARBOSA; GAMBI; GEROLAMO, 2017). Ela é vista como requisito básico para sobrevivência das empresas, atuando como uma estratégia que viabiliza a permanência da organização no mercado competitivo (PICANCIO, 2011).

Os princípios do gerenciamento da qualidade são o comprometimento, direcionamento para o cliente, percepção sistêmica dos processos e foco na melhoria contínua (CARPINETTI, 2016). Esses princípios podem ser percebidos na aplicação da ferramenta de gerenciamento da qualidade Análise do Modo e do Efeito da Falha (FMEA), em inglês *Failure Mode and effect Analysis*, que tem como finalidade melhorar a confiabilidade no processo produtivo por meio da prevenção/correção de falhas (CARPINETTI, 2016).

De acordo com Ookalkar; Joshi; Ookalkar (2009), o uso dessa ferramenta coopera para a identificação de fragilidades nos processos, por intermédio de uma análise qualitativa. Além disso, a FMEA colabora para aumento da credibilidade, aperfeiçoamento da qualidade, desempenho organizacional (VINODH; SANTHOSH, 2012) e gerenciamento de risco (NIKITCHENKO; RYSTSOVA; CHERNYSHEVA, 2019).

Apesar de sua utilização inicial ter partido do setor industrial ligado à produção e linha de montagem (STAMATIS, 2003), a FMEA de processo pode ser aplicada na avaliação de todo tipo de processo (LAURENTI; VILLARI; ROZENFEND, 2012) e em qualquer modalidade de organização, inclusive no âmbito de uma pequena empresa de tecnologia da informação (TI), que neste estudo é classificada como de alta tecnologia.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que tem como base a categorização do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), são consideradas empresas de pequeno porte no ramo de serviços, a partir da classificação por número de funcionários, as que possuem entre 10-49 colaboradores (SEBRAE, 2018). E como de alta tecnologia, empresas que elaboram produtos de tecnologia avançada e que operam no setor classificado como de alta tecnologia (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, 2010) como é o caso do de informática (OCDE, 2011).

A pequena empresa de alta tecnologia (PET) analisada presta serviços de solução em nuvens para empresas de origem pública ou privada. Os serviços de solução em nuvem envolvem a *cloud computing* ou computação em nuvem, que é fundamenta na *web* e tem como intuito oferecer diversas funcionalidades por meio da nuvem, não sendo necessário amplo investimento em maquinário (BORGES *et al.*, 2011; TERUEL, 2015).

Assim, este artigo tem como objetivo geral analisar como melhorar o gerenciamento da qualidade no processo de elaboração de serviço em nuvem em uma pequena empresa de alta tecnologia, a partir da aplicação da ferramenta FMEA.

A contribuição desse estudo está na busca por avaliar a aplicabilidade dessa ferramenta em contexto específico de uma pequena empresa de alta tecnologia, pois embora a ferramenta seja bastante utilizada em vários ambientes como o administrativo (COUTO; CARVALHO, 2015), o da indústria automotiva (LAURENT;

ROZENFELD; FRANIECK, 2012; AGUIAR; SALOMON; MELLO, 2015), o da saúde (MEYRIEUX *et al.*, 2012; CLAXTON; CAMPBELL-ALLEN, 2017) e o de desenvolvimento de *software* (GEORGIEVA, 2010), nenhum desses trabalhos considerou a análise da FMEA a partir das especificidades de uma PET.

Essa modalidade de empresa tem cunho dinâmico e flexível, conjunturas organizacionais enxutas (JERÔNIMO, 2009) e encontram-se em cenário no qual o trabalho em equipe é valorizado (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, 2010). Desse modo, pressupõem-se que esse seja um ambiente compatível com a aplicação da FMEA de processo, que engloba debate em grupo, processo decisório e comprometimento dos membros da equipe.

Além disso, no âmbito de elevada competição o gerenciamento da qualidade pode operar como forma de alcançar vantagem competitiva para as empresas (CARPINETTI, 2016), pois visa o ajuste do processo produtivo para total satisfação do cliente (PALADINI, 2011). Apesar da aplicação da FMEA ter se difundido visando gerar satisfação para o cliente a partir da lógica do fabricante, também é possível adaptar a ferramenta para aplicação direta ao cliente (KOOMSAP; CHAROENCHOKDILOK, 2018).

Por fim, este artigo encontra-se dividido em cinco seções, a primeira seção foi composta pela introdução acerca do tema investigado, que envolveu uma contextualização do ambiente no qual se desenvolveu o estudo; a segunda seção englobou os autores que foram utilizados como base para nortear esta pesquisa; a terceira, detalhou os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do artigo; a quarta abrangeu a análise dos resultados e a quinta apresentou as considerações finais do estudo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Diante de um contexto de rápidas mudanças mercadológicas, clientes cada vez mais exigentes e elevado grau de incerteza, a busca por aspectos relacionados ao gerenciamento da qualidade vem aumentando (MONACO; MELLO, 2007). Desta forma, inúmeras organizações por meio de programas de qualidade vêm procurando gerar melhoria contínua no desempenho de suas atividades e processos (MILAN; PRETTO; PIGOZZI, 2012).

A gestão da qualidade nos processos visa extinguir as perdas/falhas que possam inviabilizar a total satisfação do cliente (PALADINI, 1995). Para isso, adota ações que buscam a diminuição de custos, juntamente com a melhoria de processos (PALADINI, 1995). Muitas dessas ações emergem da utilização de ferramentas de gerenciamento da qualidade como é o caso da FMEA de processo (CARPINETTI, 2016)

Compreende-se como processo um conjunto de atividades sistematizadas que seguem um sequenciamento e realizam a transformação de entradas em saídas (ROTONDARO, 2012), com o propósito de atender tanto as necessidades quanto as expectativas dos mais variados clientes (internos e externos) da instituição (OLIVEIRA, 2009).

Ao direcionar recursos para a monitoração do gerenciamento da qualidade dos processos, a empresa melhora sua competitividade e a eficiência, diminui a

utilização de recursos e falhas, elimina desperdícios e aumenta consideravelmente a satisfação dos clientes (PICANCIO, 2011).

Para compressão e monitoramento de processos em empresas pequeno porte, é necessário a aplicação de instrumentos administrativos adequados para atender suas particularidades (HÖRBE *et al.*, 2015). Algumas das formas de classificar as empresas como de pequeno porte são por meio da receita obtida ou quantidade de colaboradores, sendo esta última, bastante usada no país (BAGATINI, 2008). Nesse sentido, são consideradas organizações de pequeno porte no setor de serviços, as empresas que possuem entre 10 e 49 colaboradores (SEBRAE, 2018).

