

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Diego Ferreira dos Santos Mandu

**PROJETO DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE
QUALIDADE E INDICADORES PARA CONTROLE DE
CUSTOS EM UMA CÉLULA DE MANUTENÇÃO**

Taubaté - SP

2019

Diego Ferreira dos Santos Mandu

**PROJETO DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE
QUALIDADE E INDICADORES PARA CONTROLE DE
CUSTOS EM UMA CÉLULA DE MANUTENÇÃO**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador(a): Prof. (Dr. ou Me.) Ivair Alves dos Santos

Coorientador(a): Prof. (Dr. ou Me.) Fabio Henrique Fonseca Santejani

Taubaté – SP

2019

SIBi – Sistema Integrado de Bibliotecas / UNITAU

M273p Mandu, Diego Ferreira dos Santos
Projeto de aplicação de ferramentas de qualidade e indicadores para controle de custos em uma célula de manutenção / Diego Ferreira dos Santos Mandu. -- 2019.
39 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2019.
Orientação: Prof. Me. Ivair Alves dos Santos, Departamento de Engenharia Mecânica
Coorientação: Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani, Departamento de Engenharia Mecânica

1. Custos. 2. Manutenção. 3. MTBF. 4. MTTR. I. Graduação em Engenharia Mecânica. II. Título.

CDD – 658.562

Ficha catalográfica elaborada por **Shirlei Righeti – CRB-8/6995**

Diego Ferreira dos Santos Mandu

**PROJETO DE APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE QUALIDADE E
INDICADORES PARA CONTROLE DE CUSTOS EM UMA CÉLULA DE
MANUTENÇÃO**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

DATA: 20.11.2013

RESULTADO: Aprovado

BANCA EXAMINADORA:

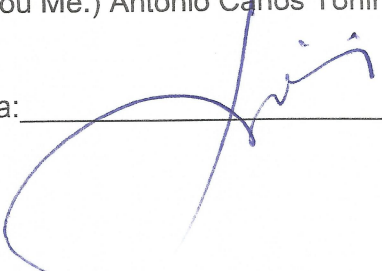
Prof. (Dr. Ou Me.) Ivair Alves dos Santos

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

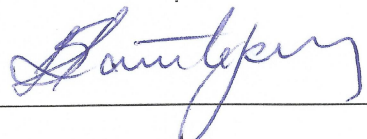
Prof. (Dr. ou Me.) Antonio Carlos Tonini

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. (Dr. ou Me.) Fábio Henrique Fonseca Santejani

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais Alicienne e Carlos Alberto,
aos meus avôs Antônio e Darcy e as minhas avós Mariza e
Olinda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de realizar este curso, a minha família que me apoiou em todos esses anos de faculdade e meus colegas que fizeram parte dessa trajetória durante o curso.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu bagagem e condições para que essa graduação pudesse ser alcançada.

Ao meu orientador, *Prof. (Dr. Msc) Ivair Alves dos Santos* pela paciência, pela compreensão e, principalmente, pelo apoio na realização desse trabalho.

Aos meus pais *Alicienne e Carlos Alberto*, que apesar das dificuldades enfrentadas durante toda minha trajetória até aqui, estiveram me apoiando durante toda esta jornada.

Aos Professores Msc Antonio Carlos Tonini, Msc. Ivair Alves dos Santos e Msc Fábio Henrique Fonseca Santejani por aceitarem a participar da banca avaliadora do meu trabalho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar um estudo que consiga aplicar ferramentas específicas de qualidade e otimize o plano de manutenção junto ao controle de custos, ou seja, desfrutar de parâmetros já existentes que promovam um controle consciente dos gastos que ocorrem em uma célula de manutenção. Assim sendo, MTBF, MTTR, Diagrama de Pareto, estratificação de falhas, checklist para plano de ação da manutenção, controle de spare parts, curva ABC, curva PF, requisições de compras são algumas das ferramentas disponíveis que, quando trabalhadas de maneira conjunta, conseguem proporcionar uma gestão do controle de custos de uma forma eficiente e que traga resultados satisfatórios para uma empresa. A partir disto, a ideia deste projeto consiste em procurar as melhores ferramentas e atitudes que consigam conciliar tais indicadores de qualidade com a melhor eficácia e performance dos equipamentos em um ambiente industrial. Fazendo com que o custo necessário para realizar essas atividades, seja controlado e não provoque gastos excessivos/desnecessários.

Palavras-chave: Custos; Manutenção; MTBF; MTTR.

ABSTRACT

This work aims to carry out a study that can apply specific quality tools and optimize the maintenance plan with cost control, in other words, enjoy existing parameters that promote conscious control of the expenses that occur in maintenance cell. Therefore, MTBF, MTTR, Pareto diagram, fault stratification, maintenance action plan checklist, spare parts control, ABC curve, PF curve, purchase requisitions are some of the tools available that, when worked together, they can provide cost control management in an efficient manner and bring satisfactory results to a company. From this, the idea of this project is to seek the best tools and attitudes that can reconcile such quality indicators with the best efficiency and performance of equipment in an industrial environment. Making the cost necessary to carry out these activities be controlled and not cause excessive / unnecessary expenses.

Keywords: Costs; Maintenance; MTBF; MTTR.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pilares da TPM	20
Figura 2 - Esquematização para cálculo do OEE	21
Figura 3 - Custos x manutenção	24
Figura 4 - Pareto de Estratificação de falhas de um equipamento	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela de Controle de troca de componentes	33
Tabela 2 - Controle dos ganhos em garantias	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivo Específico	11
1.2 Delimitação do Estudo	12
1.3 Relevância do Estudo	12
1.4 Organização do Trabalho	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 O contexto da manutenção dentro da indústria	14
2.2 Contextualização nos dias de hoje	15
2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM), outro conceito	19
2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)	20
2.4.1 Cálculos utilizados para a utilização do OEE	21
2.5 Custos na Manutenção – Uma visão financeira	23
2.6 Manutenção Autônoma – Uma otimização do Processo	25
3 METODOLOGIA	27
3.1 Pesquisa - Forma de Classificação	27
3.1.1 Em função do fato abordado	27
3.1.2 Uma visão em função dos objetivos	28
3.1.2.1 Pesquisa de acordo com dados técnicos	28
4 DESENVOLVIMENTO	30
4.1 Compreensão das maneiras de se realizar a manutenção	30
4.2 Mindsets vencedores	31
4.3 Otimização do Processo	31
4.4 Relacionamentos	31
4.5 Propósitos e estratégias	31
4.6 Visão financeira	32
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
6 CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O mercado atual tem exigido cada vez mais das indústrias que disponibilizem qualidade, eficiência e rapidez durante o processo de fabricação de seus produtos. Para que isso aconteça, o setor de manutenção, dentro destas corporações, é o grande responsável por manter a vida útil dos equipamentos que irão tornar a existência do produto final possível. Vale ressaltar, que por mais que uma corporação tenha muitos recursos disponíveis para tornar a produção uma realidade palpável, a utilização dos equipamentos feita de maneira errada e ineficiente compromete totalmente a confiabilidade e qualidade do produto final. Nesse caso, o setor de manutenção disponibiliza de diversas ações preventivas e preditivas que, quando alinhadas com os operadores dos equipamentos, conseguem promover uma qualidade de produção e controle de vida útil dos componentes das máquinas antes mesmo de ocorrer alguma falha ou comprometimento da integridade das mesmas. Essas ações procuram fazer o mapeamento de possíveis falhas (mecânicas, elétricas, hidráulicas, pneumáticas, entre outras) que acabam acarretando em perdas por falta de paradas não planejadas, defeitos de fabricação de componentes, ou até mesmo uso inadequado do equipamento, possibilitando que uma célula de manutenção tenha uma relação de controle em seu banco de dados. Através dessa relação, é realizado o acompanhamento bem focado em cada um dos componentes dos equipamentos levando em consideração se suas propriedades e funções, as quais foram projetados, estão íntegras e desempenhando no máximo de sua capacidade. No entanto, com o passar das décadas, foi possível perceber que ações preventivas e preditivas não eram suficientes para manter o aproveitamento da capacidade de produção. A partir disto, desenvolveu-se o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* que consegue mensurar a utilização efetiva da capacidade dos equipamentos, assim sendo, esse indicador consegue (a nível gerencial) reduzir substancialmente os custos, peças que estão fora do padrão de projeto e perda de tempo na manutenção. Logo, o “OEE”, ligado a outros indicadores como *Mean Time Between Failures (MTBF)* e *Mean Time to Repair (MTTR)* , conseguem promover um estudo ainda mais detalhado e completo das falhas nos equipamentos. Além do que, as manutenções preventiva, preditiva e produtiva total exigem que uma célula de manutenção faça um gestão rigorosa e controlada de sobressalentes, ou seja, é preciso manter uma quantidade adequada

