

**UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO**

**Engenharia de Produção**

**Silvia Helena Pereira da Rocha**

**TEMPO ÓTIMO DE MANUTENÇÃO**

**São Paulo**

**2015**

**Silvia Helena Pereira da Rocha**

## **TEMPO ÓTIMO DE MANUTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentando ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santo Amaro – Unisa, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Mestre Lauro Magrini

**São Paulo**

**2015**

**Silvia Helena Pereira da Rocha**

**TEMPO ÓTIMO DE MANUTENÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentando ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade de Santo Amaro – Unisa, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Mestre Lauro Magrini

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015.

**Banca Examinadora**

---

Prof Me. Lauro Magrini

---

Prof Especialista Daniel Fernandes de Nobrega

---

Prof. Especialista Claudio Monico Innocencio

## **Agradecimentos**

Jamais conseguirei escrever o que sinto em relação a alguns professores que me ajudaram; exemplo, ficar na biblioteca horas e horas, me virar para aprender a calcular, porque foi assim que ele teve que aprender foi o prof. Fernando Silveira de cálculo, vetor e geometria analítica quase todos os cálculos. O professor Alexandre também de cálculo se preocupava com os alunos e queria ver os mesmos aprender, pegou na minha mão e mostrou junto o caminho a seguir. Professor Aparecido show de pessoa e professor, não se fazem mais como ele, preocupado e solícito, a professora Salete comprometida e fazia com que você gostasse e se cobrasse por medidas de preservação do meio ambiente, mostrando tudo de lindo, inexplicável, misterioso e funcional do nosso meio ambiente, difícil pessoas assim. Professor Marcelo Amâncio é um destaque de pessoa que mostra para o que veio e te mostra para o que você serve, aprendi muito no Prousa com professor Antonio D'aprile, não só lá, mas com aula de eletrotécnica, pensa em um ser humano calmo e sabe tudo. Professora Deise Zamboni me fez perder o medo de química e professor Roberto que tive aulas de dependências de álgebra linear e análise combinatória e probabilidades, até aprendi um pouco, certeza que aprenderia mais se tivesse tempo. Professor de Marketing também, o professor Blat então, nossa, cobrança para melhoria é tudo nas pessoas e ele sabe que é bom nisso, professor Cristiano com termodinâmica quase me fez ter uns AVC's, mas aprendi, é assim que eu ia correr atrás e melhorar e tenho certeza que melhorei muito nesses anos. Queria ter essas pessoas comigo sempre, me amparando, apoiando, ajudando, creio que tudo que passei me fez dar valor a essas pessoas e a mim mesmo como ser humano; capaz, competente, corajosa, humilde e até inteligente, um pouco, mas, o necessário para me orgulhar e me sentir bem e disposta em continuar. Pedir ajuda e saber que valeu a pena o professor Claudio Monico do lado em CEP e outras, professora de comunicação e expressão, demais, professor Escames se eu não falar dele é deixar de lado um ícone, professora de informática aplicada, professor de algoritmo, professor de sociologia, pessoas dignas de respeito. Teoria da administração professor Marcelo, estatística aula de dependência professor Daniel. Meu Orientador então é bom Lauro Magrini falar dele, senão fica chateado comigo e o

professor Luiz Dario um ser humano digno de réplica. Meu irmão Marcelo, minha filha Ana Carolina, meu namorado Luiz Carlos, amigos como Adriano, Rose, dentre outras pessoas, todas contribuíram em eu continuar e realizar tudo durante cinco anos e com relação ao Trabalho de Conclusão de Curso todos demais e devo muito a eles e não esqueci nada que me disseram e me apoiaram sempre.

“O bom-senso é a coisa mais bem repartida deste mundo, porque cada um de nós pensa ser dele tão bem provido, que mesmo aqueles que são mais difíceis de se contentar com qualquer outra coisa, não costumam desejar mais do que o que têm.”

**René Descartes**

## RESUMO

No primeiro momento a ideia da manutenção é corrigir erros e através de planejamento solucionar outros. Em todos os setores é necessária uma manutenção, isto feita, os erros resolvidos, que é em algumas ocasiões um paliativo, um provisório, tem-se então todo um planejamento com o intuito de se traçar quando tem que ter nova troca. Tem-se necessidade de isolar local, máquina, equipamento, o que tem que ser utilizado, para que se minimize tempo (se obtenha o tempo ótimo de manutenção), custo e que a utilização se beneficie em todos os sentidos do que restaurado e que use por muito tempo. Sem prejuízo de qualidade e quantidade, danos físicos em quem utiliza (saúde dos operadores), garantia de eficiência e eficácia (fazer certo as coisas certas), lidar com desperdícios (evitando, mitigando, minimizando), retrabalhos, perda de tempo, custos excessivos e de esforços humanos. Pode se minimizar e até eliminar prejuízos financeiros indiretos e diretos para a empresa e a sua área de produção, é para isso que se utiliza o tempo ótimo de manutenção. A manutenção vem em uma evolução contínua, qualitativa e quantitativa. Conseguiu-se o respeito por seus profissionais no setor de manutenção e vem sendo adquirido à ideia da necessidade do departamento com o desenvolvimento e demonstração do quão importante é ter seus maquinários, equipamentos e/ou prestação de serviços em pleno funcionamento. O funcionamento coeso do setor é importante, esse fator é a visão de que o que o pessoal da manutenção quer é o mesmo que a empresa, o mesmo que os outros setores precisam. O setor de manutenção quer o mesmo que o comercial almeja e que o financeiro precisa, ou seja, a interação para que o sistema funcione junto, atendendo a todas as necessidades. Conseguindo o que a empresa precisa e projetou, tempos e mantendo um ambiente racional, saudável, adequado, amigável e tenha cumplicidade, profissional e funcional, por isso se faz necessário o tempo ótimo de manutenção. Baseada em dados estáticos e técnicos para se conseguir o tempo ótimo de manutenção, devem ser gerados relatórios concisos e específicos formados por tabelas de índices, alguns dos quais acompanhados com seus respectivos gráficos, projetados de forma que sejam de fácil análise e adequados a cada nível gerencial.

**Palavras-chaves:** desperdícios, custos, excessivos, corrigir.

## ABSTRACT

At first the idea of maintenance is to correct mistakes and solve other through planning. In all sectors maintenance is required, ie made, the error solved, which is sometimes a palliative, a temporary, then all one has a schedule with the aim of drawing when they have to new exchange. Has need to isolate location, machine equipment, which must be used, so that it minimizes time (to get the optimal maintenance time), cost, and that the use to benefit in every way than restored, use for a long time. Subject to quality and quantity, physical damage to those who use (health providers), efficiency assurance and effectiveness (right doing the right things), dealing with waste (avoiding, mitigating, minimizing), rework, lost time, cost overruns and human efforts. Can minimize and even eliminate indirect and direct financial losses for the company and its production area, that's why using the optimal maintenance time. Maintenance comes in a continuous evolution, qualitatively and quantitatively. It was possible to respect for its employees in the maintenance sector and has been acquired idea of the need of the department with the development and demonstration of how important it is to have their machines, equipment and / or services in full operation. The cohesive functioning of the sector is important, this factor is the view that the maintenance people want is the same as the company, the same as other sectors need. The maintenance sector wants the same as the commercial aims and that financial need, ie, the interaction for the system to work together, meeting all needs. Achieving what the company needs and designed, times and maintaining a rational environment, healthy, fit, friendly and has complicity, professional and functional, so that the great time of maintenance is required. Based on static and technical data to achieve the optimal maintenance time, must be generated concise and specific reports consist of tables of contents, some of which accompanied with their graphics, designed in ways that are easy to analyze and appropriate for each level management.

Keywords: waste, costs, excessive, correct.

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Exemplo de uma rotina de uma ordem de serviço .....	29
<b>Figura 2</b> – Exemplo de uma ordem de serviço .....	31
<b>Figura 3</b> – Exemplo do diagrama de Ishikawa .....	49
<b>Figura 4</b> – Exemplo de um estoque de manutenção .....	51
<b>Figura 5</b> – Exemplo de <i>Kanban</i> I .....	52
<b>Figura 6</b> – Exemplo de <i>Kanban</i> II .....	52
<b>Figura 7</b> – Exemplo de Pert/Com .....	54
<b>Figura 8</b> – Exemplo de Pert/Com detalhado .....	55
<b>Figura 9</b> – Exemplo de Pert/Com através de flechas .....	56
<b>Figura 10</b> – Diagrama de Com com as informações da tabela .....	57
<b>Figura 11</b> – Diagrama de Gantt .....	57

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 1</b> – Gráfico de Pareto I .....	42
<b>Gráfico 2</b> – Gráfico de Pareto II com informações pertinentes a metas .....	43

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Tabela para construção do diagrama de Com .....	56
<b>Tabela 2</b> – Tabela para construção do diagrama de Gantt .....	58
<b>Tabela 3</b> – Tabela para construção do diagrama de Gantt com mais informações que junto com a tabela 2 teremos dados necessários para a sua construção .....	59

## Lista de Quadros

<b>Quadro 1 – Quadro de Eficiência e Eficácia .....</b>	<b>21</b>
---	-----------

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	Tema e Problema.....	13
2	OBJETIVO GERAL.....	21
2.1	Objetivo específico.....	22
3	JUSTIFICATIVA.....	23
4	METODOLOGIA.....	24
5	MANUTENÇÃO.....	25
5.1	Definição (O que é manutenção).....	25
5.2	Objetivos Básicos e Centrais da Manutenção.....	28
5.3	Tipos de Manutenção (Quais são?).....	34
5.3.1	Introdução.....	34
5.3.1.1	Corretiva.....	34
5.3.1.2	Preventiva.....	35
5.3.1.3	Preditiva.....	36
5.4	Manutenção e Qualidade.....	37
5.5	Manutenção e Produtividade.....	43
6	PLANOS DE MANUTENÇÃO.....	45
7	MELHORIAS DA PRODUÇÃO.....	49
8	CONCLUSÃO.....	60
	REFERÊNCIA.....	62

## 1 INTRODUÇÃO

A Manutenção com um tempo ótimo é resultado de processos e procedimentos que visam atender o objetivo da empresa com relação aos seus produtos e/ou serviços.

Estes produtos e/ou serviços tem a necessidade de atender o ideal, a demanda do consumidor e agregando a estes a ideia de valor percebido ao produto e/ou serviço disponibilizado para os clientes.

Conseguindo assim um destaque no mercado, fixação dos produtos e/ou serviços, conforme lucratividade prevista e almejada pela empresa.

Fixando sua permanência no mercado até a necessária substituição por outros produtos e/ou serviços fornecidos pela empresa dentro das expectativas de inovação e necessidade.

Com informações através de livros e trabalhos acadêmicos mostra-se a necessidade do tempo ótimo de manutenção.

Com a integração de informações, necessidades, regras, normas e objetivos da empresa em sua essência e com todos os departamentos se consegue o tempo ótimo de manutenção.

Para que então se consiga com essa relação entre todos os departamentos; as metas definidas da companhia; a utilização de mão de obra qualificada; a qualidade; a diversificação dos produtos e/ou serviços.

O tipo de maquinário e/ou equipamentos e a confiabilidade dos seus produtos e/ou serviços mantém o setor de produção conforme a empresa precisa, como um todo e funcionando com todos os setores.

Necessário se trocar dados, ocorrências, processos, projetos, prioridades e metas para conseguir resultado nos métodos e procedimentos da empresa.

O tempo necessário para a realização é conforme o entrosamento, relacionamento, troca de informações e organização de todos os setores e

dentro caso do especificado pela empresa por causa de cronograma, fluxograma e metas estabelecidas.

O tempo ótimo de manutenção; O que ele é? Para que serve? Onde é utilizado e em qual momento na manutenção? São importantes questionamentos e necessários para obter o controle do funcionamento do setor de manutenção e para poder posteriormente se conseguir elaborar um tempo ótimo de manutenção.

### **1.1 Tema e Problema**

Temos a necessidade de utilizar bem e sempre uma e/ou várias e determinadas matérias-primas, insumos.

Precisamos de vários e específicos equipamentos/maquinários, dependendo é claro do produto, de instalações e mão de obra, no intuito de sempre utilizar esses itens e não sobrecarregá-los e ainda conseguirmos produção total.

Todos esses fatores levaram a criação do departamento de manutenção.

