

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA DE QUALIDADE FMEA NA TORNEARIA LEÃO: - Estudo de caso.

U. S. Reis, uanderson.s75reis@outlook.com¹

L. S. A. Santos, lucianasantosandrade24@gmail.com²

A. B. Oliveira, alanbolliveira@outlook.com³

T. G. Machado, tercio@ifba.edu.br⁴

R. B. de Assis, raimison_assis@ifba.edu.br⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA - Campus Jacobina, Av. Centenário, 500, Nazaré – Jacobina/ BA, Cep 44720-000

Resumo: As empresas buscam cada vez mais uma ferramenta que proporcionem confiabilidade, segurança e lucratividade. A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês Failure Mode and Effect Analysis), é um dispositivo que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo. A primeira metodologia para análise de falhas e equipamentos foi empregada pelo Exército Americano, em 1949. Nos anos 60 a indústria aeroespacial, especialmente a NASA, programou este controle para análise e minimização de riscos em suas missões espaciais. O objetivo deste trabalho é aplicar a ferramenta FMEA na Empresa Tornearia Leão, localizada em Jacobina-Ba. Para tanto, foram realizadas vistorias quinzenalmente na empresa onde foram utilizadas além do FMEA, as ferramentas 5S e Plano Mestre de Manutenção, onde se buscou aumentar a confiabilidade entre a empresa e seus usuários. Além de normas da ABNT relacionadas à segurança do operador e das máquinas, ergonomia e sinalização do ambiente, foi elaborado um Mapa de Risco com o intuito de alertar os possíveis locais com potencial para causar acidentes. A partir das inspeções realizadas na tornearia foi constatado que a utilização das ferramentas de qualidade ocasionou um grande aumento na lucratividade da empresa; além de proporcionar confiabilidade para os usuários e reduziu sensivelmente os custos com materiais para a realização da manutenção.

Palavras-chave: Confiabilidade, Falha, FMEA, Manutenção e Qualidade.

1. INTRODUÇÃO

A competição em diversos setores da economia tem aumentado com o passar do tempo. As empresas têm buscado formas de reduzir os seus custos e aumentar a confiabilidade entre seus clientes e futuros usuários para conseguir manter uma faixa de mercado e lucro.

A necessidade da redução de custos e melhora no desempenho dos processos internos da organização coincide com a demanda do mercado por produtos e serviços de alta qualidade e alto valor agregado. “Corroboram estes fatos mencionando que, hoje em dia, para se tornarem ou continuarem competitivas, as empresas têm enfrentando um cenário sem precedentes. É necessário que as empresas ofereçam produtos e serviços de alta qualidade e, além disso, melhorem suas operações administrativas e de manufatura para conseguirem obter baixos custos. Neste sentido, para que as empresas consigam obter estes baixos custos, é necessário que consigam eliminar desperdícios e perdas, reduzindo, ao máximo, as atividades que não agregam valor aos seus produtos ou serviços”. (TAJ e MOROSAN, 2011)

Em consequência da crescente busca pela competitividade no mercado, várias ações relacionadas a melhorias de processos são tomadas, pode-se destacar como um dos mais importantes pontos a prevenção de falhas, relacionado diretamente ao FMEA. Como base no conceito fundamental da análise de confiabilidade a falha é considerada como a principal fonte de dados, sendo a falha definida como a capacidade de um item em desempenhar uma requerida função. Para definir a qualidade de uma determinada análise de confiabilidade torna-se necessário a habilidade em identificar funções desempenhadas pelo componente bem como as possíveis falhas com potencial de ocorrência. Com base no conceito fundamental da análise de confiabilidade, a falha representa um conceito fundamental para a análise de confiabilidade, sendo a falha definida como o término da habilidade de um item para o desempenho de uma requerida função. A qualidade de uma análise de confiabilidade depende fortemente da habilidade do analista em identificar todas as funções desempenhadas pelos componentes e as possíveis falhas com potencial de ocorrência (BERGER *et al.*, 2012).

