

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR-MG
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
BRUNO DE OLIVEIRA TOMÉ

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E PRODUTIVA PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS: UM ESTUDO
EM UMA EMPRESA DE RECONSTRUÇÃO DE PNEUS RADIAIS
LOCALIZADA NO CENTRO-OESTE DE MG

FORMIGA – MG

2011

BRUNO DE OLIVEIRA TOMÉ

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E PRODUTIVA PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS: UM ESTUDO
EM UMA EMPRESA DE RECONSTRUÇÃO DE PNEUS RADIAIS
LOCALIZADA NO CENTRO-OESTE DE MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do UNIFOR-MG, como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Marcelo Carvalho Ramos
Co-orientador: Jussara Maria Silva
Rodrigues Oliveira

FORMIGA – MG

2011

BRUNO DE OLIVEIRA TOMÉ

**ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA E PRODUTIVA PARA
IMPLEMENTAÇÃO DE MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS: UM ESTUDO
EM UMA EMPRESA DE RECONSTRUÇÃO DE PNEUS RADIAIS
LOCALIZADA NO CENTRO-OESTE DE MG**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Curso de Engenharia
de Produção do UNIFOR-MG, como
requisito para obtenção do título de
bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Marcelo Carvalho Ramos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Marcelo Carvalho Ramos

Orientador

Examinador

Prof^a. Ms. Andréa da Silva Peçanha

FORMIGA – MG

2011

RESUMO

A manutenção industrial, ao longo do tempo, vem assumindo um papel muito importante dentro do cenário mundial, visando sempre à melhoria dos processos produtivos das empresas. Ela deixa de ser apenas um ato de consertar ou um mal necessário, e passa a assumir também um papel estratégico da empresa, sendo um diferencial competitivo em um mercado cada vez mais acirrado. Partindo por este princípio, este estudo teve como objetivo inicial identificar as causas das quebras do equipamento e conseqüentemente as indesejáveis paradas na produção, que geram custos relativamente altos. A partir destas informações, foi possível estabelecer algumas prioridades e definir medidas capazes de diminuir o máximo possível das paradas indesejadas. Utilizando de dados disponibilizados pela empresa e também por uma pesquisa bibliográfica, foram definidas soluções estratégicas que levassem a conclusão de que a partir da manutenção espontânea praticada nos equipamentos, os custos de perda de produção e de manutenção teriam seu valor diminuído em uma quantidade significativa e que seus equipamentos teriam uma vida útil maior e com um melhor rendimento.

Palavras-chave: Manutenção industrial; Manutenção espontânea; Roteiro de lubrificação.

ABSTRACT

The industrial maintenance, over time, has taken a very important role in the world scenario, always seeking to improve business processes. She becomes not only an act of repairing or a necessary evil, and also takes over a company's strategic role, being a competitive advantage in an increasingly fierce market. Based on this principle, this initial study aimed to identify the causes of equipment breakdowns and hence the undesirable production stoppages, which generate relatively high costs. From this information it was possible to set some priorities and measures to reduce the maximum possible stops unwanted. Using data provided by the company and also a literature search, were defined strategic solutions that would lead to the conclusion that from the spontaneous practiced in equipment maintenance costs of lost production and maintenance have declined in value and a significant amount that their equipment would have a longer life and better performance.

Keywords: Industrial maintenance; Maintenance spontaneous; Roadmap lubrication.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Setor de escariação.....	50
Figura 2 – Esmeril Chicote.....	51
Gráfico 1 – Frequência das causas de paradas.....	55
Gráfico 2 – Distribuição de quebras/mês.....	55
Quadro 1 – Roteiro de lubrificação.....	62
Gráfico 3 – Comparação de custos Modelo atual / Modelo sugerido.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações do Esmeril chicote.....	52
Tabela 2 – Relatório de quebras / primeiro trimestre 2011.....	54
Tabela 3 – Custo de mão de obra / tempo ocioso.....	56
Tabela 4 – Custo material / quebra.....	57
Tabela 5 – Perda de produtividade / quebra.....	58
Tabela 6 – Custo total / quebra.....	59
Tabela 7 – Custos com lubrificação.....	63

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	10
1.1 – Problema.....	12
1.2 – Justificativa.....	12
1.3 – Hipótese.....	13
2 – OBJETIVOS.....	14
2.1 – Objetivo geral.....	14
2.2 – Objetivos específicos.....	14
3 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 – Falhas ou quebras de equipamento.....	15
3.2 – Manutenção industrial.....	17
3.2.1 – Evolução da manutenção.....	19
3.2.2 – Objetivos e Benefícios da manutenção.....	22
3.3 – Técnicas de Manutenção.....	24
3.3.1 – Manutenção Corretiva.....	24
3.3.2 – Manutenção Preventiva.....	26
3.3.3 – Manutenção Preditiva.....	28
3.3.4 – Manutenção Produtiva Total (TPM).....	29
3.4 – Gerenciamento de Custos.....	30
3.5 – Roteiro de lubrificação.....	35
3.6 – Manutenção de troca de itens de desgaste.....	37
3.7 – Máquinas reservas.....	38
3.8 – O profissional da manutenção.....	39
3.9 – Programação da manutenção.....	40
3.9.1 – Programação e controle da manutenção.....	42
4 – METODOLOGIA.....	47
4.1 – Tipo de pesquisa.....	47
4.2 – Objeto de estudo.....	48
4.3 – Equipamento em estudo.....	50
4.3.1 – Informações gerais do equipamento.....	51
4.4 – Coleta de dados.....	52
5 – ANÁLISE E RESULTADO.....	54
5.1 – Frequência das causas de quebras do equipamento.....	54

5.2 – Custo de parada na produção.....	56
5.3 – Sugestão de melhorias.....	60
6 – CONCLUSÃO.....	66
REFERÊNCIAS.....	67

1- INTRODUÇÃO

A globalização econômica e o aumento da competitividade no âmbito comercial exigem cada vez mais técnicas e ações imediatas das empresas, para que as mesmas possam se manter estáveis diante desse cenário, com processos e produtos de qualidade. Neste sentido, comenta Kardec e Nascif (2000), as organizações vêm procurando novas ferramentas de gerenciamento, que lhes propiciem uma maior competitividade através da qualidade e produtividade de seus produtos, processos e serviços.

E esta qualidade e produtividade dependem muito da conservação e disponibilidade de suas máquinas e seus componentes, tais como todo o seu equipamento. Novas técnicas de manutenção estão sendo desenvolvidas ao longo do tempo, é o que diz Cavalcante e Almeida (2005), as ações de manutenção têm sofrido grandes mudanças nos últimos tempos. A grande inserção da automação enfatiza a importância da manutenção para os mais diversos sistemas, a fim de mantê-los em níveis de desempenho desejado, reduzindo as paradas não planejadas e os altos custos provenientes destas.

Mas para que a organização esteja em bom funcionamento e suas máquinas estejam nas mais perfeitas condições, o monitoramento de todas as ações deve estar presente, em todos os momentos. É o que explica Branco Filho (2008), pois para o autor, os custos provenientes das falhas de um equipamento são normalmente altos. Confirmando essa teoria, afirma Kardec e Nascif (2000) que uma política inadequada de manutenção traz custos adicionais relacionados à falta de produtividade, com perdas mensuráveis e também não mensuráveis.

O termo manutenção vem ganhando importância nos últimos anos. Antes conhecida como “uma vala sem fundo”, ou até mesmo “um mal necessário”, hoje é vista como um diferencial interno, sendo capaz de manter todo o processo de acordo com o padrão, colaborando com a qualidade de seus produtos. A palavra deriva-se do latim “manus tenere”, que significa manter o que se tem. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994) conceitua manutenção como sendo a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinada a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função

requerida”. Isso deixa clara a necessidade de envolvimento total por parte de diretores, supervisores e colaboradores da empresa em questão. Alguns autores ressaltam ainda que o departamento de manutenção tenha importância vital no funcionamento de uma indústria, pois se os equipamentos não dispuserem de manutenção adequada fica impossibilitada a produção e conseqüentemente o ganho pela produtividade. Mas para a manutenção desempenhar um papel de importância na indústria, ela tem que ser bem desenvolvida e bem programada.

Segundo Tavares (1996), a programação da manutenção é um conjunto de ações preventivas com datas definidas para o desempenho efetivo da mesma. Desta forma, enfatiza o autor que a programação da manutenção nada mais é que um “plano mestre”, no qual se correlacionam os códigos e nomes dos componentes dos equipamentos com os períodos de execução das atividades programadas, instruções de manutenção, formulários de registro de dados de medição, centros de custos, códigos de material, dentre outros dados que o usuário considerar como necessários à sua inter-relação para o desenvolvimento do projeto de programação da manutenção.

Tendo em vista a importância de uma atividade de manutenção bem programada, monitorada e desenvolvida, este estudo teve como objetivo levantar os principais causadores das paradas ou paradas na produção, tais como os equipamentos mais problemáticos, além de levantar os custos provenientes dos mesmos e definir ações que possam contribuir para que os equipamentos não mais falhem de forma repentina e causem custos altos e indesejados para a empresa do ramo de reconstruções de pneus radiais, localizada no centro-oeste de MG. Também foi discutida a melhor forma de realizar estas tarefas mantenedoras e a melhor técnica a ser utilizada, além de uma proposta de obtenção de máquinas reservas.

Para melhor fundamentação deste trabalho, buscou-se conceitos teóricos de autores gabaritados, relacionados à falha de equipamentos, técnicas de manutenção, roteiros de programação e gerenciamento de custos. Também foram levantados dados relativos a custos de parada na produção, além de custos relativos a ações de manutenção. O trabalho apresenta uma problemática a ser resolvida, objetivos traçados a serem atingidos, um

referencial teórico, no qual se baseou todo o estudo e uma aplicação prática em uma empresa de reconstrução de pneus, objeto de estudo em questão.

1.1- Problema

Qual a importância de se estudar a viabilidade econômica de implantação de uma manutenção espontânea em uma empresa de reconstrução de pneus radiais do centro-oeste de MG?

