

Análise da ferramenta FMEA em um setor de manutenção industrial

Ricardo Kroth (UNISC) ricardokroth90@hotmail.com

Tiago Alexandre Pacheco (UNISC) tiagopacheco81@hotmail.com

Resumo:

A sobrevivência das organizações está ligada diretamente a excelência de todas as áreas da empresa, de forma que cada setor possua uma parcela nos resultados da empresa. A competitividade, característica essencial no mercado atual, é gerada através de processos eficazes e da interação do setor na busca da excelência. O setor de manutenção industrial desempenha papel importante neste contexto, pois se trata de um setor que proporciona importantes vantagens competitivas a outras áreas, seja na disponibilização dos equipamentos, na qualidade de serviços, na flexibilidade dos equipamentos ou até mesmo na redução dos desperdícios.

Na busca de um melhor desempenho no setor de manutenção indústria, este estudo tem como objetivo principal identificar falhas potenciais e providenciar melhorias nas atividades, a fim de contribuir na disponibilidade dos equipamentos. Através da aplicação da metodologia FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) ou Análise dos Efeitos e Modos de Falhas, foram analisadas possíveis falhas e suas causas fornecendo informações para formulação de ações corretivas que possam contribuir para a melhoria no desempenho do equipamento, visando assim um aumento na disponibilidade do mesmo.

Palavras chave: Manutenção, FMEA, Melhoria de processo.

Analysis of the FMEA tool in an industrial maintenance

Abstract

The survival of organizations is directly linked to the excellence of all areas of the company, so that each sector has a share in the results of the company. Competitiveness, an essential feature in the current market, is generated through effective processes and the industry's interaction in the pursuit of excellence. The industrial maintenance sector plays an important role in this context, because it is an industry that provides important competitive advantages to other areas, either in the availability of equipment, in the quality of services, in the flexibility of equipment or even in the reduction of waste.

In the search for better performance in the industry maintenance industry, this study has as main objective to identify potential failures and provide improvements in activities, in order to contribute to the availability of equipment. Through the application of FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) or Failure Modes and Effects Analysis, possible failures and their causes were analyzed, providing information for the formulation of corrective actions that could contribute to the improvement of equipment performance, increase in availability.

Key-words: Maintenance, FMEA, Process improvement.

1. Introdução

As empresas que pretendem continuar competitivas e sobreviver ao panorama atual devem realizar intensos investimentos em seus processos produtivos, com o objetivo de oferecer cada

vez mais qualidade e confiabilidade em seus produtos e serviços (JUNIOR e MARTINS, 2013). Cada vez mais as organizações buscam aperfeiçoar os seus sistemas operacionais, buscando assim a excelência operacional. Para que se mantenham estáveis e competentes, as empresas buscam recursos e métodos para melhorarem os seus produtos e processos produtivos. Para se alcançar uma excelência operacional não basta apenas ser eficiente, pois os esforços devem estar voltados para os resultados da organização, para que assim se torne eficaz.

O FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) é uma ferramenta da qualidade, sendo utilizada para avaliar as possíveis falhas do processo, a fim de prevenir e/ou minimizar as ocorrências alcançando assim melhores resultados na eficiência de realização dos equipamentos e do setor de manutenção. O FMEA é um método qualitativo que contribui para a melhoria da confiabilidade, manutenção, disponibilidade, segurança de um produto, processo e meio de produção (BRANDALISE, CHAVES e RAMOS, 2012). O FMEA é uma das ferramentas mais em termos de competência e ajuste, ele auxilia na prevenção de dificuldades, erros, visando à construção da identidade, ao se tratar de custos é excelente, sua dinâmica é de baixo custo (BARNARÉ, 2014).

O estudo será realizado em uma empresa metalúrgica, tendo como objetivo a abordagem do uso da ferramenta FMEA. Este estudo irá contribuir para um melhor entendimento desta ferramenta, a fim de ampliar os conceitos de abordagem, técnica e resultados gerados pela metodologia FMEA.

2. Materiais e métodos

O estudo foi desenvolvido em uma indústria do ramo metalúrgico, situada na cidade de Santa Cruz do Sul – RS. Conhecida localmente pelos altos investimentos e grandes escalas de produção, a empresa é uma referência na criação e inovação de produtos voltados a casa e lazer.