de componentes reservas com o intuito de realizar o reparo com o menor tempo e gasto possíveis, fazendo com que o equipamento esteja disponível para operação durante o processo de fabricação. Tais tipos de manutenção e ações requerem tempo e investimento a longo prazo para que possam realmente surtir efeitos significativos em uma corporação, além do que, a compra de componentes reservas também são um grande exemplo de investimento em uma célula de manutenção. A partir disto, pode-se explicar que há uma possibilidade remota de que mesmo com todos esses investimentos, ainda ocorram entraves durante o processo. Portanto, é de fundamental importância, o comprometimento de todos os mantenedores da célula de manutenção durante o andamento desse planejamento. É necessário explicar que todos os funcionários são unidades essenciais desse processo e são necessários para que as ferramentas de qualidade citadas acima possam agir de forma eficiente e uniforme. Portanto, nesse contexto, esse projeto é justificado pois visa analisar a maneira como todos os parâmetros de qualidade citados impactam diretamente na redução de custos em uma célula de manutenção e ,ainda assim, conseguem prolongar a vida útil dos equipamentos que atuam durante o processo de fabricação do produto final.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo dessa pesquisa consiste em aplicar os benefícios das ferramentas de qualidade em uma célula de manutenção, verificando assim, os pontos positivos desse método de planejamento.

1.1.2 Objetivo Específico

O objetivo específico consiste em enfatizar a aplicação de fatores como *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*, *Mean Time Between Failures (MTBF)* e *Mean Time*

to Repair (MTTR), juntamente com as manutenções preventivas e preditivas, no planejamento de uma célula de manutenção. Com o intuito de reduzir custos e otimizar a vida útil dos equipamentos.

1.2 Delimitação do Estudo

Esta pesquisa será delimitada apenas em questões voltadas ao impacto que as manutenções preventivas e preditivas podem acarretar na vida útil de componentes mecânicos, logo, proporcionando uma redução de custos. Além do que, como os índices *OEE, MTBF, MTTR* podem auxiliar nesse processo.

1.3 Relevância do Estudo

O estudo em questão é muito relevante, pelo fato de abordar mecanismos que auxiliam as indústrias a reduzirem (consideravelmente) os custos relacionados à manutenção, além do que, mostram como utilização de algumas ferramentas auxilia no prolongamento da vida útil dos equipamentos.

1.4 Organização do Trabalho

Esse trabalho está estruturado em cinco capítulos:

No primeiro capítulo, temos a Introdução, contendo o objetivo geral, objetivo específico, delimitação do tema, relevância do estudo e organização do trabalho.

No segundo capítulo, temos a Revisão de Literatura, onde são contextualizados a origem e princípios das manutenções preventiva e preditiva, bem como história das ferramentas de qualidade *OEE, MTBF e MTTR*.

No terceiro capítulo, tem-se a Metodologia utilizada para que este trabalho pudesse ser desenvolvido.

No quarto e quinto capítulos são explanados os Resultados e as Conclusões, respectivamente, e por fim, as referências bibliográficas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O contexto da manutenção dentro da indústria

A manutenção industrial surgiu a partir do momento em que se viu necessário a criação de um segmento responsável por reparar componentes dos equipamentos que haviam sofrido algum dano ou que não estavam operando de maneira eficiente. Assim, sendo o setor da manutenção evoluiu e se desenvolveu em função da expansão tecnológica dentro da indústria (MEGIOLARO 2015).

Segundo Rodrigues (2000) apud ROSA (2006) a evolução da manutenção pode ser compreendida em três gerações. A primeira se deu após a Primeira Guerra Mundial em 1918, ou seja, as primeiras máquinas que passaram pelo processo de manutenção estavam situadas no setor de manufatura e, assim sendo, eram fáceis e sistemicamente simples de serem reparadas. A partir disto, os próprios operadores realizavam a manutenção das mesmas para poderem exercer as funções as quais foram projetadas, ou seja, é possível dizer que no contexto desta primeira geração a única manutenção existente era corretiva.

A partir da década de 60 deu-se início a segunda geração da manutenção, onde o segmento industrial passou por um processo de expansão e, conseqüentemente, uma modernização do parque industrial. Com base nisso, surgiu-se a ideia de confiabilidade disponibilidade dos equipamentos, já que em função da evolução tecnológica as máquinas possuíam mais componentes mecânicos que acarretavam falhas significativas e danosas nas mesmas. Contudo, devido a demanda de produção, era necessário alavancar a produção e reduzir os gastos na manutenção desses equipamentos. Com isso, surge o conceito da manutenção preventiva que trazia como princípios um planejamento de ações e reparos atrás de intervalos muito bem definidos (PALARCHIO 2002 apud SOUZA 2004).

Nos anos 70 temos o aparecimento da terceira geração, logo, com as mudanças no cenário mundial do mercado e evolução técnica/tecnológica, viu-se que as paradas de equipamento acarretavam impacto direto em custos e no andamento da produção gerando graves problemas. Além do que, alguns fatores passaram a ter

certa relevância dentro do setor industrial como: segurança, qualidade do produto final, eficiência dos componentes no que diz respeito à produtividade.

2.2 Contextualização nos dias de hoje

Segundo Kobbacy e Murthy (2008) apud MARTINS (2012) a manutenção nos dias atuais é encarada de outra maneira, pois passou a ser entendida não como algo prejudicial e perda de tempo, mas sim como um meio para o andamento da produção tornar-se algo tangível, acarretando no produto final.

De acordo com MONCHY (1989) apud ROSA (2006), a manutenção vem ocupando lugares de destaque dentro do mercado, pois é um setor encarregado de manter a integridade do investimento realizado nas indústrias, bem como os equipamentos que compõe as mesmas. Logo, o sucesso de mercado de uma empresa é mensurado com base na qualidade do produto final que é entregue, além do que, do quanto a relação de custo-benefício está presente dentro dessas organizações. Por fim, resultando em uma eficiência e rapidez muito significativa durante o processo de fabricação.

O conceito trata-se de não apenas encarar a manutenção dentro da indústria como algo eficiente, mas sim como uma ferramenta eficaz para manter os equipamentos disponíveis para exercer as funções as quais foram projetados. Assim sendo, a grande questão é manter os equipamentos intactos sem existir uma possibilidade remota de riscos devido a paradas não programadas (PINTO, 2002).

Segundo Tsang et al. (1999 apud ZUASHKIANI et al. 2011), o panorama da manutenção nos dias atuais é descrito como:

A importância da gestão de ativos físicos para o sucesso de uma empresa aumentou muito nas últimas décadas. A automação é uma das razões para esta tendência, uma vez que forçou as indústrias a delegar mais tarefas para máquinas, tornando a gestão de manutenção e de ativos crucial. A importância percebida com a manutenção com uma administração abrange uma ampla variedade de perspectivas. Alguns a veem como mera reparação do equipamento quebrado em uma planta,

outros adotam uma visão mais ampla e vê-la como crítica para a rentabilidade de uma empresa.