1.2- Justificativa

Com o aquecimento contínuo da economia mundial, torna-se imprescindível inovar e agilizar mudanças para que os problemas sejam corrigidos, a fim de se manter estável no mercado. Comenta Kardec e Nascif (2000) que as organizações vêm procurando novas ferramentas de gerenciamento, que lhes propiciem uma maior competitividade através da qualidade e produtividade de seus produtos, processos e serviços. Com isso, a manutenção passa de coadjuvante a principal, tornando seus equipamentos confiáveis, seguros e produtivos, ajudando no aumento da produtividade e lucratividade da empresa. Uma organização sem um programa de manutenção confiável, não consegue se manter economicamente saudável, podendo apresentar vários problemas diretamente e indiretamente ligados a manutenção industrial, tornando indispensáveis programas de melhoria contínua.

De acordo com Cavalcante e Almeida (2005) as ações de manutenção têm sofrido grandes mudanças nos últimos tempos. A grande inserção da automação enfatiza a importância da manutenção para os mais diversos sistemas, a fim de mantê-los em níveis de desempenho desejado, reduzir as paradas não planejadas e os altos custos provenientes destas.

Porém, Branco Filho (2008) explica que os métodos de manutenção precisam ser frequentemente monitorados, pois o custo da falha de um equipamento é normalmente alto. Confirmando essa teoria, afirma Kardec e Nascif (2000) que uma política inadequada de manutenção traz custos

adicionais relacionados à falta de produtividade, com perdas mensuráveis e também não mensuráveis.

Sendo assim, vista a importância da atuação da manutenção em um processo produtivo, sendo o processo em questão, a reconstrução de pneus radiais, se justifica a importância de se analisar a viabilidade de implantação de uma manutenção autônoma, sendo ela capaz de minimizar os problemas com quebras de equipamentos previamente observados e identificados, e disponibilizar um maior tempo de produção, além de diminuir os custos gastos com manutenção corretiva.

Este trabalho também permitiu o contato com grandes teóricos acerca do assunto, o que possibilita um maior conhecimento ideológico e prático para se desenvolver estas atividades, contribuindo também, com o beneficiamento da empresa em questão, pois o foco principal é adquirir conhecimento para que se possa ser implantada a manutenção preventiva e eliminar falhas existentes.

Com isso, apresentam-se os objetivos almejados que serão à base do estudo deste trabalho.

1.3- Hipótese

O levantamento de informações sobre o tempo de parada na produção devido à quebra ou falha de equipamentos juntamente com propostas para solução das mesmas pode ter grande influência nos resultados da empresa. Entre esses resultados, pode-se citar: aumento da produtividade, diminuição de custos com manutenção, aumento do tempo de vida útil dos equipamentos e seus componentes, maior rentabilidade da empresa e qualidade no processo de produção.

2- OBJETIVOS

Foram estabelecidos os objetivos gerais e específicos a seguir:

2.1- Objetivo geral

Identificar as principais causas de quebra de equipamentos, e conseqüentemente, perda de produção e lucratividade, para se analisar a viabilidade de implementação de um programa de manutenção preventiva em equipamentos e conseguir diminuir custos de manutenção e paradas na produção.

2.2- Objetivos específicos

Para atingir o propósito definido no objetivo geral foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Levantar dados sobre as causas mais freqüentes de quebra de equipamentos;
- Verificar o tempo e o custo de parada na produção com uma possível quebra;
- Analisar a viabilidade de implementação de um programa de lubrificação e limpeza dos equipamentos;
- Propor a melhor opção de manutenção para que se consiga reduzir custos e aumentar a produtividade da empresa de reconstrução de pneus radiais localizada no centro-oeste de MG.

3- REFERENCIAL TEÓRICO

Para que se possa realizar um estudo com qualidade e confiabilidade, é necessário que se busque o maior conhecimento possível acerca do assunto, com base em autores consagrados e renomados, com profundo conhecimento do tema.

A seguir, apresentam-se conceitos básicos e teóricos sobre os diversos assuntos abordados neste trabalho, como o conceito de falhas, roteiros de lubrificação, troca de componentes, ajuste e limpeza dos equipamentos, além de um conceito bem fundamentado sobre a manutenção industrial e suas principais técnicas.

3.1- Falhas ou quebras de equipamentos

Para Affonso (2006) pode-se dizer que um equipamento falhou quando ele não é mais apto a executar a função com segurança, e esse conceito de falha é aplicável se o defeito ocorrer dentro do período de vida útil do componente. Ainda para o autor supracitado, essa vida útil deve ser definida como critério de projeto e associada a um modo de falha específico. De acordo com Xenos (1998) a falha de um equipamento é a situação decorrente de sua incapacidade, parcial e/ou total, de desempenhar uma ou mais funções para quais foi projetado e construído.

Nakasato (1994) acrescenta à definição, dizendo que as falhas ainda podem ser classificadas como mau funcionamento ou avarias do equipamento. Como observa Mirshawka (1991), as falhas num equipamento são decorrentes de diversas causas, sendo estas isoladas ou simultâneas. Essa variedade de causas pode ser reunida, segundo o autor, em três categorias: (i) falta de resistência: decorre de erros de projeto, defeitos de fabricação ou montagem, e ainda por uma especificação inadequada de materiais; (ii) uso inadequado: quando o equipamento é condicionado a esforços e condições de uso acima da resistência, pela qual foi fabricado; (iii) manutenção inadequada: resulta da inadequação ou falta de ações de manutenção para evitar a deterioração do equipamento.

Sabendo que estas falhas impossibilitam o equipamento de executar sua função periodicamente, concluem-se logicamente, que a perda ou a parada no funcionamento deste equipamento irá trazer conseqüências nada agradáveis, como custos adicionais e imprevistos na manutenção, além de subseqüentemente perda de produção, com possíveis atrasos na entrega. Diz Xenos (1998) que é muito importante que se faça um estudo detalhado de suas causas e que os resultados do mesmo sejam utilizados como uma ferramenta poderosa, capaz de evitar sua recorrência. Isso evidencia a importância de se analisar a falha de um equipamento. Para Affonso (2006, p.11) “A tarefa do analista de falhas é procurar ações que permitam bloquear com eficácia a repetição do problema observado”. Ainda para Affonso (2006) é preciso que seja feita uma análise de risco antes da execução de qualquer modificação relacionada ao projeto, operação e manutenção dos equipamentos de uma indústria de processo.

Affonso (2006) cita como objetivos principais da análise de falhas:

- a) Aumentar a confiabilidade operacional da planta, o que é feito aumentando-se a disponibilidade dos equipamentos.
- b) Reduzir os custos de manutenção
- c) Reduzir os riscos de acidentes pessoais ou com equipamentos e de agressão ambiental.

E isto é feito ao se evitar novas falhas. Analisar uma falha é interpretar as características de um sistema ou componente deteriorado para determinar por que ele não mais executa sua função com segurança.

O Método dos Cinco Porquês, desenvolvido por Ohno (1997), e adotado pela Toyota como base para a prática e evolução do seu sistema de produção, nos auxilia a se analisar uma falha. Nesse método, para Ohno (1997) depois de ocorrida a falha reúnem-se a equipe de Manutenção, Engenharia e o usuário do equipamento e dá-se início a uma série de questionamentos sobre o porquê de a falha ter ocorrido. Normalmente a causa raiz da falha é identificada antes de se chegar ao quinto questionamento seqüencial efetuado pelo grupo. Feita a análise das causas das falhas, o passo seguinte é o que visa ao tratamento das mesmas. Isto é, a definição de um plano de ação que abarque as contramedidas a serem adotadas nas causas das falhas, bem como as justificativas para cada uma dessas contramedidas. Além disso, faz-se

necessário designar os responsáveis e áreas, estabelecer prazos e disponibilizar os recursos necessários para a sua implementação. Esse plano de ação, segundo Xenos (1998, p.103-107) denomina-se 5W1H, em que “W e H provém dos termos em inglês: What, Why, Who, Where, When e How cujas traduções são respectivamente O que, Por que, Quem, Onde, Quando e Como”.

Dando continuidade, a análise de falhas dos componentes fica mais fácil se conhecermos a sua história, desde a sua fabricação até a instalação e operação, incluindo as condições que levaram a falha. De acordo com Bloch (1985) é impossível determinar a causa básica de uma falha sem obter e analisar os dados a ela referentes. Esses dados devem ser relativos a:

- a) Fabricação da peça
- b) Histórico operacional
- c) Histórico de manutenção e de vibração
- d) Registros fotográficos
- e) Seleção das amostras
- f) Condições anormais
- g) Descrição do funcionamento do mecanismo envolvido na falha

Pode ser possível analisar uma falha mesmo sem termos todos os dados listados. No entanto, isso deve ser feito com extremo cuidado devido ao risco de conclusões erradas em função da falta de informação.

Dando finalidade, pode-se perceber que o melhor remédio é a prevenção. Para isso é preciso definir e implantar ações preventivas. A efetiva implementação das ações corretivas depende da importância dada a cada problema. Em geral, as indústrias dão prioridade para os problemas dos equipamentos que apresentam falhas repetitivas ou que afetam a produção, segurança e meio ambiente. A partir desta idéia, torna-se necessário possuir o conceito de manutenção industrial para que se possam tomar as ações necessárias.

3.2- Manutenção Industrial

São vários os conceitos e definições que venham a esclarecer e proporcionar um entendimento acerca da idéia de concepção de manutenção,

sua melhor utilização e aproveitamento organizacional dentro de um setor. O termo deriva do latim *manus tenere* que significa “manter o que se tem. Schoeps (1994) conceitua ainda que a manutenção consista na conservação de máquinas, equipamentos e edifícios, através de trabalhos e reparos, substituição de itens e reformas.

Pode-se dizer então que manutenção é a técnica de conservar equipamentos e componentes em serviço durante o maior prazo possível e com o máximo rendimento. É também a combinação de ações técnicas, administrativas e de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um equipamento em condições de desempenhar, eficazmente, as funções para as quais foi projetado.

Segundo Monchy (1989), o termo "manutenção" tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era "manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante".

Para Shirose (1994, p.13), a manutenção pode ser definida como “um conjunto de atividades com o objetivo de suprimir defeitos de qualidade produzidos pelas avarias e eliminar a necessidade de ajustes dos equipamentos”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994) conceitua manutenção como sendo a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinada a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Rocha (1995) acrescenta que manutenção é o setor responsável pelo zelo e conservação da indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de uma observação contínua sobre os bens a serem mantidos.

