



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC

MBA EM GESTÃO DA MANUTENÇÃO

**GESTÃO DE FALHA ATRAVÉS DA IDENTIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS EM
UMA EMPRESA DE USINAGEM**

Filipe Cardoso Brito¹

Sérgio Oliveira Pitombo²

RESUMO

O presente artigo tem como principal objetivo explicar a importância de uma gestão de falha focada no estudo de anomalias para detectar, identificar e eliminar as falhas nos equipamentos de uma empresa de usinagem de pequeno porte, desta forma foi obtido à diminuição do número de falha, o aumento da vida útil dos equipamentos, descrevendo os motivos, que levaram a criação dessa metodologia e todas as etapas para a sua implementação. O artigo teve como base outros artigos, livros referentes à manutenção e informações obtidas em boas práticas realizadas na empresa.

Palavras-chaves: Gestão, Falhas, Eliminação, Anomalias, Detecção.

¹ Graduado em Engenharia Mecânica pela UNIFACS – Universidade Salvador, turma 2015.2. E-mail: filipecbrito92@gmail.com

² Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de São Paulo – USP. E-mail: sergio.pitombo@fieb.org.br

1. INTRODUÇÃO

O mercado está cada vez mais competitivo isso se deve em parte aos avanços tecnológicos, determinando que as empresas possuam um desempenho elevado. Em virtude disso, para o ambiente industrial a ocorrência de falha deve ser evitada, pois a sua ocorrência acabar afetando o desempenho da unidade, a avaliação da empresa e com a criação de novos custos.

Segundo Candido (2013), o setor responsável por reparar, analisar equipamentos e reportar as falhas que ocorrem é o setor de manutenção. Assim este setor se torna fundamental para a estratégia da gestão da empresa. Portanto, a nova gestão de gerenciamento da falha além de se preocupar em gerir os custos, ela se preocupou em usar o ativo humano como elemento diferencial desta gestão.

O ativo humano merece destaque nessa gestão ele representa a forma mais eficaz de gerir custo, uma vez a sua capacitação gera grande retorno em comparação com o baixo investimento que foi feito (JUNIOR, MELO e CARVALHO, 2014). Outro ponto importante que o ativo humano possui são as informações que eles detêm sobre o processo, sendo que parte dessas informações não recebe a devida tratativa e poderia ser utilizada na identificação das vulnerabilidades do sistema (SANTOS, FILHO e LIMA, 2014).

O estudo em questão descreveu o cotidiano do setor de manutenção de uma empresa de usinagem, onde foi criada uma metodologia que tem como objetivo diminuir o elevado número de falha que ocorrem nos equipamentos. A

metodologia identificou e avaliou as vulnerabilidades do sistema e buscou seguir os ideais de análise de causa raiz, buscando assim atuar nas falhas antes que ocorram.

Como objetivos específicos esse trabalho possui:

- Demonstrar a importância do setor de manutenção no setor industrial;
- Aumentar a disponibilidade dos equipamentos para a operação;
- Apresentar conceitos, metodologia da manutenção e análise de falha.

A escolha desse tema se deve aos custos que são gerados em função das falhas e dos seus efeitos para o setor industrial, destacando a representação que a manutenção do tipo corretiva não planejada possui como ilustra a Tabela 1, ressaltando que os custos da manutenção corretiva não planejada são classificados como outros (ABRAMAN 2013).

Tabela 1 - Aplicação dos Recursos na Manutenção (%)

Ano	Manutenção Corretiva	Manutenção Preventiva	Manutenção Preditiva	Outros
2013	30,86	36,55	18,82	13,77
2011	27,40	37,17	18,51	16,92
2009	26,69	40,41	17,81	15,09
2007	25,61	38,78	17,09	18,51
2005	32,11	39,03	16,48	12,38
2003	29,98	35,49	17,76	16,77
2001	28,05	35,67	18,87	17,41
1999	27,85	35,84	17,17	19,14
1997	25,53	28,75	18,54	27,18
1995	32,80	35,00	18,64	13,56

FONTE: ABRAMAN (2013)

Analisando a Tabela 1 percebe que o gasto com a manutenção corretiva, planejada e não planejada, ultrapassam o gasto da manutenção preventiva e a da preditiva. Isso se deve ao fato dela possui técnicas ultrapassadas e que geram, na maioria das vezes, gastos significativos para as empresas. Portanto

se faz necessário à revisão das técnicas utilizadas e até a substituição por novas técnicas que trazem novos benefícios e que não acabem gerando gastos significativos para as empresas.