O setor de manutenção tem buscado novas alternativas de pensar, gerenciar e aprimorar tecnicamente, tendo em vista as novas exigências que o mercado mundial têm imposto diante da indústria (MOUBRAY, 1996).

A manutenção é uma atividade fundamental para desenvolvimento das linhas de produção, além do que, pode ser entendida como a base de diversas empresas de classe mundial assim como mercados que estão situados em diversas regiões do globo (MIRSHAWKA, 1993).

Segundo Mirshawka (1993), o termo “classe mundial” diz respeito ao fato de que para um fabricante ser reconhecido e bem sucedido mundialmente, é preciso que este tenha condições de oferecer produtos de qualidade em qualquer lugar do mundo, com preços interessantes e eficiência na logística do mesmo.

Para Júlio Nascif Xavier (2003), é muito relevante a seguinte denominação do termo “manutenção” em função das diversas subclassificações de manutenção que podem ser evidenciadas quando comparada com a norma ABNT:

Manutenção Preventiva – consiste em atuar com a manutenção dos equipamentos com o objetivo de reduzir falhas e possíveis perdas de desempenho, assim sendo, é obedecido um planejamento, pré estabelecido por um equipe, baseado em espaços de tempo definidos previamente. Segundo Júlio Nascif Xavier (2003), a eficiência de uma manutenção preventiva está diretamente ligada justamente a esses intervalos de tempo. Porém, na grande maioria dos casos, o erros relacionados à preventiva estão relacionados com a atuação antes do prazo, acarretando paradas de equipamentos de maneira indevida, ou a atuação tardia, ocasionando a falha de um componente em si;

Manutenção Preditiva – está relacionada a um conjunto de ações que visam um estudo detalhado dos parâmetros que regem o desempenho de máquinas, de um modo metódico, com o intuito de definir a necessidade de ser realizada uma atuação no equipamento ou não. Segundo Xavier (2003), quando a atuação, decorrente de um planejamento preditivo ocorre, tal ação é realizada através de uma Manutenção Corretiva Planejada, tendo em vista que foi realizado o mapeamento do processo. Tal ação de manutenção é denominada como CBM – *Condition Based Maintenance* - no

caso, manutenção baseada em uma condição. Pode-se dizer que esse tipo de manutenção é feita não com base em suposições feitas pela equipe, mas sim por um banco de dados levantado durante um determinado período que o equipamento estava em operação;

Manutenção Corretiva – consiste na manutenção feita de forma imediata, ou seja, realizada com o intuito de corrigir uma falha ou um desempenho abaixo do esperado de um equipamento. Assim sendo, pode ser dividida em dois tipos:

Manutenção corretiva planejada – diz respeito à correção feita de acordo com um acompanhamento preditivo, detectivo ou por uma decisão de uma equipe de supervisão com o intuito de operar o equipamento até que a falha ocorra. Porém, por ser uma manutenção já esperada, a mesma é mais barata, feita com maior segurança (tendo em vista que os riscos já foram analisados previamente) e com maior rapidez;

Manutenção corretiva não planejada – atuação direta e aleatória feita no equipamento devido a uma falha de componente ou desempenho abaixo do esperado. Logo, como o próprio nome sugere, essa manutenção não analisa as condições do ambiente para que possa ser feita a correção. Tal fato implica em custos elevados, pois as perdas geradas devido à inatividade com equipamento na linha de produção acarretam danos bem impactantes.

Manutenção Detectiva – é a atuação realizada em sistemas de comando, assim sendo, esse tipo de manutenção busca detectar falhas que, na maioria das vezes, não são perceptíveis pelos operadores e pela manutenção. Logo, pode-se dizer que conforme a evolução tecnológica vai se tornando cada vez mais evidente, esse tipo de manutenção é solução bem atrativa para os sistemas automatizados, mantendo assim, a integridade e confiabilidade dos sistemas de comando (XAVIER,2003).

Engenharia de Manutenção - “é o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Ou seja, é deixar de ficar consertando - convivendo com problemas crônicos -, mas melhorar padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, dar feedback ao projeto e interferir tecnicamente nas compras. Quem só faz a manutenção corretiva continua “apagando incêndio”, e alcançando péssimos resultados. Desta forma, a organização que utilizar a manutenção corretiva, mas incorporando a preventiva e a preditiva, rapidamente estará executando a engenharia de manutenção (XAVIER, 2003, p. 5).

A norma ABNT (NBR 5462-1994) mostra que as definições dos tipos de manutenção são:

Manutenção Corretiva diz respeito a manutenção realizada após um acontecimento de um entrave de componente do equipamento, com o intuito de recolocar tal componente de maneira a permitir que o mesmo desempenhe as funções as quais foi projetado;

Manutenção Preventiva é a manutenção realizada de acordo com intervalos de tempo pré-determinados e evidências analisadas, afim de reduzir a chance de ocorrer uma falha ou detrimento de algum componente do equipamento;

Manutenção Preditiva é a manutenção que possibilita manter a qualidade de uma operação, com base no estudo de parâmetros e análise acontecimentos, utilizando-se de uma amostra visando reduzir ao máximo o uso das manutenções preventivas e corretivas.

Todos os tipos de manutenção possuem suas vantagens e desvantagens, mas a análise adequada do cenário, junto à combinação das mesmas, possibilita a existência de muitos benefícios em termos de desempenho e redução de custos.

Segundo Vaz (1997), a utilização da manutenção preditiva consiste na medida ideal para solução de falhas e problemas relacionados a desempenho nos equipamentos, visto que seu principal foco é atuar no momento adequado e de maneira eficaz. Esse momento é pré-estabelecido mediante a um estudo bem detalhado da máquina visando elencar vários pontos que interferem diretamente no mecanismo de operação e linha de produção, buscando sempre detectar a falha antes mesmo que ela ocorra.

Usufruir da manutenção preditiva, tem sido para as empresas, uma das principais formas de quebra de barreiras dentro todos os tipos de manutenção existentes. Segundo Mirshawka (1991), dentre os principais benefícios desse tipo de manutenção, pode-se evidenciar: mapeamento de falhas antes mesmo que elas aconteçam, proporcionando que o bloqueio de energia dos equipamentos e desligamento dos mesmos seja realizado de forma segura, afim de manter a segurança dos operadores, além do que, manter o processo de produção intacto sem interrupções; redução considerável dos custos devido ao mapeamento das falhas;

excelência no desempenho dos componentes dos equipamentos proporcionando assim um prolongamento da sua vida útil e produtividade.

2.3 Manutenção Produtiva Total (TPM), outro conceito

Segundo Nakajima (1989), surge no Japão em meados dos anos 80, um novo modelo de manutenção focado em, não só tornar a manutenção como algo fundamentado pela gerência, mas também como uma ferramenta exercida e organizada por todos dentro do setor industrial. A partir disto, surge a Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance – TPM*) como uma forma de tornar essa realidade possível. Esse tipo de manutenção busca trabalhar em atividades que tornam os operadores totalmente autônomos para realizar a manutenção dos equipamentos buscam o máximo de desempenho possível dos mesmos.