Em relação a alta tecnologia, segundo Zakrzewska-Bielawska (2010) podem ser considerados empreendimentos de alta tecnologia aqueles que conduzem seus empreendimentos na fronteira da economia e ciência, em um setor categorizado como de alta tecnologia e/ou elaborando produtos de tecnologia de ponta, envolvendo atividades de P&D em conjunto com características de empresas inovadoras e baseadas no conhecimento.

Além disso, destaca-se que possuem estrutura organizacional amplamente flexível, valorizam o trabalho em equipe, gastam bastante com P & D, demonstram proximidade nas relações de parceria científica e técnica, a força de trabalho de suporte é autônoma e independente, com conhecimentos e competências elevadas (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, 2010).

Conforme Olaverri, Kintana e Alonso (2004) o nível avançado de tecnologia e autonomia não demanda apenas colaboradores com vasto conhecimento e habilidades ligadas a tecnologia, mas também atitudes acertadas e personalidade que se adeque ao volume extra de responsabilidade e incerteza.

A Organização para a Cooperação Econômica e o Desenvolvimento (OCDE), a partir dos gastos em P&D, dividiu os níveis de intensidade tecnológica por setor, sendo o setor de informática classificado como de alta tecnologia (OCDE, 2011). A informática faz parte do segmento de tecnologia da informação e comunicação (TIC), que também é composto pela telecomunicação e microeletrônica (IBGE, 2009). Por isso, a pequena empresa de tecnologia da informação analisada pode ser classificada como de alta tecnologia.

Entretanto, essas organizações também possuem algumas limitações como as apresentadas por Kim *et al.* (2013) em pesquisa sobre as PMETs situadas na Coreia do Sul, onde observou-se que estas empresas enfrentam desafios relacionados ao cenário internacional de grande competitividade e escassez de recursos. Outros obstáculos podem emergir de questões relacionadas a estrutura, tamanho, limitação de recursos e cultura organizacional que refletem no modo que essas empresas devem ser geridas (JERÔNIMO; MEDEIROS, 2012).

Em estudos elaborados por Jerônimo (2009), Jerônimo e Medeiros (2012), Jerônimo e Medeiros (2013) em relação a pequenas e médias empresas de tecnologia avançada, observou-se que os gestores/dirigentes destas empresas demonstraram dificuldades de monitoração e estratégias de controle, juntamente com processo de tomada de decisão rápido.

Por outro lado, a respeito dos dirigentes desses tipos de organizações, Svante e Henrik (2008) concluíram a partir da análise das pesquisas elaboradas por Noël (1989), Choran (1969), Muir e Langford (1994), Florén e Tell (2004), e

O’Gorman *et al.* (2005) o cotidiano desses gerentes são assinalados pela informalidade e fragmentação, o que resulta em um curso de ações *ad hoc*, sem planejamento. O que pode ser melhorado com a aplicação da ferramenta FMEA.

Apesar de apresentar várias modalidades, a FMEA de produto e a de processo são as mais utilizadas entre os autores (CRUZ, 2009). A FMEA de produto dedica-se ao estudo dos modos de falhas provenientes de erros no projeto do produto, já a FMEA de processo, examina as falhas advindas de defeitos no processo (LAURENTI; VILLARI; ROZENFEND, 2012).

A FMEA de processo (que é a utilizada neste estudo) pode ser usada para analisar, qualquer processo, não apenas o de fabricação (LAURENTI, VILLARI, ROZENFEND, 2012), conforme pode ser observado no estudo desenvolvido por Trafialek e Kolanowski (2014) que incorporaram a FMEA no processo de averiguação do sistema *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HSCCP), com a finalidade de diminuir os riscos relativos à segurança alimentar, por meio de auditoria em duas padarias localizadas na Polônia.

Por outro lado, Mendes *et al.* (2015) com intuito de comprovar que a FMEA de processo era útil no desenvolvimento de melhorias e gerenciamento de riscos em um laboratório público, os autores aplicaram a ferramenta e obtiveram resultados positivos em relação ao aperfeiçoamento da qualidade, maior segurança, aprendizagem e melhor capacidade da equipe envolvida de implementar mudanças.

Ainda no campo da saúde, Khushboo (2017) aplicou a FMEA em um Hospital na Índia com a finalidade de otimizar o processo de gestão de medicamento. O autor percebeu que as principais falhas no gerenciamento de medicamento estavam ligadas a problemas de administração e transcrição, e após a execução das ações de melhorias, observou-se que o risco, a conexão entre a equipe e as falhas na gestão da medicação diminuíram de maneira satisfatória.

Já Couto e Carvalho (2015) utilizaram a FMEA nas fases do processo de matrícula de uma instituição de Ensino Superior, o que colaborou para a identificação de modos de falhas cruciais (falha na operação do sistema e erros humanos) e elaboração de sugestões de melhorias para conter esses modos de falhas.

Ochrana, Půček e Plaček (2015) desenvolveram uma adaptação da FMEA fundamentada em elementos microeconômicos para avaliar o risco de corrupção no setor público na Bulgária, e chegaram à conclusão que a aplicação dessa ferramenta pode contribuir para o aumento da eficiência contra a corrupção, além da possibilidade de ser implementado na gestão dos sistemas. Ainda de acordo com os autores, a ferramenta auxilia na priorização de processos com maior risco de corrupção, podendo colocá-los no centro da auditoria de gerenciamento, propiciando racionalidade na inspeção e diminuição de custos.

Yazdani *et al.* (2019) visando otimizar o processo de tomada de decisão e avaliação do risco em projetos também desenvolveu uma versão adaptada da FMEA. Já Casotti, Batista e Freitas (2017), aplicaram a FMEA no contexto da pesca artesanal e identificaram que os problemas na cadeia produtiva estavam sobretudo ligados a ausência de qualidade no processo e escassez de incentivo do poder público.

Dessa forma, percebe-se que a FMEA de processo proporciona vários benefícios, como por exemplo, a possibilidade de identificar erros no processo e de elaborar um plano de ação para solucioná-los (STAMATIS, 2003). Sendo considerada deste modo, uma ferramenta fundamental para melhoria contínua da qualidade (BAHRAMI; BAZZAZ; SAJJADI, 2012).

Contudo, para alcançar o máximo de benefícios é importante atentar para algumas questões, pois como afirmado por Claxton e Campbell-Allen (2017), a aplicação da FMEA exige tempo, planejamento e paciência para que seja possível atingir os melhores resultados. Vieira (2008), também revela que a utilização da FMEA pode envolver obstáculos em reunir o time e mantê-lo coerente.