A metodologia de Análise do Tipo e Efeito de Falha, conhecida como FMEA (do inglês *Failure Mode and Effect Analysis*), é uma ferramenta que busca evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou até mesmo do processo como um todo. Ainda destaca os autores que este é o objetivo básico desta ferramenta e, portanto, pode-se salientar que se está, com sua utilização, diminuindo gradativamente as chances de um produto ou processo falhar durante sua operação, ou seja, busca-se com a ferramenta aumentar a confiabilidade, que é a probabilidade de falha do produto ou processo. (TOLEDO e AMARAL, 2002)

A qualidade de um produto é algo extremamente importante para uma empresa, pois proporciona credibilidade, diminuindo as chances de o produto falhar e ocasionar perdas de materiais, produtos e horas trabalhadas; gerando prejuízos para o empreendimento, além de não ser uma empresa confiável. Portanto, para melhorar a qualidade dos processos de uma empresa e reduzir os custos de seu sistema de maneira sustentável, devem ser tomadas ações para melhorar a qualidade dos processos e eliminar os desperdícios existentes nos fluxos destes procedimentos. Um dos métodos utilizados é o FMEA que procura identificar falhas e defeitos para propor ações de melhoria, confiabilidade e qualidade em produtos e processos.

A proposta deste trabalho tem como objetivo geral a implementação da ferramenta FMEA em conjunto com o Plano Mestre de Manutenção, 5s, CEP (Controle Estatístico do Processo) e Mapa de Risco para o aumento da Credibilidade e redução de custos existentes na Empresa Tornearia Leão, localizada no município de Jacobina - BA; analisando os resultados e propondo melhorias para o produto e nos processos, reduzindo as falhas, melhorando a confiabilidade dos clientes e aumentando a lucratividade da empresa.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAI

Esta pesquisa em relação à abordagem do problema é caracterizada como qualitativa e referente aos procedimentos técnicos foram revisão bibliográfica e estudo de caso. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2002). O estudo de caso é uma metodologia de investigação apropriada quando queremos compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, sendo que estão simultaneamente envolvidos diversos fatores. (ARAÚJO, 2008)

A metodologia adotada consistiu em aplicar a ferramenta FMEA, coletando dados de manutenção de equipamentos, ferramenta CEP (processo de controle estatístico) e a metodologia 5S; etapa inicial e base para implantação da qualidade total na Empresa Tornearia Leão, localizada no município de Jacobina - BA. Para tanto, foi realizada a aplicação de questionários direcionados ao responsável pela Empresa, como também aos profissionais que operam as máquinas motrizes; além de entrevistas aplicadas a todos os funcionários da Empresa (setor produtivo, limpeza, gerentes de setor e parte administrativa). Todas essas informações e dados levantados foram então reunidos em um documento, na forma de um formulário, permitindo a rápida compreensão e avaliação dos resultados obtidos.

Nas visitas técnicas realizadas foi analisado, também, a estrutura física da Empresa, seus procedimentos organizacionais, administrativos e manutenção do ambiente produtivo. Finalmente, foram propostos melhorias e adequações aos produtos e processos, procurando reduzir desperdícios de materiais, mão de obra e tempo; atingindo a qualidade total.

Na Figura 1 tem-se o fluxograma explicitando o método de avaliação que foi utilizado na empresa Tornearia Leão, caracterizando o ponto inicial do trabalho bem como os seus resultados.