A partir dessa idéia, Britto e Pereira (2003) concluem que a manutenção dos equipamentos é uma atividade que inclui tratamento de falhas, inspeções, reparos, investigações das causas e o estabelecimento de contramedidas para evitar reincidências.

É importante conhecer, além de conceitos, sua evolução ao longo dos anos, a qual se é possível observar a seguir.

3.2.1- Evolução da manutenção

Originalmente, a manutenção era uma atividade que devia ser executada, em sua totalidade, pela própria pessoa que opera, sendo este o seu perfil ideal. Antigamente havia muitos casos assim. Entretanto, com a evolução da tecnologia o equipamento tornou-se de alta precisão e complexidade, e com o crescimento da estrutura empresarial foi sendo introduzido o PM - Manutenção Preventiva - no estilo americano, e a função de manutenção foi sendo gradativamente dividida, e alocada a setores produtivos. Além disso, com a evolução da tecnologia no pós-guerra, foram sendo instalados novos equipamentos e vigorosas inovações foram sendo executadas. Por outro lado, para corresponder à solicitação de aumento de produção, o departamento operacional passou a dedicar-se somente à produção, não restando alternativa ao departamento de manutenção senão se responsabilizar por quase todas as funções de manutenção. Em outras palavras, esta separação da produção e manutenção perdurou por um longo período. Desta forma, não se pode afirmar que nesta época o equipamento estivesse sendo utilizado de maneira eficiente. Mas levando-se em consideração a passagem para uma era de evolução da alta tecnologia, foi um fato inevitável para fazer face às inovações tecnológicas, ao investimento em equipamentos e ao incremento da produção. Porém, à medida que se passava para uma etapa de desaceleração de crescimento econômico, começava-se a exigir das empresas cada vez mais a competitividade e redução de custos, aprofundando o reconhecimento de que um dos pontos decisivos seria a busca da utilização eficiente dos equipamentos já existentes, até o limite.

A história da manutenção, segundo Pinto e Nascif (2001) segue o desenvolvimento técnico industrial da humanidade, ganhando destaque especial no final do século XIX, devido ao surgimento da mecanização das indústrias e, conseqüentemente, da necessidade dos primeiros reparos. Até 1914, a manutenção tinha importância apenas secundária e as indústrias praticamente não possuíam equipamentos e nem equipes para execução deste tipo de serviço, que por sua vez era executado com o mesmo efetivo da produção.

De acordo com Souza (2007), de 1930 a 1940, aparece a Manutenção Preventiva, com o objetivo de prevenir a ocorrência de falhas, atuando junto com a Manutenção Corretiva com uma ação antes da quebra.

De 1940 a 1950, surge a Engenharia de Manutenção em nível departamental, subordinada a uma gerência de manutenção, que tinha por função estabelecer os procedimentos e técnicas de controle dos trabalhos executados.

Segundo Nakajima (1989), é apenas na década de 1950 que o termo "manutenção" consolida-se na indústria. Diz Souza (2007) que a partir de 1950, o órgão de Engenharia de Manutenção assume posição de maior destaque: um departamento responsável por desenvolver seus próprios controles de manutenção e processos, tendo em vista a redução de custos de manutenção. Para Tavares (1998) por volta de 1950, com o desenvolvimento da indústria para atender aos esforços pós-guerra, a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica, os gerentes de manutenção observaram que, em muitos casos, o tempo gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o despendido na execução do reparo, e selecionaram equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento que se chamou Engenharia de Manutenção e recebeu os encargos de planejar e controlar a manutenção preventiva e analisar causas e efeitos das avarias e os organogramas se subdividiram. A partir de 1966, com a difusão dos computadores e a sofisticação dos instrumentos de proteção e medição, a engenharia de manutenção passou a desenvolver critérios de predição ou previsão de falhas, visando à otimização da atuação das equipes de execução de manutenção. Esses critérios, conhecidos como manutenções preditivas ou previsiva, foram associados aos métodos de planejamento e controle de manutenção automatizado, reduzindo os encargos burocráticos dos executantes de manutenção. Estas atividades acarretaram o desmembramento da engenharia de manutenção que passou a ter duas equipes: a de estudos de ocorrências crônicas e a de PCM-Planejamento e Controle de Manutenção, esta última com a finalidade de desenvolver, programar e analisar os resultados dos sistemas automatizados de manutenção.

De acordo com Souza (2007), de 1970 a 1980 surge o órgão de Engenharia de Manutenção e Projetos usando processos mais sofisticados de

controle, tendo o computador como acessório base para formatação e análises das informações. Acrescenta Nakajima (1989) que nos anos 70 desenvolvem-se a incorporação dos conceitos das Ciências Comportamentais; o Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas; a Logística e a Terotecologia; a oficialização do TPM na empresa japonesa Nippon Denso, em 1971.

Na década de 80, salienta Nakajima (1989), temos: a fundação do JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) e a introdução do TPM no Brasil, em 1986. Conta Souza (2007) que de 1980 a 1990 a micro informática contribui para a organização da manutenção com sistemas corporativos de grande eficiência dando uma posição de destaque a Engenharia de Manutenção, agora ao alcance de todos.

Na década de 90 temos a introdução da Engenharia Mecatrônica; empresas brasileiras implantando o TPM; outras empresas preparando-se para implantar o TPM; e duas empresas candidatas ao prêmio TPM no Brasil. De 1990 até a época atual tem-se uma mudança na visão gerencial, onde o complexo sistema de equipamentos, o potencial humano e o meio ambiente estão posicionados à frente dos negócios havendo uma participação mais efetiva nos programas de qualidade, no desenvolvimento organizacional e na produtividade propiciando assim uma evolução na manutenção (SOUZA, 2007).

Nesse contexto, tem-se na atualidade, diante do fenômeno da globalização, uma manutenção focada sob a visão da Gestão de Qualidade e Produtividade. Pois, como afirma Bornia (1995), as atividades do trabalho que não agregam valor aos produtos são chamadas auxiliares, porém são necessárias para dar suporte ao trabalho efetivo. Logo, são atividades que apóiam as produtivas, sendo, portanto indispensáveis. A Manutenção, preparação de equipamentos, engenharia industrial, Planejamento e Controle da Produção, são alguns exemplos desta categoria. Por esta razão, destaca Rocha (1995) que o gerenciamento destas atividades deve ser o mais adequado possível, para tornar o seu curso tolerável. O autor supracitado ressalta ainda que o departamento de manutenção tenha importância vital no funcionamento de uma indústria, pois se os equipamentos não dispuserem de manutenção adequada fica impossibilitada a produção e conseqüentemente o ganho pela produtividade. Assim, cabe a manutenção pela conservação da

indústria, especialmente de máquinas e equipamentos, devendo antecipar-se aos problemas através de um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica (ROCHA, 1995).

Ao longo desta evolução, aumentou-se a importância da manutenção nas indústrias de todo o mundo. Ela pode trazer benefícios para a empresa, e tem alguns objetivos como base, no qual se pode observar a seguir.

3.2.2- Objetivos e Benefícios da manutenção

A sobrevivência da empresa depende de um planejamento bem feito e também da execução de tudo que fora planejado antes. Para isso, é necessário que haja o mínimo de imprevistos durante o seu processo, e isso se evidencia na medida em que seus equipamentos funcionem de acordo com o previsto. A melhoria da produtividade está relacionada com a busca máxima de eficiência na aplicação dos recursos, fazendo certas as coisas e minimizando perdas. Com o avanço tecnológico, a globalização e o aumento da competitividade a manutenção passa a ser enfocada sob a visão da gestão da qualidade e produtividade. Borna, em sua defesa de tese, afirma: "Atividades auxiliares referem-se ao trabalho que não agrega valor aos produtos, porém é necessário para dar suporte ao trabalho efetivo. São atividades que apóiam as produtivas, sendo indispensáveis. Manutenção, preparação de equipamentos, engenharia industrial, PCP, etc., fazem parte desta categoria". O gerenciamento destas atividades auxiliares deve ser controlado, supervisionado e gerenciado o mais adequado possível, a fim de reduzir os custos, deixando-os toleráveis. Para Drucker (1998), a produtividade também depende do rendimento dos recursos aplicados. Segundo Slack (1999), a produção se preocupa em cuidar de suas instalações de forma sistemática, pois vários benefícios podem ser obtidos quando a manutenção é eficientemente executada. "O planejamento criterioso da manutenção e a execução rigorosa do plano permitem a fabricação permanente dos produtos graças ao trabalho contínuo das máquinas, reduzindo ao mínimo as paradas temporárias da fábrica". (ROCHA 1995, p. 12).

Alguns benefícios são claramente observados durante o dia a dia do processo produtivo, tais como a confiabilidade aumentada que implica em menos tempo perdido com conserto das instalações, menos interrupções das atividades normais de produção, menos variações da vazão de saída e níveis de serviço mais confiáveis. A qualidade também sofre melhorias, pois equipamento bem mantido tem mais chances de apresentar desempenho conforme padrão e causar menos problemas quanto à qualidade, além do tempo de vida mais longo, pois medidas mantenedoras como lubrificação e limpeza, por exemplo, pode prolongar a vida efetiva das instalações, conta Slack (1999). “Instalações bem mantidas são geralmente mais fáceis de vender no mercado de segunda mão” (SLACK, 1999, p.491-492).

O Documento nacional (1993) destaca, em pesquisa sobre os custos em manutenção, que

86 % das empresas consultadas praticam a previsão orçamentária anual para manutenção; 5 % afirmaram não ter qualquer acompanhamento de custo de manutenção; e que, em 92 % das respostas, o acompanhamento da manutenção é efetuado de forma contínua (semanal ou mensal). (DOCUMENTO NACIONAL, 1993, p. 29).

Percebe-se com isso, a importância da manutenção no orçamento empresarial. Uma boa manutenção reduz perdas de produção porque visa assegurar a continuidade da produção, sem paradas, atrasos, perdas e assim entregar o produto em tempo hábil.