A manutenção para conseguir o mencionado, ou seja, ser reconhecida como departamento e parte imprescindível da empresa, começa a implementar processos e procedimentos e o tempo ótimo de manutenção é necessário com planejamento, com metodologia e metas, conhecer o projeto conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 1) “[...] programação e controle em vários itens [...]”, controlando e fazendo funcionar coerentemente todos os setores que depende da produção.

Conforme o estudo de caso “da Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG” de Wagner Baracho dos Santos, Sergio Brandão da Motta, Enrico Antonio Colosimo, que foi motivado por uma situação envolvendo chaves seccionadoras da empresa, com o intuito de apresentar uma forma para estimar um tempo ótimo entre manutenções preventivas que minimiza o custo total com manutenção e evita perda de receita.

Nesse caso o que acontecia é que a empresa recebia menos por não conseguir fornecer energia, que devido à quebra e reparo ou manutenção dos equipamentos, artigo para (Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 1, p. 193-202, jan.-abr. 2007), conforme o artigo p. 193

Um sistema reparável opera sob uma política de manutenção que especifica reparos preventivos em tempos pré-determinados e reparos mínimos quando ocorre uma falha. O processo de Poisson não homogêneo é um modelo adequado para as falhas aleatórias que são tratadas por reparo mínimo. Assumindo um único tipo de falha e uma forma paramétrica para a função de intensidade deste processo, pode-se encontrar uma política ótima de manutenção preventiva que minimiza o custo médio por unidade de tempo. Este artigo foi motivado por uma situação envolvendo chaves seccionadoras de uma empresa de energia elétrica. Neste sistema existem dois tipos diferentes de eventos aleatórios, caracterizados por distintas causas de falhas. Uma política ótima de manutenção preventiva é obtida estendendo-se os resultados da situação envolvendo um único evento aleatório.

O problema não é só mão de obra adequada e treinada.

Os equipamentos/maquinários suficientes e dentro de padrões de confiabilidade, com disposição da área de estoque e seu efetivo, funcionamento da produção, não só leiaute, mas projetos e prazos.

É necessário que toda organização consiga então administrar/calcular falhas e reparos, de forma a obter e buscando por excelência em projetos e processos.

Algumas técnicas são utilizadas para se conseguir que os processos sigam conforme procedimentos necessários e de acordo com os processos escolhidos são:

- FMEA - Failure Mode and Effect Analysis - Análise do Modo e Efeito da Falha (reconhecer e avaliar; identificar ações para reduzir e/ou eliminar; documentar para utilização futura), são de projetos e de processos as FMEA's;
- RCFA - Root Cause Failure Analysis - Análise da Causa Raiz da Falha;
- MASP - Método de Análise e Solução de Problemas;

- RCM - Reliability Centered Maintenance - Manutenção Centrada na Confiabilidade.

São vários os processos, com planejamentos que resultaram em melhorias, fazendo cálculos de intervalos de tempo, média de manutenções, quais são essas manutenções e quando utilizá-las e o porquê de sua utilização e custos.

Avaliação de custo médio com manutenções e reparos (de acordo com a vida útil determinada e conforme fabricante de cada equipamento/maquinário e de acordo com a utilização dos mesmos dentro da produção), horário adequado e utilização de fórmulas como (estudo de caso CEMIG) ponto crítico da função de custo  $t_{or}$  conforme o artigo ainda p. 196:

$$\frac{C_{MP}}{C_{MC}} = t_{or} I(t_{or}) - \int_0^{t_{or}} I(u) du = \int_0^{t_{or}} u I'(u) du \quad (8)$$

E então conforme o artigo ainda p. 196

Quando os dois tipos de eventos aleatórios possuem funções de intensidade e lei de potência dadas por  $I_1(t, \alpha_1, \beta_1)$  e  $I_2(t, \alpha_2, \beta_2)$ , o tempo ótimo entre manutenções preventivas é o valor de  $t_{or}$  que satisfaz a seguinte equação:

$$C_{MP} = C_1 (\beta_1 - 1) \left( \frac{t_{or}}{\alpha_1} \right)^{\beta_1} + C_2 (\beta_2 - 1) \left( \frac{t_{or}}{\alpha_2} \right)^{\beta_2} \quad (12)$$

Conforme artigo p. 195 “[...]  $C_{MP}$  é o custo unitário com MP,  $C_{MC}$  é o custo unitário médio com um reparo mínimo [...]” e ainda conforme o artigo p. 196 e 197

Neste caso, se a função custo possuir um ponto de mínimo  $t_{or}$ , este é o tempo entre MPs que minimiza o custo (tempo ótimo). Desta maneira, uma vez conhecido o valor da razão  $C_{MP} / C_{MC}$ , utilizando o processo de Lei de Potência para

$I_{(t)}$  na Equação 8 e resolvendo-se a integral, obtém-se o tempo ótimo entre as manutenções preventivas, dado por:

$$t_{OT} = \alpha \left[ \frac{C_{MP}}{C_{MC}} \frac{1}{(\beta - 1)} \right]^{1/\beta} \quad (9)$$

O estimador de  $t_{OT}$  é obtido estimando os parâmetros de  $I_{(t)}$  ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) e substituindo-os na Equação 9. O método de máxima verossimilhança é utilizado para esta finalidade e apresentado na Seção 4.

Suponha que o evento aleatório do tipo 1 refere-se aos defeitos, e o do tipo 2, às falhas. A mesma metodologia pode ser facilmente estendida para mais de dois tipos de eventos aleatórios independentes. Para simplificar a notação, a partir daqui, os tipos de eventos relacionados a defeitos e falhas são referenciados como eventos dos tipos 1 e 2, respectivamente. Considera-se que os eventos do tipo 1 e 2 são independentes e ocorram segundo um Processo de Poisson Não Homogêneo (PPNH). Sejam:

- $C_1$  : o custo unitário de cada reparo mínimo devido ao evento do tipo 1;
- $I_1(t)$ : a intensidade de ocorrência do evento do tipo 1;
- $C_2$  : o custo unitário de cada reparo mínimo devido ao evento do tipo 2; e
- $I_2(t)$ : a intensidade de ocorrência do evento do tipo 2.
- Os eventos dos tipos 1 e 2 são independentes.

Utilizando-se a mesma metodologia empregada para encontrar (5), encontra-se a função custo, que trata separadamente os custos decorrentes de dois tipos de eventos aleatórios. A função de custo é então dada por:

$$H_{(0, t]}(t_{MP}) = \frac{1}{t_{MP}} \left[ C_{MP} + C_1 \int_0^{t_{MP}} I_1(u) du + C_2 \int_0^{t_{MP}} I_2(u) du \right] \quad (10)$$

Igualando-se a derivada da função (10) a zero, encontra-se o tempo entre manutenções preventivas que

minimiza o custo (tempo ótimo). Este valor é a solução da seguinte equação:

$$C_{MP} = C_1 \int_0^{t_{OT}} u f_1(u) du + C_2 \int_0^{t_{OT}} u f_2(u) du \quad (11)$$

No caso de ambas possuírem parâmetros de forma iguais ( $\beta_1 = \beta_2$ ), diferenciando-se apenas no parâmetro de escala, o tempo ótimo tem solução analítica dada por:

$$t_{OT} = \left\{ \frac{C_{MP}}{(\beta - 1) \left[ C_1 \left( \frac{1}{\alpha_1} \right)^\beta + C_2 \left( \frac{1}{\alpha_2} \right)^\beta \right]} \right\}^{1/\beta} \quad (13)$$

Em caso contrário ( $\beta_1 \neq \beta_2$ ), a expressão para o tempo ótimo não oferece uma solução analítica. Desta forma, é necessário um método numérico, do tipo do de Newton Raphson, para poder encontrar uma solução.

Conforme artigo p. 193

O desenvolvimento do modelo tratado neste artigo foi motivado pela necessidade de se determinar políticas de manutenção, baseadas em dados reais relativos aos tempos de falha de equipamentos do sistema de transmissão de energia elétrica da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais). No atual modelo do setor elétrico brasileiro, as empresas transmissoras de energia elétrica são remuneradas pela disponibilidade de seus equipamentos, sendo as indisponibilidades penalizadas com pesados abatimentos nesta remuneração. Desta forma, ao se adotar uma política de manutenção com manutenções preventivas (MP), é fundamental encontrar o tempo ótimo entre MPs que garanta a maior disponibilidade dos ativos da empresa.

Serão usados conforme informado no decorrer do estudo de caso da CEMIG p. 193 “[...] Cálculo do custo médio da ação de manutenção, para cada tipo de evento aleatório [...]” em paralelo com “[...] Estimativa do tempo ótimo entre manutenções preventivas, utilizando a equação de custo de Manutenção Preventiva/Preditiva (MP) do modelo [...]” para eles conseguirem o tempo ótimo e reduzir os custos de manutenção e ter lucratividade.

Segundo ainda o artigo p. 193

Gilardoni e Colosimo (2007) apresentam uma proposta para estimar o tempo ótimo sob uma política de manutenção preventiva periódica, considerando os custos de manutenções preventivas sistemáticas e de manutenções corretivas decorrentes de um tipo de evento aleatório. Entretanto, em alguns casos o estudo torna-se mais preciso quando se separam os eventos aleatórios em grupos com características distintas e, neste caso, teríamos mais de um tipo de evento aleatório. Um caso muito útil é a caracterização dos tipos de eventos aleatórios, classificando-os pelas suas causas.

São caminhos a seguir, dentre outros, com as evidências do estudo de caso e no decorrer desse trabalho, que vão comprovar a necessidade e ganho com a utilização do tempo ótimo de manutenção.

Ainda e conforme o artigo p. 194

O objetivo deste artigo é apresentar uma proposta para estimar um tempo ótimo entre manutenções preventivas que minimiza o custo total com manutenção, tratando de forma separada dois tipos de eventos aleatórios independentes. Esta proposta é facilmente estendida para mais de dois tipos de eventos aleatórios independentes.

Nada feito sem planejamento evolui, se desenvolve.

Evoluir para se tornar aplicável, ser utilizável.

Ocorreram erros e as adequações servem como em engenharia de projetos para se aprender com as falhas, por isso conforme Prof. Dr Alexandre Augusto Massote Diretor do Depto de Engenharia de Produção da FEI no prefácio do livro de Valdir Cardoso de Souza (Organização e Gerência da Manutenção, 2011, p. 7)

Pode-se afirmar que, hoje é função essencial da manutenção manter o processo produtivo operando, sem interrupções não planejadas, garantindo a máxima eficiência operacional e com isto contribuir diretamente para o aumento da produtividade, com conseqüente melhoria da competitividade.

Para se chegar ao tempo ótimo de manutenção é necessário se fazer manutenções conforme necessidades tem que ter uma programação, um planejamento, controle de todas as manutenções e suas fases de utilização, conforme Kardec & Nascif, em Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA

ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 36)

A manutenção deve ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da organização e deve estar direcionada ao suporte do gerenciamento e à solução de problemas apresentados na produção, lançando a empresa em patamares competitivos de qualidade e produtividade.

Conforme o estudo de caso, no artigo p. 195 utilizadas técnicas para se conseguir o menor custo

#### Processo de Poisson

O Poisson é um processo de contagem de eventos, que pode ser definido como sendo uma coleção de variáveis aleatórias independentes  $N(t)$ , com  $t \geq 0$ , em que  $N(t)$  é o número de eventos no intervalo  $(0, t)$ .  $N(t)$ , é caracterizado por incrementos independentes e pela sua função de intensidade, que apresenta a seguinte forma:

$$I(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P[N(t, t + \Delta t) = 1]}{\Delta t} \quad (1)$$

O Processo de Poisson é chamado de Processo de Poisson Homogêneo (PPH), quando a função intensidade  $I(t)$  é constante. Pode-se dizer, neste caso, que o processo possui incrementos estacionários. Quando a função intensidade depende do tempo, tem-se a classe mais geral dos processos de contagem; denominada Processo de Poisson Não Homogêneo (PPNH). Maiores informações sobre o Processo de Poisson podem ser obtidos em Gut (1995). O Processo de Poisson Não Homogêneo (PPNH) possui um papel fundamental para modelar a ocorrência de eventos aleatórios sob um reparo mínimo (ASCHER; FEINGOLD, 1984). Um PPNH é frequentemente especificado pelo número médio de eventos em  $(0, t)$ , que é dado por:

$$M(t) = E(N(t)) = \int_0^t I(u) du \quad (2)$$

Várias formas paramétricas para  $I(t)$  são utilizadas na literatura, destacando-se a Lei de Potência proposta por Crow (1974), que tem a forma  $I(t) = \beta t^{(\beta-1)} / \alpha^\beta$  e a log linear que

tem a forma  $I(t) = \exp(\alpha + \beta t)$ . Outras formas podem ser encontradas em Puccini (2001). A função de lei de potência é a utilizada neste artigo devido ao seu destaque na área. Generalizações destes modelos podem ser encontradas em Tomazella (2003).