Ademais, uma equipe que tenha vasto conhecimento acerca do processo investigado coopera para maximizar o poder de seu uso (CLAXTON; CAMPBELL-ALLEN, 2017) e o comprometimento da à alta administração e dos colaboradores envolvidos devem ser assegurados (VINODH; SANTHOSH, 2012).

Em pesquisa desenvolvida por Laurenti, Villari e Rozenfeld (2012a) a respeito da identificação e classificação dos problemas e propostas de melhorias ligadas à aplicação da FMEA, os autores perceberam que alguns dos problemas relacionados ao uso dessa ferramenta referem-se: ao grau de precisão do *Risk Priority Numbers* (RPN); a ampla demanda de tempo para aplicação completa e criteriosa da ferramenta; conflito entre os participantes da equipe para atribuir pontuação para os índices, o uso dos índices (S, O e D) como tendo a mesma importância e a dificuldade na atribuição da pontuação desses índices pelos membros do grupo.

Nessa perspectiva, com o intuito de solucionar algumas dificuldades relacionadas ao cálculo do número de prioridade de risco na aplicação da FMEA, Liu *et.al* (2017) propôs a utilização da FMEA em conjunto com uma abordagem híbrida de decisões multicritério. Os autores concluíram que a abordagem proposta é especialmente relevante na priorização de modos de falhas em sistemas amplos e conseqüentemente mais complexos.

Outros estudos como os desenvolvidos por Paciarotti, Mazzuto, e D'etorre (2014) e Vykydal *et al.* (2015) sugerem ajustes e adaptações a esse cálculo. Entretanto, é válido ressaltar que a abordagem da FMEA utilizada nesse estudo é qualitativa, e devido a isso o uso de métodos alternativos para mensuração dos índices e valor do RPN não foram utilizados.

De acordo com Carpinetti (2016) a FMEA consiste na execução de 3 fases:

- Fase 1 – nesta fase as falhas, suas causas e meios de detecção são apuradas, juntamente com as pontuações dos índices de: severidade (S), o qual está relacionado com gravidade do efeito da falha para o cliente ou o grau de gravidade da falha no processo de elaboração do serviço; ocorrência (O), que refere-se as chances de ocorrência da falha identificada ocorrer; e detecção (D) que diz respeito a possibilidade dos controles atuais, presentes no processo, identificarem a falha antes que ela aconteça. Em seguida é realizado o cálculo do RPN para priorização das falhas, por meio da multiplicação desses três índices.
- Fase 2 – Nesta fase são traçados planos de ação para extinguir ou reduzir as falhas, considerando a ordem de prioridade;

- Fase 3 – Nesta fase é realizada uma reanálise das falhas, ocorrência e detecção para verificar se as ações implementadas foram satisfatórias.

Ressalta-se que na fase 1, no momento de identificação das falhas no processo, os participantes podem se dedicar a realizar a análise de cada falha individualmente, de maneira a se questionar acerca de suas e efeitos mais proeminentes (LI; ZENG, 2014). Entretanto, essa análise depende da experiência e conhecimento da equipe de trabalho (LI; ZENG, 2014).

Em relação ao valor do RPN, a pontuação máxima é 1.000 e para as falhas com RPN maior que 100 sugere-se a proposição de uma ação de melhoria prontamente (SOARES, 2014). Ademais, os procedimentos metodológicos adotados para a realização deste artigo encontram-se apresentados na seção a seguir.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atender a finalidade deste estudo, elegeu-se a pesquisa qualitativa como mais adequada. Essa modalidade de pesquisa defende que a análise de um fenômeno no ambiente em que ele ocorre, permite sua melhor investigação (GODOY, 1995). Sendo necessário que o pesquisador se dirija ao campo com intuito de observar o fenômeno em estudo partindo da ótica dos indivíduos nele envolvido (GODOY, 1995).

Ou seja, a pesquisa qualitativa tem por finalidade entender de maneira mais profunda determinado fenômeno, e tem como tendência coletar os dados no local onde o fenômeno ocorre (CRESWELL, 2010). Em relação aos fins, esta pesquisa se caracteriza como descritiva e aplicada. Descritiva, por visar detalhar questões relacionadas ao fenômeno em particular, e aplicada por almejar solucionar problemas práticos e concretos (VERGARA, 2014).

A aplicabilidade da pesquisa ocorreu por meio da utilização da ferramenta FMEA, que segundo Carpinetti (2016) é uma ferramenta qualitativa que é posta em prática por meio da avaliação dos índices de severidade, ocorrência e detecção que variam de uma escala de 1-10, como pode ser observado nas tabelas 1, 2 e 3 a seguir.

Tabela 1 – Índice de Severidade das falhas

Descrição	Índices
Severidade Pequena	1
Uma falha bastante pequena que não exerceria efeito notável no desempenho do sistema	
Severidade baixa	2
Uma falha pequena que acarretaria um leve descontentamento aos clientes	3
Severidade moderada	4
Uma falha que acarretaria algum descontentamento ou danificação perceptível no desempenho	5
	6
Severidade elevada	
Uma falha que acarretaria elevado grau de descontentamento aos clientes	8
Severidade muito elevada	

Descrição	Índices
Uma falha que atingiria a segurança	9
Severidade Catastrófica	
Uma falha que poderia ocasionar danificação séria a propriedade	10

Fonte: Adaptada de Slack, Chambers e Johnson (2009)

Tabela 2 – Índice de Ocorrências das falhas

Índices	Ocorrência	Critério
1	Remota	Excepcional, quase não corre
2		Poucas vezes
3	Pequena	
4		Ocasionalmente
5	Moderada	
6		
7		Frequentemente,
8	Elevada	tradicionalmente acontecem
9		Certamente falhas
10	Muito elevada	importantes vão ocorrer

Fonte: Adaptada de Helman e Andrey (1995) e Slack, Chambers e Johnson (2009)

Tabela 3 – Índice detecção da falha

Índices	Deteção	Critério
1	Muito grande	Certamente a falha será detectado e as chances de atingir os clientes são remotas
2		
3	Grande	Grande possibilidade da falha ser detectada e baixas chances de atingir o cliente
4		
5	Moderada	Provavelmente a falha será detectada e as chances de atingir o cliente são moderadas
6		
7		
8	Pequena	Provavelmente a falha não será detectada e as chances da falha atingir o cliente são elevadas
9		
10	Muito pequena	Certamente a falha não será detectada e as chances de atingir o cliente são muito elevadas

Fonte: Adaptada Slack, Chambers e Johnson (2009) e Carpinetti (2016)

Neste artigo a FMEA foi aplicada no contexto de uma pequena empresa de alta tecnologia por meio de estudo de caso. Segundo Yin (2015) em relação ao

escopo, o estudo de caso consiste em uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo profundamente, em contexto particular do mundo real, especialmente quando o marco entre o contexto e o fenômeno não são claros.