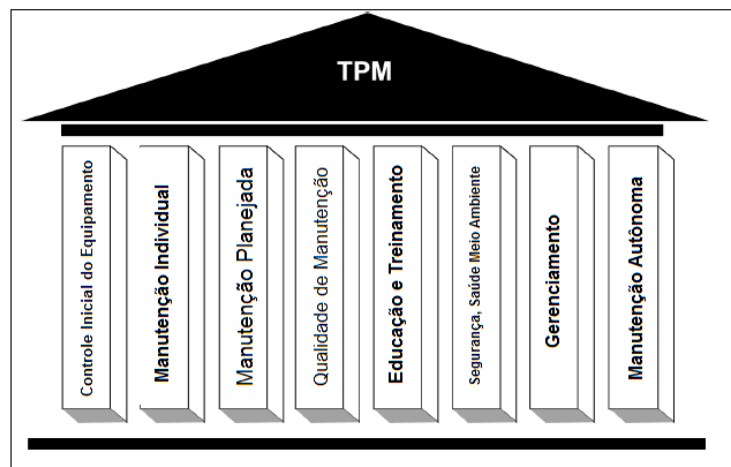
Este modelo de manutenção começou a ser fundamentada pelos japoneses na década de 40, com base em técnicas de fabricação originárias dos Estados Unidos. Este conceito passou por muitos processos de melhoramento e tornou-se um dos principais pilares de fabricação do Sistema Toyota, ocasionando em profundas mudanças na eficiência de máquinas e linhas de produção.

Com o surgimento da “TPM”, vale ressaltar a ideia da Manutenção Produtiva. Posteriormente, com base nesses dois conceitos de manutenção, temos o aparecimento de novos setores e formas de pensamento como a Engenharia de Confiabilidade e Prevenção da Manutenção. A estrutura da “TPM” foi praticamente fundamentada e pensada com base no modelo de Manutenção Produtiva Americana. Assim sendo, podemos dizer que a Manutenção Produtiva Total foi originária dos Estados Unidos e adaptada ao modelo de indústria/ cenário que o Japão estava vivenciando naquele momento (SPERANCETTA, 2005).

Segundo Nakajima (1989), o conceito da “TPM” pode ser compreendido como: “a integração total entre homem x máquina x empresa, ou seja, o reparo dos equipamentos e integridade dos mesmos só existe pelo fato de existir a cooperação de todos os mantenedores e supervisores que, assim sendo, promovem um sistema de planejamento conjunto visando a eficiência global das máquinas”.

Para entender a Manutenção Produtiva Total (TPM) é preciso ressaltar os pilares que compõe a sua filosofia (apresentados na Figura 1). Pode-se dizer que é estritamente necessário que todos estejam presentes dentro do processo e dia a dia da empresa para que realmente a “TPM” tenha efeitos positivos nos resultados. Tais pilares são: Manutenção Planejada; Qualidade de Manutenção; Educação e Treinamento; e Segurança, Saúde e Meio Ambiente; Gerenciamento e Manutenção Autônoma; Controle Inicial de Equipamento; Manutenção Individual.

Figura 1 - Pilares da TPM



Fonte: Yamaguchi (2005).

2.4 Overall Equipment Effectiveness (OEE)

Com o surgimento da Manutenção Produtiva Total (TPM) surge o *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* como uma ferramenta a qual é possível otimizar ainda mais o processo e qualidade de um produto. Assim sendo, este indicador tornou-se um artifício largamente utilizado como uma forma de verificar a eficiência dos equipamentos.

A partir desse cenário, o OEE passou a ser compreendido como uma ferramenta de mensuração das otimizações utilizadas na Manutenção Produtiva Total. Logo, através da utilização desse indicador, muitas empresas passaram a enxergar de uma forma mais palpável a utilização dos seus investimentos.

De acordo com Amorim (2009), este indicador pode ser entendido como uma ferramenta “tridimensional”, ou seja, o OEE consegue mensurar três informações: a vida útil da máquina durante o seu tempo de produção, a sua eficiência e performance durante o processo produtivo, qualidade do produto final que foi desenvolvido.

2.4.1 Cálculos utilizados para a utilização do OEE

Para o cálculo do indicador OEE, três informações serão levadas em consideração: indicador de disponibilidade do equipamento, qualidade do produto e eficiência durante a produção (GAMBARO 2015).

O indicador de disponibilidade, revela o quanto de tempo a máquina esteve operando durante o processo e o quanto de tempo a mesma realmente deveria ter operado. É possível equacionar este fato conforme a Equação 1:

$$\text{Disp.(\%)} = \frac{\text{Tempo total disponível} - \text{paradas planejadas} - \text{paradas não planejadas}}{\text{Tempo total disponível} - \text{paradas planejadas}} \times 100 \quad (1)$$

O qual “tempo total disponível” diz respeito ao tempo fictício disponibilizado para a produção sem contar nenhum tipo de perda.

As paradas planejadas estão relacionadas às paradas que foram previamente programadas, ou seja, dizem respeito ao horário de almoço dos operadores dos equipamentos, reuniões programadas, descanso, troca de turno o qual também surge a troca dos operadores, entre outros fatores.

As paradas não planejadas podem ser compreendidas como manutenções de emergência, erros operacionais, falhas que surgem no equipamento durante o processo operacional, problemas de confecção dos produtos. Assim sendo, em outras palavras, são encaradas como todo tipo de atividade inesperada que surge durante o processo.

O segundo indicador, o da qualidade do produto, está relacionado a quantos itens de boa qualidade foram produzidos, quando comparados com o total da produção. Assim sendo, este indicador pode ser calculado através da Equação 2:

$$\text{Qual.(\%)} = \frac{\text{Total de peças produzidas} - (\text{total de refugos e trabalhos})}{\text{Total de peças produzidas}} \times 100 \quad (2)$$

Assim sendo, este indicador oferece uma visão dos produtos através da porcentagem de quantos dos mesmos realmente foram aprovados pela equipe de qualidade e quantos foram rejeitados.

Por fim, o indicador de eficiência durante a produção, está relacionado com a performance do equipamento durante o processo operacional, assim sendo, avalia a rapidez da produção e perdas por pequenas paradas do processo. A partir disso, esse indicador confronta o ciclo teórico e o ciclo real. O cálculo pode ser feito através da Equação 3:

$$\text{Perf. (\%)} = \frac{\text{Quantidade produzida real}}{\text{Quantidade produzida teoricamente no tempo total disponível}} \times 100 \quad (3)$$

Com isto em mente, podemos dizer que o OEE é calculado através da seguinte multiplicação: Disponibilidade (%) x Qualidade (%) x Performance (%). Obtendo-se um valor entre 0 a 100 (%) de eficiência.

De acordo com Nakajima (1989) e Hansen (2006), para saber qual percentual é mais adequado e entendido como “ideal” para uma indústria, alguns critérios precisam ser compreendidos

Segundo Nakajima (1989), uma industrial precisa estar buscando, no mínimo 85% nesta análise dos seus equipamentos. Este valor deve ser sempre buscado como meta pelas empresas pois representa o resultado das companhias ganhadoras do TPM Award (prêmio oferecido pelo JIPM - *Japan Institute of Plant Maintenance*).

Logo, para que este valor seja atingido, precisa que o indicador de disponibilidade seja de 90%, de qualidade 99% e de performance 95%.

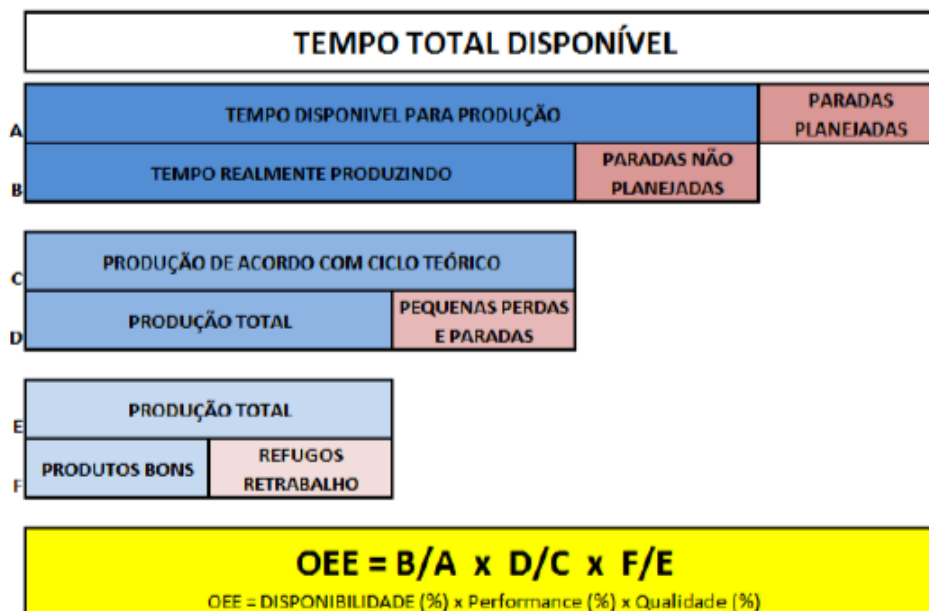
De acordo com Hansen (2006), é possível definir os resultados do OEE da seguinte forma:

- Abaixo de 65% é inaceitável e mudanças precisam ser tomadas imediatamente pela equipe;

- Entre 65% - 75% considera-se aceitável, caso as tendências do trimestre estejam em andamento;
- Entre 75% – 85% considera-se um percentual muito bom, porém não pode ser encarado como motivo de estagnação. Deve-se buscar sempre atingir os níveis mundiais (> 85% para processos em lotes e >90% para processos discretos e contínuos. Empresas de fluxo contínuo precisam ter percentuais do OEE de 95% ou superior) (HANSEN, 2006, p. 31).

Na Figura 2, é possível ver um esquema resumindo todos os processos de cálculos do indicador OEE:

Figura 2 - Esquematização para cálculo do OEE



Fonte: HANSEN (2006, p. 8).

2.5 Custos na Manutenção – Uma visão financeira

Segundo César, Lima e Simon (2014), a manutenção pode ser compreendida com uma “fonte de lucro” se levarmos em consideração dois fatores muito importantes: disponibilidade das máquinas e diminuição dos custos.

Assim sendo, os dois fatores mencionados acima são pontos que, se explorados de maneira correta e inteligente pela equipe de manutenção, podem trazer um retorno financeiro muito significativo para empresa. A partir deste fato, decisões

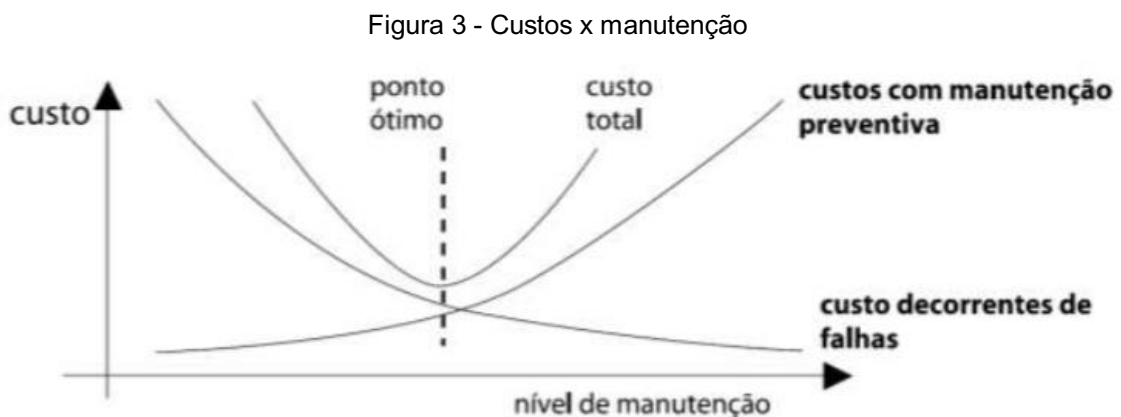
da gerência da manutenção acarretam mudanças totalmente vinculados aos resultados da indústria.

Isto posto, cada ação da equipe de manutenção precisa ser analisada como um todo, ou seja, é preciso levar em consideração despesas, tempo de deslocamento, ferramentas necessárias, subcontratações, entre outros elementos que são inerentes ao processo de atividades corretivas e preventivas voltadas para manutenção.

A partir disso, é possível perceber que o grande entrave dentro das indústrias, estão relacionados aos gastos existentes na manutenção. Com isso, a gestão inadequada dos recursos e atividades provenientes da manutenção, acabam por ocasionar gastos excessivos e desnecessários.

Porém, o grande paradoxo está relacionado ao fato de que as atividades da manutenção são uma das portas a qual é possível gerar uma otimização dos custos de uma empresa. Portanto, é preciso realizar uma boa gestão de sobressalentes, materiais e peças reservas e, principalmente, executar de maneira correta e incisiva as atividades preventivas e preditivas. Fazendo com que os equipamentos passem a ter um grau mais elevado de disponibilidade para produção e na melhor eficiência possível.

A Figura 3, localizada abaixo, exemplifica o fato abordado acima. Mostrando que uma boa execução de atividades preventivas na manutenção, junto com a relação do custo de falha, podem promover uma otimização dos custos. Além do que, o gráfico explana o “ponto ótimo”, o qual se houver nossos investimentos a partir do mesmo, o custo total acaba sendo elevado inevitavelmente.



Fonte: Mirshawka e Olmedo (1993)

2.6 Manutenção Autônoma – Uma otimização do Processo

Uma equipe de manutenção que possui excelência e eficiência em seu trabalho, é composta por diversos componentes que, unidos, podem dar vida a estas características. Assim sendo, é possível dizer que dentre os principais requisitos em uma boa equipe de manutenção, a liberdade/ autonomia dos funcionários é algo fundamental e saudável no ambiente de trabalho.

A partir disso, para que essa liberdade de execução das atividades exista, é preciso que haja comprometimento e acima de tudo, confiança do supervisor e seus funcionários. Assim sendo, com esta autonomia no posto de trabalho, os mesmos podem exercer a proatividade para solucionar desde eventuais problemas pequenos, até os mais complicados que surjam durante o processo de execução dos serviços.

Com este conceito em mente, surge a Manutenção Autônoma. Tal tipo de manutenção, consiste em o operador realizar atividades que vão desde a limpeza de seu posto de trabalho, lubrificação das máquinas e também serviços mais elaborados como otimização do maquinário/ instrumentos de trabalho (VIANA 2014).

De acordo com Fidelis et. al. (2015), a Manutenção Autônoma pode ser estratificada em algumas etapas que definem, através de uma ordem lógica, as atividades a serem feitas pelo operador:

- Primeira Etapa: Processo inicial de limpeza o qual o operador faz a inspeção e limpeza dos instrumentos e equipamentos;
- Segunda Etapa: Atenção e foco voltados para eliminação de fontes de sujeiras mais difíceis de serem detectadas e eliminadas. Assim sendo, previne-se uma futura contaminação do operados e do posto de trabalho;
- Terceira Etapa: Etapa relacionada à inspeção que será realizada , através da busca por padrões de limpeza e lubrificação;
- Quarta Etapa: Visão geral dos equipamentos, a qual o operador fará uma simples manutenção nos instrumentos e equipamentos do posto de trabalho, ou seja, está relacionada com uma primeira análise sem muitos detalhes técnicos dos equipamentos;

- Quinta Etapa: Esta etapa está relacionada com a elaboração de ideias e procedimentos visando a verificação dos equipamentos e instrumentos de trabalho;
- Sexta Etapa: Organização e ordenação do posto de trabalho, ou seja, esta etapa está intimamente relacionada com o operador manter em seu ambiente de serviço apenas as ferramentas e instrumentos que irá utilizar para a realização das suas atividades principais e secundárias. Todos os demais componentes que não estão sendo utilizados devem ser retirados do ambiente de serviço com o intuito de não “poluir” o cenário podendo causar perda de foco, possíveis erros de operação e desordem.
- Sétima Etapa: Reafirmação da Manutenção Autônoma, ou seja, durante esta etapa final o operador deve elaborar uma verificação feita em determinados intervalos de tempo pré-definidos os quais as etapas serão revisadas pelo operador com o intuito de analisar os processos que foram feitos anteriormente.

