

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**  
**Gleiton Eder Sanches Da Silva**

**ESTUDO DOS INDICADORES MTBF (TEMPO MÉDIO ENTRE  
FALHAS) E MTTR (TEMPO MÉDIO PARA REPARO)  
APLICADO EM PROCESSOS PRODUTIVOS**

**Taubaté - SP**  
**2018**

**Gleiton Eder Sanches Da Silva**

**ESTUDO DOS INDICADORES MTBF (TEMPO MÉDIO ENTRE  
FALHAS) E MTTR (TEMPO MÉDIO PARA REPARO)  
APLICADO EM PROCESSOS PRODUTIVOS**

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. Me. Ivair A. d. Santos

Coorientador (a): Prof. Me. Fábio H. F.  
Santejani

**Taubaté – SP  
2018**

**Ficha Catalográfica elaborada pelo SIBi – Sistema Integrado  
de Bibliotecas / Unitau - Biblioteca das Engenharias**

S586e Silva, Gleiton Eder Sanches da  
Estudo dos indicadores MTBF (tempo médio entre falhas)  
e MTTR (tempo médio para reparo) aplicado em processos  
produtivos. / Gleiton Eder Sanches da Silva. - 2018.

30f. : il; 30 cm.

Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) –  
Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia  
Mecânica e Elétrica, 2018  
Orientador: Prof. Me. Evair Alves dos Santos,  
Coorientador: Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca  
Santejani, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica.

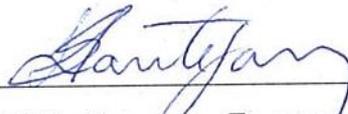
1. Conjunto de indicadores. 2. Gestão. 3. Indicadores de  
desempenho. 4. Controle de custos. I. Título.

**Gleiton Eder Sanches Da Silva**

**ESTUDO DOS INDICADORES MTBF (TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS) E MTTR (TEMPO MÉDIO PARA REPARO) APLICADO EM PROCESSOS PRODUTIVOS**

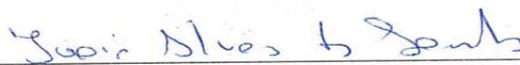
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO APROVADO COMO PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE “**GRADUADO EM ENGENHARIA MECANICA**”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO COORDENADOR DE CURSO DE GRADUAÇÃO DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

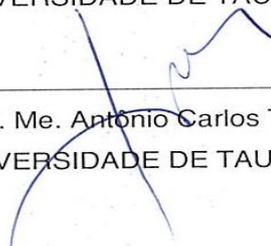


Prof. Me. Fábio Henrique Fonseca Santejani  
Coordenador de Trabalho de Graduação

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Me. Ivair Alves dos Santos  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ



Prof. Me. Antônio Carlos Tonini  
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Maio de 2018

*“Dedico este trabalho aos meus pais, irmãs, minha esposa Ana Carolina, e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.*”

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presente.

Ao meu orientador Ivair, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos.

Aos meus pais e minha esposa, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

*“Os dias prósperos não vêm por acaso, nascem de muita fadiga e persistência.”*

*Henry Ford*

## RESUMO

Com o mercado cada vez mais competitivo e exigente, e em busca da excelência empresarial, é imposto aos gestores que os processos tanto internos quanto externos tenham gestam e visão estratégica. Iniciando do princípio que a excelência é baseada nas decisões e ações efetivas, este TG (Trabalho de Graduação) buscou apresentar um modelo de gestão para engenharia de manutenção, com estrutura de medição formado por diversos conjuntos de indicadores de desempenho, tendo em mente controle de custos da manutenção, no intuito de evitar os desperdícios do grupo de manutenção, implantado sistemas e metodologias eficazes. Tudo isso baseado em estudos e artigos de empresas que conseguiram atingir a excelência.

**Palavras-chave:** Conjunto de indicadores; Gestão; Indicadores de Desempenho; Controle de Custos.

## **ABSTRACT**

With the market becoming increasingly competitive and demanding, and in pursuit of corporate excellence, managers are required to have both internal and external processes have a strategic vision and vision. Initiating the principle that excellence is based on decisions and effective actions, this TG (Graduation Work) sought to present a management model for maintenance engineering, with a measurement structure formed by several sets of performance indicators, keeping in mind control of maintenance costs, with the intention of avoiding the wastes of the maintenance group, implemented effective systems and methodologies. All this based on studies and articles from companies that have achieved excellence.