E ainda no artigo p. 196

#### Tempo ótimo para o caso de dois eventos aleatórios

Considera-se, que além de MP, ocorram dois tipos de eventos aleatórios. Os casos em que o reparo mínimo está relacionado a mais de um tipo de evento aleatório não são raros. Suponha, por exemplo, o caso de equipamentos em funcionamento que passam por inspeções periódicas, e que se detectada alguma anormalidade, uma manutenção é programada para corrigi-los. O custo referente à correção desta anormalidade, que será chamada de defeito, não deve ser tratado simplesmente como um custo usual de reparo mínimo, uma vez que a falha no equipamento de fato não ocorreu. O custo em questão seria decorrente de um evento aleatório e teria características bem distintas das falhas, que geralmente são bem maiores. A seguir, é apresentada uma proposta para estimar o tempo ótimo entre manutenções preventivas, considerando o custo com MP e os custos com reparo mínimo decorrentes de dois tipos de eventos aleatórios independentes, neste caso, falha e defeito.

Aplicando a melhoria contínua, ou seja, sempre existe um modo melhor de fazer, através, por exemplo, do **Kaizen** (palavra japonesa que significa mudança para melhor).

Assim se tem a avaliação da empresa com a concorrência baseada nos indicadores e relacionada com o **Benchmarking** (processo de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais – instrumento de gestão das empresas – pesquisas para comparar as ações de cada corporação).

Essas melhorias atingem os métodos, os processos, as pessoas, as ferramentas, as máquinas, tudo que se relacione com as atividades no dia a dia.

## 2 OBJETIVO GERAL

Demonstrar o porquê da utilização na manutenção do tempo ótimo e com inclusão de dados, de informações, de performances e produtividade, junto com o objetivo da empresa e metas dos setores.

Seguindo regras, padrões, procedimentos, processos e organização, procurando sempre se manter qualidade, se consegue diversificação de produtos e ter confiabilidade operacional de máquinas/equipamentos.

Obtendo menores custos, com zero de falhas e colocar a empresa em competitividade no mercado, ter entrega dentro do prazo, com a quantidade pedida, na hora devida, no local exato.

Gerando e obtendo sempre ganhos, conseguindo assim o que toda empresa almeja ter eficiência com eficácia e segundo,

### Quadro 1 – Eficiência e eficácia

<b>EFICIÊNCIA</b>	<b>EFICÁCIA</b>
Fazer certo as coisas	Fazer as coisas certas
Soluciona os problemas	Antecipa-se aos problemas
Economiza recursos	Otimiza a utilização de recursos
Cumpre as obrigações	Obtém resultados
Diminui custos	Aumenta os lucros
Sistema fechado	Sistema aberto
Ganhador	Vencedor
Curto prazo	Longo prazo

Fonte: Peter Drucker

## 2.1 Objetivo específico

- Mostrar a importância do tempo ótimo na manutenção para o cumprimento das metas da empresa;
- Calcular o custo utilizado e mensurar sua diminuição com a utilização do tempo ótimo de manutenção, com discriminação através de gráficos, tabelas e fórmulas;
- Identificar técnicas, procedimentos, processos para interação de todos os setores da empresa com o intuito não só de troca de informações para obtenção e funcionamento do tempo ótimo de manutenção e resultados conforme consenso e perspectiva de todos, de acordo inclusive com metas estipuladas.

### 3 JUSTIFICATIVA

Na manutenção a utilização do tempo ótimo visa obter maior confiabilidade de processos, através da busca pela falha zero e obtendo como consequência o menor custo total de produção.

Além disso, consegue estabelecer o momento de aplicação da manutenção e quais tipos devem ser utilizados durante o processo produtivo, esses são fatores que também visam obter o tempo ótimo de produção.

A melhoria da qualidade de processos ou produtos também é um fator importante para a obtenção do tempo ótimo de manutenção.

Através da melhoria da qualidade a empresa irá aumentar sua produtividade, tornando-se mais competitiva no mercado onde atua.

Por fim a empresa deve trabalhar de forma coesa, focada na colaboração mútua entre todos os departamentos, visando eliminar ineficiências ou gargalos no processo produtivo.

Para isso é importante que haja ampla comunicação dentro da companhia e através de troca de informações confiáveis e necessárias para o desenvolvimento e melhoria contínua dos produtos ou serviços da firma.

Segundo Flávio Sanson Fogliatto e José Luis Duarte Ribeiro no livro (Confiabilidade e Manutenção Industrial, 2009, p. 223)

Como regra, os programas de MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade) objetivam: impedir qualquer acidente que possa incorrer em danos pessoais; impedir qualquer acidente que possa gerar danos ambientais e infrações a normas locais, nacionais ou internacionais; impedir qualquer acidente que possa gerar danos materiais significativos e assegurar alta confiabilidade aos equipamentos gargalos.

#### 4 METODOLOGIA

O trabalho desenvolveu-se com base em levantamento sistemático da literatura científica disponível nos bancos de dados da SCIELO e GOOGLE ACADÊMICO, além de dados obtidos através de livros, teses e artigos relacionados na referência.

A pré-seleção da literatura encontrada foi feita através da análise do resumo ou estudo de caso disponível on-line levando em consideração a presença de informações relevantes ao trabalho. Foram realizadas consultas também em livros disponíveis na biblioteca da Universidade de Santo Amaro.

As formas para conseguir demonstrar o que é o tempo ótimo de manutenção, como e quando utilizá-lo e seus resultados foram obtidos através do relato de um artigo, um estudo de caso relacionado.

Artigos com informações sobre manutenção e melhoria contínua deste setor e através de monografias identificadas na referência também e as técnicas, procedimentos, processos também atrelados à manutenção como controle de qualidade total, confiabilidade conseguidos através de livros e artigos de revistas.

Procedimentos, metas, descrições, embasados na vivência de engenheiros, chefes, operadores, gerentes, gestores e administradores de empresa relatados nesses artigos, monografias, trabalhos e livros publicados e de renome e com condições de comprovar os resultados pedidos.

Com testes e cálculos verídicos e empregados em empresas que hoje se destacam no mercado pela competitividade e por demonstrarem conseguir menores custos com lucratividade, apenas mudando sua cultural operacional.

Utilização essa em companhias que conforme as informações e fontes levam tempo, são necessárias, tem quer comprometimento das áreas e da alta cúpula da corporação e o reconhecimento dos esforços por metas obtidas.

A comprovação através do estudo de caso vem de acordo com as informações relatadas pelos livros, artigos, trabalhos e monografias e são fatos incontestáveis da necessidade e realidade do tempo ótimo de manutenção.

## 5 MANUTENÇÃO

A manutenção tem que funcionar e ser vista como parte do todo, ou seja, do todo da empresa e como parte para obtenção das metas por causa de suas definições, apoio, resolução, necessidades e direcionamento.

### 5.1 Definição (O que é manutenção)

A palavra "manutenção" é originada do latim (Manus Tenere), ou seja, manter o que se tem.

A manutenção industrial se desenvolveu junto com a evolução técnica da humanidade e diferentes ritmos de desenvolvimento e competitividade industrial.

É a forma achada para que os equipamentos/acessórios, a operação e instalações funcionem conforme necessidades da empresa.

Conseguindo não só os custos baixos, mas também e sempre mantendo qualidade e como vários departamentos da empresa estão envolvidos se exige um planejamento conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p.1)

Controle de custo por manutenção em equipamento;  
Estrutura de análise de ocorrências e anormalidades nos equipamentos;  
Indicadores de desempenho;  
Padronização nos processos da execução de atividades;  
Análise no índice de obsolescência de equipamentos;  
Históricos atualizados dos equipamentos;  
Treinamento específico para o pessoal;  
Treinamento nos procedimentos de higiene e segurança no trabalho;  
Pessoal específico na área de informática dedicada ao histórico e análise da manutenção preventiva ou corretiva dos equipamentos;  
Circulação das informações interna e externa;  
Evidências objetivas.

Portanto, conserto e/ou reparo é para se ter condições específicas de funcionamento e sistematizada para se obter a meta, sem falhas, sem paradas, evitando assim o rótulo da manutenção de "quebra-galhos".

A visão de que custos e perdas da empresa, inclusive de qualidade, estão relacionados com a falta, a pouca ou com a hora errada de manutenção,

era uma ideia enraizada na empresa, mas como diz o Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, ainda p.1)

Manutenção é a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um equipamento ou instalação em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. A manutenção pode incluir uma modificação de um item ou equipamento.

Manutenção é muito mais do que simplesmente o conceito de consertar, ou trocar o que não funciona, é também lidar com desperdícios, retrabalhos, perda de tempo, custos excessivos e de esforços humanos.

A manutenção também visa através dos procedimentos e processos minimizar e até eliminar prejuízos financeiros indiretos para a firma, por isso que planejar e adequar para essa situação um tempo ótimo de manutenção é essencial e primordial em um ambiente de produção.

Assim se consegue com todo um trabalho de organização na manutenção o devido planejamento das atividades.

Com o desenvolvimento do processo de prevenção das falhas e juntamente com a correção, a manutenção saiu da situação de que o operador que manuseava o equipamento e que já fazia os reparos, para um departamento com estrutura tão importante quanto á estrutura de operação.

Começou a utilização da metodologia do RCM para ter um departamento de manutenção, então conforme Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 40)

RCM é uma metodologia que identifica no contexto de cada operação quais as ações mais indicadas para a preservação das funções nelas existentes. Como o nome diz RCM trata a manutenção por meio de um estudo de confiabilidade de cada sistema, trazendo para esta função um tratamento mais científico. Nesse processo, cabe à manutenção identificar o índice da confiabilidade de cada equipamento e do processo como um todo e como essa confiabilidade pode ser melhorada.

O RCM é um processo analítico, usado por equipes para determinar os requisitos básicos para implementação das atividades e de inclusive da Manutenção Preventiva/ Preditiva.

O RCM consegue nada mais e nem menos que minimizar custos da não eficácia no sistema produtivo, levando a competitividade da empresa, por causa dos produtos e/ou serviços ofertados.

Sendo assim e nessa evolução dos métodos e meios de inspeção, desenvolvimento de critérios e técnicas de predição ou previsão de falhas, teremos a otimização da atuação das equipes de execução de manutenção.

Trabalhando no todo, que fica definido e é claro essa interação dos setores conforme o Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 3) “[...] Deve haver equilíbrio entre responsabilidades e meios para sua execução [...]”, não é só falar o que tem que fazer e como fazer, dar condições de fazer e apoio total.

Assim com toda a evolução das técnicas de manutenção teremos e mostraremos como ter um tempo ótimo de manutenção.

Discriminando todas essas evoluções das técnicas de manutenção e informando todas as manutenções e suas utilizações, até chegarmos a cálculos e demonstração efetiva do ganho na utilização do tempo ótimo de manutenção.

A confiabilidade no tempo ótimo de manutenção é imprescindível para demonstrar o quão importante, necessária, estratégica e eficiente para a área de produção de uma empresa é o seu funcionamento.

A confiabilidade no tempo ótimo de manutenção é obtida pelo funcionamento correto e previsto do setor de manutenção e com o TPM (Manutenção Produtiva Total) conforme Flávio Sanson Fogliatto e José Luis Duarte Ribeiro no livro (Confiabilidade e Manutenção Industrial, 2009, p. 233) “[...] que é considerada como a evolução natural da manutenção corretiva (reativa) para manutenção preventiva (pró-ativa) [...]”.

Existindo um envolvimento total de todos os setores e funcionários para obtenção dos resultados, metas necessárias, segundo Artigo para Revista de

Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 41) “[...] TPM ou Manutenção Produtiva Total, é mais do que uma ferramenta de manutenção, é uma filosofia de trabalho tida como missão da empresa na manutenção da produtividade [...]”.