Branco Filho (2008) Afirma que o propósito da manutenção é permitir uma confiabilidade da planta industrial. Ele comenta também que as empresas devem dar ênfase à aplicação dos equipamentos industriais que precisam cada vez menos de atenção. A função manutenção industrial mantém uma capacidade adicional sem acrescentar novos custos e que a manutenção eficaz contribui diretamente para a qualidade do produto/serviço e conseqüentemente para a satisfação do cliente.

É importante conhecer as características de seus produtos e processos, para que se possam conhecer também as diferentes técnicas de manutenção, e conseqüentemente aplicar aquela que mais condiz com sua realidade.

3.3- Técnicas de Manutenção

A manutenção industrial em grandes empresas é vista como uma atividade organizada que pode ser prestado utilizando-se de seus conceitos básicos, que são aplicados na forma corretiva, preventiva e preditiva, e que servem como um instrumento para que as metas finais sejam atingidas. “Produção e manutenção devem caminhar juntas para que se possa atingir o desempenho ótimo da organização”. Slack et al (1997, p.69-70). Deve-se então criar estratégias que melhor condizem com sua empresa. Estratégias são a forma de se estabelecer caminhos, ações e programas por meio dos quais os objetivos e metas serão alcançados, é o que comenta (OLIVEIRA, 2002). Porter (1989) confirma esta afirmativa, acrescentando que a estratégia de decisão de quais recursos devem ser adquiridos e utilizados, possibilita maiores proveitos das oportunidades e minimiza fatores que ameaçam o alcance dos resultados desejados. Então, o melhor conceito para estratégia é o que relaciona organização com o seu ambiente, pois ao considerar essa relação à empresa define e operacionaliza as ações que proporcionarão resultados ótimos para a relação estabelecida, e mais condizentes com a sua realidade. Knupfer (2008) complementa que a estratégia de manutenção torna-se significativa, quando há evolução da técnica e continuidade do processo de produtivo.

Entende-se que as empresas devam tomar medidas baseadas em segurança, rentabilidade e disponibilidade, para que se otimizem os custos e maximize disponibilidade dos equipamentos, utilizando a melhor e mais especificada técnica de manutenção, sendo ela básica ou nova técnica é o que sugere (Knupfer, 2008).

3.3.1- Manutenção Corretiva

Quando um equipamento falha, esta pode causar uma perda total ou parcial da capacidade operacional do equipamento. Quando ocorre esta falha, ela deve ser corrigida de alguma forma, e este tipo de manutenção é chamado de manutenção corretiva, ou “apaga incêndios”, como é conhecida nas

fábricas. "A manutenção corretiva corresponde a uma atitude de defesa (submeter-se, sofrer) enquanto se espera uma próxima falha acidental (fortuita), atitude característica da conservação tradicional". Monchy (1989, p. 37). Machline (1994) confirma essa afirmativa, expondo que a manutenção corretiva é vista como a manutenção de emergência, que se limita apenas à correção dos defeitos revelados inesperadamente. Contudo, lembra o mesmo autor que não há indústria que possa dispensar este tipo de manutenção, mesmo tendo a experiência lógica demonstrada que é também o tipo de manutenção mais dispendiosa.

Manutenção corretiva é a atividade que existe para corrigir falhas decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os consertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento. (VIANA, 1991, p. 2.),

Conforme Harding (1981, p. 112), "manutenção corretiva é o trabalho de restaurar um equipamento para um padrão aceitável". A este respeito explica Kunpfer (2008), que a estratégia de manutenção corretiva, gera custos em consequência aos trabalhos não planejados e restauração ou troca de peças, também não programadas. Todavia, apesar dessas inconveniências, a corretiva é uma estratégia de manutenção que pode ser utilizada em equipamentos não críticos, ou seja, naqueles cujas falhas não afetam a operação, não causam danos ao meio ambiente e nem põem em risco a segurança do operador, possibilitando desta forma o planejamento para troca ou o reparo do componente no momento certo. Este segundo Slack (1999) deve ser considerado como o instante em que se pode contar com a parada do equipamento sem prejuízo para a produção, ou seja, quando há disponibilidade de mão de obra para o serviço, e se tem o material e a ferramenta necessária disponíveis no almoxarifado. Somente será considerada correção caso a causa seja identificada e eliminada, então a correção será terminada com a identificação e registro das informações no histórico do equipamento

Com base nesses autores, podem-se definir algumas vantagens, como a intervenção imediata quanto à falha e a não necessidade de acompanhamentos e inspeções nas máquinas, além de que esses serviços corretivos tendem a se manter repetitivos, aumentando assim, a sua velocidade na execução. Contudo, ela também apresenta desvantagens que não podemos

nos abster. As máquinas podem quebrar durante a produção, gerando atraso e custos adicionais. Gera também a necessidade da empresa trabalhar com um grande número de maquinários reserva, também aumentando custos, assim como estoques, de peças, por exemplo, que também seu número elevado.

Outro tipo de técnica de manutenção a ser estudada é a manutenção preventiva, no qual alguns autores contribuíram com conceitos para seu entendimento.

3.3.2-Manutenção preventiva

Seria a manutenção auxiliar a corretiva, por meio de aplicação de uma técnica que envolve o conhecimento dos equipamentos auxiliares e suas instalações, e é ainda a responsável pela intervenção no processo que poderá interromper ou não a produção de forma planejada e programada. Segundo Monchy (1989, p. 39), "manutenção preventiva é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha". Conforme Harding (1981, p. 112.) "manutenção preventiva é o trabalho destinado à prevenção da quebra de um equipamento". A manutenção preventiva, segundo Schoeps (1994), é uma técnica que mantém controle contínuo sobre os equipamentos, executando as operações julgadas adequadas para manter o bom funcionamento dos mesmos.

Destaca Machline (1994) que a estratégia de manutenção preventiva tem por objetivo reduzir ou evitar falhas, bem como a queda de desempenho por meio de um planejamento com intervalos de tempos definidos, possibilitando deste modo que um controle contínuo dos equipamentos seja mantido e que as operações julgadas convenientes sejam efetuadas, tanto com relação ao menor índice de falhas, quanto a intervalos regulares. Conclui-se que a manutenção preventiva é uma série de trabalhos com programação preestabelecida, que exige muita disciplina para ser bem executada. Para Xavier (2005) um dos segredos de uma boa preventiva está na determinação dos intervalos de tempo. Como, na dúvida, temos a tendência de sermos mais conservadores, os intervalos normalmente são menores que o necessário, o que implicam paradas e troca de peças desnecessárias.

A partir destes conceitos supracitados, podem-se definir vantagens e desvantagens para esta técnica de manutenção, tais como algumas vantagens verificaram:

- assegura a continuidade do funcionamento das máquinas, só parando para consertos em horas programadas;

- a empresa terá maior facilidade para cumprir seus programas de produção.

- Schoeps (1994) cita a programação de execução e de custos das atividades da manutenção, bem como a eliminação de trabalhos não planejados. Além oferece uma melhor utilização de recursos e economia de custos, já que é uma estratégia que não atua sobre os problemas, mas sim antes que eles aconteçam.

- Limita ou reduz o envelhecimento ou degeneração do equipamento.

- Melhora o estado técnico ocupacional do grupo.

- Atua antes dos custos de intervenção altos.

- Diminui os tempos de imobilizações do equipamento para conserto.

Algumas desvantagens são:

- requer um quadro (programa) bem montado;

- requer uma equipe de mecânicos eficazes e treinados;

- requer um plano de manutenção.

- demanda maior dedicação e conhecimento, pois exige acompanhamento, controle rigoroso e constante entre o planejado e o executado, desde a fase de projeto. Isto para evitar que a estratégia delineada seja incompatível à realidade a qual esta implementada.

A seguir encontram-se alguns conceitos de manutenção preditiva, outra técnica de manutenção.

3.3.3- Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva tem a finalidade de acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas, para intervenção no momento adequado. Seria uma evolução da manutenção preventiva. Surgiu na década de 70, em que em vez de ações de manutenção em intervalos de tempo definidos para troca de componentes, teremos ações de inspeção em intervalos de tempo definidos, indicando as condições reais do maquinário.

Para Viana (1991), a manutenção preditiva é a monitoração ou acompanhamento periódico do desempenho e/ou deterioração de partes das máquinas, cuja finalidade é fazer a manutenção somente quando e se houver necessidade. Knupfer (2008) revela que a estratégia de manutenção preditiva tem como finalidade o planejamento e execução das atividades de manutenção, baseadas no nível de desgaste do equipamento, que é medido através de vibração, absorção de eletricidade e da qualidade do óleo. Por meio dos resultados dessas medições, avalia-se, o estado do equipamento e determinam-se as ações que deverão ser executadas.

Tavares (1996, p. 121) menciona: "Entende-se por controle preditivo de manutenção, a determinação do ponto ótimo para executar a manutenção preventiva num equipamento, ou seja, o ponto a partir do qual a probabilidade de o equipamento falhar assume valores indesejáveis". Desse modo, Mirshawka (1991) equipara a manutenção preditiva à manutenção preventiva, pois acredita serem ambas baseadas no conhecimento do estado/condição de um item, através de medições periódicas ou contínuas de um ou mais parâmetros significativos. Segundo Xavier (2005) é quando a intervenção, fruto do acompanhamento preditivo, é realizada, fazendo uma Manutenção Corretiva Planejada.

Mirshawka (1991) aponta entre seus maiores benefícios:

- previsão de falhas com antecedência suficiente para que os equipamentos sejam desativados em segurança, reduzindo os riscos de acidentes e interrupções do sistema produtivo;
- redução dos prazos e custos de manutenção pelo conhecimento antecipado das falhas a serem reparadas;

- melhoria nas condições de operação dos equipamentos no sentido de obter menor desgaste, maior rendimento e produtividade.

Além de outras vantagens, assim como:

- Envolvimento de alta tecnologia e conhecimento.
- Ação tomada com o equipamento operando.
- Ausência de intervenções desnecessárias.
- Aproveita-se ao máximo a vida útil dos elementos da máquina, podendo-se programar a reforma e substituição somente das peças comprometidas.

Também se verifica desvantagens, tais como:

- requer acompanhamentos e inspeções periódicas, através de instrumentos específicos de monitoração.
- requer profissionais especializados.

A manutenção preditiva tem ganhado credibilidade em grandes empresas, pelo seu alto grau de funcionalidade e o baixo número de interrupções inesperadas na produção, o que a torna uma importante técnica de manutenção.