A partir de uma reunião gerencial envolvendo as áreas de apoio à produção que teve a participação do diretor industrial, supervisores e pessoas chaves dos setores de manutenção industrial, engenharias de automação e engenharia de processo, percebeu-se a necessidade de análise de falhas ocorridas nas máquinas do processo produtivo. Os dados das máquinas foram coletados junto ao um sistema de monitoramento online utilizado pela empresa. Esta coleta foi realizada junto ao setor de manutenção industrial, na qual foi levando em consideração os históricos de falhas dos equipamentos. Após coleta os dados foram analisados detalhadamente.

As atividades foram executadas da seguinte maneira:

- Escolha de um grupo de máquinas;
- Levantamento do histórico de falhas;
- Índice de manutenção;
- Análise dos dados.

Com esta base, utilizou-se a ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) como apoio para as análises na busca do resultado. Por fim, realizou-se uma nova reunião com os envolvidos para a criação de um plano de ação e definições que serão tomadas na busca de melhorias nas máquinas do processo produtivo.

3. Referencial Teórico

3.1 Setor de manutenção industrial

Conforme a ABNT NBR 5462, a Manutenção é definida como todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Segundo Mirshawka (1991; p.103), a manutenção é constituída como “... o conjunto de ações que permitem manter ou restabelecer um bem a um estado específico ou, ainda, assegurar um determinado serviço”.

O principal objetivo de um departamento de manutenção de uma indústria é manter a máxima continuidade operacional da planta ao menor custo possível, com segurança e sem agredir o meio ambiente e todos os aspectos do trabalho convergem para a consecução desse objetivo (VERRI, 2007). Conforme Viana (2002, p.1), a manutenção surge efetivamente no início do século XVI, em companhia dos “novos” teares mecânicos, como função dos próprios operadores dos teares, não sendo assim, um setor específico de manutenção.

3.2 A Ferramenta FMEA

Também conhecida como o método de análise do tipo e efeito de falhas, o FMEA é uma metodologia que busca evitar, através de análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, falhas que ocorram no projeto do produto ou até mesmo processos, tendo este como objetivo principal de sua utilização, diminuindo assim as chances de falhas durante o processo. Podemos dizer que com a sua utilização, as chances de acontecimentos de falhas são mínimas, pois damos ênfase no aumento da confiabilidade do processo ou do produto. A sigla originária do inglês *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) é adotada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, na norma NBR 5462, e a traduz como Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (ABNT, 1994).

De acordo com Toledo (2002), a metodologia designada FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis* ou Análise dos Efeitos e Modos de Falhas) é uma metodologia que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas em potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas oriundas do planejamento e execução de determinado processo. Conforme Leopoldino (2007), a metodologia *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), se refere a um conjunto de técnicas que possuem como objetivo principal a identificação de ocorrências de falhas em produtos e/ou processo, a fim de evita-los.

O FMEA possui sua sistemática voltada a forma de avaliações de possíveis falhas e considera a severidade (S) das falhas, a frequência em que as mesmas ocorrem (O) e como poderiam ser detectadas (D). Assim, tendo base nestes três índices: severidade, ocorrência e detecção. A ferramenta da qualidade FMEA, tem por finalidade identificar, avaliar e classificar os possíveis modos de falha e priorizar ações a serem tomadas através de índices de severidade, ocorrência e detecção (ZANG e CHU, 2011). De acordo com Lélis (2012), toda e qualquer experiência adquirida deve ser registrada na ferramenta, pois consiste no método de análise de falhas com objetivo de identificar os modos e os efeitos causados, a fim de priorizar as falhas críticas, quanto à ocorrência, gravidade, detecção, severidade e risco para o processo.

O que diferencia a ferramenta FMEA das demais ferramentas de avaliação de risco vem a ser a preocupação com a prevenção das falhas (LIU et al., 2012).

Segundo Martins e Andrade Junior (2011), o FMEA baseia-se nos seguintes princípios:

- Reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto/processo e os seus efeitos;

- Identificar as ações que podem reduzir ou até eliminar a chance de ocorrência desta falha potencial;
- Documentar o processo.