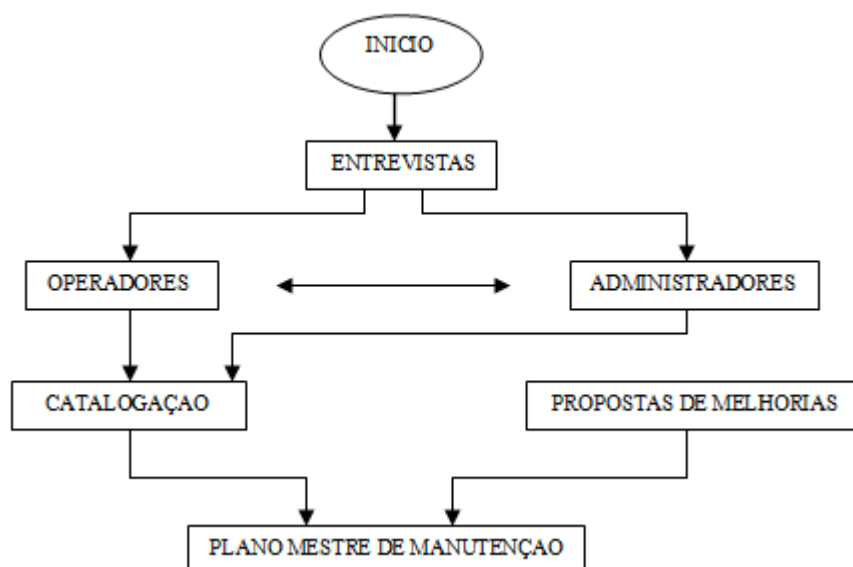


Figura 1. Fluxograma: Avaliação da Empresa Tornearia Leão.

A pesquisa foi dividida em duas fases com o intuito de alcançar os objetivos propostos. Na primeira foi realizada revisão bibliográfica. Na segunda fase foi a aplicação da ferramenta FMEA, onde se seguiram as etapas seguintes:

- 1 Realização de reuniões com os responsáveis da empresa;
- 2 Descrição da empresa em estudo. Conheceram-se as atividades da empresa, os clientes, os produtos, a missão, visão, etc.;
- 3 Descrição do processo produtivo de cada família de produto;
- 4 Listagem de todas as formas possíveis segundo as quais os componentes poderiam falhar;
- 5 Identificação dos efeitos possíveis das falhas;
- 6 Identificação de todas as causas possíveis das falhas para cada modo de falha;
- 7 Avaliação da probabilidade de ocorrência, a severidade dos efeitos da falha e a probabilidade de detecção;
- 8 Calcular o risco multiplicando as três avaliações entre si;
- 9 Investigar a ação que minimizará falhas nos modos de falhas que mostram alto risco e sugeriu medidas corretivas para cada falha.

Na Figura 2 tem-se o fluxograma sintetizando o método de avaliação que foi utilizado na empresa Tornearia Leão, para a elaboração do FMEA.

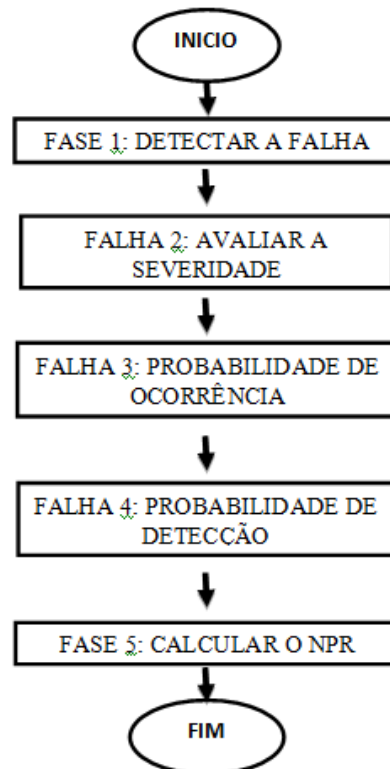


Figura 2. Fluxograma: Etapas para construção do FMEA.

Inicialmente foram detectados os possíveis danos que as máquinas apresentavam no período de auditoria no estabelecimento e logo após foi analisado o grau de severidade de cada componente e a probabilidade de ocorrência e detecção. Por fim foi calculado o NPR, classificando os riscos como leve, moderado e alto.