Por fim, a manutenção produtiva total é a última técnica a ser conceituada no trabalho, na qual se observa na seqüência.

3.3.4- Manutenção Produtiva Total (TPM)

Xenos (1998) diz que a manutenção produtiva total (TPM) se originou na década de 70, no Japão. “O Japão assimilou todos estes conhecimentos, que se cristalizaram como TPM - Total Productive Maintenance, ou seja, a “Manutenção com a participação de todos”. Nakajima (1989, p. 9.). Para Nakajima, TPM engloba também as técnicas de Manutenção Preditiva, ou seja, o uso de ferramentas que possibilitam diagnóstico preliminar das máquinas e equipamentos. Segundo Tavares (1998), o conceito básico do TPM é a reformulação e a melhoria da estrutura empresarial a partir da reestruturação e melhoria das pessoas e dos equipamentos, com envolvimento de todos os

níveis hierárquicos e a mudança da postura organizacional. “Em relação aos equipamentos, significa promover a revolução junto à linha de produção, através da incorporação da "Quebra Zero", "Defeito Zero" e "Acidente Zero". Tavares (1996, p. 51.). "uma MP (manutenção preventiva) mais ampla, baseada na aplicabilidade econômica vitalícia de equipamentos, matrizes e gabaritos que desempenham os papéis mais importantes na produção". TAKHASHI (1993, p.21).

A TPM visa estabelecer uma boa prática de manutenção na produção através da perseguição das cinco metas da TPM:

- 1) Melhorar a eficácia dos equipamentos;
- 2) Realizar manutenção autônoma;
- 3) Planejar a manutenção;
- 4) Treinar todo o pessoal em habilidades de manutenção relevantes e;
- 5) Conseguir gerir os equipamentos logo no início

Além de se conhecer todas as técnicas possíveis para se fazer uma manutenção adequada, é imprescindível que se tenha um bom gerenciamento de custos. Alguns autores nos dão idéia sobre o assunto a seguir.

3.4- Gerenciamento de Custos

Para Monchy (1989), a manutenção era vista como uma “vala sem fundo” ou até mesmo como um “mal-necessário”. Machiline (1994) expõe que ela só se faz necessária quando algo se quebra ou que só se justifica seu custo quando o divide pelo número de falhas, q que existe quem nem a possui e só se lembra dela quando a linha de produção para. Para Souza (2007), a manutenção é um dos departamentos mais importantes de uma organização e, como tal, é também um dos seus “buracos negros” quando o assunto é custo.

Dependendo do setor em que atua, grande parte da margem de lucro será por ela consumida. Isto porque a missão da Manutenção é manter o equipamento funcionando – por meio da prevenção – consertar e corrigir processos em que possam levar a uma falha ou pane. A indústria aeronáutica, por exemplo, sabe bem o quanto custa manter uma aeronave no ar sem panes. Fica evidenciada então, a necessidade de se gerenciar esses custos tão altos, pois o fato é que sem planejamento das ações da Manutenção (preditiva, preventiva, corretiva e as de emergência), meios de controle da execução e de medição do seu desempenho (indicadores de gestão), bem como traçar um plano de ação buscando sua excelência, o custo pode se elevar a patamares insustentáveis, dando a falsa impressão de que esta é um gerador de custos e não de lucros, como a Produção ou Vendas, por exemplo. Outro fator que implica no aumento considerável dos custos é a cultura interna do “chão de fábrica” no qual, na maioria dos casos brasileiros, suas raízes chegam até a alta cúpula da hierarquia. Muitos empresários e gestores acreditam que só se deve consertar quando há a quebra ou falha do equipamento, orientando o trabalho da Manutenção para a chamada “categoria emergencial” ou, no jargão industrial, no “apagar de incêndios”. Com isto, os manutentores passam a entender erroneamente que só serão valorizados pelo aumento do número de quebras ou “incêndios”, onde deixam de investir na prevenção e na correção dos processos de operação e partem para a valorização da quebra. Ou seja, quanto mais se quebra, melhor a Manutenção é. E é aí que os custos disparam e os conflitos entre ela e a Produção se intensificam.

Segundo Souza (2007), o gerenciamento de custo da manutenção é um dos principais desafios que os gerentes de manutenção vêm enfrentando. Mesmo porque são diversos os tipos de custos sobre os quais se precisam ter informações e controles. Como exemplo, o autor menciona os custos de manutenção por equipamento; custos por família ou grupo de equipamentos; custo por serviço executado; custos gerais de manutenção preventiva, corretiva e preditiva; custos de outros tipos de manutenção; custos de manutenção da grande parada; custos relacionados com reformas, melhorias e modificações e custos de manutenção por instalação. A falta de uma política de manutenção gera custos. Segundo Mirshawka e Olmedo (1993), os custos gerados pela função manutenção são apenas a ponta de um iceberg. Essa ponta visível

corresponde aos custos com mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção. Abaixo dessa parte visível do iceberg, estão os maiores custos, invisíveis, que são os decorrentes da indisponibilidade do equipamento.

“O custo da indisponibilidade concentra-se naqueles decorrentes da perda de produção, da não-qualidade dos produtos, da recomposição da produção e das penalidades comerciais, com possíveis conseqüências sobre a imagem da empresa” (MIRSHAWKA E OLMEDO, 1993). Esses aspectos também foram tratados por Cattini (1992), quando aponta os custos ligados à indisponibilidade e deterioração dos equipamentos como conseqüência da falta de manutenção. Essa relação entre custo de manutenção, custo da indisponibilidade e produtividade foi estudada em modelo matemático apresentado por Chiu & Huang (1996), cuja conclusão aponta para uma melhor relação custo-benefício quando a manutenção é tratada de forma preventiva, em vez de situações de descontrole do processo produtivo pela falta de manutenção.

Tomando a manutenção como premissa para a redução dos custos da produção, deve-se definir a melhor política a ser adotada para a otimização dos custos. É necessário que se classifique os seus custos, para posteriormente, planejar e gerenciar seus custos. Mirshawka e Olmedo (1993) apresentam uma classificação para os custos da manutenção: custos diretos, indiretos e especiais.

Segundo Mirshawka e Olmedo (1993), os custos diretos são aqueles relativos ao custo de mão de obra direta; com ferramentas e instrumentos; material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção. O cálculo de mão de obra é simples de se encontrar, basta multiplicar a taxa horária da mão de obra do colaborador pelo nº de horas gastas para se executar o trabalho. Já os custos indiretos, são aqueles imputados ao serviço de manutenção na percentagem em que este serviço se serve deles (% salário do pessoal administrativo, % custo dos serviços de informática, % custos com despesas administrativas em geral), Mão de obra parada, amortização dos equipamentos, custos induzidos, como penalidades por entrega com atrasos, perda de clientes e custo de

qualidade, além de custos com a recolocação do processo em funcionamento. A taxa de custo de paragem horária é encontrada quando dividimos o valor dos custos indiretos anuais pelo tempo total de paragens no ano. E por último os custos especiais, são aqueles referentes ao: custo de excessiva deterioração de que resulta o abate prematuro; custo de ruptura da produção; custo do ciclo de vida; custo de capital: estudo de design, maquinaria, instalação, componentes, etc.; custo de operação (mão de obra, energia, água, etc.); custo de manutenção (mão de obra, componentes, terceirização); e Custo de abate (remoção do equipamento).

Logo, os apontamentos corretos destes custos de manutenção nos equipamentos, conforme Souza (2007) é de fundamental importância para o gerenciamento dos mesmos, pois além de construir o histórico econômico do equipamento também está diretamente ligado ao custo final do produto acabado. Por esta razão, os custos de manutenção são alocados nas ordens de serviço em um campo apropriado denominado centro de custo, no qual está instalado o equipamento em que serão feitos os reparos. Cada tipo de serviço efetuado em um equipamento possui uma forma diferente de se alocar o custo e cabe ao departamento de manutenção estabelecer a melhor maneira de informar a gerência o quanto está se gastando com manutenção para se obter determinado produto.

Viana (2002) ainda acrescenta dois tipos de custos a serem analisados. São eles os custos de manutenção por faturamento e os custos de manutenção por valor de reposição.

Os gastos de manutenção por faturamento, segundo Viana (2002), consistem na relação entre os gastos totais com manutenção e o faturamento da companhia. Os custos com a depreciação e os custos da perda de faturamento foram incluídos a partir do advento do conceito de manutenção classe mundiais.

O custo de manutenção por valor de reposição consiste na relação entre o custo total de manutenção de um determinado equipamento com o seu valor de compra. Um valor aceitável deste indicador seria de 6% no período de 1 ano.

Para que se atinjam as suas metas e para que a organização não passe por apuros quando o assunto for custos de manutenção, para Viana (2002), é

indicado se fazer orçamento anual de manutenção, para que nada possa interferir na lucratividade empresarial. Inicialmente, a estruturação de um orçamento anual de manutenção deve considerar a composição de custos previstos para o próximo período, mas sempre adequado à realidade de sua companhia, ou seja, utilizando-se das experiências passadas (o que deu certo ou não). A projeção de “(custos previstos) para o próximo ano calendário deve ser cautelosa, pois se deve não só considerar custos fixos (geralmente contratos, mão de obra interna, etc.) e variáveis calculados pela média recente (insumos, peças, utilidades, etc.), mas também ações previstas para o próximo ano, com base em sua gestão no presente (retrofit em equipamentos, a implantação de novas linhas, reforma em instalações, etc.). A projeção de gastos deverá ser demonstrada mês a mês, ao longo do período projetado (6 meses ou anual), tomando-se o cuidado para que os custos sejam sempre alocados nos respectivos meses de gastos projetados, ou seja, posicione (como exemplo) os custos de parada anual em sua subestação no mês de efetiva contratação e execução. Lembro-o também que o seu orçamento poderá ser ainda mais preciso se obtiver as informações sobre custos e formas de pagamento (sinais para a contratação, parcelamentos, etc.), assim como se obtiver o histórico de gastos com manutenção durante os últimos 12 a 36 meses. Trata-se de um exercício bastante importante, o que exigirá o levantamento de dados, a consulta aos setores de manutenção sobre necessidades, a análise de seu parque instalado e, principalmente, um tempo de dedicação do autor e de sua equipe. Mas lembre-se, caso a sua empresa solicite a equiparação ou compatibilização deste orçamento com a área contábil (mês de competência, etc.), será importante que se reúna com eles, a fim de que alinhe as formas de controle. Essas medidas são básicas, mas de extrema importância no que se diz respeito a gerenciamento de custos, uma vez que os custos de manutenção são significativos, e uma má gerencia pode levar a empresa a sérios riscos indesejáveis.