Portanto, trabalho proposto foi baseado em conceito de revisões bibliográficas e estudos aplicados, a formulação de uma nova gestão a qual utiliza de conceitos de confiabilidade, de análise de causa e do monitoramento de anomalia.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. ANÁLISE DE CAUSA RAIZ

Análise de Causa Raiz é uma metodologia que têm como estratégia reconhecer quais são as relações da causa e efeito de uma falha, agindo de forma preventiva a ocorrência desse problema, eliminando assim as consequências que elas geram no seu sistema. A essência para o entendimento da análise de causa raiz é justamente compreender a relação da causa e efeito de uma falha (BATISTA, 2011).

Na busca por uma melhor organização a Análise de Causa Raiz é baseada em quatro etapas básica, as quais são:

- Definir o problema;
- Criar o Diagrama de Causa & Efeito;
- Identificar Soluções Efetivas;
- Implementação.

Destaque para a etapa de definir o problema, pois é nesta etapa que ocorre uma coleta e tratativa das informações para identificar quais são os

fatores que geraram a falha e definir quais são as medidas que devem ser tomadas.

2.1.1. Definir o problema

Nesta etapa o objetivo foi definir de forma clara e objetiva qual são as falhas e problemas que serão tratadas. A escolha da definição das falhas e dos problemas podem ter diversos motivos, mas normalmente é escolhido pela a sua significância no processo, as mais comuns são:

- Segurança e impacto ambiental;
- Perda de faturamento;
- Tempo de manutenção não previsto;
- Desvios no atendimento ao cliente;
- Autuação por agência reguladora;
- Custos extras.

Uma vez definido o problema e a sua significância no processo, é realizado um estudo para identificar quais são os recursos que vão ser utilizado para a solução do problema e por fim se estabelece o ponto de partida para o diagrama causa e efeito.

2.1.2. Criar o Diagrama de Causa & Efeito

O Diagrama de Causa & Efeito é uma ferramenta onde os colaboradores, das mais diversas áreas e conhecimentos, focam para identificar quais são as causas que geraram as falhas e os efeitos que elas geram.

2.1.3. Identificar Soluções Efetivas

Esta etapa tem como objetivo identificar soluções efetivas para as causas levantadas pela a etapa de definição do problema, eliminando assim a recorrência do problema.

2.1.4. Implementação

A etapa de implementação é responsável em garantir, validar e concluir tudo o que foi proposto elaborado pelas etapas anteriores. A Análise de Causa Raiz deve ser atualizada para adquirir novos conhecimentos, onde pode surgir novas soluções ou modificar as existentes, ocorrendo assim um processo de melhoria contínua na análise.

2.2. MANUTENÇÃO

Por definição manutenção é a combinações de ações que possui como objetivo garantir a disponibilidade do equipamento ou sistema para suprir as necessidades do processo, com confiabilidade, segurança, preservando o meio ambiente e custos adequados (PINTO e XAVIER, 2009).

2.3. FALHA

A Falha é um evento indesejável, pois a sua ocorrência pode gerar perdas e danos ou a exposição de terceiros a novos riscos. Para o estudo da falha é de suma importância conhecer os conceitos de anomalias e defeitos.

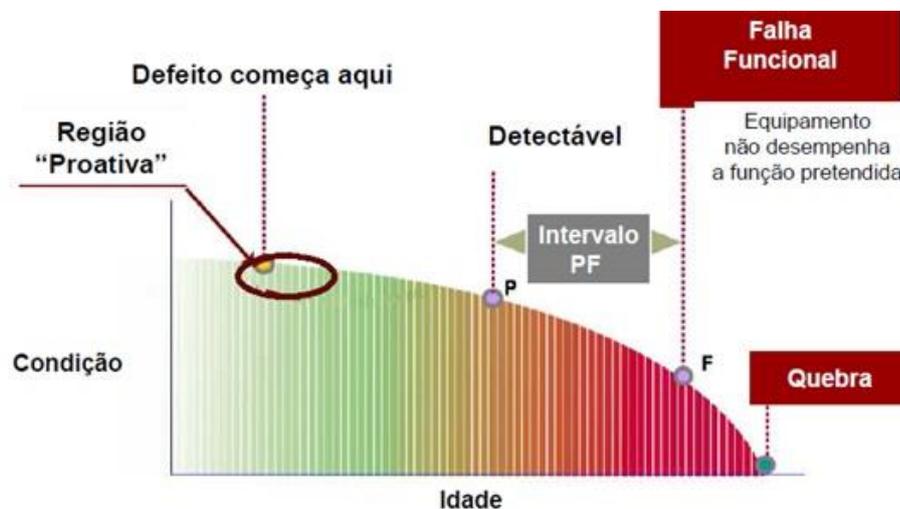
De acordo com o dicionário da língua portuguesa, “Anomalia é tudo aquilo que se desvia de um padrão de normalidade”. De acordo com a norma NBR 5462 (ABNT, 1994), defeitos e falhas são definidos da seguinte maneira:

Defeito, qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos. Notas: a) Os requisitos podem, ou não, ser expressos na forma de uma especificação. b) Um defeito pode, ou não, afetar a capacidade de um item em desempenhar uma função requerida;

Falha, Término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. Notas: a) Depois da falha, o item tem uma pane. b) A “falha” é um evento; diferente de “pane” que é um estado. (ABNT, 1994, Pg. 3).

Através dessa explicação, esses conceitos quando utilizados em equipamentos dinâmicos significam que uma Anomalia é o “sinal” gerado, pela máquina, para demonstrar que algo saiu do padrão em algum momento e pode surgir a qualquer momento, já os defeitos são desvios gerados por algum componente que pode, ou não, afetar o desempenho do equipamento. A falha é a eminência de que algo fez com que o sistema deixasse de exercer a sua função requerida e pode ser ilustrado pela **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Figura 1– Evolução da Falha



Fonte: PETROBRAS (2012)

2.4. ANÁLISE SENSITIVA

A Análise Sensitiva é uma técnica de melhoria contínua bastante simples. O seu fundamento é consiste na utilização dos sentidos para identificar os modos de falhas ou anomalias ou defeitos existentes no sistema ou equipamentos. Para saber se ocorrem anormalidades no sistema devem existir parâmetros que auxiliem na identificação de algo anormal no sistema (CORREA e CARDOSO JUNIOR, 2007).

2.5. CONFIABILIDADE

Segundo Gurski (2002), “Confiabilidade é a probabilidade de que um componente, equipamento ou sistema executar suas funções sem falhas, por um período específico de tempo, sob condições de operação específica”. Segundo a norma NBR 5462 (ABNT, 1994), confiabilidade é definida como: “Capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um dado intervalo de tempo”. Através disso, a confiabilidade é usada como indicador para avaliar e controlar ativos, havendo a busca para melhorar os custos, a segurança e a disponibilidade sem afetar a qualidade do processo.

2.6. DISPONIBILIDADE

Disponibilidade pode ser definida como o período de tempo em que um equipamento, planta ou organização está disponível para realizar sua função. Pode também ser expressa por medidas estatísticas. Segundo Gurski (2002), “Disponibilidade é a probabilidade que um sistema esteja em condição operacional no instante determinado”.

3. METODOLOGIA PROPOSTA

A realização desse trabalho foi baseada nos ideais da Análise de Causa Raiz, pois a prática na elaboração e implementação dessa gestão tem como objetivo identificar e avaliar as vulnerabilidades do sistema, buscando ações e medidas para inibir a ocorrência das falhas demonstrando a importância que o setor de manutenção exerce para a empresa, revelando esse setor como diferencial de mercado e desconstruindo com isso o paradigma que este setor é um setor de gasto e desorganização.

Com base nisso, para a elaboração e implementação dessa nova gestão foi necessário desenvolver seis procedimentos, onde as três primeiras etapas focam na coleta de informações para elaborar ações dessa gestão e as três etapas posteriores são utilizadas na implementação (CORREA e CARDOSO, JUNIOR, 2007). Os procedimentos são:

- Avaliação do sistema
- Coletas de dados;
- Análise do Processo;
- Implementação e padronização de procedimentos;
- Treinamento da equipe;
- Melhoria do plano.

Nas seis etapas os fundamentos de Análise de Causa Raiz foram utilizados para identificar vulnerabilidades no sistema e desenvolver ações corretivas e inibir a reincidência dessas ações, tornando assim o sistema mais competitivo devido ao aumento da qualidade e mais eficiente.