**Keywords:** Set of indicators; Management; Indicators of Performance; Control of Costs.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema ilustrativo do TEF e a soma TPR com TPF.....23

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
MTBF	Tempo Médio Entre Falhas
MTTR	Tempo Médio Para Reparo
NAV	Número de Avarias no Período de Análise
PCM	Programa e Controle de Manutenção
TEF	Tempo Médio Entre Falhas
TPF	Tempo Para a Falha
TS	Tempo Decorrente Entre a Data de Início da Primeira Avaria e a Data da Última Avaria
TRI	Tempos de Reparação no Período

## SUMÁRIO

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ .....	01
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA .....	13
1.2 OBJETIVO.....	13
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
1.3 JUSTIFICATIVA.....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	15
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1 DEFINIÇÃO DE MANUTENÇÃO .....	16
2.2 HISTORIA DA MANUTENÇÃO .....	16
2.3 TEMPOS MÉDIO ENTRE FALHAS E O TEMPO MÉDIO PARA REPARO	18
2.4 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS-MTBF .....	19
2.5 TEMPO MÉDIO ENTRE REPAROS-MTTR .....	20
3 MATERIAIS E MÉTODO .....	21
3.1.1 DE ACORDO COM A ABORDAGEM .....	21
3.1.2 DESENVOLVIMENTO .....	21
3.1.3 DE ACORDO COM OS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS .....	22
4 DESENVOLVIMENTO .....	23
4.1 APRESENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO .....	23
4.2 APRESENTAÇÃO DO INDICADOR MTBF E MTTR .....	23
5 RESULTDOS .....	26
6 CONCLUSÃO .....	27
7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	28
REFERÊNCIAS .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

Com a evolução constante da economia mundial e conseqüentemente avanços tecnológicos tornam as empresas cada vez mais competitivas e a necessidade de produzir cada vez mais com o menor tempo possível, excelente qualidade dos seus produtos fabricados e maior eficiência de seus equipamentos.

As empresas nas quais exista grande demanda de seus produtos, a grande preocupação em vencer prazos pode causar dificuldades de controle sobre vários aspectos que ficam despercebidos na rotina de produção. Quando o assunto é o setor de fabricação principalmente, este fato é ainda mais grave. Ao conseguir medir os indicadores de controle da manutenção, os atores deste processo, acreditam ter alcançado seus objetivos. Nesta situação é que são negligenciados problemas que os indicadores de manutenção conseguem esconder com bastante frequência.

Tais resultados conseguidos pelos autores foram inspiradores para a realização da pesquisa da presente monografia. Neste caso, os fatos que ficam “negligenciados” no emaranhado de problemas vividos por uma empresa são as causas e as conseqüências de indicadores mal elaborados e também sem a interpretação correta dos mesmos, devido à incidência de falhas prematuras e não identificadas.

As grandes empresas frequentemente subcontratam empresas especializadas para levantamentos destes indicadores, os quais instalam, no interior das contratantes, para melhor conhecer seus processos e os problemas de formulação destes indicadores. Esta é uma técnica que poderia ser chamada de moderna, não fosse esta já praticada há alguns anos. O objetivo é contar com estes indicadores sempre que necessário e de forma a mais imediata possível, dentro dos conceitos de flexibilidade e, no caso particular, dentro do conceito de melhorias de disponibilidade e eficiência SOUZA (2008) define a necessidade das empresas em aplicar conceitos de melhorias para o processo, devido a ter como metas o controle exato de seus itens produtivos e isto realmente ocorre de forma bastante eficiente.

Este trabalho foi inspirado no cenário mencionado anteriormente e no fato de seu autor ter uma familiaridade no conhecimento destes indicadores devido a trabalhar em uma empresa que utiliza deste controle.

Em grande parte, o sucesso destas empresas resulta de sua capacidade de reduzir a complexidade no seu processo, utilizando os indicadores corretos, que determinam um procedimento eficaz para as análises de falhas em qualquer área de sua empresa, em que haja necessidade da aplicação da metodologia. Neste trabalho a área foco foi um ambiente fabril voltado a área de manutenção.

## **1.1 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA**

O assunto “ESTUDO DOS INDICADORES MTBF (TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS) E MTTR (TEMPO MÉDIO PARA REPARO) APLICADO EM PROCESSOS PRODUTIVOS” demonstra a importância destes indicadores e abre um leque de oportunidades de melhoria de um determinado equipamento ou segmento, visando identificar pontos que possam ser melhorados.