Na elaboração do mapa de risco foi feita a planta baixa do local avaliado, incluindo o arranjo físico. Os riscos foram indicados através de círculos, sendo cada grupo de risco de acordo com a cor padronizada, a especialização ou a natureza do risco; bem como o potencial do risco representado de acordo com a gravidade de efeitos, quando comparados a riscos da mesma natureza. Para a construção do Mapa de Risco foram seguidas as seguintes etapas:

- 1 Reunidas informações suficientes para o estabelecimento de um diagnóstico da situação de segurança e saúde no trabalho do estabelecimento;
- 2 Foram permitidas a troca e divulgação de informações entre os trabalhadores e estimular sua participação nas atividades de prevenção;
- 3 Conhecer o processo de trabalho analisado:
 - 3.1 Jornadas de trabalho;
 - 3.2 Os instrumentos e materiais de trabalho;
 - 3.3 As atividades exercidas;
 - 3.4 O ambiente.
- 4 Identificar os riscos no local analisado;
- 5 Identificar as medidas preventivas existentes e sua eficácia entre elas:
 - 5.1 Medidas de proteção coletiva, de organização do trabalho, de proteção individual e de higiene e conforto.
- 6 Descobrir as queixas mais comuns entre os funcionários expostos aos mesmos riscos, doenças profissionais já diagnosticadas e causas mais frequente de ausência no trabalho.

7 Ter conhecimento dos levantamentos ambientais já realizados no local

8 O número de trabalhadores expostos ao risco

9 Especificar os agentes, por exemplo: químicos, ergonômicos, biológicos ou de acidentes.

10 Após aprovação da CIPA, O Mapa de Risco deve ser exposto claramente em todos os setores analisados, de maneira que os funcionários possam facilmente ver.

Portanto, para a realização deste trabalho realizou-se o estudo de caso com abordagem qualitativa. A coleta de dados foi realizada por meio de observações diretas, acompanhamento do processo e entrevistas com os colaboradores envolvidos. Sendo que este acompanhamento foi planejado e acompanhado por roteiros previamente definidos para que as atividades fossem anotadas em planilhas após a execução de cada uma.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As sugestões de melhorias indicadas foram alterações internas na estrutura da empresa, em relação a projetos que, em todos os aspectos, influenciam no desempenho econômico da mesma. A partir de um olhar técnico viu-se a necessidade de apresentar alguns projetos no intuito de melhorar a eficácia da empresa. Um dos projetos é a reutilização da água para lavagens de peças, sendo proposto da seguinte forma: através da implementação de uma bomba a água será direcionada para uma canaleta, por onde será drenada a um reservatório, no sentido de reaproveitar a água, que no momento está sendo desperdiçada.

Outra sugestão de projeto é a padronização e armazenamento das ferramentas e instrumentos de metrologia, como a utilização de painéis e de armários, que possam conservar adequadamente essas ferramentas. Recomenda-se a reutilização dos cavacos de metal produzidos no processo de usinagem, na forma de parcerias com empresas que poderão reciclar os mesmos. Foi indicada também a utilização de tapetes de borracha, que diminuiriam a vibração no ambiente de trabalho, evitando danos à saúde dos colaboradores.

O Quadro 1 mostra a análise de modo que foi executado na empresa Tornearia Leão durante o período da realização do trabalho. Os modos de falha destacados em negrito foram vistos durante as visitas que foram realizadas no empreendimento. Os outros são prováveis falhas que podem vir a ser detectadas no referido equipamento.