De acordo com Miguel (2006), o FMEA pode ser dividido em três tipos: FMEA de sistemas, FMEA de produto e FMEA de processo. Para aplicar de forma eficiente a ferramenta de identificação e análise de risco, é preciso seguir as etapas apresentadas na Figura 1, desta forma será gerado ao produto/processo uma maior confiabilidade

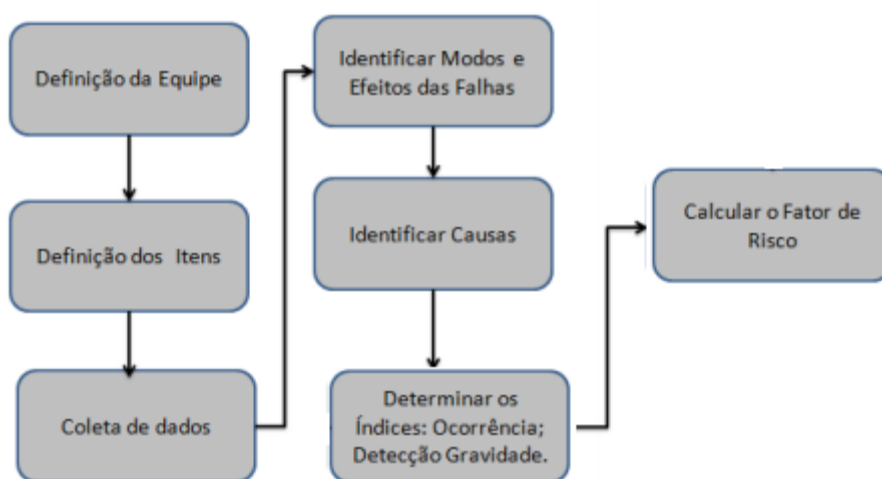


Figura 1 – Sequencia de Elaboração do FMEA

3.2.1 Tipos de FMEA

Conforme Toledo e Amaral (2006, p.2) a ferramenta FMEA pode ser aplicada tanto no desenvolvimento do projeto do produto como também no projeto do processo. A realização das análises e das etapas para ambos os tipos são as mesmas, o que as diferencia está ligado aos objetivos.

3.2.1.1 FMEA de produto

O FMEA do produto tem como objetivo principal descobrir problemas no produto derivados do projeto que podem resultar em riscos de segurança, mau funcionamento do produto, ou em um ciclo de vida mais curto do produto. Em um FMEA de produto, são consideradas as falhas que poderão ocorrer com o produto dentro de suas características de projeto. Utilizado para analisar os potenciais problemas dos produtos antes de entrarem em produção. Voltado em modos de falha causados por deficiências do projeto, tais como, o incumprimento dos requisitos definidos para as características do produto (VIEIRA, 2012).

O objetivo desta ferramenta é evitar falhas no produto durante o seu projeto e planejamento (TOLEDO e AMARAL, 2006, p.02). Segundo Moura (2000, p.8), o FMEA de produto é uma técnica analítica utilizada pelos responsáveis pelo projeto, tendo como finalidade assegurar os modos de falhas potências e suas causas. Conforme Stamatis (2003, p.129) o objetivo deste método é evitar as falhas no produto ou no processo decorrente do projeto, para que assim seja assegurado os modos de falhas que possam existir.

O objetivo desta análise é evitar falhas no produto ou no processo decorrente do projeto. A

primeira produção é vista como a que gera algum produto ou serviço ao consumidor com a intenção de ser pago (STAMATIS, 2003, p. 129). Para Moura (2000, p.23) a FMEA de processo:

- Melhorar o projeto;
- Avaliar o projeto inicial para manufatura, montagens e serviços;
- Ajudar a identificar Modos de Falhas Potenciais de produto na fase de desenvolvimento, antes da liberação dos desenhos;
- Ajudar a identificar características especiais em potencial que serão confirmados no FMEA de Processo.

3.2.1.2 FMEA de processo

O FMEA de Processo é direcionado para o desenvolvimento de um processo, para que todas as falhas potenciais e suas causas sejam analisadas e tomadas todas as ações preventivas necessárias para que as mesmas deixem de ocorrer. Conforme Toledo e Amaral (2006, p2), neste método são consideradas as falhas no planejamento e execução do processo, tendo como objetivo desta análise é evitar falhas do processo. Para Moura (2000, p.25) o FMEA de processo pode ser visto como uma técnica analítica usada por uma equipe responsável pela manufatura, tendo como finalidade assegurar que os modos de falhas potenciais e suas causas sejam analisados e avaliados.

O objetivo do FMEA de processo é “definir, demonstrar e maximizar soluções de engenharia em resposta à qualidade, confiabilidade, manutenção, custo e produtividade” (STAMATIS, 2003, p. 157). Para Moura (2000, p.25) a FMEA de processo:

- Identifica os modos de falhas potenciais do processo relacionados ao produto;
- Avalia os efeitos potenciais da falha no cliente;
- Identifica as causas potenciais de falhas do processo de manufatura ou montagem e as variáveis que deverão ser controladas para redução da ocorrência ou melhoria da eficácia da detecção das falhas;
- Classifica modos de falha potenciais, estabelecendo assim um sistema de priorização para tomada das ações corretivas;

4. Resultados e discussões

O setor de manutenção industrial tem como foco e responsabilidade as tarefas voltadas aos equipamentos produtivos, processos corretivos, preventivos e preditivos.