## **1.2 OBJETIVO**

Com a manutenção, é possível trabalhar para manter o total funcionamento o sistema, deve se haver uma aproximação que seja de grande valia para a empresa, no ato de estar conectada com suas particularidades, como missão visão e valores. Todas as ações tomadas devem ser planejadas de maneira estratégicas, segundo Souza (2008), “para assegurar as operações corretas dos equipamentos e obter dos equipamentos a maior disponibilidade possível, ou seja, sustentação do sistema sem desviar o objetivo da elevação das receitas (rentabilidade)”. A manutenção moderna, não está restrita em apenas ações corretivas, mas ao oposto, está alinhada a gestão de ativos industriais, trazendo a garantia de disponibilidade e confiabilidade com menor custo, gerando grande impacto no resultado operacional.

Criar uma estratégia para gestão de manutenção ideal, é estudar e mergulhar nas diversas variáveis alinhadas ao processo de produção, não é algo simples. Dificilmente a um padrão e conceito que se intitule a afirmação de que é o melhor. Porém o estudo técnico alinhado ao levantamento das melhores práticas consegue-

se um enorme horizonte de informações, padrões e práticas que nos permite afirmar qual é o “Estado da Arte” da Manutenção Moderna.

Trazemos assim o principal objetivo deste trabalho, que é conceber todas as etapas para o planejamento da manutenção na indústria, tornando o setor como parte estratégica na gestão da empresa e tendo um diferencial competitivo.

### **1.2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um estudo da ferramenta MTBF e MTBR aplicado nos processos produtivos e demonstrar seus benefícios aplicados ao longo do tempo mantendo suas operações e padrões e aumentando o máximo possível de tempo disponível do equipamento para o grupo operacional. Objetivos Específicos.

### **1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Obter dos equipamentos a maior disponibilidade possível;
- b) Aproximar e demonstrar as particularidades do equipamento;
- c) Aprofundamento do momento de planejamento de execução de uma determinada atividade;
- d) Trazer garantia de disponibilidade e confiabilidade com menor custo, gerando grande impacto no resultado operacional;

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

Uma reavaliação nos diversos conceitos e práticas, que antes eram vistas como verdades plenas, teve devido ao aumento de competitividade e a introdução dos avanços tecnológicos dentro das indústrias. Com isso novos segmentos, novas

práticas, conceitos, sistemas e inovações surgem para a área de manutenção, trazendo uma enorme mudança nos modelos usados para essa atividade, como já exposto nas reflexões no início. O planejamento desse trabalho é justificado pelo enorme horizonte de oportunidades que nos cercam nessa área de manutenção, tendo em vista que a parte de gestão estratégica é pouco praticada no Brasil, e diversas empresas não possuem controle de suas atividades, realizando apenas ações corretivas, sem averiguar se ações e práticas estão otimizando seus ganhos. Existe uma grande busca por sistemas de manutenção eficaz, porém pouca informação. Há uma enorme motivação por parte do autor em se aprofundar nesse assunto, pois foi visto que não é um tema muito discutido durante o exercício de sua graduação, por isso o mesmo vê a importância em discutir o setor.

#### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

- a) Fazer um estudo teórico sobre as concepções de Manutenção, e saber suas diferenças, desvantagens e vantagens;
- b) Realizar um levantamento e indicações com base nas estratégias de produção, alguns modelos de Planejamento e Controle da Manutenção que nos dê melhor resposta as características do processo de produção;
- c) Ter como base na literatura, o “Estado da Arte” da Manutenção Industrial;
- d) Identificar empresas que atingiram ou estar rumo ao “Estado da Arte” e expor sobre seus fundamentos e características, realizar um estudo teórico onde permita identificar demandas através de diferentes tipos de manutenção, de acordo com sua aplicação e custo, após completar esse estudo realizar um levantamento de práticas e informações de manutenções de algumas empresas. Deste modo será possível criar um plano conciso trazendo ótimos resultados a empresa.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 DEFINIÇÕES DE MANUTENÇÃO**

MONCHY (1987) já dizia que “a palavra manutenção teve sua origem na linguagem militar, onde o sentido era manter o efetivo e todo o suprimento em um nível constante de aceitação.” KARDEC & NASCIF (2009) define manutenção como “ter a garantia do funcionamento e disponibilidade de todos os equipamentos garantindo a produção, a segurança e custos aceitáveis.”

