

A UTILIZAÇÃO DO MÉTODO FMEA EM UMA INDÚSTRIA CALÇADISTA PARA SELEÇÃO DE FORNECEDORES

Matheus Borges Carneiro

matheusborgescarneiro@outlook.com

Helena Canesin

helenacanessin@hotmail.com

Aletéia Cordero Leal Cordero Leal Oliveira

aleteiac@yahoo.com.br

June Tabah

junetabah@hotmail.com



Com o advento da globalização, os clientes se tornaram cada vez mais exigentes, e as empresas, para se sustentarem no mercado, devem buscar vantagens competitivas que tornem seus produtos ou serviços confiáveis e superem a concorrência. Nesse sentido, encontra-se o setor calçadista brasileiro, cuja cadeia de reabastecimento impacta fortemente em seus produtos e limitam a capacidade das indústrias de desenvolver vantagem competitiva. Logo, o uso de ferramentas torna-se imprescindível para que as empresas se sustentem no mercado. Nesta gama de técnicas e ferramentas que visam aprimorar o desempenho da empresa, encontra-se o método FMEA– Failure Mode and Effect Analysis, utilizado para identificar todas as possíveis falhas de um sistema, bem como seus respectivos efeitos, e o planejamento para a sua eliminação. Assim, o objetivo deste artigo é aplicar o método FMEA a fim de se definir, identificar e eliminar falhas no processo de compras de insumos de uma indústria de calçados de Franca-SP, a partir de um estudo de caso com abordagem qualitativa. Após a realização deste artigo, foi possível identificar melhorias com a nova seleção de fornecedores de couro, cujo foco se alterou do custo para a qualidade do material e seu tempo de entrega.

Palavras-chave: Setor calçadista, Método FMEA, seleção de fornecedores

1. Introdução

Atualmente, com o advento da globalização, as empresas se tornaram cada vez mais competitivas, buscando diferenciais, de modo a se sustentarem no mercado. Além disso, com a tecnologia, os clientes se tornaram cada vez mais criteriosos e suas opiniões, divulgadas em redes sociais, cada vez mais impactantes nos lucros das empresas.

Assim, as empresas devem desempenhar vantagens competitivas sobre suas concorrentes, como preço de venda ou tempo de entrega menores, para uma demanda cada vez mais incerta. Logo, o uso de ferramentas que aprimorem a confiabilidade de seus processos é imprescindível para sustentação no mercado.

Nesse contexto, encontram-se as indústrias brasileiras do setor calçadista, cujos produtos são fortemente impactados pela qualidade da matéria-prima, que limitam sua capacidade de adquirirem vantagens competitivas e superarem suas concorrentes, nacionais ou internacionais, como as indústrias de calçados da China.

Assim, este artigo realiza o seguinte questionamento: “Como definir os melhores fornecedores a partir do menor risco à confiabilidade do produto final?”. O objetivo deste artigo é, então, aplicar o método FMEA a fim de se definir, identificar e eliminar falhas no processo de compras de insumos de uma indústria de calçados de Franca-SP, através de um estudo de caso, com abordagem qualitativa.

Para tanto, este artigo partiu de uma revisão de literatura, no qual abordou-se o sistema de gestão da qualidade, bem como o método FMEA. Então, foi feito um estudo de caso com abordagem qualitativa em uma indústria de calçados. Após a realização deste artigo, foi possível identificar o melhor fornecedor, como aquele que gerava menor risco à indústria estudada, bem como verificar benefícios por esta escolha, como menor número de refugos no processo.

2. Revisão de literatura

2.1. Sistema de gestão da qualidade

De acordo com Flynn *et al* (1994), a gestão da qualidade pode ser definida como uma abordagem integrada para atingir resultados sustentáveis de alta qualidade, visando a

padronização de processos em todos os níveis e funções da empresa, através da melhoria contínua, de modo a atender e superar as expectativas dos clientes.