Conforme o Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 2) temos algumas funções básicas de manutenção

Efetuar reparos, selecionar, treinar, e qualificar pessoal para assumir responsabilidades de manutenção; Acompanhar projetos e montagens de instalações para posteriormente a manutenção poder otimizá-los; Manter, reparar e fazer revisão geral de equipamentos e ferramentas, deixando-os sempre em condições operacionais; Instalar e reparar equipamentos para atender necessidades da produção; Prever com antecedência suficiente a necessidade de material sobressalente; Separar o tratamento dado a equipamentos e sobressalentes nacionais dos estrangeiros, no que se refere a prever suas necessidades; Nacionalizar o maior número de sobressalentes ou equipamentos possíveis, dentro dos critérios de menor custo e ótima performance; Manter um sistema de controle de custos de manutenção para cada equipamento em que haja intervenção.

## **5.2 Objetivos Básicos e Centrais da Manutenção**

Com a Segunda Guerra Mundial houve um aumento da produção e a preocupação com a ocorrência de falhas nos processos e procedimentos dentro do setor de produção.

O departamento de manutenção então teve que se adequar a essa nova metodologia e necessidades da corporação e fornecer condições de prevenir que as máquinas e equipamentos não quebrem (parem), conseguindo assim uma manutenção preventiva.

A manutenção preventiva tem que ter planos definidos entre manutenção e produção.

Com o aprimoramento das técnicas, as adequações, a organização e o conhecimento adquirido pela manutenção preventiva no decorrer de sua utilização e para o processo de melhoria contínua vesse então a manutenção preditiva que foi incorporada pela seção na década de 1970.

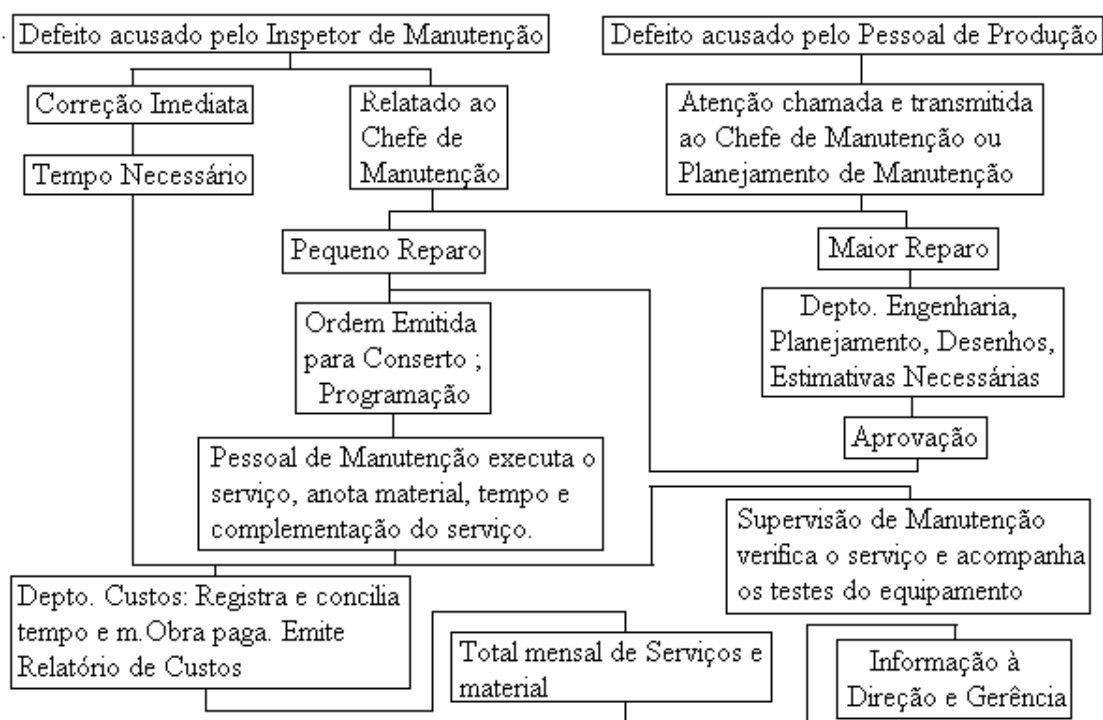
A manutenção preditiva tem a finalidade de indicar as condições reais de funcionamento das máquinas, baseando-se em dados que mostram seus desgastes ou processo de degradação, assim se terá ações de inspeção em intervalos de tempo definido.

O setor de manutenção com o passar do tempo foi adquirindo rapidez nos procedimentos, no dia a dia a equipe foi executando os serviços conforme necessidades e com aplicação de novos materiais e técnicas.

Todos os procedimentos e processos usados foram registrados e essas informações colocadas no histórico do equipamento/ máquina.

Todos os dados, os erros, as informações, vão formar a base para a manutenção preventiva e preditiva. Só haverá correção se a causa for identificada e eliminada.

**Figura 1** - Exemplo de uma rotina de uma ordem de serviço



Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 68)

O departamento de manutenção tem que ter uma organização para se conseguir ações efetivas conforme o Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 2 e 3 respectivamente) “[...] A estrutura da organização deve ser tão simples quanto possível de acordo com os corretos princípios de organização [...]”; e também “[...] Os níveis de autoridade (cargos de gerência) devem ser reduzidos ao mínimo [...]”.

A manutenção pode ser diária, semanal e/ou mensal e de acordo com a necessidade da produção.

A manutenção funcionando corretamente apresentará as seguintes expectativas conforme Valdir Cardoso de Souza no livro (Organização e Gerência da Manutenção, 2011, p. 23)

Reduzir o envelhecimento ou degeneração dos equipamentos; Melhorar o estado técnico operacional do equipamento; Atuar antes dos custos de manutenção; Eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de quebra dos equipamentos; Diminuir os tempos de imobilizações do equipamento para consertos; Normalizar o equipamento e suas peças sobressalentes; Assegurar uma diminuição do trabalho; Realizar os reparos nas melhores condições para operação; Programar os trabalhos de conservação; Suprimir as causas de acidentes graves garantindo a confiabilidade nos equipamentos.



No setor de manutenção temos:

- A) A atividade de limpeza em primeiro lugar; sendo realizada pelo operador do equipamento/máquina por ele conhecer o equipamento e saber suas limitações e funcionamento. Ele consegue verificar no equipamento possíveis vazamentos e outros fatores que indicam a limpeza e melhorias de proteção;
- B) Em segundo a lubrificação; que é uma atividade feita com a equipe de manutenção e os operadores das máquinas/equipamentos. Eles vão conseguir o máximo de aproveitamento da vida útil dos mesmos. Terão definição dos períodos adequados para cada ponto do equipamento, verificações dos níveis dos reservatórios definidos pelos planos que atuam em fatores como:
- Temperatura;
  - Velocidade;
  - Carga e outros e;
  - As inspeções nos equipamento;
- C) Em terceiro as inspeções nos equipamentos/máquinas; ponto este importante, pois, é por meio da inspeção que reconhecemos prematuramente uma possível “falha futura” ou anomalia. Feitas por pessoal treinado previamente e que deverá seguir as “falhas de inspeção”;
- D) Em quarto a calibração e regulagens de instrumentos. Os instrumentos de medição e indicativos da produção são de suma importância, pois, estes identificam as condições de trabalho e a condição da operação. Portanto em condições de uso perfeito para representar suas dimensões de acordo com o esperado;

- E) Em quinto a troca periódica de componentes de acordo com determinação de dados dos fornecedores, acrescidos dos históricos de vida útil ao longo das inspeções de manutenção. Baseada em dados estáticos e técnicos e conforme utilização na produção.
- Assim aumenta o tempo de disponibilidade do equipamento, minimiza os tempos de emergências não planejadas e aumenta a confiabilidade de um equipamento na linha produtiva.
- Aproveita os componentes em toda sua vida útil e determina previamente uma parada programada.

No decorrer da manutenção se consegue um padrão pré-estabelecido para máquinas/equipamentos, que permite se detectar as situações em que se ultrapassaram os valores críticos de referência para os parâmetros definidos dos mesmos.

O que significa estar-se perante uma situação de início de falha, término da condição (habilidade) ou a impossibilidade desses itens para desempenhar suas funções.

Nestes casos programa-se a realização de uma manutenção preventiva, denominada "manutenção preventiva não sistemática". Assim atuando no defeito, ou seja, uma intervenção pontual.

Existe conforme Chiu & Huang, em Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 37) “[...] a relação entre o custo com manutenção preventiva e o custo da falha [...]” e conforme dito por Cattini, no mesmo artigo “[...] a relação entre custo de manutenção, custo da indisponibilidade e produtividade” inclusive estudada por modelo matemático de Chiu & Huang, também do mesmo artigo.

Assim teremos índices classe mundial que visam à gestão de equipamentos e gestão de custos que são:

- Tempo médio entre falhas;
- Tempo médio para reparo;
- Tempo médio para falha;
- Disponibilidade de equipamentos;
- Custo de manutenção por faturamento; Custo de manutenção pelo valor de reposição.

### **5.3 Tipos de Manutenção (Quais são?)**

#### **5.3.1 Introdução**

O que é cada manutenção define como utilizar e quando.

Adequarmos às necessidades de cada produção, ou seja, produto fabricado com seus respectivos prazos de entregas, materiais utilizados, estoques e ideal da empresa.

As necessidades do financeiro, do departamento comercial, de projetos e demanda do consumidor para o produto ofertado, acarretando assim sua periodicidade e fase ou etapa de utilização dessas manutenções.

##### **5.3.1.1 Corretiva**

Manutenção corretiva é o conserto, a correção da falha, quando a máquina ou equipamento quebra.

Tem que ter informações prioritárias para análise do desempenho, da repetição dos defeitos e outros padrões e equipe apta inclusive a passar essas informações.

Teremos aqui a parada do equipamento, a diminuição da produtividade e dependendo da forma realizada dessa manutenção posteriormente e ai essa

máquina voltando à operação até perca de qualidade, o que vai afetar o valor de venda do produto e não cumprimento de prazos.

Não gerando receita para a companhia e perdendo confiabilidade do consumidor, essa manutenção é baseada na condição do equipamento/máquina.

Manutenção corretiva planejada (inteligente) esta não oferece risco à operação e também não propício riscos ao operador e ao meio ambiente.

Esta terá o seu momento mais propício para execução, já na manutenção não planejada a falha é abrupta e imprevisível, correção em caráter emergencial.

#### **5.3.1.2 Preventiva**

Manutenção preventiva tem que ter planos definidos, planejados entre manutenção e produção.

Sua intervenção pode ser diária, semanal e mensal, sem imprevistos.

Assim se consegue inclusive prevenção da parada do equipamento/produção e de toda a atividade de todos os departamentos da empresa envolvidos, é a manutenção baseada no tempo.

Manutenção preventiva periódica sistemática não tem uma frequência específica, mas é dividida por partes onde tem; as inspeções dos equipamentos, o operador, o mantenedor, o inspetor, o supervisor e o gerente, diretor, superintendente e presidente todos envolvidos para a sua finalização.

Temos então um conteúdo grande e diversificado de informações que leva a uma sistematização e padronização deste processo.

### 5.3.1.3 Preditiva

Manutenção Preditiva ou Condicionada; que é a ação de inspeção em intervalos de tempo definidos, indicando a real condição de funcionamento, baseado em dados de desgastes/degradação.

Tendo assim uma predição de vida útil, com boa utilização do mesmo, ou seja, utilizar conforme suas condições os equipamentos/maquinários (inclusive com os dados de fábrica dos mesmos)

Conseguindo com isso prever uma intervenção por existência de uma anomalia, falha, um defeito, tem então a intervenção de forma planejada que não teve ocorrência de parada e conforme Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 39)

A manutenção preditiva caracteriza-se pela medição e análise de variáveis da máquina que possam prognosticar uma eventual falha. Com isso a equipe de manutenção pode se programar para a intervenção e aquisição de peças (custo da manutenção), reduzindo gastos com estoque e evitando paradas desnecessárias da linha de produção (custo da indisponibilidade).

Por ser uma manutenção de acompanhamento, a preditiva exige uma mão de obra mais qualificada para o trabalho e alguns aparelhos ou instrumentos de medição.

Existem formas de atuação da manutenção e sua necessidade de utilização é conforme o tipo de empresa, sua atuação, seu produto e/ou serviço e através desta situação então teremos ainda algumas especificações das manutenções:

- A manutenção centralizada - única área física com todos os departamentos envolvidos próximos;
- A manutenção descentralizada - onde a equipe esta sob supervisão da produção;
- A manutenção mista - nessa a administração centralizada e os atendimentos técnicos descentralizados;

- E manutenção terceirizada - grau de conhecimento e habilidade que não se tem no setor de manutenção.