Foi estabelecido em 1975 pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, através da norma TB-116, que o termo manutenção seria o agrupamento de ações que garantiam a conservação e a restauração de 21 itens, mantendo-os na condição desejada. Algum tempo depois, em 1994 a NBR-5462, surgiu uma revisão no qual havia uma junção entre ações técnicas e administrativas, com o objetivo de restaurar ou manter um objeto em seu funcionamento solicitado (ABNT, 2009). São inúmeros os conceitos para o termo manutenção, quase todos com o foco em conceitos de manutenção preventiva, corretiva e conservativa. Mas a mais atual mudança foi acrescentar nos conceitos as concepções de custo, confiança no trabalho realizado.

### **2.2 HISTÓRICO DA MANUTENÇÃO**

Desde o início das civilizações, são vistas diversas formas simples de manutenção, como pequenos reparos, conservação de ferramentas e objetos dentre outros. Porém foi na Revolução Industrial do século XVIII que a manutenção através das novas tecnologias teve um grande avanço na indústria, onde o operador de máquina se responsabilizava e era treinado para realizar os procedimentos de reparos (WYREBSK, 1997).

Esse conceito de manutenção durou até a I Guerra Mundial, onde as linhas de produção criadas por Henry Ford, necessitavam de mais agilidade e eficácia nos

consertos realizados, onde se chegou no que chamamos hoje de manutenção corretiva (FILHO, 2008). Mesmo com a existência de operadores responsáveis pela manutenção dos equipamentos, ele era subordinado a operação, onde só eram solicitados após máquina parar completamente e eles aplicavam a manutenção corretiva emergencial. Ao fim da década de 30, na II Guerra Mundial, devido ao aumento de produção, as máquinas passaram a ter um monitoramento, hoje chamado de manutenção preventiva. Tendo assim uma posição hierárquica igual a produção (FILHO, 2008).

Com a manutenção preventiva em prática, entre as décadas de 40 e 50, teve um grande aumento no custo em relação às peças de reposição, onde fez com que as empresas criassem um setor de planejamento e gestão da manutenção, surgindo a Engenharia de Manutenção como departamento (CAMPOS JÚNIOR, 2006). O Controle na prevenção de falhas passou a fazer parte do dia a dia das equipes de manutenção, trazendo ótimos resultados em termo de confiança e disponibilidade dos equipamentos, garantindo a segurança e saúde dos trabalhadores entre outros. Mesmo com esse controle e gestão, a manutenção preventiva não teve uma boa repercussão na produtividade, pois seu custo continuou sendo elevado devido as frequentes paradas, atingindo assim o valor dos produtos. O avanço tecnológico na década de 60, através de computadores, trouxe a possibilidade de se obter diferentes tipos de controle para medições, análises e tratamentos de falhas, quanto para a possibilidades de utilizar novos equipamentos. Com todo esse aparato tecnológico, criaram-se equipes com maior foco nesses recursos, podendo assim ter uma prévia da falha que poderia acontecer. Assim cria-se a manutenção Preditiva e o departamento de Planejamento e Controle da Manutenção - PCM (FILHO, 2008).

Em 1980, com o surgimento de microcomputadores a preço mais acessível e programas mais simplificados, a manutenção teve mais autonomia para aplicar e criar seus próprios programas, sem a necessidade de um analista externo. Isso trouxe uma grande aproximação entre as áreas de manutenção e produção, pois havia maior controle nas informações e nos dados analisados, fazendo com que as duas áreas trabalhassem juntas buscando sempre a qualidade com produtividade (TAVARES, 2005). Notou-se maior confiança nos processos nas indústrias, os equipamentos eram utilizados por maior tempo, e as paradas eram resolvidas em menor tempo e com precisão, sistematizando assim os programas utilizados pela

manutenção (NETTO, 2008). Para alguns casos, precisava-se da criação de 22 equipes para a etapa de fabricação, manutenção de máquinas e projetos, tudo isso devido às inovações e otimizações, trazendo ótimos resultados em termos de produção e eficácia em custo. Com o aumento das aspirações por produtos com maior qualidade pelos consumidores, a manutenção teve que responder por seus atos, com maior rigor. Com isso a manutenção passou a fazer parte não só de um departamento interno das empresas, mas como um ponto estratégico para a mesma (FILHO, 2008).

### **2.3 TEMPOS MÉDIO ENTRE AS FALHAS E O TEMPO MÉDIO PARA REPARO**

MTBF “mean time between failures”, em português, Tempo Médio entre Falhas e MTTR “mean time to repair”, Tempo Médio para Reparo, são tipos de indicadores importantes quando se trata de disponibilidade de um equipamento e aplicação do mesmo. Muitos gestores utilizam esses indicadores de desempenho em suas rotinas de controle (KARDEC, 2009; VIANA, 2009).