Para que as empresas consigam se tornar competitivas no âmbito da qualidade, é necessário que elas adotem um sistema que priorize a qualidade em suas decisões, a fim de atingir e sustentar a qualidade em seus produtos, serviços e processos (CARPINETTI, 2016).

Um sistema de gestão da qualidade é o conjunto sistemático de práticas – *Gestão por Processos* –, técnicas – *QFD*, *CEP* – e ferramentas – *5W2H* – para sustentar um princípio específico definido pela empresa (ALVES, 2017; CARVALHO; PALADINI, 2012).

A implantação de um sistema de gestão da qualidade pode ser benéfica à empresa, pois cria vantagem competitiva sobre a concorrência; aprimora os processos, produtos e serviços da mesma; aumenta a satisfação do cliente; eleva a imagem e a marca da empresa; e proporciona abertura de novos mercados (CARPINETTI, 2016; PALADINI, 2012).

Contudo, a implantação da mesma pode ser desvantajosa à empresa, pois pode ocasionar resistência à mudança, dificuldade no entendimento e aceitação de determinados preceitos da gestão da qualidade, baixo envolvimento da alta direção, falta de comprometimento da alta gerência; baixo aporte de capital para as atividades associadas à qualidade (ALVES, 2017; CARVALHO; PALADINI, 2012; PALADINI, 2012).

Para contornar as dificuldades da implantação do sistema de gestão da qualidade na empresa, e propiciar um panorama benéfico à implantação do mesmo, se faz necessário o uso de técnicas e ferramentas. O Quadro 1, apresentado a seguir, descreve as principais técnicas e ferramentas da qualidade comumente utilizadas.

Quadro 1 – Técnicas e ferramentas de gestão da qualidade

As sete ferramentas da qualidade	As ferramentas gerenciais da qualidade	Outras ferramentas	As técnicas da gestão da qualidade
Diagrama de causa e efeito	Diagrama de afinidades	5W2H	Benchmarking
Diagrama de dispersão	Diagrama de árvore	Amostragem	CEP
Estratificação	Diagrama de processo decisório	Brainstorming	Custo da Qualidade
Folha de verificação	Diagrama de relações	Fluxograma	Desenho de experimentos
Gráfico de controle	Diagrama de setas		FMEA

Gráfico de pareto	Matriz de priorização		MASP
Histograma	Matriz de relações		Poka yoke
			QFD

Fonte: Adaptado de Dale; McQuarter (1998).

De modo geral, as técnicas e ferramentas atuam como pilares para sustentar implantação de melhorias na empresa (RODRIGUES; LAGE, 2016). Desse modo, o método FMEA se insere como uma técnica de gestão da qualidade visando elevar a confiabilidade de produtos e processos.

2.2. O método FMEA

A Análise dos Modos e Efeito das Falhas – do inglês, Failure Mode and Effect Analysis – pode ser descrita como uma técnica analítica utilizada para identificar todos os possíveis modos potenciais de falha, determinar o efeito de cada um sobre o desempenho do sistema, bem como o planejamento para a sua eliminação (CASOTTI et al, 2017; KUMRU; KUMRU, 2012).

De acordo com a ABNT (1994), o FMEA é um método qualitativo aplicado para se estudar os métodos de falhas existentes em cada item e determinar os efeitos de cada modo de falha em relação aos demais itens com foco no aumento da confiabilidade. Nesse sentido, ele pode ser utilizado se para identificar falhas de produtos, processos ou procedimentos administrativos, estejam estes em operação ou em fase de elaboração (CARPINETTI, 2016).

Além disso, o método FMEA realiza a análise bottom-up – de baixo para cima – que é aplicada através de formulários, e uma análise dedutiva, com cálculos simples de serem executados, de modo que consiga desenvolver ações que possam minimizar ou corrigir os modos de falha (SAKURADA, 2001).