Nº. FMEA: 01		Data de início: 05/06/2016		Responsável: Célio				
Área: Serviço de Usinagem		Revisão: 14/09/2016		Empresa: Tornearia Leão				
Sistema:Manutenção Mecânica		Equipe: Luciana Silva Andrade dos Santos						
Nome do Componente:	Função do Componente:	Modo(s) de Falha:	Efeito(s) Potencial(is) de Falha(s)	OCOR. (tab1) (O)	SEVE. (tab2) (S)	DETE. (tab3) (D)	RISCO (RPN) (O)*(S)*(D)	Ação Corretiva Recomendada
Furadeira de Base Magnética	Realizar Furos	Mola do botão de partida solta	Atraso de operação	1	3	2	6	Manutenção Corretiva
		Rompimento do mandril	Danificação da broca e da peça	3	4	5	60	Troca do mandril
		Perda de fluxo magnético do estator	Mau funcionamento do motor elétrico	3	4	6	72	Manutenção Corretiva
Máquina de Solda	Soldar	Fadiga na porta do eletroduto	Perda de eficiência de operação	1	8	5	40	Troca de parafuso
		Falha no circuito elétrico	Parada da máquina	2	6	3	36	Troca de condutores
		Quebra da manivela de ajuste	Variação da Temperatura	1	7	5	35	Soldagem
Talha Elétrica	Transportar	O freio não estava obedecendo	Ocorrência acidentes	1	7	4	28	Manutenção do Freio
		Falha no eixo de rotação motor elétrico	Baixa eficiência de operação	2	5	6	60	Manutenção no eixo do motor
		Fissura na estrutura do gancho de fixação	Dificuldade de acoplamento da peça	1	4	3	12	Troca do gancho
Torno CNC Romi Centur 30D	Torneamento	Queima do compressor	Parada do motor elétrico	1	7	7	49	Sustituição do compressor
		Desgaste do bite	Danificação da peça	3	4	6	72	Troca do bit
		Deterioração da placa de castanha	Má fixação da peça na placa	2	2	5	20	Manutenção nas castanhas
Torno Tormax 30D	Torneamento	Carro transversal quebrou o rolamento axial	Descentralização da ferramenta	1	7	5	35	Desmontagem e troca do rolamento
		Desgaste da correia de transmissão do motor	Variação de rotação no eixo da placa	4	5	2	40	Substituição das correias
		Falha no botão de parada de emergência	Insegurança na operação	3	8	4	96	Revisão no cabeçote fixo

Quadro 1. FMEA aplicado na Tornearia Leão.

A partir desta análise, é possível criar um plano de manutenção, com ordens de serviços específicas, para que tais falhas possam ser evitadas de modo a ter-se um baixo custo, tanto com a substituição de peças das máquinas e equipamentos, quanto aos materiais utilizados para a realização desta manutenção. É importante destacar que estes procedimentos sempre estejam atendendo às exigências das normas técnicas, tanto de produção como ambientais.

No contexto da realização deste trabalho foi possível notar, por meio de visitas à empresa Tornearia Leão, que não há um plano de manutenção estruturado, sendo esta manutenção feita de modo corretivo. Em alguns casos não é o melhor modo a ser feito, podendo, até mesmo, surgirem custos inesperados. É nesse sentido que foi proposta a utilização de um plano mestre de manutenção, conforme Quadro 2, com a perspectiva de melhorar o desempenho e desenvolvimento da empresa, em relação a custo-benefício e outros aspectos gerais.

Equipamento ou Máquina	Ordens de Serviço	Tipo de Manutenção	Quem deverá executar	Período
Fresadora Furadeira Kone KFF 30	Relizar manutenção	Preventiva	Auxiliar de operação	8 dias
Furadeira Portátil	Verificação dos componentes	Preventiva	Auxiliar de operação	3 meses
Lixadeira	Troca dos componentes	Corretiva	Auxiliar de operação	3 meses
Mandrilhadora de Campo	Troca dos elementos	Corretiva	Auxiliar de operação	3 dias
Máquina de Solda Bambozzi	Substituição da bobina	Corretiva	Soldador	2 dias
Máquina de Solda Br 450	Realizar inspeção	Preventiva	Soldador	15 dias
Máquina de Solda ESAB 402B	Substituição da bobina	Preventiva	Soldador	2 dias
Retífica	Realizar inspeção	Corretiva	Auxiliar de operação	5 meses
Serra Fita Elétrica Kalamazoo	Verificar os elementos	Preventiva	Auxiliar de operação	1 dia
Torno CNC	Revisão dos sistemas elétricos e mecânicos	Preventiva	Operador CNC	1 dia
Compressor	Inspeção	Preventiva	Auxiliar de operação	1 dia
Torno Mecânico Romi Es- 40D	Realizar manutenção	Preventiva	Torneiro	4 dias
Torno Mecânico Romi Tormax 20	Realizar manutenção	Preventiva	Torneiro	4 dias
Torno Mecânico Romi Tormax 30D	Inspeção dos componentes elétricos e mecânicos	Preventiva	Torneiro	1 mês

Quadro 3 – Plano Mestre de Manutenção da Empresa Tornearia Leão.