Esses indicadores estão sendo usados há mais de 60 anos, como ponto de partida para tomadas de decisões. O MTBF indica o quanto um sistema é confiável, já o MTTR indica se a ação corretiva foi eficiente no processo. Se o MTBF aumentar após uma ação preventiva, significa que houve melhoria na qualidade do seu processo, consequentemente no produto final, onde criará maior confiabilidade e credibilidade à sua marca. O MTBF que dirá se os seus conceitos de manutenção e verificação estão sendo bem aplicados, dando uma direção para a equipe (KARDEC, 2009; VIANA, 2009).

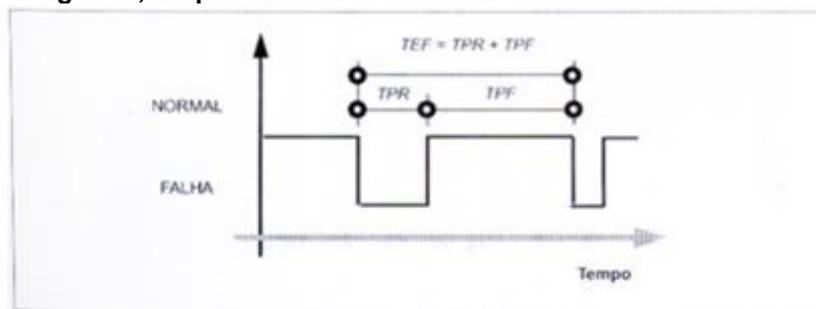
No MTTR deve-se ter um resultado ao contrário, pois quanto menor o tempo de reparo, maior a produtividade e disponibilidade dos sistemas e equipamentos. Um MTTR baixo, quer dizer que sua equipe tem um tempo de resposta rápida para os problemas encontrados, o que dá um alto nível de eficiência (KARDEC, 2009; VIANA, 2009).

## 2.4 TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS-MTBF

O MTBF é a relação entre o tempo de operação de um equipamento, e o número de falhas que o mesmo apresenta em um determinado período de funcionamento, (Tavares 2005). O MTBF faz a medição do tempo em que o equipamento funcionou, até a identificação da próxima falha (PEREIRA, 2009). Temos como meta, aumentar esse indicador, pois é um sinal de que as falhas decaíram, (VIANA, 2009)

Temos abaixo uma figura, que nos mostra como se comporta o TEF (Tempo entre Falhas), onde teremos a soma do TPR (Tempo de Reparo) com o TPF (Tempo para a Falha).

Figura 1; Esquema ilustrativo do TEF e a soma TPR com TPF



Fonte:Lafraia(2001)

Para utilizar este indicador, não pode ser um curto período de análise, sempre em longos períodos, acima de um ano, pois em questão de gestão se não tiver danos, não se tem um indicador e se houver poucas avarias torna-se um indicador que concede pouca informação (CABRAL, 1998). Quanto maior o tempo de verificação, mais chance se tem de a falha ocorrer (PEREIRA, 2009). Segundo (CABRAL 1998), o MTBF chega bem próximo e quase se iguala ao inverso da Taxa de Avarias:  $MTBF \approx 1/\lambda$

O MTBF é calcula através da relação das falhas ocorridas em um determinado período, pela quantidade de intervenções realizadas no mesmo período (KARDEC, 2009).

Formula que pode ser usada para calcular o MTBF:

$$MTBF = \frac{TS - \sum TRI}{NAV} \quad (1)$$

Onde:

- TS = Tempo decorrente entre a data de início da primeira avaria e a data início da última avaria

- TRI = Tempos de reparação no período (soma todos menos o último)

- NAV = Número de avarias no período de análise

Se houver itens que não podem ser reparados, aplicar o MTPF (Tempo Médio Para Falhas), pois a mesma acontecerá somente uma vez (VIANA, 2009).