A figura abaixo destaca a divisão e o quanto cada uma corresponde do total de tarefas executadas pelo setor de manutenção.

Tipo de Manutenção

■ Manutenção corretiva ■ Manutenção preditiva ■ Manutenção preventiva

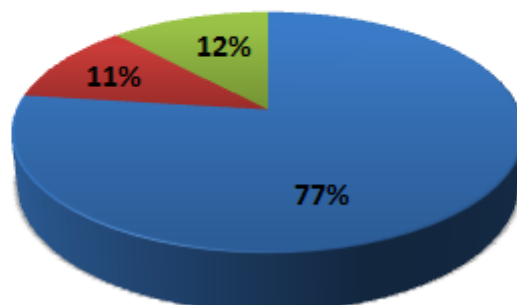


Figura 2 – Tipo de manutenção

Podemos observar que a grande maioria das atividades do setor de manutenção é de caráter corretivo, portando, qualquer melhoria realizada neste processo terá um impacto direto na disponibilidade dos equipamentos.

O estudo foi realizado em um grupo de equipamentos da área fabril, onde os mesmos possuem uma baixa disponibilidade e grandes perdas por manutenção corretiva. Os equipamentos em questão tem a função de efetuar dobras e furações em tubos de aço, onde são utilizados na montagem de cadeiras.

A complexidade de alguns componentes destes equipamentos tem gerado dificuldades na realização da manutenção e grandes tempos para a realização do reparo.

Para a realização desta análise foi utilizado o histórico de falhas deste grupo de equipamentos, sendo mostrado abaixo.

RELATÓRIO DE MANUTENÇÃO								
Nº Ordem	Equipamento	Ocorrência	Ação	Dt. Parada	Hora	Dt. Retorno	Hora	Tempo
511890	AMI 5223	Carrinho sem freio	Retirado freio e ajustado as lonas	17/01/2018	06:00:08	17/01/2018	08:40:24	02:40:16
511965	AMI 5101	Não está parando	Problema operacional, operador	04/02/2018	11:38:42	04/02/2018	12:55:08	01:16:26
511989	AMI 5223	Cilindro travado	Troca do cilindro hidráulico	15/02/2018	17:45:09	15/02/2018	21:34:28	03:49:19
512008	AMI 5223	Lentidão no ciclo	Verificar válvula	18/02/2018	21:47:11	18/02/2018	23:58:33	02:11:22
512056	AMI 5033	Carrinho sem freio	Eliminado mal contendo no cabo	27/02/2018	08:42:19	27/02/2018	10:32:21	01:50:02
512119	AMI 5220	Sensor de furação	Verificar leitura, trocado o sensor	02/03/2018	20:29:11	02/03/2018	23:51:49	03:22:38
512131	AMI 5220	Falha no acionamento	Troca de micro	05/03/2018	09:10:48	05/03/2018	11:31:56	02:21:08
512157	AMI 5220	Dobradeira travada	Regulagem da dobradeira	09/03/2018	19:20:01	09/03/2018	21:20:11	02:00:10
512172	AMI 5223	Não fura as peças	Trocado o sensor	11/03/2018	03:59:38	11/03/2018	06:48:41	02:49:03
512184	AMI 5033	Cilindro vazando	Troca do cilindro hidráulico	16/03/2018	10:22:44	16/03/2018	13:19:29	02:56:45
512200	AMI 5220	Válvula sem regulagem	Troca de válvula	20/03/2018	15:08:38	20/03/2018	17:19:40	02:11:02
512255	AMI 5101	Carrinho com impacto	Troca das buchas	25/03/2018	01:19:41	25/03/2018	04:33:51	03:14:10
512267	AMI 5223	Vazamento no cilindro	Troca do cilindro hidráulico	01/04/2018	15:40:33	01/04/2018	17:32:59	01:52:26
512281	AMI 5223	Maquina não liga	Mal contato no painel	06/04/2018	20:08:58	06/04/2018	21:33:24	01:24:26
512303	AMI 5101	Não fura as peças	Trocado o sensor	13/04/2018	04:54:02	13/04/2018	06:21:37	01:27:35
512311	AMI 5101	Falha no carregador	Troca das pinças	19/04/2018	12:09:34	19/04/2018	14:29:41	02:20:07
512332	AMI 5101	Carrinho sem freio	Troca das lonas	23/04/2018	22:15:42	23/04/2018	23:38:19	01:22:37
512377	AMI 5223	Lentidão no ciclo	Regulagem da válvula	30/04/2018	07:19:32	30/04/2018	09:26:34	02:07:02
512396	AMI 5033	Dobradeira travada	Troca da dobradeira	04/05/2018	16:53:14	04/05/2018	18:23:39	01:30:25
512422	AMI 5220	Vazamento no cilindro	Troca do cilindro hidráulico	10/05/2018	05:11:46	10/05/2018	07:09:36	01:57:50
Período de 243 dias – Janeiro à Agosto								234:44:49