Logo, o conceito da Manutenção Autônoma, é de suma importância em uma indústria, além do que, pode ser encarada com algo bem recente quando comparada com os diversos outros tipos de manutenção já existentes. Assim sendo, para que a Manutenção Autônoma seja exercida, diversas relações entre a equipe de manutenção precisa existir. Além disso, o engajamento dos funcionários e sua atenção voltada para a funcionalidade dos equipamentos, regime de operação e análise de como os mesmos estão performando são de fundamental importância para que a Manutenção Autônoma seja colocada em prática.

Logo, este tipo de manutenção representa uma mudança brusca de mindset dentro da indústria, onde uma mudança de paradigma relacionado a ideia de que “este equipamento está sob minha supervisão, logo, possuo total responsabilidade sobre tudo o que acontece com ele “ vai totalmente de encontro com a arcaica ideia de que “eu estou fabricando, você simplesmente conserta” (PEREIRA, p. 32, 2011).

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa - Forma de Classificação

Segundo Gil (1991), a pesquisa pode ser entendida como um modelo racional e totalmente metódico, o qual são apresentados argumentos solucionadores dos problemas apresentados, ou seja, formas ou alternativas para se combater entraves que desejam ser reparados. Assim sendo, podemos dizer que a pesquisa científica acontece quando não temos levantamentos satisfatórios e , portanto, será de fundamental importância realizar a busca pelos mesmos para solucionar o problema desejado. A partir disto, as informações precisam ser analisadas e organizadas.

A pesquisa, para ser desenvolvida, passa por vários estágios antes de chegar à sua forma final. Logo, o processo de pesquisa é dividido desde o início da sua formulação do tema, até sua fase final de resultados e conclusões (SILVA; MENEZES, 2005).

3.1.1 Em função do fato abordado

De acordo com Gil (1991), logo após a definição do problema a ser estudado, é necessário determinar o tipo de pesquisa que será realizada para solucionar o mesmo, para assim, as posteriores ações seriam previamente determinadas. A partir disso, essa forma de encarar o problema pode ser determinada como modelo de pesquisa quantitativo ou qualitativo.

Isto posto, a pesquisa quantitativa é compreendida com uma maneira de solucionar problemas os quais é possível utilizar dados palpáveis e valores reais para solucioná-los. Assim sendo, para fazer tal ação, dados estatísticos e de qualidade são largamente utilizados nessa abordagem (SILVA; MENEZES, 2005).

3.1.2 Uma visão em função dos objetivos

Se partir do ponto de vista dos objetivos, as pesquisas são denominadas como: Pesquisas de Exploração, Pesquisas de Descrição e Pesquisas de Explicação (GIL, 1991).

De acordo com Gil (1991), a Pesquisa de Exploração tem o intuito de aproximar o pesquisador com o problema abordado, ou seja, faz-lo algo mais compreensível aos olhos de quem está buscando solucioná-lo, já que o mesmo é baseado em fatos hipotéticos, bibliográficos, entre outros elementos. Estudos de caso e levantamentos bibliográficos são elementos largamente utilizados nesse tipo de pesquisa de exploração.

Segundo Gil (1991), a Pesquisa de Descrição utiliza um série de dados mais quantitativos para ser produzida, além do que, dados qualitativos também são largamente utilizados no desenvolvimento da pesquisa. Assim sendo, dados muito bem definidos e descritos de forma minuciosa são feitos durante esse tipo de pesquisa.

Por fim, a Pesquisa Explicativa tem como objetivo dar uma certa complementação depois que as Pesquisas de Descrição e Exploração são feitas. A partir disto, esta tem como fundamento realizar um estudo bem detalhado dos fatos abordados promovendo uma explicação totalmente baseada na razão de seus argumentos (GIL, 1991).

3.1.2.1 Pesquisa de acordo com dados técnicos

O desenvolvimento técnico é baseado em alguns pontos: Pesquisa Bibliográfica a qual é feita de acordo com informações e dados já realizados anteriormente, formado por livros e dados científicos. A Pesquisa Documental, a qual é possível dizer que se assemelha bastante à bibliográfica, porém está voltada para dados e informações que ainda não passaram por uma análise mais crítica e detalhada. A Pesquisa Experimental, a qual é feito um certo controle e observações

dos resultados finais os quais estão totalmente voltados para os pontos que determinam a solução do problema o qual se deseja ser solucionado.

4 DESENVOLVIMENTO

A estrutura metodológica utilizada na elaboração deste trabalho consistiu em voltar às origens da manutenção e, a partir disso, pensar de modo crítico na evolução que a mesma passou ao longo das décadas. Visando assim, fundamentos e práticas que trouxeram sucesso para a indústria com o passar dos anos.

Assim sendo, alguns princípios intrínsecos foram utilizados como guias para a realização desse trabalho de graduação, como:

- a) Estudo dos tipos de manutenções existentes;
- b) Mindsets e perfis de profissionais os quais uma empresa precisa possuir;
- c) Formas de otimização dos processos durante a fabricação de um produto;
- d) Maneiras de gerir uma empresa com base em pensamentos e relações interpessoais;
- e) Estabelecimentos de estratégias para resultados à longo prazo;
- d) Visões financeiras intimamente ligadas à produtividade e redução dos custos envolvidos no processo de planejamento e produção, buscando, ao mesmo tempo, a máxima eficiência.

4.1 Compreensão das maneiras de se realizar a manutenção

Foi possível compreender maneiras as quais a manutenção pode ser interpretada, de acordo com os interesses e desejos da instituição que a usufrui. A partir disso, a manutenção foi explanada através de suas diversas vertentes que coexistem em uma determinada situação.

4.2 *Mindsets* vencedores

Estudos foram realizados em busca de formas e interpretações feitas ao longo das décadas as quais foi possível perceber mentalidades de líderes e instituições que obtiveram êxito em seus produtos, além do que, na eficiência dos maquinários envolvidos no processo de produção.

4.3 Otimização do Processo

Maneiras e visões de melhoria de um determinado processo de produção foram utilizadas com o intuito de otimizar a produtividade de uma empresa, ao mesmo tempo, que a vida útil dos equipamentos é levada em consideração.

4.4 Relacionamentos

Além de pensamentos e formas de encarar um problema dentro da indústria, outro ponto que ponto crucial para o desenvolvimento do trabalho foi aproximar o operador do processo com a gerência, visando criar relações interpessoais cada vez mais satisfatórias para ambos.

4.5 Propósitos e estratégias

Estratégias de manutenção e visões a longo prazo foram abordadas com o intuito de realizar planos de ação totalmente baseados em fatos ocorridos, ou seja, criar modelos de ações para buscar causas raízes de um determinado problema relacionado ao equipamento.

4.6 Visão financeira

Diversas formas de otimizar custos durante os processos de manutenção também foram abordadas para criar um plano ainda mais eficiente, além do que, utilizar essa redução de custos para que este capital fosse investido em melhoria de máquinas e processos de produção.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O sucesso de grandes corporações está intimamente relacionado com a aplicação dos princípios e filosofias abordados nos tópicos anteriores. A partir disso, com o uso adequado dessas ideias torna possível durabilidade da vida útil dos equipamentos.