## 2.5 TEMPO MÉDIO ENTRE REPAROS-MTTR

O MTTR é o tempo médio de reparação das falhas, e em inglês significa: Mean Time to Repair. Este é um indicador que nos mostra o quanto os reparos corretivos causam impacto na produção (VIANA, 2009). Para se obter resultantes com esse cálculo são considerados as medições, tempo de compra de materiais, confeccionamento de peças etc. (PEREIRA, 2009) O MTTR possui limitações que apontam o MTBF, ou seja, se não houver falhas não há indicador (CABRAL, 1998). Formula que pode ser usada para calcular o MTTR:

$$\text{TMPR ou MTTR} = \frac{\text{ETRI}}{\text{NAV}} \quad (2)$$

### **3 MATERIAIS E MÉTODO**

#### **3.1 CLASSIFICAÇÃO DOS MÉTODOS DE PESQUISA**

A Pesquisa de um trabalho científico começa pela escolha e seleção da pesquisa, pesquisa esta que será primordial a ser pesquisada, construída por meio de um grande trabalho de revisão bibliográfica, orientação de professores, recomendações, desenvolvedores ou pesquisadores a partir do conhecimento ou trabalho realizado, que dará a definição e sustentação da metodologia, (CRESWELL, 1994).

##### **3.1.1 DE ACORDO COM A ABORDAGEM**

De acordo com PEREIRA (2009), foco definido, o seguinte passo é a escolha do modelo a ser pesquisado orientara as próximas ações. Pela abordagem do problema, podendo ser uma pesquisa qualitativa ou quantitativa (PEREIRA, 2009)

Conforme SILVA (2005), a pesquisa qualitativa julga a existência de inter-relação o mundo real e o indivíduo, ou seja, o ligamento entre o mundo objetivo e a intangibilidade do ser, não requerendo a tradução dos números nem necessitando de recursos técnicos estatísticos.

SILVA (2005), cita a pesquisa quantitativa que julga todas coisas que podem ser quantificáveis, traduzindo em números para ordenação e análise de informações e opiniões, utilizando recursos e técnicas estatísticas.

##### **3.1.2 DE ACORDO COM O OBJETIVO**

**Pesquisa Exploratória:** SILVA (2005), também cita a pesquisa exploratória que tem como objetivo a familiarização com os problemas, visando torna-lo visível

ou construir hipóteses. Possui a característica de realizar levantamentos bibliográficos, análise de exemplos que incitem a compreensão, entrevistas com pessoas que passaram por experiências relacionadas ao problema abordado, assume em geral as formas de pesquisa bibliográfica e estudos de caso.

### 3.1.3 DE ACORDO COM OS PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

De acordo com os objetivos, as pesquisas poderão ser ordenadas em Pesquisa Exploratória, Pesquisa Descritiva e Pesquisa Explicativa (GIL, 1991).

A Pesquisa Exploratória proporciona maior intimidade com o problema a fim de torná-lo compreensível e propiciar um sólido conceito para a elaboração das hipóteses, envolvendo investigação bibliográfica, entrevistas com indivíduos que presenciaram experiências práticas com o problema de pesquisa e a interpretação de modelos que possam estimular o entendimento, sendo evidenciadas normalmente pelas pesquisas bibliográficas e estudos de caso (GIL, 1991)

A Pesquisa Descritiva descreve os atributos de uma determinada população ou episódios ou a definição dos vínculos entre variáveis, com a utilização de práticas normalizadas de coleta de dados, como questionários e análises sistemáticas, sendo assumidas geralmente na forma de levantamento (GIL, 1991).

A Pesquisa Explicativa identifica os princípios que estabelecem ou colaboram na ocorrência dos fenômenos, explicando a razão das coisas devido ao aprofundamento cognitivo. Em ciências naturais há a necessidade da utilização do método experimental, e nas ciências sociais, da utilização do método observacional, assumindo, geralmente, a forma de Pesquisa Experimental e Pesquisa Expo-facto.

**Tipo:** Estudo do caso

**Definição:** Define-se por uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Pode ser único (holístico) ou casos múltiplos (YIN, 2005).

**Objetivos e características:** Aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido (MATTAR, 1996).

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 APRESENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO

O estudo de caso realizado foi através de um levantamento de dados e informações de livros revistas e fatos relatados, descrevendo os ganhos, benefícios e dificuldades encontradas.

Este trabalho foi desenvolvido através de informações colhidas e relatadas, por diversos autores e um orientador.

De acordo com HILLMANN (2014), para que as indústrias sejam consideradas bem-sucedidas é imprescindível que seus processos de fabricação sejam de alta qualidade. Tal conceito citado só é atingindo com ferramentas bem definidas e indicadores que demonstrem claramente os pontos que precisem ser melhorados, demonstrando com fatos e dados a importância de uma ação de imediata ou a longo prazo.

O trabalho elaborado demonstra a importância de se ter indicadores bem definidos, aonde pode-se tomar decisões e ações.