É possível aplicar o método FMEA através das seguintes fases: I- Planejamento do FMEA; II- Modos de Falha, causa e efeitos; III- Ocorrência, Severidade e Detecção; IV- Interpretação; V- Ocorrência (PALADY, 2004). O planejamento do FMEA se refere à identificação das falhas (SAKURADA, 2001).

Nesse sentido, a empresa deve executar as seguintes etapas: definir a equipe multifuncional responsável; compreender o objeto a ser estudado; analisar as potenciais falhas ou as falhas já

ocorridas em questão, bem como suas respectivas causas e efeitos; calcular os riscos das falhas através dos índices; e, por fim, analisar os resultados e propor melhorias a fim de se elevar a confiabilidade do objeto (TOLEDO; AMARAL, 2000; ROSA; GARRAFA, 2009).

Para se calcular o Número de Prioridade de Risco (NPR, ou RPN – Risk Priority Number), deve-se definir o índice de Severidade (S), o de Ocorrência (O) e o de Detecção (D), e, então, multiplicar estes índices (SAKURADA, 2001, CARPINETTI, 2016). A tabela 1, apresentada a seguir, define a escala de severidade da Análise dos Modos e Efeito das Falhas.

Tabela 1 – Índice de severidade

Escala de Severidade	Índice de Severidade
Efeito não percebido pelo cliente	1
Efeito bastante insignificante, percebido por 25% dos clientes	2
Efeito insignificante, mas percebido por 50% dos clientes	3
Efeito moderado e percebido por 75% dos clientes	4
Efeito consideravelmente crítico, percebido pelo cliente	5
Efeito consideravelmente crítico, que perturba o cliente	6
Efeito crítico, que deixa o cliente um pouco insatisfeito	7
Efeito crítico, que deixa o cliente consideravelmente insatisfeito	8
Efeito crítico, que deixa o cliente totalmente insatisfeito	9
Efeito perigoso, que ameaça a vida do cliente	10

Fonte: Adaptado de Ross et al. (2007).

A tabela 2, por sua vez, descreve a escala, bem como seu respectivo índice, da ocorrência da Análise dos Modos e Efeito das Falhas.

Tabela 2 – Índice de ocorrência

Escala de Ocorrência	Índice de Ocorrência
Extremamente remoto e improvável	1
Remoto, improvável	2
Pequena chance de ocorrência	3
Pequeno número de ocorrência	4
Número ocasional de falhas	5

Ocorrência moderada	6
Ocorrência frequente	7
Ocorrência elevada	8
Ocorrência muito elevada	9
Ocorrência certa	10

Fonte: Adaptado de Ross et al. (2007).

A tabela 3 descreve a escala, bem como seu respectivo índice, da detecção da Análise dos Modos e Efeito das Falhas.

Tabela 3 – Índice de detecção

Escala de Detecção	Índice de Detecção
É quase certeza de ser detectado	1
Probabilidade muito alta de ser detectado	2
Probabilidade alta de ser detectado	3
Probabilidade moderada de ser detectado	4
Probabilidade média de ser detectado	5
Probabilidade remota de ser detectado	6
Probabilidade baixa de ser detectado	7
Probabilidade muito baixa de ser detectado	8
Probabilidade mínima de detecção	9
Detecção quase impossível	10

Fonte: Adaptado de Ross et al. (2007).

Após a análise dos índices de Severidade, Ocorrência e Detecção, é possível definir o NPR, no qual é possível identificar as principais falhas do setor, bem como propor soluções para eliminá-las. A tabela 4 define a avaliação do risco em função do resultado do NPR.

Tabela 4 – Pontuação de risco

Avaliação	Pontuação de Risco
Baixo	1 – 50

Médio	51 – 100
Alto	101 – 200
Muito Alto	201 - 1000

Fonte: Adaptado de Giovanetti (2010).

É possível reduzir o NPR através da redução da severidade, do aumento da probabilidade de detecção e da redução do número de ocorrências (LAFRAIA, 2008). Cabe lembrar que o método FMEA deve ser constantemente renovado, visto ser uma ferramenta de melhoria contínua.