A empresa estudada atua no segmento de informática, especificadamente na área de tecnologia da informação (com ênfase em soluções em nuvem) há mais de 20 anos, é considerada uma empresa de pequeno porte, pois possui 24 funcionários, de acordo com a classificação por número de funcionário conforme SEBRAE (2018). Além disso, também pode ser considerada como de alta tecnologia, por pertencer ao segmento de elevada intensidade tecnológica (OCDE, 2011), demonstrar estrutura organizacional flexível e valorização ao trabalho em equipe (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, 2010).

A aplicação da ferramenta FMEA buscou melhorar a gestão da qualidade e competitividade da empresa investigada, por meio da análise do processo de elaboração de serviço em nuvem, efetivado a partir da óptica de uma equipe multidisciplinar formada por 8 colaboradores cedidos para este fim pelo gestor da organização. Desse total, 4 colaboradores participaram ativamente das fases 1 e 2 de aplicação da ferramenta FMEA e 5 da fase 3, devido a questões organizacionais. Corroborando com o proposto por Vieira (2008), que afirmou que a aplicação da FMEA pode envolver problemas em reunir o time e mantê-lo coeso.

Como método de análise de dados, optou-se pela análise do conteúdo modalidade temática. De acordo com Bardin (2016) essa modalidade interpreta os dados por meio de categorias relacionadas ao tema principal de estudo e envolve as fases de pré-análise, a qual tem como finalidade a operacionalização e sistematização das primeiras ideias; a exploração do material, que consiste na aplicação ordenada das decisões tomadas na etapa anterior e engloba a codificação e categorização do material e a fase de tratamento dos resultados, inferência e interpretação, que abrange o processo de lapidação dos dados brutos.

As categorias e subcategorias temáticas de análise foram as presentes nas fases de execução da FMEA e nos tópicos de seu formulário (CARPINETTI, 2016; TOLEDO; AMARAL, 2006) como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Categorização do material

INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	CATEGORIAS TEMÁTICAS	SUBCATEGORIAS TEMÁTICAS
Formulário da FMEA *Categorias e subcategorias de análise fundamentadas nos estágios de aplicação da FMEA segundo Toledo e Amaral (2006) e Carpinetti (2016)	FASE 1: Identificação dos modos de falhas e priorização de falhas	Função do processo
		Modos de falhas potenciais
		Efeito de cada modo de falha
		Severidade (S)
		Causas das falhas potenciais
		Ocorrência (O)
		Controles atuais
		Detecção (D)
		RPN
Proposições de melhorias		

	FASE 2: Proposição de melhorias para solucionar as falhas	Responsável e prazo
	FASE 3: Análise dos modos de falhas após implantação das proposições de melhorias	Ações implantadas
		Reanálise dos índices (O, D)
		RPN atual

Fonte: Autoria própria (2018)

A codificação do material foi realizada a partir dos recortes das falas dos participantes da pesquisa (em forma de texto), com base nas categorias temáticas (BARDIN, 2016) de investigação. Finalmente, a etapa de tratamento e interpretação dos dados (BARDIN, 2016) encontra-se apresentada na seção a seguir.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta seção encontra-se dividida em três fases. A fase 1, envolveu desde a definição do processo investigado até o cálculo do RPN, enquanto a fase 2 englobou a elaboração das recomendações de melhorias para as falhas consideradas prioritárias, e por fim, a fase 3, que buscou reanalisar os índices para constatação da eficácia das recomendações realizadas (CARPINETTI, 2016).

FASE 1

A fase número 1 de aplicação da FMEA contou com a participação de 8 funcionários da empresa (oriundos dos setores comercial, técnico e financeiro). Os quais neste artigo atenderam pelos codinomes de S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7 e S8.

Como o processo selecionado para ser analisado foi o de elaboração de serviço em nuvem, procurou-se no primeiro momento investigar qual seria a função desse processo de acordo com a percepção dos membros da equipe e S3 afirmou que: “[...] todo trabalho que a gente faz com nuvem, pelo menos eu tenho essa ideologia, e no meu ponto de vista todos deveriam ter, é ouvir o cliente [...] quais são as necessidades [...] e também notar qual é a realidade atual dele[...]”.

Nessa ocasião, os demais participantes do time foram questionados se estavam se acordo com a descrição da função do processo exposta por S3, que destacou como função a importância de levantar as necessidades e a realidade atual do cliente e todos afirmaram que “sim”. Dessa forma, percebe-se que ouvir o cliente, buscar atender suas necessidades e investigar a realidade atual de seu empreendimento, está fortemente relacionada com a gestão da qualidade nos processos, que é composto pelo direcionamento das ações da produção para o total atendimento das necessidades do cliente (PALADINI, 2011).

Posteriormente a equipe levantou os possíveis modos de falhas, seus efeitos e índice de severidade como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4 – Índice de Severidade das falhas

Modos de falhas potenciais	Efeito de cada modo de falha potencial	Severidade (S)
Falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de clientes	Perda de oportunidade da concretização da venda e insatisfação do cliente	7
Falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços	Atraso na entrega do serviço para o cliente	8
Falha na definição de prazos internos de cumprimento de cronograma de trabalho	1)Atraso na entrega do serviço para o cliente; 2) perda de oportunidade (no caso do comercial)	4
Falha na visibilidade do processo pelo financeiro após a provação da proposta	Perda de dinheiro para a organização	10
Falha na Identificação da real necessidade do cliente	1)Comprometimento da imagem da empresa; 2) Insatisfação do cliente que investiu dinheiro e não teve sua necessidade atendida;	8
Falha no estabelecimento das condições comerciais para o cliente	Perda de negócio	7
Falha na transferência da comunicação do comercial para a área técnica	Descontentamento do cliente por não alcançar o resultado desejado	7
Falha no alinhamento das expectativas do cliente antes da execução	Descontentamento do cliente por não alcançar a expectativa esperada	7
Falha no acompanhamento da execução e entrega do serviço	Insatisfação do cliente em diferentes graus de descontentamento e danificação no desempenho	5
Falha na documentação de ocorrências e informações por escrito	Informalidade nos processos e na comunicação	9
Falha no Redimensionamento do novo prazo em virtude das urgências	Redimensionamento equivocado do tempo e insatisfação do cliente	7

Fonte: Autoria própria (2018)

Assim, neste momento inicial o time não obteve problemas em identificar os modos de falhas potenciais do processo de elaboração de serviço em nuvem, o

que indicou que os participantes tinham conhecimento das vulnerabilidades do processo. Corroborando com o apresentado por Claxton e Campbell-Allen (2017) ao indicarem que uma equipe que tem amplo conhecimento do processo pode colaborar para otimizar os resultados da aplicação da FMEA.