A seguir observam-se algumas técnicas básicas de uma boa manutenção, como por exemplo, os roteiros de lubrificação.

3.5- Roteiro de lubrificação

A lubrificação consiste na formação de uma espécie de película que impede o contato direto entre duas superfícies, diminuindo assim o atrito entre elas. “Lubrificação é simplesmente a aplicação de filme lubrificante para melhorar a suavidade do movimento de uma superfície sobre a outra, e o material que é utilizado neste modo é chamado de Lubrificante” (LANSDOWN, 2007, p. 13).

Para Viana (2002) a lubrificação exerce um papel de grande importância no cenário industrial, devido a sua necessidade para conservação de elementos mecânicos, máquinas e equipamentos. Segundo o autor, o objetivo de lubrificar é reduzir o atrito entre superfícies ajustadas entre si, evitando desgaste e altas temperaturas. “A função mais importante dos lubrificantes industriais (óleos e graxas) é a redução de fricção e desgaste e em alguns casos, o movimento relativo de duas superfícies rotativas só é possível se um lubrificante estiver presente”. (MANG e DRESEL, 2004, p. 44).

De acordo com Viana (2002), são exemplos de elementos mecânicos passíveis de lubrificação: engrenagens, mancais, cilindros, superfícies planas deslizantes, etc. Ainda segundo o autor supracitado, o primeiro passo para formação para elaboração do roteiro de lubrificação é definirmos onde aplicaremos óleos lubrificantes, e onde aplicaremos graxas lubrificantes, pois existe uma grande diferença nos dois processos, inclusive pela constituição dos dois. De acordo com ele, existem lubrificantes gasosos, como o ar, e sólidos como a grafita e a mica, mas, no entanto usamos nas indústrias, em larga escala, os líquidos (óleos) e os semi-sólidos (graxas), sendo por este motivo o foco nos dois tipos. Após dividirmos os pontos a se lubrificar, com respeito à utilização de óleos ou graxas, devemos dividir estes grupos de acordo com o tipo mais adequado de óleo ou graxa a ser aplicado, e também a periodicidade da ação. Deverá ser executada também uma “rota de inspeção”, para que se verifique o nível de óleo aplicado e também a correta periodicidade da aplicação.

Segundo Viana (2002) e Mobley (2007), os planos preventivos de Lubrificação devem conter características como:

- Equipamentos que devem ser lubrificados bem como a identificação de seus pontos de aplicação do lubrificante;
- Identificação do Lubrificante adequado em cada ponto;
- Identificação do Método de Aplicação (Bomba Manual ou Automática, Almotolia, Pincel, Spray, entre outros.);
- Frequência ou intervalo de lubrificação (periodicidade) definida;
- Mão de obra e quantidade de hora/homem;
- Condição do Equipamento para execução: se o equipamento pode ser seguramente lubrificado enquanto opera ou se deve ser desligado.

O bom funcionamento e desempenho das operações dependem muito de um programa de lubrificação bem realizado.

“O nível de desempenho de equipamento em uma operação é diretamente proporcional à qualidade do programa de lubrificação naquela operação e o suporte provido ao programa foi das pessoas da administração e execução de engenharia e manutenção.” (MOBLEY, 2007, p.58)

Ou seja, é a perfeita Gestão da Lubrificação e seus recursos que propicia a Disponibilidade, aumento de produtividade e aumento de vida útil do maquinário e não somente a aplicação de Lubrificantes em si. Acrescentando e concluindo Branco Filho (2008), é através de um planejamento adequado de manutenção que se consegue obter melhores níveis de disponibilidade do equipamento e conseqüentemente do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade.

Pode-se definir como função, com em Branco Filho (2008) e em Mobley (2007):

- evitar e/ou controlar corrosão e desgaste.
- proteção como isolante térmico (refrigeração) e elétrico
- transmitir força (sistema hidráulico)
- atuar como vedação e amortecimento de elementos de máquina.
- Auxilia o arrefecimento do motor.

- Reduz o desgaste nas fases de partida, parada e em regime de alta carga do motor.
- Amortece os choques.
- Aumenta a durabilidade no sistema.

Defini-se também, alguns benefícios alcançados:

- operar dentro das normas de proteção ao meio ambiente e segurança no transporte, manuseio e descarte de lubrificantes.
- menor lucro cessante.
- otimização da quantidade de insumos necessários para lubrificação, gerando menor despesa com estoque.
- maior confiabilidade e disponibilidade de máquinas, aumentando a produtividade em sua empresa através da aplicação de técnicas preditivas em lubrificação.
- controle dos períodos estabelecidos para lubrificação por tag.
- Índices de manutenção confiáveis.

Mesmo com um roteiro bem programado e bem executado, é possível que alguns itens não apresentem melhoras, sendo necessário criar também um roteiro para troca de itens de desgaste, no qual se tem uma idéia a seguir.

3.6- Manutenção de troca de itens de desgaste

Segundo Viana (2002) tudo sofre desgaste, os equipamentos sofrem depreciações com o passar do tempo, tanto que o termo “vida útil é muito utilizada nas indústrias. Ele diz também que em todas as máquinas existem itens de sacrifício, que são feitas justamente para desgastar em prol do bom funcionamento do conjunto. Para Viana (2002), o primeiro passo para um bom planejamento de troca desses itens é conhecer quais são esses componentes, e determinar a periodicidade das trocas. “O levantamento dos itens de desgaste deve ser feito durante o trabalho de estudo das características técnicas de cada grupo de maquina” (VIANA, 2002, p. 97).

“Pode haver a coincidência de períodos entre a troca de itens de desgaste, e uma preventiva mais elaborada, com ajustes e calibrações; neste caso não será necessária a criação de dois planos de manutenção, bastando assimilar na puta preventiva as ações de substituição de componentes; com isso terá apenas uma ordem de manutenção, gerando uma economia processual importante em tempo e dinheiro” (VIANA, 2002, p.97).

É necessário um controle e um acompanhamento para que se realize bem esse período de troca de itens de desgaste, evitando uma peça funcionar com a vida útil ultrapassada ou também que uma peça seja trocada antes do prazo determinado, gerando um custo adicional indesejado.

Alguns objetivos foram traçados para se ocorrer troca de componentes, com base no texto de Viana (2002):

- Determinar quando há necessidade de um trabalho de manutenção de alguma peça específica;
- Aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos;
- Minimizar os trabalhos de emergência ou não planejados;
- Impedir a extensão dos danos;
- Aumentar a confiabilidade do equipamento ou linha de produção;
- Aproveitar os componentes de um equipamento em toda sua vida útil; e
- Determinar previamente uma parada programada.

Agora, se observa um pequeno conceito sobre maquinário reserva, e também como se calcula o custo para esta máquina em questão.

3.7- Máquinas reservas

Segundo Souza (2007) a possibilidade de ocorrência de falhas nos equipamentos nos leva a estudar um modelo matemático que permita determinar o número de máquinas a serem colocadas em reserva para atender as necessidades da operação, ou seja, ter um número de máquina em *stand-by* de forma econômica que possa entrar em operação caso haja uma parada por quebra de um determinado equipamento. Esse cálculo só é possível onde

todos os equipamentos são semelhantes e uma máquina reserva que possa substituir qualquer outra que esteja em operação.

$$\text{Custo} = S[P(SN_j) C_{ij}]$$

Após serem abordados alguns itens básicos para uma boa prática de manutenção, tem-se a seguir o conceito sobre o profissional da manutenção, sua formação e também sua capacidade de criação e atuação.

3.8- O profissional da manutenção

De acordo com Souza (2007) o profissional da manutenção geralmente é formado dentro das empresas com suas particularidades e técnicas, pois não é comum encontrarmos escolas que visem especificamente à formação de engenheiros ou técnicos de manutenção. As técnicas são absorvidas com cursos técnicos de curta duração, de especialização ou de pós-graduação.

Ainda segundo Souza (2007) esta atividade não é muito atraente ao engenheiro recém formado, por não receberem informações suficientes sobre as técnicas e metodologias de manutenção nos cursos regulares, embora a manutenção esteja em franco crescimento no mercado empresarial. Conclui-se que o treinamento é a forma adequada para formação destes profissionais, com um forte investimento por parte da empresa.

Segundo Souza (2007), O Técnico em Manutenção Industrial planeja, mantém e inspeciona sistemas elétricos e mecânicos industriais. Fundamenta-se nas tecnologias da eletricidade e mecânica, aplicando técnicas de intervenções seguras aos diversos processos industriais, inspecionando, prevenindo e corrigindo falhas, considerando a melhoria da qualidade, a garantia da saúde e segurança, produtividade e competitividade. Gerencia equipes, desenvolve manutenção preditiva, preventiva e corretiva, centrada na confiabilidade dos indicadores, propondo melhorias. Exerce suas atividades nos setores de manutenção e inspeção industriais, podendo ainda atuar em institutos e centros de pesquisa, órgãos governamentais, escritórios de

consultoria, dentre outros. Ainda segundo Souza (2007), foram definidas algumas possíveis áreas de atuação do tecnólogo, como:

- Planejar, manter e inspecionar sistemas elétricos e mecânicos industriais;

- Aplicar técnicas de intervenções seguras aos diversos processos industriais, inspecionando, prevenindo e corrigindo falhas, considerando a melhoria da produtividade;

- Atuar no gerenciamento de equipes, desenvolver manutenção preditiva, preventiva e corretiva, centrada na confiabilidade dos indicadores, e propor melhorias.

Agora se pode observar alguns conceitos de autores renomados sobre programação da manutenção.