### 4.2 APRESENTAÇÃO DO INDICADOR MTBF E MTTR

Os resultados operacionais obtidos a partir da aplicação destes indicadores são extremamente dependentes da eficácia da manutenção. Quanto maior a disponibilidade maior poderá ser a produção; quanto mais confiáveis são os equipamentos maior será a certeza de produzir bens dentro das especificações. A disponibilidade é função da confiabilidade, representada pelo Tempo Médio entre Falhas (MTBF) e pela manutenibilidade, representada pelo Tempo Médio para Reparo (MTTR).

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100(\%) \quad (3)$$

A melhoria da confiabilidade passa por uma série de ações que envolvem o projeto, especificação, compra, manutenção, fornecedor ou fabricante etc., no entanto, podemos definir que somente as ações que, oriundas da manutenção, promovam a melhoria da confiabilidade de equipamentos e instalações.

$$\text{Falhas repetidas} = \frac{\text{Número de falhas repetidas}}{\text{Total de falhas em equipamentos}} \times 100(\%) \quad (4)$$

A primeira é o acompanhamento de falhas repetidas (equipamentos crônicos) seguida da atuação adequada. Normalmente este indicador é aplicado, em primeiro lugar, aos equipamentos críticos ou classe A de uma planta ou unidade. Resolvida a situação dos equipamentos críticos, pode-se passar para os equipamentos B e assim por diante.

Outra forma de promover o acompanhamento de itens que levam a uma baixa na confiabilidade da planta é proceder-se a estratificações aplicando gráfico de Pareto. Por exemplo: Indicadores de Manutenção pelo histórico determina-se quais os equipamentos que mais falharam em seguida, quais as causas que levaram aquelas falhas na classe de equipamento que mais falhou. Determinada a causa principal de falhas, promove-se o seu bloqueio através dos métodos de análise de falhas existentes. Outro aspecto fundamental para a manutenção é o acompanhamento das perdas operacionais e quais as perdas originadas por problemas de manutenção.

#### TOTAL DE PERDAS POR PROBLEMAS DE MANUTENÇÃO

$$\text{Perdas por manutenção} = \frac{\text{Perdas causadas por problemas de manutenção}}{\text{Perdas totais na produção / operação}} \times 100(\%) \quad (5)$$

O acompanhamento dos custos de manutenção deve envolver os seguintes segmentos:

- Custos de mão de obra
- Custos de material
- Custos de serviços de terceiros
- Perdas

- Economias obtidas
- Custo de mão de obra

$$MO = \frac{\text{Custo da mão de obra}}{\text{Custo total da manutençã}} \times 100(\%) \quad (6)$$

- Custo de materiais

$$\text{Materiais} = \frac{\text{Custo total de materiais aplicados pela manutenção}}{\text{Custo total da manutençã}} \times 100(\%) \quad (7)$$

- Custo de serviços de terceiros

Nesse custo estão incluídas todas as contratações para realizar trabalhos dentro da planta e todos os serviços contratados fora, como usinagem, recuperação de peças, aferição e calibração, enrolamento de motores, reforma de equipamentos etc. Indicadores de Manutenção

Outro aspecto relacionado ao acompanhamento de custos na manutenção é a quantificação de resultados positivos obtidos pela introdução, melhoria ou adoção de técnicas preditivas, análise de falhas etc.

$$\text{Serviço de terceiros} = \frac{\text{Custo total com serviços de terceiros}}{\text{Custo total da manutençã}} \times 100(\%) \quad (8)$$

Esses indicadores positivos, quando bem quantificados e acompanhados, demonstram para a gerência superior o acerto da medida e permite novos investimentos com vistas à melhoria da confiabilidade e disponibilidade da planta, traduzidos pela melhor atuação da manutenção.

## 5 RESULTADOS

Todas as ações orientadas para a melhoria dos resultados na utilização dos ativos, desenvolvidas pela Manutenção por meio da Engenharia de manutenção devem ser contabilizadas. Idem para a melhor aplicação da tipologia de manutenção que é capaz de ser traduzida em economia mantida a mesma ou aumentada a disponibilidade.

Um dos maiores problemas da supervisão e gerência de manutenção, no Brasil, é a absoluta incapacidade de justificar investimentos pela falta de dados econômicos. A linguagem que os executivos da empresa entendem é a linguagem do dinheiro, que é a linguagem dos negócios. O acompanhamento dos custos de manutenção é fundamental para bem gerenciá-la.