#### **5.4 Manutenção e Qualidade**

É fato incontestável que a qualidade depende da manutenção, assim como a manutenção já faz parte da empresa de forma física.

A manutenção esta definindo preço, produto, prazo de entrega, controle de estoque, lucratividade, competitividade, finalizando processos e projetos e participando de praticamente todos os setores da empresa.

A manutenção é a solução desejada para problemas na produção e estes problemas são oportunidades para melhorar o processo e sendo assim a qualidade pode significar adequação ao uso.

Qualidade em atender e se possível exceder as expectativas do consumidor.

A qualidade é utilizada no controle do processo para um PDCA (método este que é o planejar, o fazer, o verificar, o agir), que elevará o sistema produtivo para níveis superiores de qualidade.

Com a redução das não conformidades, com eliminação definitiva das causas dessas não conformidades, conforme cumprimento dos padrões e metas estabelecidas e conforme necessidade do cliente e ideal da empresa se tem qualidade em todo o ciclo de vida do produto/serviço.

Conforme o autor Vicente Falconi Campos no livro (Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês), 1992) para ele no começo do livro qualidade é

Qualidade é uma questão de vida ou morte. Sua empresa só sobreviverá se for a melhor no seu negócio.

Qualidade é mudança cultural. É preciso que as pessoas sintam a ameaça de morte da empresa, ainda que ela possa estar num horizonte de 5 a 10 anos.

Qualidade é mudança cultural. É preciso tempo para conduzir mudanças (5 a 10 anos). Se você não dispuser deste tempo, não inicie esta longa caminhada.

Qualidade é mudança cultural. É preciso liderança para conduzir mudança. Se você não estiver disponível para isto, não inicie o programa.

Vocês esta pensando em qualidade para melhorar seus resultados. Acompanhe estes resultados mensalmente através de gráficos mostrados a todos. É necessário um placar para certificar-se que você está ou não ganhando o jogo.

Todos devem estar envolvidos. TODOS. Para isto é necessário Emoção. Reveja suas políticas de recursos humanos e proponha uma Visão de Futuro compartilhada por todos. Estamos todos no mesmo barco e temos que sobreviver.

Conforme Souris, em Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 36)

A busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

A qualidade da função manutenção pode evitar a deterioração das funções operacionais dos equipamentos, especialmente aquelas que levam a falhas ocultas, que resultam na incapacidade do processo, apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá sua capacidade devido a desvios provocados por problemas no equipamento.

Conforme Kardec & Nascif, em Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003 p. 36) “[...] A manutenção é encarada como essencial também nos sistemas de gestão da qualidade, como a ISO 9000 [...]”.

Assim como na manutenção, para a qualidade é necessário saber seu conceito e também o de produtividade.

Na qualidade existe a ausência de defeitos e o conceito de **Just in Time** que é produto e/ou serviço no prazo certo, local correto e na quantidade exata, conforme (Aplicação del Lean Manufacturing al Manutenção – Ing. Jorge Luiz M. Felix – TCC 24 ENGEMAN – Mar 2012) “[...] por sua vez o **Just in Time** se obtém através de layouts eficazes, flexibilidade de troca de produção, fornecedores confiáveis, funcionamento de máquinas confiáveis e qualidade de produtos [...]”.

Já a produtividade é a relação entre o que a empresa produz com o que ela consome.

Então não é só produzir mais, com menos custos, maior números de produtos, com o mesmo número de funcionários e maquinários, com a mesma e/ou melhor, qualidade conforme necessidade do consumidor é buscar excelência.

Várias questões envolvem qualidade e produtividade e definem a manutenção utilizada, baixa nos custos da mesma e ate indisponibilidade de máquinas e/ou equipamentos são algumas questões.

Então gestão da qualidade, análise de sistema de produção (qual melhor?) e outros fatores estratégicos são necessários.

Para o controle de qualidade a utilização dos 5S se faz necessária, por que é aperfeiçoar o que já se faz bem os 5S, definido pelo conceito de que os 5S surgem em empresas do Japão durante sua reconstrução após segunda guerra mundial, montar tudo novamente e melhor.

Os 5S são o senso de utilização, eliminação de itens desnecessários, senso de orientação, senso de limpeza, ou seja, jeito de agir, de colocar a mão na massa e dois sensos para o jeito de ser, que é o senso da autodisciplina, baseado na razão que estimula o compromisso e o senso baseado na emoção.

O senso baseado na emoção, no sentimento sobre a prática, este promove a padronização saudável, controle dos processos, assegurando o resultado final.

Os 5S cuidam da base de todo processo da empresa, conforme Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba Santa Bárbara d'Oeste, (Análise dos Custos de Manutenção e de Não-Manutenção de Equipamentos Produtivos, 2003, p. 40) “[...] O 5S é o início de um processo de mudança de postura diante da função manutenção [...]”.

O intuito da qualidade é ser um instrumento gerencial com a finalidade de garantir a sobrevivência da empresa em longo prazo, conforme Vicente Falconi Campos no livro (Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês), 1992, p. 2)

- a. Que atende perfeitamente = PROJETO PERFEITO
- b. De forma confiável = SEM DEFEITOS
- c. De forma acessível = BAIXO CUSTO
- d. De forma segura = SEGURANÇA DO CLIENTE
- e. No tempo certo = ENTREGA NO PRAZO CERTO, NO LOCAL CERTO E NA QUANTIDADE CERTA.

E ainda conforme Vicente Falconi Campos no livro (Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês), 1992, p. 97)

Os objetivos da qualidade são estabelecidos pela alta administração de acordo com a política da qualidade. Um programa deve ser estabelecido e implementado para atingir os objetivos.

Conforme Vicente Falconi Campos no livro (Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês), 1992, p. 99)

Para atingir concretamente a política da qualidade e os objetivos da qualidade como descritos anteriormente, é necessário que a alta administração estabeleça e gerencie um sistema de qualidade que inclua:

- a. Pesquisa das necessidades e exigências do mercado
- b. Planejamento do produto
- c. Desenvolvimento de novos produtos
- d. Projeto
- e. Engenharia de produção
- f. Compras
- g. Produção
- h. Inspeção de testes
- i. Estocagem e preservação
- j. Empacotamento
- k. Transportes (interno e externo)

- l. Vendas
- m. Manutenção e assistência técnica
- n. Instruções de como dispor do produto após o uso.

Para que o sistema de qualidade possa funcionar bem é necessário que a alta administração estabeleça uma organização da qualidade definindo a autoridade e responsabilidade de cada um pela qualidade e definindo também a cadeia de comando.

As características básicas do Controle da Qualidade Total conforme Vicente Falconi Campos no livro (Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês), 1992, p. 13)

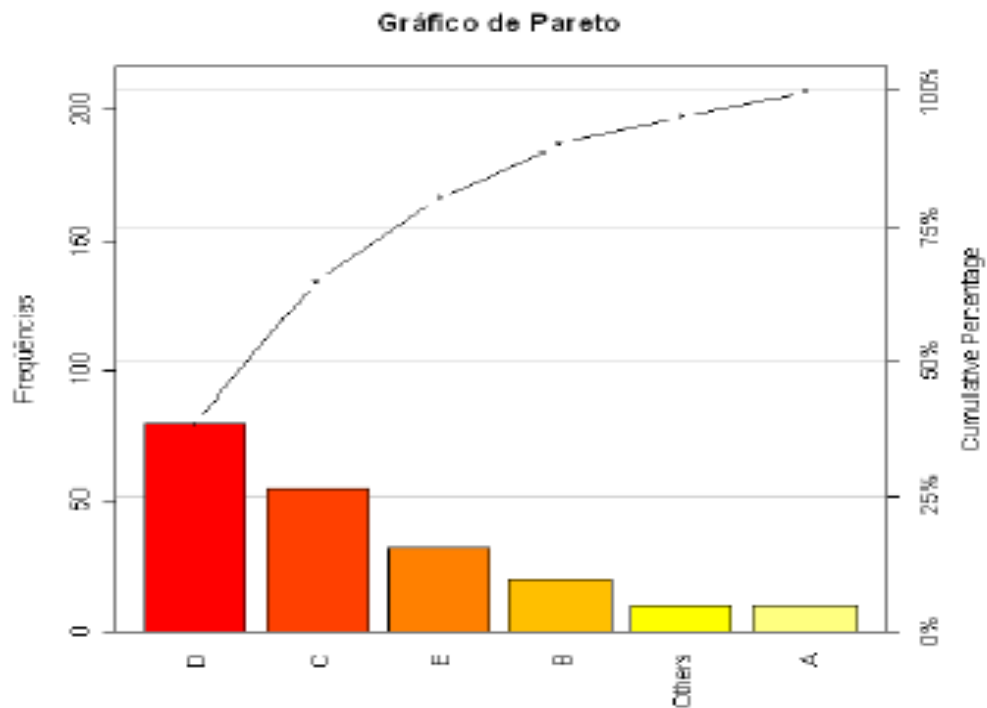
- a. É um sistema gerencial que parte do reconhecimento das necessidades das pessoas e estabelece padrões para o atendimento destas necessidades.
- b. É um sistema gerencial que visa manter os padrões que atendem às necessidades das pessoas.
- c. É um sistema gerencial que visa melhorar (continuamente) os padrões que atendem às necessidades das pessoas, a partir de uma visão estratégica e com abordagem humanista.

Na qualidade também se utiliza o Método de Análise de Pareto (fatos e dados priorizados) no começo e até para justificar o quanto tem que andar juntos qualidade e manutenção e com todo envolvimento da empresa.

O Gráfico de Pareto é um gráfico para indicar qual problema, ordena as frequências das ocorrências da maior para a menor, permitindo a priorização dos problemas.

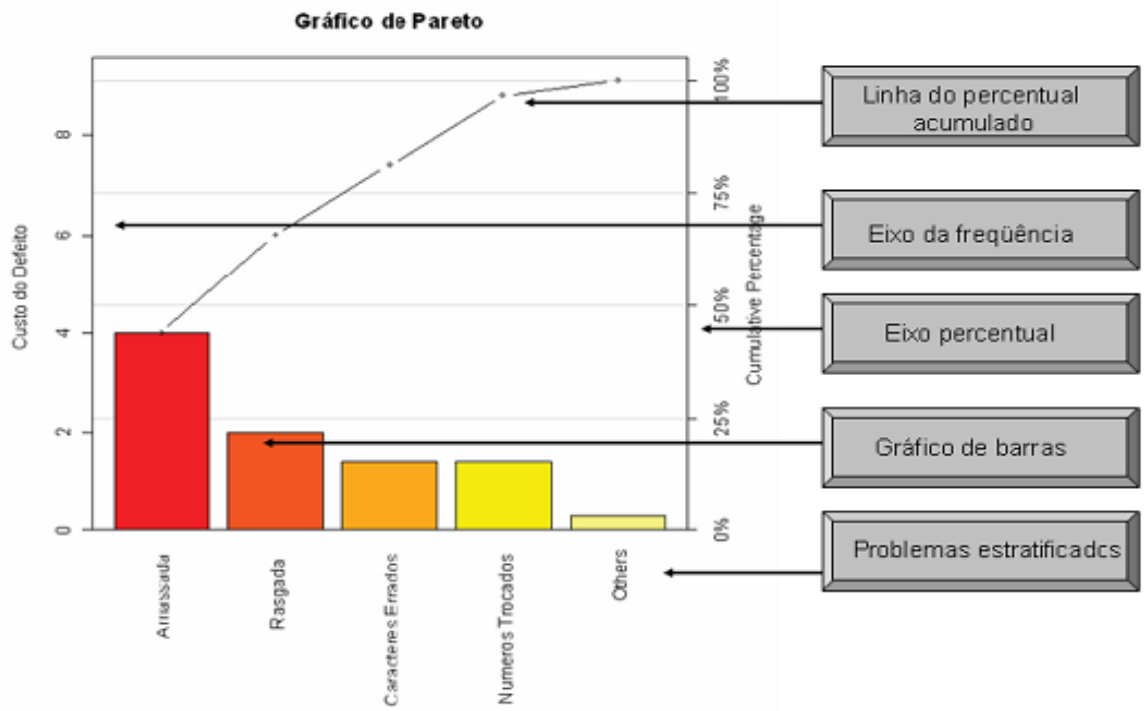
Conforme (LOPES, 2000), utilizado na monografia de Juliana Martins da Cruz “Melhoria do tempo-padrão em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos”, novembro 2008 “[...] relacionado com a variabilidade dos dados, deve ser solucionado primeiro a fim de se eliminar defeituosos e melhorar o processo [...]”.