Entretanto, a respeito da falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços e falha na definição de prazos internos de cumprimento de cronograma de trabalho constatou-se inconsistência nas respostas, pois essas falhas estão fortemente ligadas e tem praticamente os mesmos efeitos. Todavia, a equipe atribuiu notas muito divergentes (8 e 4), o que indicou pouca atenção ao efeito da falha, durante a avaliação da pontuação da severidade dessas falhas. Ratificando o proposto por Vieira (2008) que afirmou que durante a aplicação da FMEA pode ocorrer contratempos em manter a equipe coerente.

Também constatou-se que 2 falhas ficaram com grau de severidade moderado (a falha na definição de prazos internos de cumprimento de cronograma de trabalho e a falha no acompanhamento da execução e entrega do serviço); 1 falha apresentou severidade muito elevada (a falha na documentação de ocorrências e informações por escrito); 1 falha ficou com severidade catastrófica (a falha na visibilidade do processo pelo financeiro após aprovação da proposta).

E 7 falhas ficaram com grau de severidade elevada (falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de clientes, falha na identificação da real necessidade do cliente, falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços, falha no estabelecimento das condições comerciais para o cliente, falha na transferência da comunicação do comercial para a área técnica, falha no redimensionamento do novo prazo em virtude das urgências e falha no alinhamento das expectativas do cliente antes da execução).

Os passos seguintes foram a análise das causas das falhas, sua ocorrência, controles atuais e índice de detecção (CARPINETTI, 2016). Conforme exposto na tabela 5.

Tabela 5 – Causas, ocorrência, controles e detecção das falhas

Causas das falhas potenciais	(O)	Controles atuais	(D)
Falta de administração e planejamento do tempo	4	Não existe controle específico para a falha	7
Falta de alinhamento de prazo (interno e externo)	6	<i>Planner</i> e Agenda	3
Falta de utilização das ferramentas que já existem	7	1) <i>Planner</i> , 2) Agenda e 3) reunião de PIPE semanal.	3
1) Falta de padronização do envio da documentação para a cobrança; 2) Falta de utilização dos controles atuais, sobretudo criação de NSU	6	1)Criação de NSU, 2)Consulta da planilha de vendas do comercial, 3) <i>e-mail</i>	8
	6		4

Causas das falhas potenciais	(O)	Controles atuais	(D)
Não ouvir atentamente a real necessidade do cliente e tentar comercializar produtos que ele não precisa.		1) Diálogos com o cliente (informais) e anotação; 2) Reunião de PIPE semanal	
1) Falta de detalhamento da explicação da proposta; 2) Falta de <i>checklist</i> padronizados das condições comerciais	4	Em termos de visibilidade existe a planilha de vendas, mas não existe um controle específico para essa falha	5
1) Falta de alinhamento interno da comunicação (comercial e técnico) 2) Falta de definição de papéis	6	Realizado de maneira informal.	3
Equívoco na comunicação	2	Reunião de <i>kick-off</i>	5
Falta de treinamento e divulgação sobre a existência da ferramenta CRM	5	Não existe um controle padronizado, alguns colaboradores utilizam planilhas, outros <i>e-mail</i> e alguns controlam o acompanhamento de maneira informal.	3
1) falta de uso adequado da ferramenta de gestão de atendimento	8	Revisão de fechamento dos <i>tickets</i> (ordem de serviços para execução) no sistema de gestão de atendimento	8
Falta de planejamento e alinhamento interno e externo	6	1) Reunião de PIPE semanal e <i>planner</i> ; 2) Em alguns setores é realizado de maneira informal	2

Fonte: Autoria própria (2018)

A respeito das causas, percebe-se que a maioria delas estão relacionadas a falta de planejamento, alinhamento e comunicação. Além disso, nesta etapa a

equipe apresentou dificuldades em apontar as causas de algumas falhas, o que contribui para que as discussões ficassem mais intensas em alguns momentos.

Quanto a severidade da falha, 2 delas foram classificadas com grau de ocorrência elevada; 8 falhas ficaram com grau de ocorrência moderado e apenas 1 falha foi classificada com grau de ocorrência pequena (falha no alinhamento da expectativa antes da execução).

Sobre os mecanismos de controle dentro da organização, a maior parte deles não são padronizados ou não são formais, contribuindo para a informalidade das relações de trabalho. No que se refere aos valores de detecção, 5 falhas ficaram com grau de detecção elevado; 3 falhas obtiveram grau de detecção moderada; 3 falhas ficaram com grau de detecção pequena.

Ademais, em pesquisa realizada por Laurenti, Villari e Rozenfend (2012a) a questão do conflito entre os participantes do grupo na fase de atribuição da pontuação dos índices, foi indicado como um dos problemas da aplicação da FMEA.

Contudo, no estudo de caso em questão, percebeu-se que embora a equipe tenha enfrentado dificuldades para atribuir a pontuação para alguns índices, em termos de conflito, também houve dificuldade em se chegar ao consenso acerca da identificação de algumas causas das falhas como, por exemplo, a causa da falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de cliente.

Os resultados desta pesquisa também corroboraram com o afirmado por Claxton e Campbell-Allen (2017), que declaram que a aplicação da FMEA requer bastante tempo. Neste caso, principalmente devido à necessidade de consenso entre os membros da equipe para evoluir com a aplicação da ferramenta.

Dessa forma, foi notório que mesmo em contexto no qual o trabalho em equipe é valorizado (ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, 2010), pode existir amplo debate e conflitos até se obter um consenso.

Em seguida realizou-se o cálculo do valor do RPN de cada falha, que foi obtido por meio da multiplicação dos índices de severidade, ocorrência e detecção (CARPINETTI, 2016). Segundo apresentado na tabela 6.

Tabela 6 – Valores de RPN

Modos de falhas potenciais	RPN (SxOxD)
Falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de clientes	196
Falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços	144
Falha na definição de prazos internos de cumprimento de cronograma de trabalho	84
Falha na visibilidade do processo pelo financeiro após a provação da proposta	480
Falha na Identificação da real necessidade do cliente	192
Falha no estabelecimento das condições comerciais para o cliente	140
Falha na transferência da comunicação do comercial para a área técnica	126
Falha no alinhamento das expectativas do cliente antes da execução	70

Modos de falhas potenciais	RPN (SxOxD)
Falha no acompanhamento da execução e entrega do serviço	75
Falha na documentação de ocorrências e informações por escrito	576
Falha no Redimensionamento do novo prazo em virtude das urgências	84

Fonte: Autoria própria (2018)

Após a contabilização dos valores de RPN, conforme explicada na seção de procedimentos metodológicos optou-se por priorizar as soluções de melhorias para as falhas com a nota de RPN superior a 100 encerrando dessa forma a primeira etapa de análises dos dados.