Na Figura 3 tem-se o Mapa de Risco da Empresa.

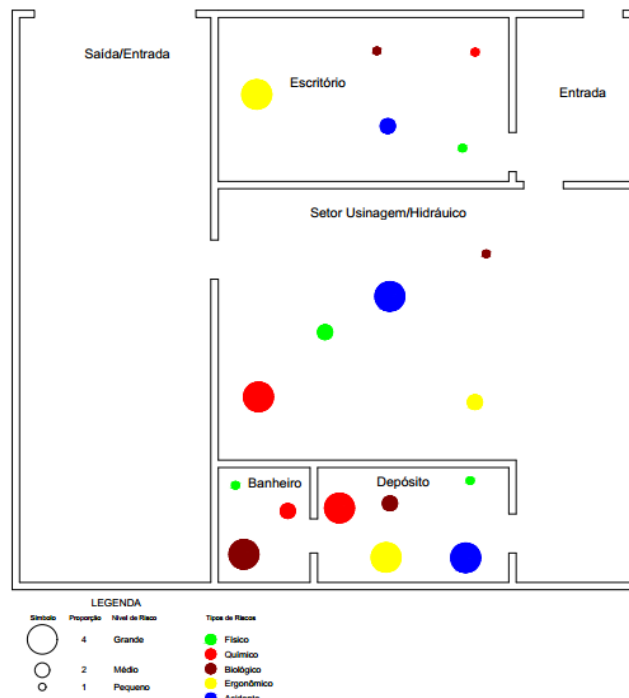


Figura 3. Mapa de Risco da Empresa.

. Propostas de Melhorias:

Analisando a estrutura da empresa Tornearia Leão durante as vistorias realizadas quinzenalmente foi sugerido algumas propostas com intuito de melhorar os métodos organizacionais, baseadas em normas técnicas. Os principais destaques das normas técnicas, em especial à NR-12, é o de garantir medidas de proteção aos operadores no que diz respeito à execução de trabalhos em máquinas e equipamentos, adotando sempre a utilização de Equipamentos de Proteção Individuais ou Coletivos (EPI/EPC). Na instalação da empresa, onde houver equipamentos e máquinas operatrizes, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas para que houvesse uma livre circulação e com segurança. Estas vias e as que conduzem às saídas devem ter no mínimo 1,20 m de largura e possuírem a passagem livre de objetos que impeçam a passagem. O piso destes locais deve estar nivelado e possuir a resistência de acordo à carga que irá suportar. Além disso, deve estar livre de substâncias tais como graxa, óleo e outras que tornem o piso escorregadio; além de ser mantido limpo e livre de objetos e outros materiais que possivelmente possam vir a causar acidentes.

Para uma melhor organização, as ferramentas e outros equipamentos utilizados diariamente nos processos produtivos devem estar em locais que proporcionem facilidade no momento de utilização e àqueles que são utilizados esporadicamente guardados em prateleiras mais afastadas, conforme a metodologia 5S. Para isso, podem ser adotadas algumas medidas de padronização, como por exemplo, armários para armazenagem de ferramentas utilizadas nos processos ou painel organizador de ferramentas. O painel organizador de ferramentas pode ser feito a partir de materiais disponíveis, tais como MDF, ou até mesmo de materiais metálicos a partir de uma placa metálica.

. Proposta de Reutilização da Água:

A água que era utilizada na lavagem de peças na Empresa era descartada aleatoriamente; passando inicialmente pelo processo de decantação para remoção de outros fluidos (óleos) que se encontravam misturados com a mesma. Logo depois a água era descartada sem nenhuma utilização. Como proposta de sua reutilização, foi recomendado um mecanismo para seu reuso, gerando posteriormente um declínio de custos gerais. Um modelo disto seria drenar a água proveniente do processo de decantação para um reservatório, fazendo a utilização de uma bomba hidráulica simples para que possa conduzi-la para outro reservatório; sendo reintroduzida no processo.