Exemplos de gráficos de Pareto.

**Gráfico 1 – Gráfico de Pareto I**

Fonte: Conforme portalaction.com.br no google

Nesse método se dividi os problemas por departamentos/setores, envolvendo-se todas as áreas da empresa para facilitar soluções, assim se tem metas concretas e tangíveis estabelecidas para todos.

**Gráfico 2** – Gráfico de Pareto II com informações pertinentes a metas

Fonte: Conforme portalaction.com.br no google

## 5.5 Manutenção e Produtividade

É incontestável que assim como na qualidade a manutenção define a produtividade e esta definição da mesma forma que na qualidade é causada por uma falta de manutenção, uma manutenção errada ou hora inadequada ou então uma manutenção sem necessidade.

A produtividade depende da manutenção, ou seja, sua utilização ou não e a forma, com isso acarretando uma redução de desempenho/perda de produção por paradas.

Só que a produtividade se entende entre o que a empresa produz com o que ela consome como já dita, com essas falhas, ou seja, diferenças de produção se tem uma elevação nos custos operacionais.

Para se determinar, ou seja, buscar a origem da falta de produtividade, da baixa produtividade ou de utilização de horas extras para se finalizar a produção de determinado produto é que serve o tempo ótimo de manutenção.

Conforme afirmação do Prof. Deming no livro de Vicente Falconi Campos (Controle de Qualidade Total (No Estilo Japonês) 1992, p. 3) “[...] a produtividade é aumentada pela melhoria da qualidade e que este fato era de domínio de uma seleta minoria [...]”.

Produtividade também pode ser definida pela taxa de valor agregado, ou seja, valor produzido dividido por valor consumido, agregar o máximo de valor ao menor custo.

Assim como na produtividade podemos substituir valor produzido e valor consumido por qualidade e custos respectivamente, aqui então temos definida que a produtividade é aumentada pela melhoria da qualidade.

Ainda podemos na produtividade substituir os termos valor produzido e valor consumido por faturamento dividido pelos custos (taxas internas da empresa), aqui senão houver consumo a produtividade cai, segundo o “TPS – Toyota Production System – Sistema Toyota de Produção” desenvolvido pelo Engº Taiichi Ohno e por Aplicação del Lean Manufacturing al Manutenção 3 de Ing. Jorge Luiz M. Felix – TCC 24 ENGEMAN – Mar 2012 respectivamente

A tradicional equação “Custo + Lucro = Preço” deve ser substituída por “Preço – Custo = Lucro”, ou seja, segundo a lógica tradicional, o preço era imposto ao mercado como resultado de um dado custo de fabricação acrescido de uma margem de lucro pretendida.

O TPS é à base do “Lean Manufacturing” que está suportado por dois pilares: “Just in Time” e “Eliminação dos Desperdícios”

## 6 PLANOS DE MANUTENÇÃO

A diferença da manutenção de antes e a manutenção que temos agora é o seu desenvolvimento e aperfeiçoamento, adequação as diferenças de produção por causa dos produtos ofertados e suas quantidades e com todo o avanço técnico.

O conserto somente quando a falha aparece, ou seja, a máquina/equipamento quebra era o que se utilizava e o operador é quem se encarregava de “dar jeito”.

Não se tinha organização, método, planejamento, processos, procedimentos e sim atendimento conforme demanda, trabalhando com o que tinha e da forma que dava.

Conforme pronunciamento feito por Mc. M. Granski da Unido no II Congresso da Federação Europeia de Sociedades Nacionais de Manutenção, EFNMS, em Paris, 1974, mencionado por Gil Branco Filho no livro (A Organização, Planejamento e o Controle da Manutenção, 2008, p. 47)

“os problemas de manutenção proveem de falta de base, inexperiência em direção, falta de tradição industrial assim como estruturas industriais inadequadas. Os investimentos em países em desenvolvimento são feitos à custa do consumo. Assim, a economia feita na seleção, compra e utilização de equipamentos deve ter um papel muito mais decisivo nos países mais pobres.”

Para Gil Branco Filho no livro (A Organização, Planejamento e o Controle da Manutenção, 2008, p. 47) esse pronunciamento é fato e

Concordando com pronunciamento e adicionando o que foi estabelecido nos parágrafos anteriores, não é forçar o raciocínio afirma que “a grande parte dos problemas de manutenção provê de instalações inadequadas, de estruturas não otimizadas e de organogramas que não são os mais adequados para a situação, tanto do ponto de vista de produção como de manutenção.”

Não existe uma produção perfeita, mas sim, adequada e com condições da manutenção intervir e deixar seus maquinários/equipamentos no nível de qualidade e confiabilidade conforme objetivos.

Várias práticas e técnicas são utilizadas para maximizar a capacidade dos equipamentos e processos na empresa.

Portanto o planejamento que é o processo que leva ao estabelecimento de um conjunto coordenado de ações, visando à consecução de determinados objetivos, é uma das partes para definição do funcionamento do departamento de manutenção.

A programação é o plano de trabalho de uma empresa ou organização, para ser cumprido ou executado dentro de um determinado período de tempo, que tem que funcionar junto com o planejamento na manutenção.

O controle é a fiscalização exercida sobre atividades de pessoas ou departamentos para que não se desviem de normas preestabelecidas. Deve incluir atividades de correção de eventual desvio.

Definindo assim a manutenção e sua utilização e de comum acordo com a missão da empresa, ou seja, com todos os setores juntos.

Conforme Gil Branco Filho no livro (A Organização, Planejamento e o Controle da Manutenção, 2008, p. 82)

PCM: Conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa.

O programador no contexto aqui abordado: o responsável pelas atividades de planejamento e programação da manutenção da empresa.

Destas formas espera-se que os benefícios surjam e sejam vistos pela empresa, citando ainda Gil Branco Filho no livro (A Organização, Planejamento e o Controle da Manutenção, 2008, p. 82 e 83 as vantagens)

Redução de perda de tempo da mão de obra direta:

Uma secção de PCM deve contribuir para a redução de perda de tempo dos executantes devido:

- a. falta de informação sobre o que fazer
- b. falta de informação sobre onde efetuar a manutenção

- c. falta de informação sobre quando executar a tarefa
- d. falta de informação sobre como fazer e o que usar durante a manutenção
- e. falta de informação sobre quais ferramentas
- f. falta de informação sobre quais sobressalentes e quais materiais utilizarem
- g. falta de coordenação para evitar inconsistências durante a execução das tarefas
- h. falta de informação sobre como fazer
- i. e finalmente, mas não menos importante, fazer com que as equipes executantes se preocupem em executar as suas tarefas, dedicando-se a sua atividade principal.

É necessário para a manutenção nas suas atividades conforme Flávio Sanson Fogliatto e José Luis Duarte Ribeiro no livro (Confiabilidade e Manutenção Industrial, 2009, p. 244)

- Entender claramente os propósitos do equipamento e as funções que ele deve desempenhar;
- Avaliar e aprovar o investimento necessário e o custo de manufatura associado ao equipamento;
- Sempre que possível conduzir de forma integrada o projeto do produto e o projeto do equipamento;
- Definir os procedimentos a serem observados durante a produção;
- Definir o envelope operacional, detalhando ajustes para a produção de diferentes produtos, se necessário;
- Estabelecer a equipe de trabalho responsável pelo equipamento, envolvendo engenheiros, supervisores, operadores e técnicos de manutenção;
- Definir os dados que devem ser coletados e registrados, de forma a permitir a avaliação do desempenho do equipamento e a realização de eventuais esforços de melhoria.

Para toda a empresa, assim como em um plano de manutenção ou para implantação da MPT se exige planejamento, seguir etapas conforme Flávio Sanson Fogliatto e José Luis Duarte Ribeiro no livro (Confiabilidade e Manutenção Industrial, 2009, p. 244)

- Campanha de lançamento;
- Organização para implantação;
- Diretrizes e metas;
- Uso de software de gestão da manutenção;
- Capacitação dos colaboradores;
- Início das atividades e melhoria dos equipamentos;
- Controle das intervenções e estoques de reposição;
- Manutenção autônoma;

- Manutenção planejada;
- Consolidação do programa;

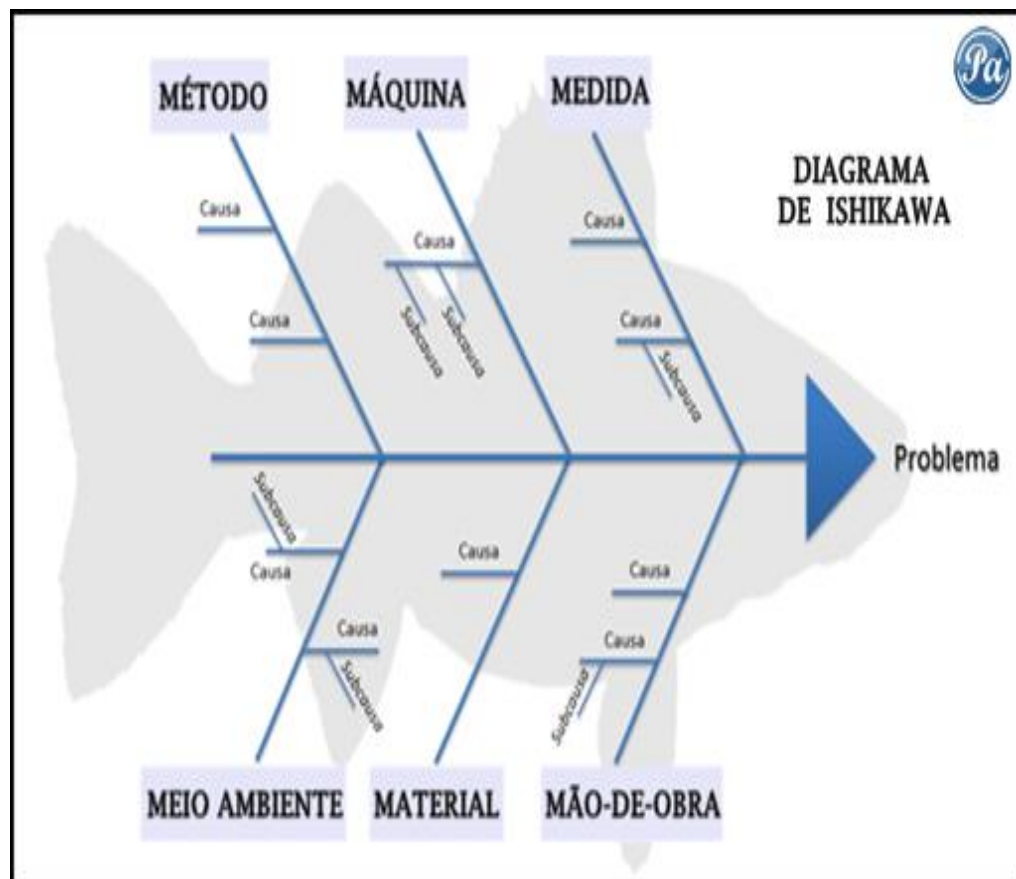
Como sempre todos os departamentos da empresa tem que estar funcionando juntos e de acordo com meta da corporação.

## 7 MELHORIAS DA PRODUÇÃO

Uma boa ideia de melhoria é usar o conjunto de causa e efeito, que leva os funcionários a assumir suas responsabilidades dentro da empresa. Serve para identificar as causas de um problema.

O diagrama de Ishikawa serve para separar os fins de seus meios e ficar claro sem confusões do que é cada um. Porque nem sempre os fins justificam os meios dentro da produção ou em qualquer ambiente onde se tem a dependência de uns com os outros.

**Figura 3** - Exemplo do diagrama de Ishikawa.



Fonte: Conforme [universoprojeto.wordpress.com](http://universoprojeto.wordpress.com) no google

Para Lins, “[...] O diagrama permite, a partir dos grupos básicos de possíveis causas desdobrar tais causas até os níveis de detalhe adequados à solução do problema [...]” e ainda e respectivamente para o mesmo “[...] Os grupos básicos podem ser definidos em função do tipo de problema que está

sendo analisado [...]”, utilizado na monografia de Juliana Martins da Cruz “Melhoria do tempo-padrão em uma indústria de montagem de equipamentos eletrônicos”, novembro, 2008”.