3. Método de pesquisa

Silva e Menezes (2005) caracterizam uma pesquisa científica através de quatro fatores, sendo eles: I – a natureza; II – a abordagem do problema; III – os objetivos; IV – os procedimentos científicos de pesquisa. Este artigo apresenta uma natureza de pesquisa aplicada, que visa implantar uma técnica de melhoria contínua em uma indústria calçadista.

Em relação a abordagem de pesquisa, Prodanov e Freitas (2013) a definem como qualitativa e quantitativa. Este artigo utiliza a abordagem qualitativa, visto que não usufrui da análise estatística para analisar os dados obtidos.

No que concerne aos objetivos da pesquisa, pode-se dizer que o artigo em questão adota a pesquisa exploratória, pois busca o desenvolvimento da melhoria contínua na indústria estudada através de uma técnica de gestão da qualidade.

Esta pesquisa conta com dois procedimentos científicos de pesquisa, sendo eles a revisão de literatura e o estudo de caso. Em um primeiro momento, foi feito um estudo a partir de obras fundamentais de gestão da qualidade, e do método FMEA, a fim de se compreender seu funcionamento, bem como suas restrições ou potenciais melhorias nas empresas que o utilizava.

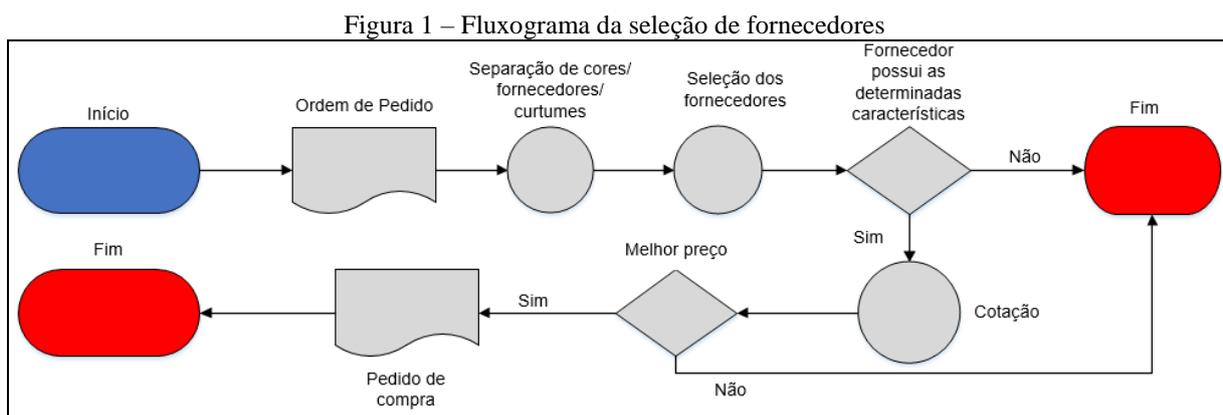
Em sequência, adotou-se o estudo de caso como metodologia de aplicação, definido por Yin (2005) como uma observação empírica para com a teoria vigente e apresenta o como e o porquê decisões foram tomadas, bem como seus resultados alcançados. Miguel et al. (2012) definem o estudo de caso como a investigação de um fenômeno atual, no qual é possível detalhar os problemas e propor soluções.

Para o desenvolvimento deste artigo, a coleta de dados foi feita mediante observações *in loco* no processo de produção, na elaboração de fluxogramas de processos, e análise dos dados oriundos do controle de qualidade, como falhas nos processos, a fim de se realizar um trabalho conjunto entre empresa-academia, para benefício de ambas as partes envolvidas.

4. Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado em uma indústria de calçados de pequeno porte localizada no município de Franca, localizado no interior do estado de São Paulo. A empresa é especializada em calçados de couro para o público masculino, e já conta com sua própria marca, mesmo que ainda produza calçados para terceiros. Com uma capacidade de 650 pares/dia, e 45 funcionários diretos, a indústria possui todas as máquinas e equipamentos para sua produção.