3.9- Programação da manutenção

Segundo Tavares (1996), a programação da manutenção é um conjunto de ações preventivas com datas definidas para o desempenho efetivo da mesma. Desta forma, enfatiza o autor que a programação da manutenção nada mais é que um “plano mestre”, no qual se correlacionam os códigos e nomes dos componentes dos equipamentos com os períodos de execução das atividades programadas, instruções de manutenção, formulários de registro de dados de medição, centros de custos, códigos de material, dentre outros dados que o usuário considerar como necessários à sua inter-relação para o desenvolvimento do projeto de programação da manutenção.

Gestão da Manutenção no ponto de vista de Moreira Filho (2002) é compreendida como “o conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida”. Deixa-se de consertar, de viver problemas crônicos, mas começa-se a desenvolver um plano onde serão melhorados os padrões e métodos aplicados objetivando reduzir o número de intervenções melhorando a utilização do equipamento e reduzindo os custos de produção e manutenção. Neste nível, deixa-se de utilizar a manutenção corretiva e seus péssimos resultados e se inicia a utilização da manutenção preventiva, da manutenção preditiva e quem sabe com o passar do tempo até a

Manutenção Produtiva Total e a Manutenção Baseada na confiabilidade iniciando assim o que Moreira Filho (2002) chama de Engenharia de manutenção.

De acordo com Fuentes (2006) para inovar a função manutenção é requerido o uso de modelos para a análise da situação da gestão, de maturidade, de causalidade e financeiros no contexto organizacional. Isso define que fundamentalmente o impacto do Planejamento e Controle da Manutenção para a sobrevivência de uma empresa é primordial. A seleção estratégica de uma concepção da manutenção que esteja alinhada com as especificidades, objetivos e metas do planejamento e controle da produção de uma empresa propiciaria resultados, índices com maior aderência e atendimento às expectativas da empresa com a manutenção conforme as estratégias da produção e da empresa. Por estas razões, destaca Tavares (1996) que a programação da manutenção e o planejamento da produção devem estar diretamente ligados, pois ambos têm como objetivo comum atender as necessidades e expectativas da empresa e de seus clientes. A Manutenção atualmente não tem papel separado da Produção, que está comprometida em contribuir com os lucros da organização e que deve adequar o seu planejamento (suas decisões) com tais incumbências (propósitos).

Além da importância e necessidade de uma programação de manutenção, Tavares (1996), destaca a necessidade de se criar relatórios das atividades desenvolvidas pela manutenção. Pois, segundo ele, o desenvolvimento de relatórios concisos e especificados, pertinente a cada nível gerencial e de fácil análise, talvez até acompanhados de suas respectivas tabelas, índices e gráficos, facilitam e possibilitam a tomada de decisões e o estabelecimento de metas. Kardec e Nascif (2000) confirmam a concepção do autor colocando que no cenário atual os relatórios de manutenção são essenciais para que as organizações possam pensar e agir estrategicamente, e buscar junto ao processo produtivo a excelência empresarial.

Conforme Branco Filho (2008), é possível observar que, nas últimas três décadas, foram feitas não somente inovações nos sistemas organizacionais de forma a facilitar a efetiva integração das pessoas, recursos e tarefas, como houve, também, a evolução de diversos sistemas de planejamento, acompanhamento e controle das atividades de uma Gerência de Manutenção.

A partir dessas informações, Oliveira (2007) salienta que o gestor deve estar “antenado” as mudanças ocorridas no mercado industrial.

A tarefa dos gestores da manutenção inicia na definição da concepção. Gestão deve estar relacionada a todo o conjunto de ações, decisões e definições sobre todo o que tem que se realizar possuir, utilizar, coordenar e controlar para gerir os recursos fornecidos para a função manutenção e fornecer assim os serviços que são aguardados pela função manutenção. Conforme Fuentes (2006), os elementos que devem ser atendidos na elaboração da estratégia da manutenção pelos gestores são: a capacidade de operação, a quantidade e disponibilidade de recursos, conhecimentos e tecnologia necessários e a integração com outros níveis organizacionais da empresa, sistema de planejamento, recrutamento e capacitação de pessoal, entre outros tantos elementos necessários para uma boa gestão. Para a grande maioria das organizações, à semelhança retratada por Pinto (2005), consiste de um modo geral que o gerente da manutenção deve se reportar diretamente à gerência, superintendência ou diretoria da organização industrial, unidade operacional, ou seja, está ligado ao primeiro escalão gerencial.

Abordando um pouco mais sobre controle de manutenção, observa-se um conceito um pouco mais detalhado sobre PCM, programação e controle de manutenção.

3.9.1-Programação e controle da manutenção

O Planejamento e Controle da Manutenção é uma técnica de manutenção já fortemente consagrada no continente europeu, nos EUA. No Brasil a técnica do Planejamento e Controle da Manutenção começou a ser utilizada a partir do início da década de 90. Conforme Viana (2002), nos dias de hoje se percebe em diversas empresas brasileiras que o Planejamento e Controle da Manutenção estão difundidos como uma ferramenta fundamental no processo de tomada de decisão tanto na produção como nos negócios, visto que somente a manutenção garante o perfil e a disponibilidade dos equipamentos.

Segundo Branco Filho (2008), o planejamento, programação e controle da manutenção (PCM) em uma organização consolidam o ciclo de gerenciamento de manutenção, pela implementação das seguintes atividades:

a) Definir e manter os indicadores de desempenho com os respectivos requisitos de referência, atualizar a documentação técnica dos equipamentos e máquinas e formar a relação de sobressalentes;

b) Fazer atualização dos planos de manutenção;

c) Revisar o cadastro de ordens de serviço sistemáticas relacionadas aos planos de manutenção dos equipamentos e máquinas e respectivas periodicidades;

d) Manter o sistema em regime de normalidade operacional com objetivo de preparar e conscientizar os colaboradores envolvidos com as atividades de manutenção, para apontamentos e registros das tarefas executadas, incluindo também, o registro das horas de equipamentos e máquinas paradas e causas das avarias;

e) Fiscalizar os planos de manutenções sistemáticas e não sistemáticas oriundas de inspeções ou check-list, com todos os informativos necessários para as áreas solicitantes da organização;

f) Verificar a organização do almoxarifado, bem como preparar os materiais sobressalentes e o ferramental necessário à execução dos serviços;

g) Fazer criteriosa análise dos serviços planejados, das programações e back-log;

h) Fazer a equalização da mão-de-obra e estabelecer novas periodicidades para os serviços, em função das verificações e análises de causas e desvios de planejamento;

i) Criar histórico técnico estruturado dos equipamentos, máquinas e instalações, com registros de ocorrências planejadas e imprevistas;

j) Organizar e analisar dentro de uma periodicidade adequada os relatórios gerenciais de manutenção;

k) Proporcionar a orientação dos gerentes e chefes para obtenção de melhores resultados correlacionados à disponibilidade, confiabilidade e produtividade dos equipamentos, máquinas e das equipes de manutenção;

l) Fazer acompanhamento e prestar suporte a instalação de novas versões de softwares de gerenciamento e manter as rotinas de integração com os outros sistemas;

m) Realizar reuniões de conscientização com a participação dos colaboradores para a organização da manutenção e o total comprometimento com os resultados, para os níveis: estratégicos, gerencial, tático e operacional.

Ainda conforme Branco Filho (2008), alguns Procedimentos devem ser observados para organizar o departamento de Planejamento, Programação e Controle da Manutenção.

Planejamento:

- 1- Organizar os serviços conforme o prazo ou periodicidade;
- 2- Analisar as tarefas para determinar métodos adequados e as seqüências das operações
- 3- Indicar as funções técnicas, ferramentas, materiais técnicos exigidos;
- 4- Planejar disponibilidade de equipamentos e máquinas;
- 5- Atribuir responsabilidades pelos serviços a serem executados.

Programação:

- 1- Determinar a data de início e término de execução das atividades;
- 2- Aprovisionar adequadamente ferramentas e materiais;
- 3- Determinar as participações dos especialistas, supervisores ou chefes;
- 4- Coordenar, supervisionar a produção;
- 5- Verificar o comportamento da execução das atividades para que o programa seja cumprido ou ajustado.

Controle:

1- Confrontar o desempenho efetivo com o padrão estabelecido na organização, acompanhados dos cálculos dos desvios;

2- Apresentar cálculos de eficiência prevista, utilização e produtividade na manutenção;

3- Estabelecer sistemas de documentação técnica;

4- Registrar os custos de manutenção de cada equipamento e máquina;

5- Estabelecer método para localização de máquina e equipamento obsoleto.

Segundo Branco Filho (2008), a implantação dos recursos de manutenção parte do pressuposto de uma estrutura adequada para planejar, controlar, programar, alocar e executar os serviços. O planejamento das ações da manutenção deve compreender as fases de emissão do pedido de manutenção pelo solicitante do serviço e a geração da ordem de serviço, que conforme Chiavenato (2005) compreende a comunicação sobre prestação interna de serviços, como serviço de inspeção de qualidade, serviço de reparo ou de manutenção dos equipamentos. No caso do PCM a geração da ordem de serviço deve estar acompanhada de todo o detalhamento possível, quais sejam: mão de obra, materiais, serviços complementares, as prioridades, as datas e o horário previstos para o início e término dos serviços e principalmente medidas de segurança necessárias para a liberação dos serviços.

Conforme Rosa (2006) diz, assim, a gestão do PCM deve considerar as seguintes ações como premissas básicas para a gestão:

– Determinação de um plano de trabalho de manutenção preventiva, ao longo do ano e em cargas semanais;

– Atendimento aos pedidos de modificação e melhoria dos equipamentos; e

- Mecanismos de atendimento às paralisações e serviços emergenciais.

Conforme se observou, com a implantação de um bom PCM as tarefas são mais bem feitas e em menos tempo, desgastando menos o seu pessoal e permitindo que os equipamentos fiquem mais tempo disponíveis para a produção.

A seguir, percebe-se a metodologia utilizada nesta pesquisa.

4- Metodologia

Uma pesquisa científica requer técnicas diferentes para obtenções de informações que sustentam o resultado do estudo. Segundo Gil (2002), a pesquisa científica refere-se a um conjunto de ações que tem por finalidade solucionar problemas sugeridos através de procedimentos racionais e sistemáticos. “Em qualquer pesquisa científica, a pesquisa documental deverá ser feita antes da pesquisa de campo. Todos os dados devem ser exaustivamente investigados para que as informações possam oferecer suporte à investigação pleiteada”. (LAKATOS & MARCONI, 2001).