Segundo Gil Branco Filho no livro (A Organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção, 2008, p.119) “[...] Via de regra, na manutenção, sempre é possível reduzir e otimizar os gastos com materiais, sobressalentes e mão de obra. [...]” e

Diversos novos métodos de trabalhos são oferecidos e novos métodos de trabalhos existem para os profissionais. Novas técnicas de gerenciamento e novas estratégias de trabalho, como a Manutenção Centrada em Confiabilidade, a Manutenção Produtiva Total, Engenharia da Confiabilidade, etc.

Assim é natural que a manutenção passe a se cobrar para reduzir os seus custos e em consequência os custos da empresa, onde deva usar melhores métodos de trabalho e melhores técnicas. Ela pode responder positivamente a essa solicitação de diversos métodos e principalmente com planejamento eficiente.

Quando a manutenção é planejada de forma com a execução de tarefas e mão de obra de boa qualidade, teremos um aumento da disponibilidade dos equipamentos, maior vida útil e menos custo específico.

Como existe uma grande massa de dados a ser manuseada, o computador com programas adequados torna o planejamento da manutenção mais rápido, ágil e eficiente e trará redução no custo específico da manutenção porque irá tornar possível a melhor utilização dos recursos humanos financeiros e materiais da empresa.

Outro método (técnica) que traz melhorias na produção é o **Kanban** também chamado de Gestão Visual, trata-se de uma simbologia visual usada na indústria para registrar ações.

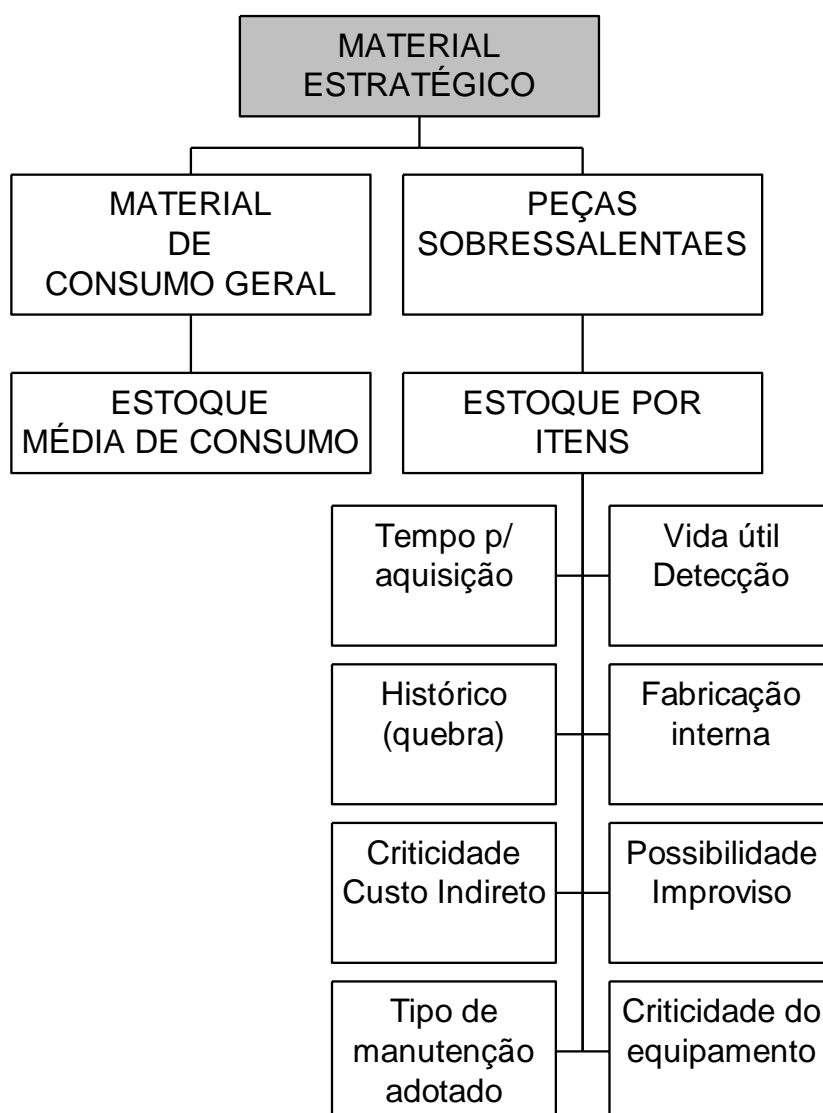
A palavra que tem origem japonesa pode ser traduzida como “cartão visual”. No Brasil o sistema **Kanban** é uma técnica bastante difundida desde os anos 1980 quando começou a ser aplicada para a gestão de estoque e controle de fluxo de peças.

Essa metodologia foi criada pela empresa Toyota e integra o famoso sistema Toyota de produção, estando relacionada a sistemas puxados.

Os cartões usados pelas empresas que empregam o método representam a necessidade de peças e itens para o processo produtivo e podem ser utilizados em meio impresso ou mesmo com luzes coloridas.

O objetivo principal que define o que é sistema **Kanban** é permitir uma fina sintonia entre a gestão do estoque e a produção, ou seja, ajudam os trabalhadores a planejarem a produção na indústria e a controlar o estoque.

**Figura 4** - Exemplo de um estoque de manutenção



Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 65)

Assim, conforme a quantidade de cartões disponíveis nos quadros é tomada decisões, priorizando o que é mais importante, realizando setup de máquinas e até mesmo as paradas para manutenção.

**Figura 5** - Exemplo de **Kanban I**



Fonte: Conforme [sofis.com.br](http://sofis.com.br) no google

**Figura 6** - Exemplo de **Kanban II**



Fonte: Conforme [ensinoinformacao.com](http://ensinoinformacao.com) no google

O sistema **Kanban** é subdividido em dois tipos: o de produção e o de movimentação. Além disso, o sistema **Kanban** pode ser composto apenas por **Kanbans** de Produção ou por **Kanbans** de Produção + **Kanbans** de Movimentação.

**Kanban** de Produção é o cartão que autoriza a produção de determinada quantidade de um item. Os cartões circulam entre o setor fornecedor e a produção, sendo afixados junto às peças imediatamente após a produção e retirados depois que vai para o cliente.

Em seguida retorna ao processo para autorizar a produção e reposição dos itens consumidos.

**Kanban** de Movimentação é denominado ainda de **Kanban** de Transporte, sendo um cartão (diferente do **Kanban** de Produção) que autoriza a movimentação física de peças entre o fornecedor e o cliente.

Os cartões são afixados nos produtos, geralmente, o cartão de movimentação é afixado em substituição ao cartão de produção e levados a outro processo ou local onde são retirados e voltam à etapa inicial.

O CEP – Controle Estatístico de Processos, também tem que ser utilizado como melhoria para a produção, pois, é um método preventivo de se comparar continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando a partir de dados estatísticos as tendências para variações significativas, eliminando ou controlando estas variações com o objetivo de reduzi-las cada vez mais.

Conjunto de técnicas utilizadas para o controle da qualidade do produto durante cada etapa de fabricação, tais como:

- Histogramas
- Diagramas
- Curva de Distribuição Normal
- Cartas de Controle

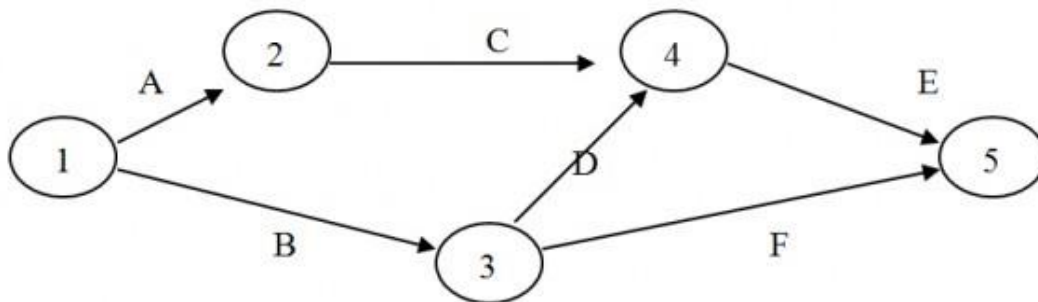
- Capacidade do Processo
- Gráfico de Pareto
- Diagrama de Causa-Efeito/Ishikawa

Todas as melhorias são adequadas ao produto, ao tipo de empresa, mão de obra utilizada, equipamentos e maquinários adquiridos e com troca de informações de todos os setores da empresa para atingir o estipulado pela organização.

Ainda na melhoria da produção para alguns serviços mais complexos ou mais extensos chegam a exigir programação cautelosa ao nível de detalhe e às vezes redes PERT/CPM para conclusão dos trabalhos em tempo hábil e para que o material a ser aplicado esteja disponível no tempo correto.

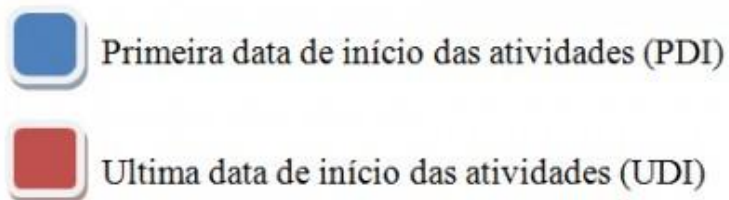
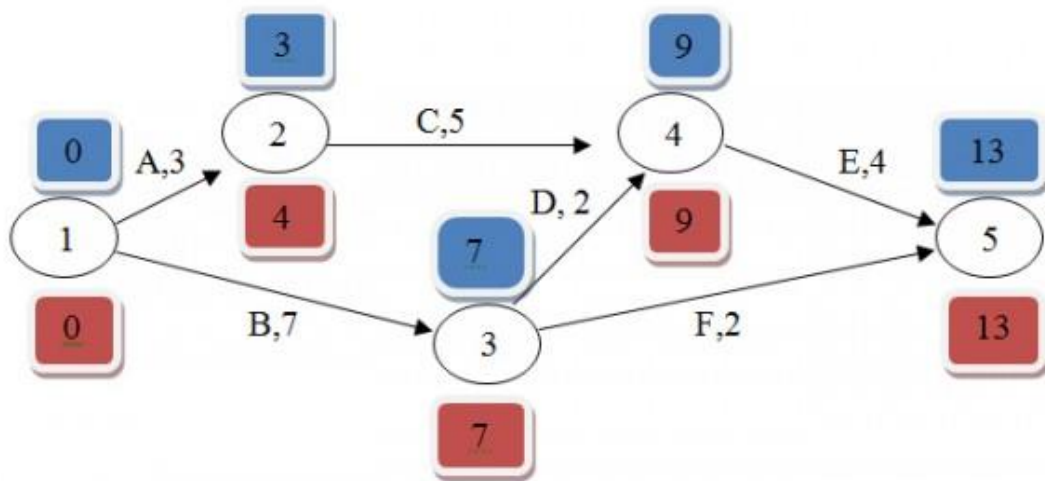
Algumas formas do PERT/COM, método que identifica o caminho crítico, que é a seqüência de atividades que determina o tempo total de duração do projeto:

**Figura 7 – Exemplo de Pert/Com**



Fonte: Conforme [blogdaqualidade.com.br](http://blogdaqualidade.com.br) no google

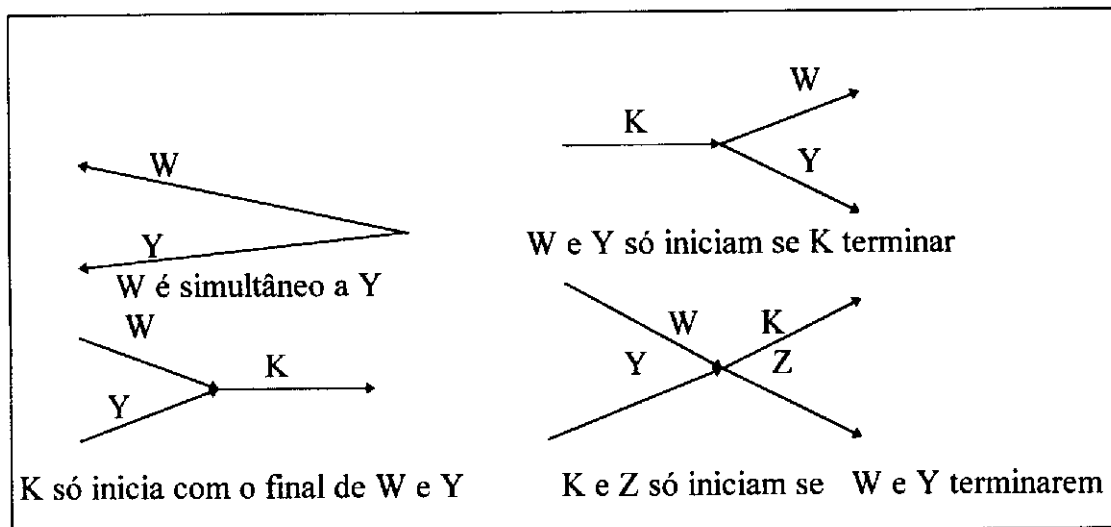
**Figura 8** - Exemplo de Pert/Com detalhado



Fonte: Conforme [blogdaqualidade.com.br](http://blogdaqualidade.com.br) no google

Outra forma de PERT/COM é o diagrama de flechas, que é um gráfico das operações, em que cada operação é representada por uma flecha. Cada flecha tem uma ponta e uma cauda. A cauda representa o início da operação e a ponta marca o seu final.