Tabela 1 - Tabela de Controle de troca de componentes

NOME DO COMPONENTE	Condição	nº da maqui	Código do Material	nº de serie do componente	Descrição componente	Data de Instalação	Horímetro de Instalação	Data de Saída	Horímetro de saída	Horímetro diário	horas trabalhadas	Fornecedor
Bateria	Novo	TCM-900		41504218	150 A	15/04/19	9812				-9812	VPOWER
Pneu	Novo	TDE-1222	TD	1810174770	12.00x700x5	30/04/19	13939				-13939	STANDARD
Pneu	Novo	TDE-1222	TE	1807174020	12.00x700x5	30/04/19	13939				-13939	STANDARD
Motor de Partida	Usado	TDE-1505		4775		20/05/16		07/05/19			0	VALE
Motor de Partida	Novo	TDE-1505		PN8000282JG40531B18JAN19W		07/05/19	8192				-8192	WR
Manguera	Usada	TDE-1221	582015800		Manguera retirada da TDE-1219	16/05/19	6476				-6476	VALE
Manguera	Usada	TDE-986	580060078		Manguera retirada da TDE-982	16/05/19	17330	08/07/19	17837		507	AÇO RUBBER
Manguera	Novo	TDE-1222	580088706	310-229		20/05/19	13961				-13961	VALE
Manguera	Novo	TDE-1241		277		20/05/19	12750				-12750	INDUSTRIAL DO VALE
Manguera	Novo	TDE-1241		257		20/05/19	12750				-12750	INDUSTRIAL DO VALE
Manguera	Novo	TCM-907	2020006		Cilindro das Patolas	21/05/19	187656				-187656	UNIFLEX
Manguera	Novo	TCM-907	2020006		Cilindro das Patolas	21/05/19	187656				-187656	UNIFLEX
Pneu	Novo	TDE-2239	TD	180110026	2.00 x 20 x (8.5)	24/05/19					0	STANDARD
Motor de Partida	Novo	TDE-1220		M050C188		24/05/19	14671				-14671	VALE
Cilindro	Usado	TDE-1220		8603100CAK21	Cilindro da Roda de direção - Retirado da TDE-1219	24/05/19	14671				-14671	VALE
Manguera	Novo	TDE-1216		31110230		24/05/19	8186				-8186	VALE
Motor de Partida	Novo	TDE-1219		PN8000282JG40531B18JAN19W		02/06/19	14247	03/07/19	14247		0	WR
Radiador	Novo	TDE-1220		18011922		03/06/19	14680				-14680	JR RADIADORES
Roda de Carga	Novo	TDE-1248	580026053			06/06/19	8115				-8115	VALE
Bateria	Novo	TDE-987		3388	100 A	06/06/19	14051				-14051	MOURA
Pneu	Usado	TDE-1251		180207355	700 x 12 (7.5)	10/06/19	16150				-16150	STANDARD
Pneu	Usado	TDE-1251		180107155	701 x 12 (7.5)	10/06/19	16150				-16150	STANDARD
Pneu	Usado	TDE-1222		171207179		10/06/19	14229				-14229	STANDARD
Pneu	Usado	TDE-1222		170807203		10/06/19	14229				-14229	STANDARD
Bateria	Usado	TDE-981		1941004418	100 A	10/06/19	59153				-59153	VPOWER

Fonte: Elaborada pelo Autor

A Tabela 1 evidencia um controle da vida útil de componentes o qual temos a utilização de algumas informações como: horímetro do equipamento, identificação da máquina, código da compra do material, descrição do componente, entre outros fatores que contribuem para identificação do mesmo.

Assim sendo, durante a manutenção preventiva, tais informações podem ser coletadas pelos operadores e mantenedores que trabalham naquele equipamento. Com isso, a troca e instalação de componentes pode ser arquivada e controlada durante as preventivas de 250, 500,1000 hrs da máquina em operação. Esse fato diminui a probabilidade do equipamento ficar parado por problemas relacionado à vida útil de componentes mecânicos.

Além deste fato, é possível explicar a concepção de que um bom controle proposto pelas filosofias acima, auxiliam em ganhos bem significativos no que diz respeito às garantias dos componentes mecânicos dos equipamentos (tabela 2).

Tabela 2 - Controle dos ganhos em garantias

DATA	DESCRIÇÃO	DATA DA APLICAÇÃO	CÓDIGO DO MATERIAL	MAQUIN	VALOR	FORNECEDOR	STATUS	OBSERVAÇÃO	TOTAL
29/mar	Indicador de carga LVI 36/48v	8/abr	3.13.0000110651	TPE-2379	R\$ 646,47	Terex	OK	SIC	
8/abr	Bateria Eletrovip	8/abr	3.05.0000000099	TDE-1223	R\$ 498,86	Barbosa Eletrovip	OK	SIC	
12/abr	Faquirmetro PQ-100	12/abr	4.09.000002601128	-	R\$ 253,88	Colermeta	OK	TAUBATE	
23/abr	Mangueira	24/abr		TPE-2384		Terex	GARANTIA NEGADA	FILIAL	
24/abr	Radiador Recondicionado	24/abr		TDE-1222	R\$ 1.680,00	Auto Radiadores Lins	OK	SIC	
29/abr	Radiador	29/abr	S82010191	TDE-1244	R\$ 380,00	Joel Rezende de Sales ME	GARANTIA NEGADA	SIC	
2/mai	Caço Superior	2/mai	3.01.00580040544	TDE-2326	R\$ 946,00	Vale	GARANTIA NEGADA	MOGI	
2/mai	Válvula de Retenção	2/mai	S80063354	TDE-2240	R\$ 466,90	Vale	OK	MOGI	
9/mai	Freto de Misa	13/mai	3.01.00582017139	TDE-2337	R\$ 628,75	Vale	GARANTIA NEGADA	CSN	
27/mai	Cilindro	28/mai		TDE-1512	R\$ 1.325,00	Fayo	GARANTIA NEGADA	COTIA	
25/jun	Motor de Partida	24/jun	2.08.00000000043	TDE-1381	R\$ 350,00	WR - Auto Elétrica	GARANTIA NEGADA	SIC	
28/jun	Rotor do Cesto	18/jun	2.08.00000000001	TTP-2324	R\$ 465,00	Fayo	OK	TAUBATE	
1/jul	Ar condicionado	1/jul		TDE-2415	R\$ 253,15	BH Montagens	OK	MOGI	
2/jul	Parafusos de fixação - torx	2/fev	S82000108	TDE-2415	R\$ 158,52	Vale	GARANTIA NEGADA	MOGI	
4/jul	Carregador	5/jul	3.13.00022960467	TPE-2343	R\$ 2.587,97	Terex	OK	TAUBATE	
26/jul	Cilindro do Deslocador		3.01.00582000104	TDE-2415	R\$ 9.069,46	VALE	OK	MOGI	
7/8/2019	Joystick			TMH-2135	R\$ 7.997,60	Ervinet	OK	CHARQUEADAS	
21/08/19	Rotata	21/08/19	233715	TPE-2383	R\$ 2.618,91	Terex	OK	PLATAFORMAS	
22/08/19	Sistema de Direção	22/08/19		TDE-2326	R\$ 678,83	VALE	EM ANDAMENTO	MOGI	
22/08/19	Sistema de Direção	22/08/19		TDE-2415	R\$ 6.598,25	VALE	GARANTIA NEGADA	MOGI	
23/08/19	Botão Tartaruga	23/08/19		TPA-2478	R\$ 932,60	VALE	OK	SIC	
09/09/19	Módulo	10/09/19		TPA-1322	R\$ 1.170,00	VALE	GARANTIA NEGADA	SIC	
09/09/19	Módulo	10/09/19		TPA-1323	R\$ 1.431,00	VALE	GARANTIA NEGADA	SIC	