- Na Avaliação do sistema, ocorreu uma busca sobre os problemas recorrente do sistema e uma classificação dos impactos e os efeitos que são gerados no sistema. Na sequência definiu quais foram os equipamentos que foram englobados na gestão;
- Na coleta de dados foi dada a importância para a coleta de informações relevantes e necessárias referentes aos problemas, desde a descrição dos defeitos, falhas e anomalias que ocorrem no sistema até a frequência que ocorrem. Para a elaboração dessa gestão não focou em apenas relatar os dados de falhas ou paradas foi necessário listar outras informações como o tipo do equipamento, a sua função no processo, o seu TAG, o seu fabricante e as especificações;
- Na análise do processo possui como objetivo primário tratar as informações coletadas para avaliar o seu processo e desenvolver ações que elimine o que está causando as falhas, para este estudo foi utilizado o diagrama de causa e efeito, pois a sua criação permite identificar o que estava gerando a falha;
- Na padronização procedimentos, possui como objetivo organizar os processos de modo a criar e implementar o novo padrão de ações, além de facilitar o acesso à informação para os colaboradores, visando aumentar a eficiência e facilitar a identificação de quando ocorrer um desvio do padrão;
- No treinamento da equipe, além de requalificar os colaboradores para se adequar à nova metodologia, coincide também em efetivar

as ações desenvolvidas, vale ressaltar que o fator humano foi essencial para o sucesso do plano, pois o plano depende dele;

- A etapa de melhoria do plano é a etapa correspondente à parte de checar os resultados e avaliar a aplicação da gestão. Sendo necessário informar os critérios que vão ser avaliados e se as ações desenvolvidas estão de acordo com as metas e objetivos desejados.

4. ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido numa indústria do setor de usinagem localizada no município de Salvador. A atividade fim da empresa é usinar peças de diferentes geometrias para outras empresas, onde peças usinadas variam desde a confecção de tubos metálicos até a confecção de peças de alta precisão.

A empresa possui 35 equipamentos das mais diversas aplicações e é constituída por quatro tornos mecânicos, quatro fresas, dois tornos do tipo CNC, seis furadeiras de mão, duas furadeiras de bancada, uma plaina, duas calandras, duas guilhotinas, uma brochadeira horizontal, um serra do tipo fita, três arcos serras, três serras de esquadria e dois moto esmeril de bancada e duas máquinas de solda a gás. Os equipamentos normalmente operam em um turno, só quando existe uma necessidade da demanda e quando a direção liberar alguns deles era utilizados em dois turnos.

O setor estudado deste estudo é o setor de manutenção, o qual fica sobre a responsabilidade da direção da empresa e é responsável por realizar a

manutenção dos equipamentos. O seu regime de trabalho é composto de apenas um turno de oito horas diária, funcionando de segunda a sexta. O objetivo deste estudo foi desenvolver uma gestão de gerenciamento de falha baseando na análise de causa raiz, onde foi visado eliminar os fatores que causam as falhas e fazendo o uso de conceito de confiabilidade.

Essa nova gestão de gerenciamento da falha surgiu da necessidade de atualizar o modelo de gestão. O novo modelo buscou atingir um perfil pró-ativo além de propor melhorar os indicadores de disponibilidade e confiabilidade. Pois o plano de manutenção utilizado era defasado e por conta dele os equipamentos não apresentavam um bom estado de conservação e de funcionalidade, em função disso as falhas eram um elemento presente no cotidiano da empresa e as falhas mais críticas que ocorriam nos equipamentos envolvia o não acionamento do motor dos equipamentos.

Essa implementação ocorreu em agosto de 2015 com apresentação das etapas dessa nova gestão para os gestores do setor, onde foram detalhadas as etapas de implementação.

A primeira etapa foi fazer uma avaliação do próprio sistema para constatar a condição e o modo operante dos principais equipamentos. Foi constatado que os mesmos apresentavam um grande número de defeitos, isso foi uma consequência da antiga gestão de manutenção adotada, pois os equipamentos só passavam por manutenções em datas definidas por prazos ou quando estavam indisponíveis para a operação. Para implementação dessa nova metodologia foi definido que o setor piloto foi composto de quatro tornos mecânicos, quatro fresas e dois tornos do tipo CNC. Foram escolhidos esses

equipamentos, pois eles possuem características em comuns como o mesmo tipo de acionamento, mesmos indicadores e através disso foi possível determinar indicadores em comuns para eles, além desses equipamentos serem os mais importantes para a produção.