FASE 2

De acordo com Soares (2014) para as falhas com RPN superior a 100 devem ser propostas ações de melhorias urgentemente. Dessa forma, as proposições de melhorias seguem explicitadas na tabela 7.

Tabela 7- Ações de melhorias recomendadas

Modos de falhas potenciais	RPN (SxOxD)	Ações de melhorias recomendadas
Falha na documentação de ocorrências e informações por escrito	576	Realizar trabalho de conscientização e estímulo da utilização da ferramenta de gestão de atendimento pelos colaboradores
Falha na visibilidade do processo pelo financeiro após a provação da proposta	480	Unificar os 3 controles ou utilização do CRM (gestão de relacionamento com o cliente)
Falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de clientes	196	Definição de papéis(atividades de gerenciamento e atividades de prospecção) e instituir um funcionário específico para prospecção
Falha na Identificação da real necessidade do cliente	192	Treinamento interno para o pessoal do comercial
Falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços	144	Criar o hábito nos colaboradores de utilizar as ferramentas de controles atuais previamente.
Falha no estabelecimento das condições comerciais para o cliente	140	Criação de <i>checklist</i> que inclua as condições padrões de negociação para o comercial e o detalhamento da proposta para o cliente
Falha na transferência da comunicação do comercial para a área técnica	126	Realizar reunião interna comercial/técnico antes da reunião de <i>kick-off</i>

Fonte: Autoria própria (2018)

Os participantes tiveram o prazo de dois meses para implantarem as soluções de melhorias na empresa.

FASE 3

A terceira fase de aplicação da FMEA envolveu a reavaliação dos índices de ocorrência e detecção da falha após a implementação das recomendações de melhorias (CARPINETTI, 2016).

Em relação à falha na documentação de ocorrências e informações por escrito, a qual obteve valor de RPN 576, após a implantação da melhoria, a pontuação do índice de ocorrência da falha reduziu de 8 para 3, deixando de ser uma falha de ocorrência elevada, para uma de ocorrência pequena; igualmente, o valor do índice de detecção que também era 8, diminuiu para 3; e o total do RPN foi reduzido para 81, o que demonstrou uma ampla melhoria no desempenho empresarial.

Já à falha na visibilidade do processo pelo financeiro após aprovação da proposta, que havia obtido RPN 480, o time comunicou que proposição de melhoria não foi posta em prática. Pois, segundo P4 havia a implantação da ação de melhoria proposta era complexa e certamente seria implantada apenas no médio prazo. Por esse motivo não se realizou a reanálise dos novos índices dessa falha, sendo esta uma limitação desta pesquisa.

No que se refere a recomendação de melhoria para a falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de clientes (RPN 196) não foi aprovada pelo gestor, mas P2 informou que foi contratado um novo funcionário para o cargo de coordenador comercial que poderá contribuir para melhorar as causas dessa falha. Entretanto, como nenhuma ação direta foi realizada com intuito de solucionar a falha em questão, os índices nesse caso também não puderam ser reavaliados.

No tange à falha na identificação da real necessidade do cliente (RPN 192), a implantação da recomendação de melhoria está em andamento, pois o treinamento para a área comercial já está agendado. Além disso, P8 acrescentou que um novo funcionário elaborou um sistema de treinamento para o comercial, que inclui provas e simulados e que a empresa visa utilizá-lo em breve. Entretanto, como a ação de melhoria não foi posta em prática completamente, os índices não puderam ser reanalisados.

No que se refere à falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços (RPN 144), após a implantação da proposição de melhoria, a equipe atribuiu valor de ocorrência 4 e detecção 2, o que resultou no novo valor de RPN 64, o qual indicou uma diminuição significativa na percepção do risco pelo time.

Sobre à falha no estabelecimento das condições comerciais para o cliente (RPN 140), P2 declarou realizou o *checklist* porém, que ele ainda não foi aprovado pela gestão. Por isso, os índices para essa falha não puderam ser reavaliados.

Por fim, em relação à falha na transferência da comunicação do comercial para a área técnica (RPN 126), após a implementação da recomendação de

melhoria, a equipe atribuiu valor de ocorrência e detecção 3. Dessa forma, observou-se que o índice de ocorrência que antes era 6 reduziu para 3, deixando de ser uma falha de ocorrência moderada para uma falha de ocorrência pequena, e o de detecção que antes era 3, permaneceu com o mesmo valor. Assim, o valor do RPN reduziu para 63, o que apontou impacto positivo na diminuição da percepção do risco.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como finalidade analisar melhorias de qualidade no processo de elaboração de serviço em nuvem em uma pequena empresa de alta tecnologia, mediante a aplicação da ferramenta FMEA.

Devido a realidade da empresa, optou-se por dar preferência as falhas que ficaram com valor de RPN superior a 100. Dessa maneira, foram priorizadas a implantação das recomendações de melhorias para:

- Falha na documentação de ocorrências e informações por escrito,
- Falha na visibilidade do processo pelo financeiro após aprovação da proposta,
- Falha no acompanhamento da oportunidade de prospecção de clientes,
- Falha na identificação da real necessidade do cliente,
- Falha na definição de prazos para o cliente da entrega dos serviços,
- Falha no estabelecimento das condições comerciais para o cliente
- Falha na transferência da comunicação do comercial para a área técnica.

Contudo, como pôde ser observado nem todas recomendações de melhorias foram executadas em tempo hábil para realização da terceira fase de aplicação da FMEA, que envolvia a reavaliação dos índices de ocorrência e detecção após a implantação das proposições de melhorias (CARPINETTI,2016), o que se caracterizou em uma das limitações deste estudo. As recomendações que foram realizadas obtiverem resultados benéficos na redução da percepção do risco pela equipe, pois os valores dos RPNs foram reduzidos de forma significativa como pode ser observado na subseção 4.3.

Desse modo, percebeu-se que a aplicação da FMEA colaborou para a melhoria da gestão da qualidade no processo de elaboração de serviço em nuvem na pequena empresa de alta tecnologia estudada por gerar resultados positivos em relação a otimização das práticas empresariais.

Academicamente a maior contribuição deste estudo foi a análise da FMEA a partir das especificidades de uma pequena empresa de alta tecnologia, a qual inicialmente se propôs que devido as duas especificidades, apresentariam um ambiente compatível com a aplicação da ferramenta.

Entretanto, durante a aplicação da FMEA foi notório amplos debates e problemas para se chegar ao consenso em algumas fases da aplicação da ferramenta. Também se observou que a equipe da FMEA se dispersava facilmente,

conduzindo a discussão para temas que não estavam diretamente relacionados a finalidade inicial da discussão, demandando intervenção frequente para retomada do tema inicial.