O setor de compras é um dos principais diferenciais da empresa, visto que se compra o couro semiacabado, que é encaminhado aos curtumes da região, para industrialização. Este procedimento torna o couro menos propício de ter defeitos, o que agrega valor ao produto fabricado. Para se compreender o procedimento da seleção de fornecedores para a industrialização do couro, a figura 1 apresenta um fluxograma de processo, definido por Barnes (2015) como uma técnica para se registrar um processo de forma compacta.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

O processo inicia-se com a análise dos pedidos recebidos, seguido pela separação por modelos e cor que possibilita a determinação da quantidade de couro a ser acabada, de acordo com a demanda. Assim, seleciona-se o fornecedor, a partir de critérios como cor, e tipo do couro a ser utilizado.

Cabe mencionar que entre os curtumes e a fábrica existe uma tabela de cores e tipos de couro, de modo que ambas consigam usar estas tabelas como parâmetros. Verifica-se, então, quais curtumes já trabalham com as cores requisitadas e, após essa seleção, realiza-se uma cotação para definir aquele que oferece as melhores condições para dar o acabamento ao couro.

4.1. Análise do método FMEA

O método FMEA foi aplicado a partir de três etapas, sendo elas: primeiramente, um levantamento para identificar os principais modos de falha; em seguida, o estudo de cada uma dessas falhas, de modo a detectar e analisar as potenciais falhas, causas e efeitos; por fim, a realização do cálculo do RPN, no qual seriam identificados os fornecedores com maior risco e, assim, selecionar àquele cujo risco era menor à empresa. Salienta-se que o estudo foi realizado a partir dos três principais curtumes os quais a empresa tem como fornecedor.

A priori, para identificação dos modos de falha, foi feita uma pesquisa das principais ocorrências determinantes na escolha de curtumes e as mais frequentes foram relacionadas, ao custo, uma vez que o preço de venda e/ou prazo de pagamento impactavam fortemente na questão de seleção. Outro fator que se destacou foi em relação à entrega, ou seja, se os fornecedores cumpriam com prazos prometidos, o tempo médio de entrega e até mesmo a localização dos curtumes. Por fim, o aspecto referente à qualidade, no que se diz respeito a fidelidade à amostra, retorno do couro em condições de uso e sem quebra, pois é recorrente no processo de acabamento do couro ocorrer a denominada quebra, no qual a metragem de retorno é inferior àquela enviada inicialmente.

Feito esse levantamento, realizou-se uma análise mais ampla, de modo a destacar as principais causas e efeitos das falhas encontradas, além de verificar se já havia estabelecido na empresa algum controle de prevenção e/ou detecção. Os resultados encontrados podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5 – Matriz FMEA

Categoria	Modo de falha potencial	Efeito (s) da falha em potencial	Causa (s) potencial da falha	Controle atual prevenção
Custo	Preço de venda	Varição por modelos e quantidades	Maior necessidade de produtos e/ou processos	Não há
	Prazo pagamento	Possibilidades oferecidas de prazos de pagamento	Disponibilidade do fornecedor	Não há
Entrega	Tempo de entrega	Prazo solicitado para realização de entregas	Quantidade de itens; trabalhos em fila	Não há
	Localização	Espaço físico do curtume	Capacidade de aceitação de pedidos	Não há
	Demanda do prazo x entrega real	Divergência entre prazo de entrega combinado e cumprido	Ausência de componentes; atrasos com retrabalho	Não há
Qualidade	Divergência à amostra	Ocorrer variação do tom desejado/da amostra	Excessos ou insuficiência de tempo em determinados processos	Não há
	Ocorrência de manchas	Ocorrer manchas no couro pós industrialização	Processos e/ou produtos inadequados	Não há
	Quebra do couro	O retorno do couro ser em quantidade muito inferior ao enviado	Excessos ou insuficiência de tempo em determinados processos	Não há

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Para concretização da análise de FMEA foi desenvolvido o cálculo do Número de Prioridade de Risco (RPN). Cabe ressaltar que as taxas utilizadas para os índices de severidade, ocorrência e detecção, foram definidas pela equipe envolvida na pesquisa juntamente com os responsáveis pelo setor de compras e verificação de couros, e o cálculo foi feito a partir dos dados oriundos da Tabela 5.