A segunda etapa foi responsável em desenvolver a coleta de informações dos equipamentos, nesta etapa o foco foi levantar informações sobre os equipamentos, pois quanto maior o número de informações sobre o equipamento maior é a chance de identificar alguma irregularidade. Além de fazer uso de indicadores que são fornecidos pelos fabricantes e das experiências fornecidas por parte dos funcionários, foi desenvolvido um novo procedimento, onde os operadores utilizam da análise sensitiva para relataram a condição superficial do equipamento para ao setor de manutenção.

Devido a isso, o ativo humano se tornou o principal elemento dessa gestão para detectar, identificar e eliminar as falhas que ocorrem nos equipamentos se tornando um dos pilares para essa nova gestão. Para isso o grupo da coleta de dados, que é composto por um grupo de colaboradores de diversos setores, teve como missão inspecionar, identificar e acompanhar os parâmetros anormais dos diversos equipamentos como, por exemplo, o surgimento de um ruído provocado pelo nível anormal de vibração, ou a presença de particulados anormais na área, ou a de vazamentos ou de odores, ou outros parâmetros que não deveriam estar naquele ambiente planejando assim detectar anomalias que possivelmente resultariam em falhas.

A terceira etapa priorizou a analisar o processo, onde se deu início tratando as informações coletadas na etapa anterior, evitando assim que os

documentos, gráficos, imagens, tabelas gerados não fossem deficientes e facilitassem a identificação de um ponto crítico do setor piloto. Após isso foi identificado que havia um alto gasto com a manutenção destes equipamentos. Isso ocorreu, pois o plano de manutenção era ultrapassado e estabelecia que os equipamentos iriam realizar manutenções em datas definidas por prazos ou quando estavam indisponíveis para a operação. Ao avaliar esses equipamentos, percebeu a existência de vários defeitos como, por exemplo, nos motores elétricos os defeitos mais recorrentes eram:

- Folgas excessivas;
- Eixo trincado ou empenado;
- Mancais desalinhados;
- Deficiência do isolamento;
- Curto circuito do bobinado.

Ao fazer isso o custo do reparo dos equipamentos acabava aumentando significativamente, além de afetar a produção. Em uma etapa posterior, foram definidos e atualizados os parâmetros de inspeção do equipamento, como relato a temperatura dos mancais dos motores, geração de ruído anormal, o tempo médio para a confecção de peças para avaliar a sua eficiência, levando em conta a geometria usinada, o registro e arquivamento de toda intervenção que o equipamento sofreu e a criação de uma área para o próprio operador relatar o que não está presente na ficha de avaliação do equipamento, facilitando assim essa nova gestão identificar quais os fatores que estão causando os modos de falhas.

Para o desenvolvimento de ações de eliminação das falhas foram utilizados os conceitos da Análise de Causa Raiz, em especial o diagrama de causa e efeito, além da adoção de outras ferramentas como a análise de árvore de falha para identificar quais são os gatilhos dos modos de falhas. Uma vez identificados os gatilhos das falhas foram desenvolvidas ações para eliminá-las evitando assim que esse tipo falha voltasse a ocorrer, também levando em conta a sua viabilidade de aplicação.

Na quarta etapa ocorreu à etapa de implementação e padronização criando o novo padrão de ações e cenário a ser adotado, para isso ocorrer foi necessário fazer uma revisão dos processos e intervenção do local, para determinar a inclusão e viabilizar as ações que foram criadas, como por exemplo, a adição de figuras para facilitar a compreensão do que é para ser feito, a limpeza e a organização do setor piloto. Com isso os operadores adotando a prática da análise sensitiva conseguem identificar alguma anormalidade com uma maior facilidade, além de fazer uso de *checklist*. para aumentar a eficiência. Através disso foi definido um novo manual de inspeção a ser seguido, o qual possui como objetivo aumentar a eficiência, a confiabilidade e identificar quando um equipamento apresente um comportamento anormal, garantindo assim um prolongamento do tempo de campanha dos equipamentos. Dois pontos que merecem destaque nesta foi à busca para o acesso das informações e avaliação do nível de entendimento por parte dos colaboradores, sendo que a eficiência das novas medidas depende do fator humano.