Além disso, o reagendamento de reuniões, atrasos dos membros da equipe e problemas em reunir todos os integrantes do time, foram fatores limitantes da aplicação da ferramenta. Em contrapartida, vale destacar que quando a reunião se iniciava, todos os participantes se dedicavam em responder as indagações na melhor forma possível, demonstrando preocupação em apresentar respostas compatíveis com a realidade da empresa, em busca de melhoria no desempenho da organização.

Também é oportuno ressaltar que o investimento de tempo para aplicação total da ferramenta não deve ser menosprezado, como já alertado por Claxton e Campbell-Allen (2017). Pois, o tempo necessário para implementação das proposições de melhorias dependem de vários aspectos, inclusive da aprovação da gerência e dedicação dos colaboradores para conseguir realizar suas atividades cotidianas em conjunto com a implantação das recomendações de melhorias.

Finalmente, como sugestões de estudos futuros recomenda-se desenvolver uma adaptação da FMEA para suprir de forma mais adequada as necessidades de uma empresa de alta tecnologia.

Applicability of the process FMEA: The case of a small high-tech company

ABSTRACT

Quality management based on fault prevention is essential to ensure credibility in the delivery of service processes. In this perspective, this article had as objective to analyze how to improve the quality management in the process of elaboration of cloud service in a small company of high technology, from the application of the tool Analysis of the Mode and the Effect of Failure (FMEA). Regarding the methodological procedures, the qualitative research was chosen, which was done through a single case study and the application of the FMEA form. The results indicated that most of the failures were due to errors in establishing and meeting deadlines and in communication between sectors. In addition, it was also observed that the application of the tool resulted in considerable organizational improvements, which contributed to decrease the perception of the risk of failures occurring by the team, improving the quality in the execution of the analyzed process.

KEYWORDS: FMEA. Small business. High tech.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. C. de; SALOMON, V. A. P.; MELLO, C. H. P. An ISO 9001 based approach for the implementation of process FMEA in the Brazilian automotive industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, n. 6, p. 589-602, 2015. [crossref](#)

BAGATINI, F. M. Informações financeiras utilizadas na gestão de pequenas e médias empresas industriais. **Revista Gestão Organizacional**, v. 1, n. 2, p. 132-144, jul./ dez. 2008.

BAHRAMI, M.; BAZZAZ, D. H.; SAJJADI, S. M. Innovation and improvements in project implementation and management; using FMEA technique. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 41, p. 418-425, 2012. [crossref](#)

BARBOSA; F.M.; GAMBI, L.N.; GEROLAMO, M. C. Liderança e gestão da qualidade – um estudo correlacional entre estilos de liderança e princípios da gestão da qualidade. **Revista Gestão & Produção**, v. 24, n. 3, p. 438-449, 2017. [crossref](#)

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BORGES, H. P.; SOUZA, J. N. de; SCHULZE, B.; MURY, A. R. **Computação em nuvem**. 2011. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/handle/1/861>>. Acesso em: 8 set. 2017.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

CASOTTI, R. F.; BATISTA, B. C.; FREITAS, R. R. Análise dos elos produtivos e aplicação do método de análise dos modos e efeitos de falhas (FMEA) na pesca artesanal no norte do espírito santo, brasil. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v.17, n. 4, p. 1111-1133, 2017. [crossref](#)

CLAXTON, K.; CAMPBELL-ALLEN, N. M. Failure modes effects analysis (FMEA) for review of a diagnostic genetic laboratory process. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 2, p. 265-277, 2017. [crossref](#)

COUTO, M. P. P.; CARVALHO, A. L. Utilização do FMEA para análise de processos administrativos em uma instituição de ensino superior. **Percurso Acadêmico** v. 5, n. 10, p. 445-472, jul./ dez. 2015.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2010.

CRUZ, S. P. S. **Implementação de uma FMEA no caso de uma luminária**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial) – Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Universidade de Aveiro, Portugal, 2009.

GEORGIEVA, K. Conducting FMEA over the software development process. *ACM SIGSOFT Software Engineering Notes*, v. 35, n. 3, p. 1-5, 2010. [crossref](#)

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração de Empresas – RAE*, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995. [crossref](#)

HELMAN, H.; ANDERY, P. R. P. **Análise de Falhas – Aplicação dos Métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

HÖRBE, T. de A. N.; MOURA, G.L. de; SILVA, A. H.; VARGAS, K.S.; MACHADO, E. C. **Gestão por processos**: uma proposta de melhoria aplicada a uma pequena empresa do ramo de alimentação. *Sistemas & Gestão*, v. 10, n. 2, p. 226-237, 2015. [crossref](#)

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Setor de tecnologia da informação e comunicação no Brasil**: 2003-2006. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

JERÔNIMO, T. de B. **Um modelo para planejamento estratégico de PMET em Pernambuco**. 2009. 87 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

JERÔNIMO, T. de B.; MEDEIROS, D. D. de. Enabling the strategic planning of small and medium-sized information technology through advanced results: a configurational perspective of Mintzberg 5Ps. *International Journal of Business Innovation and Research*, v. 7, p. 663-678, 2013. [crossref](#)

JERÔNIMO, T. de B. The Mature of Strategic Business of Small and Medium-Sized High-Tech Companies in Brazil. *International Journal of Business, Humanities and Technology*, v. 2, p. 143-153, 2012.

KHUSHBOO, J. Use of failure mode effect analysis (FMEA) to improve medication management process. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 30, n. 2, p. 175-186, 2017. [crossref](#)

KIM, Y. A.; AKBAR, H.; TZOKAS, N.; AL-DAJANI, H. Systems thinking and absorptive capacity in high-tech small and medium-sized enterprises from South Korea. **International Small Business Journal**, v. 32, n. 8, p. 876-896, 2014. [crossref](#)

KOOMSAP, P.; CHAROENCHOKDILOK, T. Improving risk assessment for customer-oriented FMEA. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 29, n. 13-14, p. 1563-1579, 2018. [crossref](#)

LAURENTI, R.; ROZENFELD, H.; FRANIECK, E. K. Avaliação da Aplicação dos Métodos FMEA e DRBFM no Processo de Desenvolvimento de Produtos em uma Empresa de Autopeças. **Revista Gestão e Produção**, v. 19, n. 4, p. 841-855, 2012. [crossref](#)

LAURENTI, R. Problemas e melhorias do método FMEA: uma revisão sistemática da literatura. **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v. 10, n. 1, p. 59-70, 2012a.