. Proposta de reutilização do cavaco de aço:

Cavaco é o material removido da peça durante o processo de usinagem. Na Tornearia Leão não há reutilização desse material deixando-o exposto no meio ambiente, provocando contaminação do solo. Neste caso, foi proposto que fosse realizada uma parceria com uma metalúrgica da região para que fosse disponibilizado esse material; evitando-se desperdício, reduzindo a contaminação do solo e, por conseguinte, lucro para a empresa.

4. CONCLUSÕES

Em vista do que foi analisado na empresa Tornearia Leão, foi possível avaliar os processos, em todos os aspectos técnicos. Ao serem examinados alguns aspectos da Empresa foi necessário formalizar algumas sugestões de melhoria, em função de algumas irregularidades presentes na estrutura da empresa, que não atendiam de forma correta às normas técnicas de padronização confere, de modo geral, uma garantia de qualidade dos processos que a empresa fornece, proporcionando também a segurança dos operadores e máquinas no ambiente de trabalho. Tendo em vista os aspectos observados, entende-se que o cumprimento dessas normas, favorece a eliminação de vários problemas existentes; propiciando confiabilidade nos serviços e produtos e garantindo a médio e longo prazo um aumento na cartela de clientes com ganhos futuros, além da redução do desperdício de materiais.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação e Tecnologia da Bahia, Campus Jacobina, pelo apoio no desenvolvimento deste projeto, a Empresa Tornearia Leão e ao grupo de pesquisa Automação, Eficiência Energética e Produção do IFBA – Campus Jacobina pelo apoio e suporte técnico.

6. REFERÊNCIAS

- Araújo, Cidália et al. **Estudo de Caso**. Métodos de Investigação em Educação. Instituto de Educação Psicologia, Universidade do Minho, 2008.
- Berger, D. R. et al. **FMEA: Uma Abordagem Conceitual de uma Ferramenta na Prevenção de Falhas**. Congresso Internacional de Administração, 2012.
- Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.
- Taj, S., Morosan, C.. **The impact of lean operations on the Chinese manufacturing performance**. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 22(2), 223-240. 2011.
- Toledo, J. C.; Amaral, D. C. **FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha**. GEPEQ - Grupo de Estudos e Pesquisa em Qualidade, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), ([s.d.]). 2002.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

APPLICATION OF QUALITY TOOL FMEA ON TURNERY LEÃO: - Case Study.

U. S. Reis, uanderson.s75reis@outlook.com¹

L. S. A. Santos, lucianasantosandrade24@gmail.com²

A. B. Oliveira, alanbolliveira@outlook.com³

T. G. Machado, tercio@ifba.edu.br⁴

R. B. de Assis, raimison_assis@ifba.edu.br⁵

^{1, 2, 3, 4, 5} Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA - Campus Jacobina, Av. Centenário, 500, Nazaré – Jacobina/ BA, CEP: 44720-000.

Abstract. Companies seek ever more a tool that provide reliability, security and profitability. The methodology for analysis of the type and purpose of failure, known as FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) is a device that seeks, in principle, to prevent, by means of analysis of potential failures and proposed actions for improvement, that failures occur in the design of the product or process. The first methodology for fault analysis and equipment was employed by the American Army in 1949. In 60 years the aerospace industry, especially NASA, scheduled this control for analysis and mitigation of risks in their space missions. The objective of this work is to apply the tool FMEA in Company Turnery Leão, located on Jacobina-Ba. For both surveys were carried out fortnightly in the company where they were used in excess of the FMEA, the tools 5S and Maintenance Master Plan, which sought to increase the reliability between the company and its users. In addition to the ABNT standards related to operator safety and ergonomics of machines, and signaling of the environment, was drafted a risk map with the intention of alerting possible locations with the potential to cause accidents. From the inspections conducted on turnery was observed that the use of quality tools caused a great increase in the profitability of the company; in addition to providing reliability for users and substantially reduced costs with materials for the completion of maintenance.

Keywords: Reliability, Failure, FMEA, Maintenance and Quality.