Fonte: Elaborado pelo autor

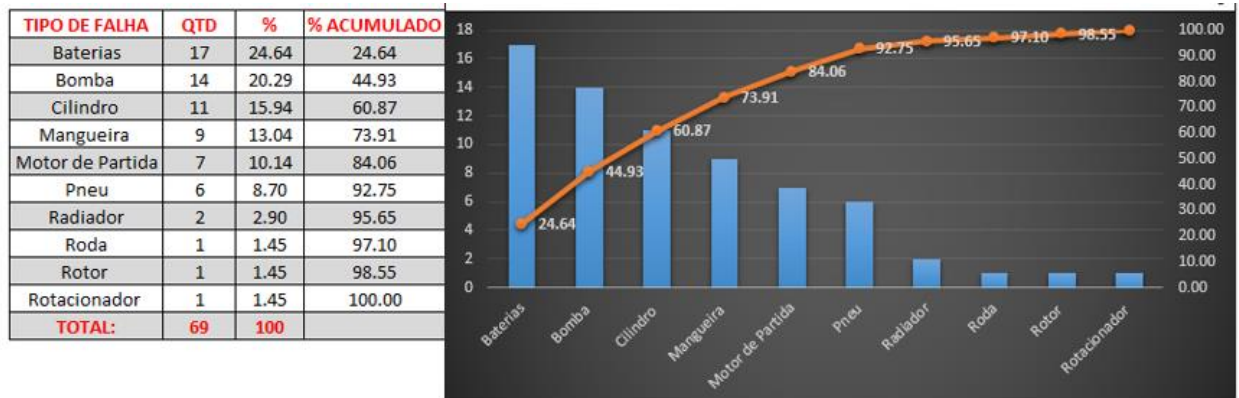
Através da Tabela 2, as ideias contidas nos pilares que formam a TPM, tornam-se uma realidade podendo ser percebida nos ganhos financeiros de processos de garantias aplicados. Assim sendo, como pode-se notar na figura acima, utilizando uma manutenção preventiva adequada e ao mesmo tempo, concedendo uma certa autonomia para a operação tomar as primeiras atitudes para recuperação da funcionalidade dos equipamentos, é possível notar um ganho próximo de R\$ 30.000,00 somente em alguns meses de aplicação das filosofias e princípios contidos no planejamento apontado anteriormente.

Além desses fatos postos, outro ponto que vale ressaltar foi que o estudo de uma boa gestão de sobressalentes, juntamente com o controle de troca de componentes, são fatores totalmente intrínsecos ao processo de redução dos custos em uma célula de manutenção, ou seja, o controle das substituições de componentes utilizando sobressalentes já pré adquiridos ajuda a reduzir gastos imprevistos na compra de mais materiais durante as etapas do processo de manutenção.

Outra ideia que foi possível evidenciar através das filosofias e ideias propostas, consiste no fato de que através de uma análise bem exposta das falhas recorrentes nos equipamentos, tem-se uma visão bem clara dos principais problemas enfrentados pela manutenção em relação aos entraves mecânicos e elétricos.

Assim sendo, através dessa visão, é possível redirecionar as futuras preventivas e preditivas para os principais tipos de falhas, e com isso, evidenciar a causa raiz desse tipo problema. Reduzindo assim, custos relacionados à compra de materiais sobressalentes e custos de produção voltada ao fato de o equipamento estar parado (Figura 4).

Figura 4 - Pareto de Estratificação de falhas de um equipamento



Fonte: Elaborada pelo autor

6 CONCLUSÃO

Através desse trabalho de graduação, é possível dizer que um dos setores mais importantes dentro de uma indústria, seja ela de qualquer ramo, é a célula de manutenção, pois consiste em um dos principais impulsionadores da empresa. Assim sendo, podemos concluir, que para as linhas de produção funcionarem, para que o processo torne-se cada vez mais eficiente/otimizado e para que as operações sejam bem executadas, a indústria necessita de uma equipe de manutenção muito bem estruturada e qualificada.

A execução deste trabalho pode comprovar que a gerência da equipe de manutenção, se bem treinada, pode trazer diversos benefícios e melhoras dentro da organização. Além, do que, as relações interpessoais entre a gestão e a operação, são fatores intrínsecos ao processo de produção. Pois, a confiança é um dos elementos fundamentais para que os funcionários tenham autonomia para realizar pequenas melhoras que podem impactar profundamente no produto final.

Modelos e tipos de manutenção foram explanados com o intuito de evidenciar que não existe um processo melhor ou pior do que o outro, mas sim, o tipo de manutenção adequada para aquela determinada ocasião. Logo, é possível concluir que se usadas de maneira correta e consciente, os impactos que as mesmas podem acarretar na vida útil dos equipamentos e nos ganhos relacionados ao custo são significativos.

Por fim, vale ressaltar que os mindsets adequados, planos de ação muito bem definidos e a utilização de alguns parâmetros (indicadores) como o “OEE”, otimizam ainda mais o processo de integridade da vida útil dos equipamentos. A partir disso, pode-se se dizer que a manutenção atua como um “controlador de incêndios” reparando entraves inesperados que ocorrem na organização, como também exerce o papel de um cirurgião executando planos de ação com uma tal precisão, de forma que aquele tipo de problema não venha a acontecer novamente.

Assim sendo, planos de ação e filosofias de trabalho podem ser criadas ou otimizadas, porém cabe à gerência da equipe de manutenção, juntos aos seus colaboradores, colocarem em prática o melhor plano para solução do problema enfrentado naquele momento.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas - **Norma ABNT NBR 5462 - Manutenibilidade e Confiabilidade**, 1994.

AMORIM, J.P. **OEE – A forma de medir a eficiência dos Equipamentos**, 2009.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de produção e operações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

FIDELIS, N. T. S. et. al. **O Papel da Manutenção Autônoma no Processo de Implantação da TPM em uma Empresa do setor Automobilístico**. In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 10., 2015, Fortaleza.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

HANSEN, Robert C. **Eficiência Global dos Equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros**. Tradução: Altair Flamarion Klippel. Porto Alegre. Bookman, 2006.

MEGIOLARO, Marcello Rodrigo de Oliveira. **Indicadores de manutenção industrial relacionados à eficiência global de equipamentos**. 2015. 87 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.L. **Manutenção - Combate aos Custos da Não-Eficácia: A Vez do Brasil**. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993.

MONCHY, F. **A função manutenção**. São Paulo: Durban, 1989.

MOUBRAY, J. **Introdução à manutenção centrada na confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.

NAKAJIMA, S. **Introduction to Total Productive Maintenance - TPM**. Cambridge: Productivity Press, 1989.

PEREIRA, M. G. **Engenharia de Manutenção: Teoria e Prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2011.

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**. 2. ed. Rio de Janeiro: Qualitymarck, 2001.

PINTO, Alan Kardec; RIBEIRO, Haroldo. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. Rio de Janeiro. ABRAMAN, 2002.

ROSA, Eurycibiades Barra. **Indicadores de Desempenho e Sistema ABC - O Uso de Indicadores Para Uma Gestão Eficaz do Custeio e das Atividades de Manutenção.** 2006. 530 folhas. Tese de Doutorado em Engenharia. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2006.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação.** 4. ed. Florianópolis, 2005.

SOUZA, Fábio Januario. **Melhoria do Pilar "Manutenção Planejada" da TPM através da utilização do RCM para nortear as Estratégias de Manutenção.** Dissertação de Mestrado Engenharia - Ênfase em Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004

SPERANCETTA, A. **O Impacto da Implantação do TPM nos Indicadores de Manutenção.** 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2005.

VAZ, José Carlos. **Gestão da Manutenção Preditiva: Gestão de Operações.** Fundação Vanzolini. Ed. Edgard Blücher, 1997.

VIANA, H. R. G. **PCM: Planejamento e Controle da Manutenção.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2014.

XAVIER, Júlio Nascif. **Manutenção – Tipos e Tendências.** Disponível em <www.manter.com>. Acesso em: 17 jan. 2019.

YAMAGUCHI, Carlos Toshio. **TPM - Manutenção Produtiva Total.** Instituto de Consultoria e Aperfeiçoamento Profissional. São João Del Rei. 2005.

ZUASHKIANI, Ali; RAHMANDAD, Hazhir; JARDINE, Andrew K. S. Mapping the dynamics of overall equipment effectiveness to enhance asset management practices. **International Journal of Quality & Reliability Management** Vol. 17 No. 1, 2011 pag. 74-92. Emerald Group Publishing Limited.