LI, S.; ZENG, W. Risk analysis for the supplier selection problem using failure modes and effects analysis (FMEA). **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 27, n. 6, p. 1309-1321, 2014. [crossref](#)

LIU, HU-CHEN; YOU, JIAN-XIN; SHAN, MENG-MENG; SU, Q. Systematic failure mode and effect analysis using a hybrid multiple criteria decision-making approach. **Total Quality Management & Business Excellence**, 2017. [crossref](#)

MENDES, M. E.; EBNER, P. de A. R.; ROMANO, P.; NETO, M. P.; SANT'ANNA, A.; SUMITA, N. M. Practical aspects of the use of FMEA tool in clinical laboratory risk management. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 49, n. 3, p. 174-181, jun. 2013. [crossref](#)

MEYRIEUX, C.; GARCIA, R.; POUREL, N.; MÈGE, A.; BODEZ, V. Analyse des risques a priori du processus de prise en charge des patients en radiothérapie: **exemple d'utilisation de la méthode Amdec**. **Cancer/Radiothérapie**, v. 16, n. 7, p. 613-618, 2012. [crossref](#)

MILAN, G. S.; PRETTO, M. R.; PIGOZZI, P. R.. Gestão da qualidade e cultura organizacional: Um estudo de caso desenvolvido em uma fábrica de embalagens de papelão. **Revista de Negócios**, Blumenau, v. 17, n. 4, p. 40-54, out.-dez. 2012.

crossref

MONACO, F. de F.; MELLO, A. F. M. de. A Gestão da Qualidade Total e a reestruturação industrial e produtiva: um breve resgate histórico. **RACE - Revista de Administração, Contabilidade e Economia**, v. 6, n. 1, p. 7-26, 2007.

NIKITCHENKO, V. E.; RYSTSOVA, E.O.; CHERNYSHEVA, A.N. Analysis and prevention of risks in the manufacture of laboratory microbiological culture media by FMEA method. **Journal of Agronomy and Animal Industries**. v. 14, n.1, 2019.

crossref

OCDE – Directorate for Science, Technology and Industry, Economic Analysis and Statistics Division. Isic rev. 3 **technology intensity definition**: Classification of manufacturing industries into categories based on R&D intensities. 2011. Disponível em: <<https://www.oecd.org/sti/ind/48350231.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

OCHRANA, F.; PŮČEK, M.; PLAČEK, M. The Use of FMEA for the analysis of corruption: A case study from Bulgaria. **Procedia Economics and Finance**, v. 30, p. 613-621, 2015. **crossref**

OLAVERRI, M. C. G.; KINTANA, M. L.; ALONSO, A. U. Intensidade tecnológica e sistemas de trabalho de alto desempenho. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, v. 44, n. 2, p. 38-50, 2004. **crossref**

OLIVEIRA, D. de P. R. **Administração de processos**: conceitos, metodologia, práticas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

OOKALKAR, A. D.; JOSHI, A. G.; OOKALKAR, D. S. Quality improvement in haemodialysis process using FMEA. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 26, n. 8, p. 817-830, 2009. **crossref**

PACIAROTTI, C.; MAZZUTO, G.; D’ETTORRE, D. A revised FMEA application to the quality control management. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 31, n. 7, p. 788-810, 2014. **crossref**

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

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

PICANCIO, A. C. S. **Gestão da qualidade aplicada à melhoria do processo de produção de carvão vegetal**. 2011. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

ROSA, L. C. da.; GARrafa, M. **Análise dos modos de falha e efeitos na otimização dos fatores de produção no cultivo agrícola**: subprocesso colheita da canola. Revista Gestão & Produção, v. 16, n. 1, p. 63-73, jan./ mar. 2009. **crossref**

ROTONDARO, R. G. **Gerenciamento por processos**. In: CARVALHO, M. M. de;

PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teorias e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 211-237.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Critérios de Classificação de Empresas**: MEI – ME – EPP. Santa Catarina, 2018. Disponível em: < <http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcddtexto=4154>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSON, R. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOARES, T. M. da C. Q. **Análise da eficácia da aplicação da Metodologia FMEA do Processo**: Caso de estudo numa empresa certificada. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Departamento de Engenharia Eletrotécnica, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal, 2014.

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

SVANTE, A.; HENRIK, F. Exploring managerial behavior in small international firms. **Journal of Small Business and Enterprise Development**, v. 15, n. 1, p. 31-50, 2008. **crossref**

TERUEL, D. **Segurança em cloud computing**: desafios e gerenciamento de riscos. Florianópolis: Social Base, 2015. Disponível em: <http://www.culturacolaborativa.com/wp-content/uploads/2015/01/ebook_seguranca_cloud_computing.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2018.

TOLEDO, J. C. de; AMARAL, D. C. **FMEA**: análise do tipo e efeito de falha. São Carlos: GEPEQ/ UFSCar, 2006.

TRAFIALEK, J.; KOLANOWSKI, W. Application of Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) for audit of HACCP system. **Food Control**, v. 44, p. 35-44, Oct. 2014. **crossref**

VINODH, S.; SANTHOSH, D. Application of FMEA to an automotive leaf spring manufacturing organization. **The TQM Journal**, v. 24, n. 3, p. 260-274, 2012. **crossref**

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

VIEIRA, E. C. de S. **Metodologia FMEA - Análise de modo e efeitos de falha e orientações estratégicas**. 2008. Monografia (Pós-graduação em Gestão da Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2008.

VYKYDAL, D.; PLURA, J.; HALFAVORÁ, P.; KLAPUT, P. Advanced approaches to failure mode and effect analysis (FMEA) applications. **Metalurgija**, v. 54, n. 4, p. 675-678, 2015.

YAZDANI, M.; ABDI, M.R.; KUMAR, N.; KESHAVARZ-GHORABAE, M. Improved Decision Model for Evaluating Risks in Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management.*, 145(5), 2019. YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Brookman, 2015. **crossref**

ZAKRZEWSKA-BIELAWSKA, A. High technology company: concept, nature, characteristics. In: **International Conference on Management, Marketing and Finances**, 8, 2010, Malaysia. Proceedings. Malaysia: MMF, 2010. p. 93-98.

Recebido: 25 Jul. 2018

Aprovado: 21 mai. 2019

DOI: 10.3895/gi.v15n2.8602

Como citar:

SANTOS, J.K.R.S; JERÔNIMO, T.B. Aplicabilidade da FMEA de processo: O caso de uma pequena empresa de alta tecnologia. **R. Gest. Industr.** Ponta Grossa, v. 15, n. 2, p. 191-216, abr/mai 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rgi/>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Juliana Karla Rodrigues de Souza Santos

Rua Doutor Belmino Correia, 4115, Bairro Timbi, Camaragibe, Pernambuco, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