A quinta etapa representa a etapa do treinamento dos colaboradores, essa etapa começou na recapacitação dos colaboradores para novas condições e

representou também em informar e conscientizar sobre a importância da condição dos equipamentos. Isso foi feito através de palestras, cursos e treinamentos. Um dos destaques dessa etapa foi conscientizar sobre a responsabilidade que os colaboradores possuem pelo o ativo, pois ele deve operar e zelar pela a condição do equipamento, as ferramentas, inspeção e medição. Outro destaque dessa etapa foi o *feedback* levantado pelos os operados em relação ao desvio de função, pois eles acreditavam que iriam surgir desvios de funções devido as novas ações que foram implementadas e após palestras e cursos foram conscientizados que isso não iria ocorrer.

Na sexta etapa foi feita a melhoria do plano, que teve início através da avaliação dos depoimentos e do *feedback* dos colaboradores sobre as práticas recém adotadas e da avaliação da gerência sob os indicadores que a nova gestão alcançou, como por exemplo se a disponibilidade dos equipamentos aumentou, se o número de falhas caíram. Após isso foi feito um documento informando os pontos de melhorias que devem ser feitos e como essa gestão segue os princípios das ferramentas de melhoria iria ocorrer uma nova avaliação visando aperfeiçoar o sistema.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

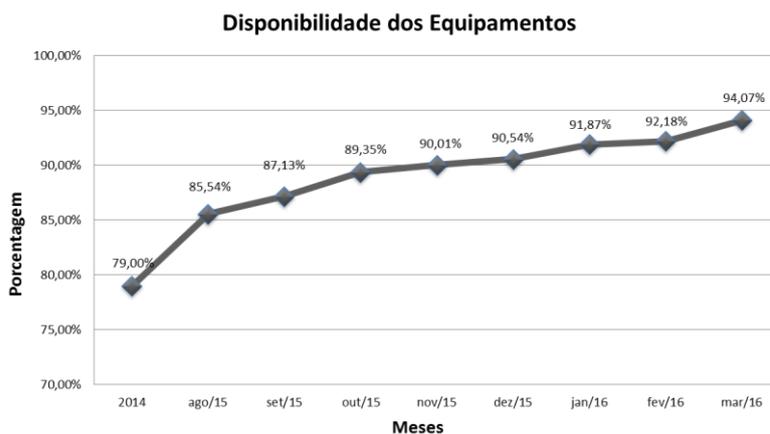
O trabalho teve como finalidade desenvolver um novo tipo de gestão o qual se destacou por identificar e avaliar as vulnerabilidades do sistema, buscando ações e medidas inibidoras para a ocorrência de novas falhas em sistema industrial que ocorriam em sua planta, além de atender as obrigações da

gestão anterior, que foram garantir a disponibilidade dos equipamentos para a operação, a redução da exposição dos colaboradores a acidentes e incidentes, onde a gestão desenvolvida tem como diferencial além de busca pela detecção de anomalias existentes no sistema, ela visou identificar quais são os fatores que geram essas falhas para fazer a eliminação das falhas e dos seus efeitos.

Após a aplicação dessa nova metodologia no setor piloto, o qual é composto de quatro tornos mecânicos, quatro fresas e dois tornos do tipo CNC, já foram possíveis ter bons resultados significativos, tais como:

- Aumento na confiabilidade dos equipamentos;
- Aumento na disponibilidade dos equipamentos;
- Redução dos gastos com peças;
- Diminuição dos números de falhas nos motores elétricos.

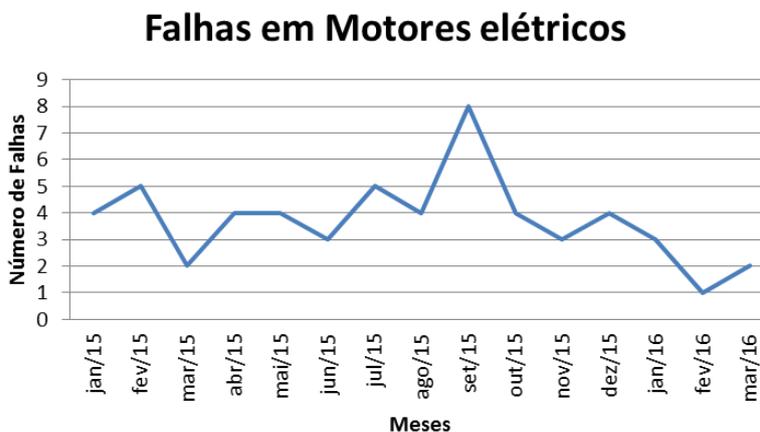
A Figura 2 mostra a evolução do quadro de disponibilidade dos equipamentos do setor piloto ao longo da implementação.