As flechas são usadas para expressar as relações entre as operações e definir uma ou mais das seguintes situações: a operação deve preceder algumas operações; a operação deve suceder algumas operações; a operação pode ocorrer simultaneamente a outras operações.

**Figura 9** - Exemplo de PERT/COM através de flechas

Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011, p. 78)

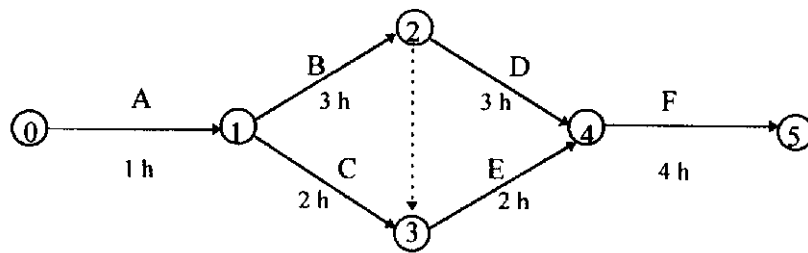
Exemplo da construção do diagrama de COM, com utilização de uma tabela para definições e posterior visualização do diagrama de COM, respectivamente abaixo

**Tabela 1** – Tabela para construção do diagrama de Com

Tarefas	Descrição	Depende de	Tempo
A	Retirar placa, proteções e esgotar óleo	-	1 h
B	Retirar eixo e transportá-lo	A	3 h
C	Lavar cabeçote	A	2 h
D	Trocar rolamentos	B	3 h
E	Trocar reparo da bomba de lubrificação	B e C	2 h
F	Montar, abastecer e testar o conjunto	D e E	4 h

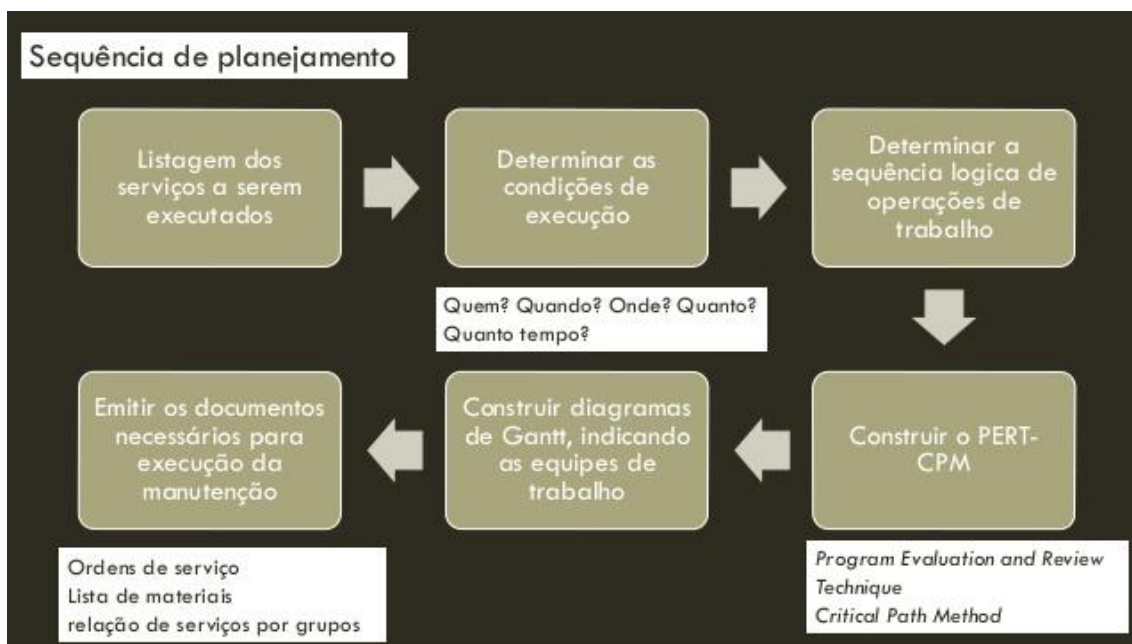
Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011 p. 79)

**Figura 10** – Diagrama de Com com as informações da tabela acima



Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011 p. 79)

**Figura 11** – Diagrama de Gantt



Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011 p. 79 ainda)

O gráfico ou diagrama de Gantt é uma ferramenta que permite a visualização do progresso do projeto, de acompanhamento, deixando o mais transparente possível à informação.

Permite o passo a passo da realização de tarefas e atividades que compõem o projeto.

No diagrama na vertical vai as atividades e na horizontal o tempo necessário para sua execução.

Tempo esse que pode ser horas, dias, semanas, meses ou anos, tudo dependendo da meta estabelecida da empresa.

Exemplo de diagrama de Gantt abaixo utilizando as informações das tabelas respectivamente.

As atividades para elaboração do diagrama são a determinação das tarefas, das dependências, dos tempos e a construção gráfica de posse da lista, constrói-se o diagrama de Gant, respectivamente.

**Tabela 2** – Tabela para construção do diagrama de Gantt

TAREFAS	DESCRIÇÃO	DEPENDE DE	TEMPO/DIAS
A	Preparar listas de materiais e desenho	-	1
B	Obter materiais para o eixo	A	2
C	Tornear o eixo	B	2
D	Fresar o eixo	C	2
E	Obter materiais para a polia	A	3
F	Tornear a polia	E	4
G	Montar conjunto	D e F	1
H	Balancear conjunto	G	0,5
I	Emballar conjunto	H	0,5

Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011 p. 76 e 77 respectivamente)

**Tabela 3** – Tabela para construção do diagrama de Gantt com mais informações que junto com a tabela 2 teremos dados necessários para a construção

Tarefa	Tempo (dias)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	xxxx										
B		xxxxxxxxxx									
C				xxxxxxxxxx							
D						xxxxxxxxxx					
E		xxxxxxxxxxxxxxxxxx									
F					xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx						
G									xxxx		
H										xx	
I										xx	

Fonte: Conforme Eng<sup>o</sup> Lourival Tavares na revista eletrônica (Mundo Mecânico, 2011 p. 76 e 77 respectivamente)

Tudo para melhorias na produção e assim conseguir o tempo ótimo de manutenção, adequando e integrando todos os setores corporativos.

## 8 CONCLUSÃO

O trabalho tem o intuito de mostrar que o tempo ótimo de manutenção existe e indica também como tem que ser usado.

Mostra o trabalho através não só do estudo de caso e de todas as informações de técnicas relacionadas, usadas na área de manutenção e a experiência de engenheiros, técnicos, dentre outros, os benefícios do tempo ótimo de manutenção.

Através dos livros utilizados e relacionados na referência e os artigos e monografias as ocorrências descritas e utilizadas, ou seja, o que é necessário para que se conseguir esse tempo ótimo de manutenção.

É necessário e isso é detalhado e informado no decorrer do trabalho e em todos os comentários pertinentes que para consegui-lo tem que; compartilhar informações, adequar metas, querer trazer soluções e fazer parte de sua resolução, mesmo que não seja do setor, ajudar em um gargalo.

Como informado não existe produção perfeita, não é informado no trabalho que se consegue isso e sim com melhorias contínuas e o envolvimento das áreas se consegue um tempo ótimo de manutenção e realização de metas.

Consigo especificar e evidenciar nas fórmulas detalhadas e conseguidas por causa do relato de acontecimentos dentro de uma produção e/ou área de serviço, que financeiramente, na qualidade e no controle de processo e procedimentos a empresa tem o ganho definido.

Informa o trabalho que os setores engajados com a produção e cúmplices para conseguir metas estabelecidas e conclusão do projeto e acertos nos procedimentos da empresa têm como intuito em eliminar, ou seja, zero de falhas, custo menor, otimização de mão de obra e confiabilidade do maquinário/equipamentos utilizados.

No decorrer do trabalho as informações colhidas e discriminadas para que se imagine e depois concretize o tempo para que se tenham todas as

informações necessárias para utilização de um tempo ótimo de manutenção são detalhados e relacionados com departamentos e/ou setores.

Quais os setores envolvidos, como é sua participação, ou seja, envolvimento com a produção e/ou área de serviço é de acordo com cada empresa e o seu perfil produtivo, para se conseguir o tempo ótimo de manutenção.

Utilizados conceitos e técnicas que funcionam para empresas como Toyota dentre outras e conforme o estudo de caso para a CEMIG, que conseguiu com o tempo ótimo de manutenção lucratividade e diminuir custos.

Portanto, mas claro também no decorrer do trabalho que não é fácil se conseguir diminuir custos, aumentar lucratividade, mas é aplicável, que surte efeito desejável.

Também é evidenciado que não se consegue de uma hora para outra, que todos dentro de uma empresa óbvios trabalhem em conjunto e para o bem da corporação e isso não acontece da noite para o dia.

O objetivo do trabalho de demonstrar através não só do estudo de caso, mas nas técnicas de melhoria contínua como PPCP, CEP, PERT, Diagrama de Pareto, de Gant, dentre outros e cálculos de tempo médio entre falhas, tempo médio pra reparo e vários outros, que existe um tempo ótimo de manutenção.

Esse tempo ótimo de manutenção serve para diminuir custos, integrar departamentos, dividir e multiplicar soluções. Essas soluções e outros procedimentos que podem ser utilizadas por outros setores vão mantendo assim qualidade e produtividade, com inclusive diversidade de produtos.

A necessidade é expressa pela empresa nos seus objetivos e metas e ter lucratividade e menores custos é prioridade e se consegue com o trabalho de todos.

Todas essas normas e regras vêm de encontro a um tempo ótimo de manutenção, que se consegue e mostrado no decorrer do trabalho, através de disciplinas e melhorias, que vem atrelado à utilização pelos grupos, com necessidades específicas e unidos em um fim necessário e alcançável.

## REFERÊNCIAS

Artigo para Gest. Prod., São Carlos, v. 14, n. 1, p. 193-202, jan.-abr. 2007, google acadêmico, estudo de caso, utilizando Tempo Ótimo de Manutenção para a CEMIG, de WAGNER BARACHO DOS SANTOS, SERGIO BRANDÃO DA MOTTA E ENRICO ANTONIO COLOSIMO.

Artigo para Revista de Ciência & Tecnologia, v. 11, n. 22, p. 35-42, jul.-dez. 2003, google, Análise dos Custos de Manutenção e de Não-Manutenção de Equipamentos Produtivos, de WILSON ROBERTO MARCORIN e CARLOS ROBERTO CAMELLO LIMA ambos da Universidade Metodista de Piracicaba (Santa Bárbara d'Oeste, Brasil).

CAMPOS, VICENTE FALCONI, **Controle da Qualidade Total (No Estilo Japonês)**. Belo Horizonte, Sografe – Editora e Gráfica Ltda, 1992.

FILHO, GIL BRANCO, **A Organização, Planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro, Editora Ciência Moderna Ltda. 2008.

FOGLIATTO, F. S., RIBEIRO, J. L. D., **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 2009.

KARDEC, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

NEPOMUCENO, L.X. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1989. V. 1 e 2.

SOUZA, VALDIR CARDOSO, **Organização e Gerência da Manutenção: Planejamento, Programação e Controle da Manutenção**. São Paulo, All Printt Editora, 2011.

VERRI, L. A. **Gerenciamento Pela Qualidade Total na Manutenção Industrial**. São Paulo: Ed. Qualitymark, 2007.