Os índices utilizados na Tabela 5 foram baseados nas tabelas 1, 2 e 3. Em relação a Severidade – Tabela 1 – observou-se que os aspectos de maior impacto ao cliente final são relacionados diretamente à qualidade do produto, pois sua percepção será maior, como é o caso de problema no couro em si como manchas e/ou divergência de cores.

Sobre a Ocorrência – Tabela 2 –, que indica a frequência em que as falhas ocorrem, percebe-se novamente questões relacionadas à qualidade, pois os prazos e preços são, na maioria das vezes, controlados por tabelas pré-estabelecidas, o que evita grande parte de irregularidades. A Detecção – Tabela 3 – é o item que traz menor impacto aos fornecedores estudados, pois os parâmetros analisados passam em sua totalidade por revisões, as quais são responsáveis por essa detecção.

Os resultados obtidos, como observados na Tabela 5, foram utilizados para designar responsáveis para a realização do acompanhamento constante, além de ser um indicativo relacionado aos fornecedores, por demonstrar aquele que apresenta menor ocorrência de falhas.

Após o desenvolvimento do método FMEA, foram levantadas pela equipe de pesquisa ações preventivas recomendadas de modo a evitar a ocorrência de falhas já detectadas, no qual muitas dessas ações envolvem toda a cadeia de suprimentos, ou seja, são práticas que devem ser iniciadas nos fornecedores de couro, seguidas nos curtumes, de modo que o calçado consiga qualidade elevada, sem custo por refugo, e toda a cadeia beneficiada. Além disso, as ações recomendadas visam garantir a eliminação dessas falhas, de modo que quando uma nova análise for feita as mesmas não apresentem os mesmos riscos.

A pesquisa também possibilitou adaptar o foco das decisões com o setor de compras, uma vez que o mesmo prioriza mais o custo do que a qualidade. Porém, como é possível observar na tabela 5, as questões relacionadas ao custo oferecem menor risco à empresa, enquanto o risco com a qualidade é mais perceptível ao cliente, que reduz a confiabilidade e, por consequência, reduz a receita da empresa.

5. Considerações finais

Diante do estudo realizado, verificaram-se as falhas do processo de seleção de fornecedores, e assim, foi possível definir que, para garantir um processo de industrialização de couro mais eficaz, o melhor fornecedor é aquele que trazia menor risco à indústria. Além disso, o estudo foi de grande importância por conscientizar, especialmente o setor responsável pela revisão do couro, a necessidade de se desenvolver um acompanhamento das falhas existentes, não apenas para refugo de materiais com imperfeições ou preço como fator definitivo, como ocorria inicialmente, mas sim para que essas falhas detectadas possam ser corrigidas desde sua causa raiz, o que pode representar um ganho para todos os envolvidos.

O método FMEA é uma técnica da gestão da qualidade com foco em melhoria contínua, ou seja, após o desenvolvimento da pesquisa, deu-se continuidade as análises de modo a garantir o aperfeiçoamento e eliminação de falhas já identificadas. Com relação aos fornecedores, os quais eram o objetivo central da pesquisa, a fábrica de fato passou a optar por aqueles que apresentavam menor risco, e foi possível visualizar melhorias na qualidade do couro recebido, bem como maior agilidade nos prazos de entrega.