Figura 2 - Disponibilidade dos Equipamentos

Fonte: Própria (2018)

Durante a aplicação dessa gestão, já foi possível observar que em pouco tempo já conseguiu ter um aumento de 8,53% na disponibilidade geral do setor piloto e em função disso, houve um aumento na produção de peças.

A Figura 3 mostra o comportamento de um componente em específico, o motor elétrico, após a implementação da nova gestão. Foi escolhido esse elemento como indicador, pois está presente em todos os equipamentos do plano e podem indisponibilizar os equipamentos.

Figura 3 - Falhas em Motores elétricos

Fonte: Própria (2018)

Também foi possível observar que durante a implementação o número de falhas foi diminuindo, isso só foi possível graças à capacitação e conscientização por parte dos colaboradores, pois antes da implementação havia um grande descaso com as máquinas.

6. CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido teve como finalidade desenvolver uma nova metodologia de identificar e avaliar as vulnerabilidades do sistema para identificar a causa raiz da Falha e fazendo a eliminação das falhas em uma empresa de usinagem. Destacando a importância que o fator humano exerceu neste estudo, onde inicialmente ele era uma fonte detentora de informações importantes, a qual inicialmente não coletada, e se tornou um dos principais elementos que avalia a nova metodologia além de identificar algo que foge do padrão estabelecido.

Em resumo, com a realização desse estudo de caso foi possível destacar e demonstrar a importância da gestão e como isso afeta diretamente o setor da manutenção, destacando que logo após a sua implementação já afetou a unidade que foi realizada o estudo de caso e isto acabou se tornando um legado para a empresa como o aumento na disponibilidade dos equipamentos, a redução dos custos, aumento na confiabilidade e a diminuição das falhas.

MANAGEMENT OF FAILURE THROUGH IDENTIFICATION OF THE ANOMALIES IN A MACHINING COMPANY

Filipe Cardoso Brito

Sérgio Oliveira Pitombo

ABSTRACT

The present article aims to explain the importance of failure management focused on the study of anomalies to detect, identify and eliminate the failures in the equipment of a small machining company, in this way the reduction of the number of failures, the increase in the useful life of the equipment, describing the reasons that led to the creation of this methodology and all the steps for its implementation. The article was based on other articles, books related to maintenance and information obtained in good practices carried out in the company.

Keywords: Management, Failure, Elimination, Anomalies, Detection.

REFERÊNCIAS

ABNT, NBR. 5462–Confiabilidade e Manutenibilidade. **Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, RJ, 1994;**

Associação Brasileira de Manutenção, ABRAMAN. **28º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO: A situação da manutenção no Brasil. Salvador, 2013. 23 p;**

BAPTISTA, J. A. A Importância da Análise de Causa Raiz (Root Cause Analysis) na melhoria do desempenho da manutenção industrial. In: **26º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO, ABRAMAN. 2011;**

CANDIDO, João Fernandes. **Manutenção Industrial e TPM.** Home Page pessoal. Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2013;

CORREA, C. R. P.; CARDOSO JUNIOR, M. M. Análise e classificação dos fatores humanos nos acidentes industriais. **Associação Brasileira de Engenharia de Produção, v. 17, n. 1, p. 186-198, 2007;**

GURSKI, C. A. (2002). **Noções de confiabilidade e manutenção industrial**. 2002. 24f. Artigo. Petrobras. Curitiba. 2002;

JUNIOR, A. C., MELO, L. d., & CARVALHO, R. Mineração: O método de eliminação de pequenas falhas. **Case Studies – Revista Brasileira de Management**, Rio de Janeiro, n. 104, p 35-41, mês, 2014;

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: função estratégica**. Qualitymark, 2009;

PETROBRAS. **Sistema de Gestão da Excelência Operacional**. 2012. 56 Slides;

SANTOS, A. A., FILHO, C. L., Pimentel, C. F., LIMA, M. A voz da experiência: A importância da gestão do conhecimento para a gestão da manutenção. **Case Studies – Revista Brasileira de Management**, Rio de Janeiro, n. 104, p 51-53, mês, 2014.