Figura 3 – Relatório de manutenção

Para a verificação das atividades de manutenção foi analisado os dados do período de janeiro à agosto de 2018, onde os dados foram usados para o calculo do indicado.

$$A = (\text{Periodo} \times \text{horas dias}) / ((\text{Periodo} \times \text{horas dias}) + \text{Total de horas manutenção})$$

$$A = (243 \text{ dias} \times 7,44) / [(243 \text{ dias} \times 7,44) + (234,44)]$$

$$A = 1807,92 / (1807,92 + 234,44)$$

$$A = 1807,92 / 2042,36$$

$$A = 0,8852$$

Este valor simboliza que o equipamento esteve disponivel para o setor produtivo em 88,52% do tempo programado, levando em conta apenas as indisponibilidades geradas por paradas de manunteção.

As falhas geradas neste periodo foram analisadas e classificadas com o objetivo de identificar possiveis componentes que estejam gerando estas falhas.

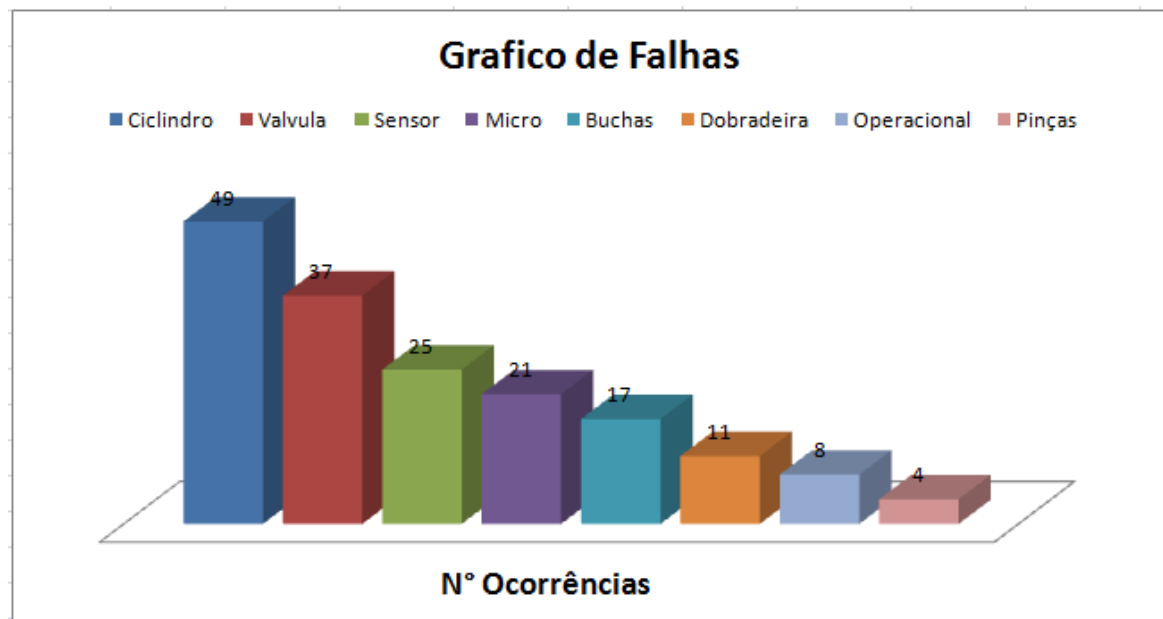


Figura 4 – Gráfico de falhas

A figura 4 representa o gráfico de falhas que tem como objetivo principal identificar componentes com maior taxa de falhas, para que assim possamos analisar e diminuir estas falhas.

A metodologia FMEA tem por objetivo a análise de falhas potenciais e seus componentes, é importante lembrar que esta metodologia deve ser elaborada por uma equipe que deve ser composto por membros com diferentes especializações, para que em conjunto possam encontrar as possíveis falhas e os aumentos dos níveis de excelência.