Por fim, duas observações importantes:

A exemplo do que ocorre em muitas empresas, a redução de custos pela redução de custos, não leva a bons resultados na manutenção. É imprescindível que seja analisada a relação custo benefício para que essa ou aquela decisão, em custos, seja tomada.

A importância dos indicadores é aceita por todos os gerentes e pessoal de supervisão de manutenção. O que se espera é que se passe da intenção para a prática, ou seja, que possamos definir os indicadores mais importantes, estabelecendo metas a serem alcançadas e fazendo ampla divulgação para toda a estrutura (gerência, supervisão, executantes), dessa forma pode-se evidenciar a meta esperada pela organização após a aplicação desta metodologia.

## 6 CONCLUSÕES

Após pesquisas bibliográficas realizadas neste trabalho, pode-se evidenciar grande a importância dos indicadores de MTBF e MTTR,

Que dentro dos processos atual a necessidade de priorizar atividades dentro da manutenção, visando ganhos no tempo, qualidade na execução e tendo em troca aumento de produtividade e melhorias em seus lucros.

Esses indicadores conduzem a tomada de decisão por parte de seus gestores, isto permite atingir um patamar, que reduza, ou, idealmente, elimine desperdício de tempo e recursos, que inviabiliza, eficiência a eficácia dos processos de manutenção.

Por fim podemos concluir que o mundo dos indicadores da manutenção é bem vasto. Há indicadores para ativos, mão de obra, custos, estoque, em uma quantidade que serve unicamente para medir o desempenho da manutenção e tomar os rumos para atingir as metas impostas pela direção geral da sua empresa. O importante é nunca omitir o controle ou ignorar o fato de que não há mais como evoluir dentro da empresa. Os indicadores MTBF e MTTR são apenas o começo. São a porta de entrada para o início da gestão eficiente dentro de uma organização.

## **7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Fica como sugestão para trabalhos futuros, que após elaborado estudos de casos a oportunidade de se demonstrar com mais aprofundamento um vasto controle de custo utilizando os indicadores estudados, identificando com muito mais clareza pontos de melhoria para controles de custos, visando diminuições com gastos excessivos e auxiliando nas tomadas de decisões.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: Confiabilidade de equipamentos e componentes eletrônicos. Rio de Janeiro: ABNT, 1975.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: **confiabilidade e manutenibilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- CABRAL, A. C. A. **A evolução da estratégia: em busca de um enfoque realista**. In: XXII ENANPAD, 22º, Anais..., Foz do Iguaçu: ANPAD, 1998.
- CAMPOS JÚNIOR, E. E. **Reestruturação da área de planejamento, programação e controle na Gerência de manutenção Portuária – CVRD**. 2006. 74f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2006. Disponível em. Acesso em: 11 jun. 2017.
- CRESWELL, J. W. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1994.
- FILHO, R. A. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade – MCC**. Programa de Atualização Técnica 2008 – Sistema FIRJAN - SESI/SENAI – Rio de Janeiro [On line]. Disponível em <  
<http://manutencao.net/v2/uploads/article/file/Artigo24AGO2008.pdf>> Acesso em 11 jun. 2017.
- GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª edição, São Paulo. Editora Atlas, 1991.
- HILLMANN, Diane et al. **RDA Vocabulários: Processos, Resultados**, Uso. D-lib Revista, Eua, v. 16, n. 1, p.1-23, fev. 2014. Disponível em: . Acesso em: 08 maio 2014.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- J. R. Lafria, **MANUAL DE CONFIABILIDADE, MANTENABILIDADE E DISPONIBILIDADE**, FGV-RJ, Rennes School of Business, pag. 19. Qualitymark Editora Ltda, 2001.
- MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing**: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996.
- MONCHY, F. A **Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.
- NETTO, W. A. C. **A Importância e a Aplicabilidade da Manutenção Produtiva Total (TPM) nas Indústrias**. 2008. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- PEREIRA, P. et.al. **Política social, trabalho e democracia em questão**. Brasília: Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Política Social, Departamento de Serviço Social, 2009.
- SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SOUZA, J. B. **Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP):** Uma abordagem Analítica. 2008. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Ponta Grossa.

TAVARES, L. A. **Manutenção centrada no negócio.** 1ª edição. Rio de Janeiro: NAT, 2005.

VIANA, Herbert Ricardo Gracia. **Planejamento e Controle da Manutenção.** Qualitymark. Rio de Janeiro, 2009.

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

WYREBSK, J. **Manutenção Produtiva Total.** Um Modelo Adaptado. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997. Disponível em: . Acesso em: 11 jun. 2017.