Um fato que merece destaque com relação aos resultados, é que o setor de compra, após aplicação dessa análise de FMEA, estuda hoje a aplicação da metodologia para outros fornecedores, de modo a garantir um processo de compras mais seguro e eficaz.

Os resultados da implantação do método FMEA, assim, possibilitaram melhorias na elaboração de critérios de seleção de fornecedores, de modo que a empresa percebeu benefícios de sua implantação. Assim, para estudos futuros, sugere-se verificar a implantação do método FMEA nos setores de produção da fábrica, como a montagem.

REFERÊNCIAS

ALVES, G.L.L. **Impacto de elementos de gestão da qualidade sobre a cultura organizacional**: uma análise baseada em estudo de caso. São Carlos, 2017, 126 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462. Rio de Janeiro, 1994.

- BARNES, R.M. **Estudo de movimentos e de tempos**: projeto e medida do trabalho. São Paulo: Edgard Blucher, 1 ed, 2015.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. São Paulo: Atlas, 3 ed, 2016.
- CARVALHO, M. M. DE; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade**: teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2012.
- CASOTTI, R.F.; BATISTA, B.C.; FREITAS, R.R. de. **Análise dos elos produtivos e aplicação do método de análise dos modos e efeito das falhas (FMEA) na pesca artesanal no norte do Espírito Santo, Brasil**. Revista Produção Online. Florianópolis, SC, v. 17, n. 4, p. 1111-1133, 2017.
- DALE, B. G.; MCQUATER, R. **Managing business improvement and quality**: implementing key tools and techniques. Oxford, UK ; Malden, Mass: Blackwell Business, 1998.
- FLYNN, B.B.; SCHROEDER, R.G.; SAKAKIBARA, S. **A framework for quality management research and associated measurement instrument**. Journal of Operations Management, v. 11, p. 339-366, 1994.
- GIOVANETTI, L. **Análise do processo de fabricação da válvula dispersora utilizando FMEA**. Monografia. Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), Minas Gerais, 2010.
- KUMRU, Mesut; KUMRU, Pınar Yıldız. **Fuzzy-FMEA application to improve purchasing process in a public hospital**. Applied Soft Computin, v. 13, p 721–733, 2012.
- LAFRAIA, J.R.B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. 2 ed. Rio de Janeiro. Qualitymark: Petrobrás, 2008.
- MIGUEL, P.A.C. (coord.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão das operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, ABEPRO, 2 edição, 260 p, 2012.
- PALADINI, E.P. **Gestão da Qualidade**: teoria e prática. São Paulo: Editora Atlas, 3 ed., 2012.
- PALADY, Paul. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos**: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 3. ed. São Paulo: IMAM, 2004.
- PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. Recurso eletrônico. 2ª edição. Novo Hamburgo: Freevale, 2013.
- RODRIGUES, A.C.; LAGE, M.L. da C. **Utilização de sistemas, técnicas e ferramentas de gestão da qualidade em organizações de saúde acreditadas no Brasil**. Revista de Administração Hospitalar e Inovação em Saúde (RAHIS), v. 13, p. 53-68, 2016.
- 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. Gestão & Produção, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 63-73, 2009.
- ROOS, Cristiano; DIESEL, Letícia; MORAES, Jorge André R.; ROSA, Leandro C. da. **Ferramenta FMEA**: Uma abordagem voltada para a melhoria da qualidade nos serviços de transporte. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, PR, out. 2007.
- SAKURADA, E. Y. **As técnicas de Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos e Análise da Árvore de Falhas no desenvolvimento e na avaliação de produtos**. Florianópolis: Engenharia Mecânica, UFSC, (Dissertação de mestrado), 2001.
- SILVA, E.L. da; MENEZES, E.M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. UFSC, 4. ed. Ver. Atual. Florianópolis 2005.
- TOLEDO, J.C.; AMARAL, D.C. **FMEA: análise dos tipos e efeitos de falha**. 2000. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2018.

YIN, R. K. **Estudo de caso: Planejamentos e Métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.