Para a implantação desta ferramenta deverá ser utilizado um planilha que é utilizada na analise de falhas potencias e suas causas, sendo direcionadas aos produtos ou processos. Cabe ao responsável identificar qual será o seu foco. Abaixo, você poderá visualizar a planilha:

Figura 5 – Planilha FMEA

Este estudo teve como objetivo principal a melhoria da performance do setor de manutenção industrial, usando a melhoria em cima de um indicador qualitativo a manutenibilidade do equipamento. Com a finalidade de aumento na eficiência e eficácia do setor de manutenção, foi proposta a implantação da metodologia do FMEA, que tem como principal objetivo mensurar as falhas potenciais dos processos.

- Análise das falhas existentes;
- Análise de possíveis falhas;
- Eficiência na correção das falhas;
- Prevenção de falhas;
- Melhoria constante.

Através de todos estes aspectos citados anteriormente, temos como principal objetivo deste estudo, uma redução e até mesmo eliminação de falhas potenciais prejudiciais ao equipamento. Portanto, a função de manutenção tem assumido a presença significativa nas decisões estratégicas das empresas. A gestão de manutenção está ligada diretamente a redução dos custos através da disponibilidade do equipamento e melhora na produtividade do mesmo.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462, Confiabilidade e manutenibilidade - terminologia. Rio de Janeiro, p. 37, 1994.

BARNABÉ, João H. G. *Aplicação da ferramenta FMEA em um produto de uma empresa do ramo metalúrgico*. UNIVEM, Marília, 2014. Disponível em: <<http://aberto.univem.edu.br/handle/11077/1117>>. Acesso em: 20 junho. 2018.

BRANDALISE, Nilson, CHAVES, Carlos A., RAMOS, Helena A. *Aplicação do método FMEA no processo de climatização de uma indústria automobilística.* UFF, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos12/551691.pdf>>. Acesso em: 20 Junho. 2018.

GIOVANETTI, Lucas. *Análise do Processo de Fabricação da Válvula Dispersora Utilizando FMEA.* Monografia. Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais, 2010.

JUNIOR, Pedro P. A, MARTINS, Guilherme S. *Análise de modo e efeito de falha potencial na otimização dos fatores de produção.* UFSC, Campos dos Goytacazes, 2013. Disponível em: <http://www.perspectivasonline.com.br/ojs/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/48>. Acesso em: 20 junho. 2018.

LELIS, Eliacy Cavalcanti, *Gestão da Qualidade.* São Paulo: Editora Prentice Hall, 2012.

LEOPOLDINO, V. C. *FMEA: failure mode and effect analysis.* 3. ed. Curitiba: Tupy, 2007.

LIU, Hu-Chen; LIU, Long; LIU, Nan; MAO, Ling-Xiang. *Risk evaluation in failure mode and effects analysis with extended, VIKOR method under fuzzy environment.* *Expert Systems with Applications*, v. 39, 2012.

MARTINS, G. S; ANDRADE JUNIOR, P.P. *A metodologia de Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial (FMEA): estudo de caso.* COMBEPRO, 2011.

MIGUEL, P.A.C. *Qualidade: enfoques e ferramentas.* 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

TOLEDO, J.C. *Metodologias para Análise e Melhoria da Qualidade.* Apostila, GEPEQ/DEP/UFSCar. São Carlos, 2002.

MOURA, C. *Análise de modo e efeito de falha potencial (FMEA), manual de referencia.* Disponível em: <<http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/armario/Unidades%20Curriculares/Inova%C3%A7%C3%A3o/Textos%20apoio/FMEA.pdf>>. Acesso em: 04 julho. 2018.

STAMATIS, D. H. *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution.* ASQ Quality Press, 2003.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. *FMEA – Análise do tipo e efeito de falha. Grupo de estudo e pesquisa em qualidade,* Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 20 junho. 2018.

VIEIRA, Isabel C. M. *Melhoria da qualidade no projeto e na fabricação – estudo de caso de uma empresa construtora de autocarros.* Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto. 2012. Disponível em: <<http://repositorio-berto.up.pt/bitstream/10216/69266/1/000154715.pdf>>. Acesso em: 20 junho. 2018.

ZANG, Z.; CHU, X. *Risk prioritization in failure mode and effects analysis under uncertainty.* *Expert Systems with Applications*, v. 38, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410005506>>. Acesso em: 20 junho. 2018.