Em função destas afirmativas, esta seção tem por finalidade apresentar as características específicas a esta pesquisa, bem como os instrumentos utilizados para a coleta dos dados pertinentes à mesma.

4.1- Tipo de pesquisa

Segundo Lakatos e Marconi (2001), a definição do tipo de pesquisa mostra-se muito complexa devido aos vários conceitos existente acerca do tema. Contudo, as autoras propõem dois critérios básicos para caracterizar a pesquisa, os quais são: quanto aos meios, refere-se aos instrumentos ou técnicas utilizadas para o desenvolvimento do trabalho e quanto aos fins, que se refere aos objetivos traçados.

A pesquisa pode ser classificada quanto aos meios como:

- pesquisa de campo: é a investigação realizada no local onde ocorreu o fenômeno ou que possui os elementos necessários para explicá-lo. Nesta pode-se utilizar de questionários, entrevistas e observação participante ou não participante.

- pesquisa documental: a investigação se dá por meio de documentos conservados no interior de órgãos públicos, privados ou pessoais de qualquer natureza. Como exemplo tem-se os seguintes documentos; memorandos, cartas pessoais, diários, balancetes, ofícios, etc.

- pesquisa bibliográfica: a pesquisa é feita a partir de referências teóricas publicadas em livros, jornais, revistas, dentre outros.

- estudo de caso: caracteriza-se pela investigação sobre um indivíduo, família, grupo, que seja representativo do universo pesquisado.

E quanto aos fins à pesquisa pode se caracterizar como exploratória, descritiva ou explicativa. A pesquisa exploratória tem por função proporcionar maior conhecimento sobre o tema ou problema da pesquisa. A descritiva exige conhecimento prévio sobre o problema e seu objetivo principal consiste na descrição de características de grupos, bem como em descobrir a existência de relação entre variáveis.

Sendo assim, neste trabalho adotaram-se os seguintes critérios propostos pelos autores, quanto aos fins, tanto quanto aos meios.

Quanto aos meios, à pesquisa caracteriza-se como pesquisa documental, pelo fato da investigação se dar por meio de documentos conservados na empresa, como planilha de custos, documentos históricos, relatórios e outros mais. Também se caracteriza como pesquisa bibliográfica, por partir de referências teóricas. Ela também pode ser considerada como um estudo de caso por se dar de uma investigação sobre uma única empresa, que representa o universo pesquisado.

Quanto aos fins, a pesquisa caracteriza-se de natureza exploratória, por proporcionar maior familiaridade com o problema. Tende à constatação de algo em uma determinada organização, objetivando o aperfeiçoamento de idéias ou descobertas de intuições.

Tendo o conhecimento sobre o tipo de pesquisa realizado, é necessário também conhecer o objeto de estudo deste trabalho, no qual se pode observar a seguir.

4.2- Objeto de estudo

A empresa em estudo atua na reconstrução de pneus radiais, e foi fundada no ano de 2010. Ela se destaca por oferecer um serviço inovador, oriundo da Itália e adaptada aos moldes da empresa. É uma empresa de pequeno porte, sendo pertencente ao grupo de uma grande empresa de recapagem de pneus gigantes, tendo uma boa base para atender a demanda.

Seu serviço consiste em realizar reconstruções de carcaças de pneus radiais. Esta revolucionária reconstrução técnica, utiliza tecnologia de ponta, e vem continuamente aperfeiçoando e melhorando os avanços realizados em reconstrução de carcaça de pneus radiais que antes eram consideradas

"SUCATAS" (reprovadas pelas recauchutadoras), e que agora podem ser reparadas para recuperar a sua utilização normal. Nos últimos anos, flanco (lateral do pneu), ombros e banda de rodagem que apresentavam danos com rompimento de cabos radiais, significavam o sucateamento instantâneo do pneu. Agora, a substituição dos cabos radiais rompidos pode ser feita com grande êxito.

Com grande aprovação e aceitação por toda a Europa, Austrália, Canadá e Estados Unidos e durante os últimos anos na América do Sul, o TAP RAP reconstruções de pneumáticos tem sido utilizado com grande satisfação também em pneus gigantes OTR.

A empresa contribui ainda com o meio ambiente, dando finalidade a pneus que por ventura poderiam causar danos a sociedade e ao meio em que vivem. Além disso, ela também vende seus resíduos, como o pó da borracha, melhorando seu retorno financeiro e evitando impactos ambientais. A reconstrução de pneus radiais TAP RAP pode contribuir muito para a redução de impactos causados por pneus sucateados que seriam descartados e jogados ao meio ambiente, uma vez que as empresas vêm utilizando esse método de reconstrução, têm conseguido reduzir em até 60% o número de pneus sucateados.

Localizada no centro-oeste mineiro, a empresa atende clientes de todo o estado mineiro, além de estados do nordeste e norte do Brasil. Conta com 19 funcionários diretos, sendo eles colaboradores da produção, administração, vendas e gerência. Possui um único galpão onde se encontra todos os setores de produção, além de um escritório para administração e gerência. Conta também com um escritório de vendas, localizado na capital mineira, Belo Horizonte.

A produção inicia-se as 7:00 hs da manhã, com um intervalo para almoço das 11:30 as 12:30 hs, finalizando suas tarefas à tarde, mais precisamente as 16:00 hs.

Setor de escariação

O setor de escariação consiste em limpar a área onde foi ocasionado o dano. São retirados os cabos danificados, cabos oxidados e outras impurezas que possam vir a comprometer todo o processo de reconstrução TAP RAP.

É nele em que se encontra o equipamento a ser analisado e estudado, o esmeril chicote. O maquinário fica predisposto em uma área reservada ao setor de escariação, e sendo único para cada funcionário. Atualmente existem 7 equipamentos, sendo todos eles utilizados, ou seja, nenhum reserva.



FIGURA 1 – Setor de escariação

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

4.3- Equipamento em estudo

Atualmente o setor de escariação possui 7 esmeris chicotes para utilização, sendo eles, 4 com um ano de uso e os outros 3 com mais de um ano de uso. Todos os esmeris chicotes são utilizados, não existindo nenhum equipamento reserva.

A figura 2 nos traz a foto do equipamento utilizado e objeto de estudo.



FIGURA 2 – Esmeril Chicote

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

4.3.1 - Informações gerais do equipamento

O esmeril chicote é muito importante no processo de produção, no que se diz respeito a reconstruções de pneus. Sendo assim, ele é considerado insubstituível, sendo possível apenas, tentar aproveitar o máximo de sua capacidade produtiva, com o menor custo possível.

Esse equipamento atualmente encontra-se no mercado com o preço médio de R\$ 600,00. Um dos componentes mais caros é a alma, com um valor de mercado aproximado de R\$ 118,00, e é também o componente mais defeituoso.

O esmeril chicote é composto por um motor de indução gaiola, com voltagem 220/380, 3385 RPM, 60hz de frequência, funciona a uma temperatura média de 40° C, consome em média 1,5 kWh e tem 2cv de potencia.

TABELA 1 - Especificações do Esmeril chicote

Especificações	
Motor	Indução gaiola
V	220/380
RPM	3385
HZ	60
Temp. Amb.	40° C
HP / CV	2
Equipamento	
Horas trabalhadas / dia	7
Consumo energia KW/h	1,5
Preço R\$/KW	0, 38978
Custo energia R\$/h	0, 58467

Fonte: Empresa em estudo (2011)

Foram apresentadas na tabela 1, as especificações do equipamento em análise, o esmeril chicote, com seus dados de funcionamento, sua carga de trabalho e seu consumo de energia. Verificou-se que um esmeril chicote consome em média 10,5 KW em um dia de trabalho, o que dá um total de R\$ 4,09 diários.

4.4- Coleta de dados

Os instrumentos adotados para coletar os dados iniciais, ou seja, aqueles necessários ao melhor conhecimento e descrição da empresa foram consultas a documentos que relatam os custos de manutenção da empresa. Esta consulta foi iniciada no primeiro mês do ano de 2011, data em foram coletados quase todos os dados necessários.

Na seqüência, foram pesquisadas as causas mais freqüentes de quebras de equipamento. Este levantamento de dados consiste em verificar o nº de paradas na produção causadas pela quebra do equipamento, sendo ela de qualquer origem. Foram feitas diversas medições, e a partir dessas medições foram feitas várias consultas a especialistas e fornecedores do

equipamento por meio de internet. Também foram analisados os “sintomas” da causa da quebra e assim definidas a raiz da pane no maquinário. A cada quebra verificada, foram anotados dados sobre a mesma, utilizando os programas Microsoft Word e Microsoft Excel, como o dia da parada, o motivo da parada, o tempo de parada e o reparo necessário.

Foi levantado também o tempo médio perdido por eventuais quebras de equipamentos, e o custo médio destas paradas inesperadas. Foram cronometradas o tempo total de parada oriundas de quebras do equipamento, e a partir de dados fornecidos pela empresa, como o custo homem/hora paga pela mesma, na qual o valor é R\$ 5,00, sendo este valor se referindo tanto ao mecânico quanto ao operador do equipamento, ao valor pago pelo serviço de reconstrução do pneu pelo cliente, que em média é R\$ 255,00, sendo calculado a proporcionalidade em referencia ao tempo perdido pela quebra do equipamento, e o valor dos componentes que serão necessárias as trocas, que na maioria dos casos foi a alma, que custa para a empresa R\$ 118,00. A partir desses valores foi possível verificar o tempo total perdido por cada quebra e criar tabelas com os valores dos custos derivados destas quebras dos equipamentos.

Os preços de cada equipamento, e de seus componentes foram fornecidos, para obtenção de dados referentes a possíveis custos gastos com lubrificação ou troca de itens. Foi comparado o custo total gasto com manutenção corretiva nos modelos atuais com o valor gasto com a implementação de um roteiro de lubrificação simples, mas eficaz, capaz de diminuir o valor. Foi usado o mesmo valor pago por homem/hora, R\$ 5,00 para calcular o custo com funcionário responsável por lubrificar o equipamento, e também o mesmo valor do serviço para se calcular a perda de produção, pois o equipamento ficaria parado enquanto se efetuasse a lubrificação, sendo considerada a economia de energia do mesmo enquanto parado.

Com base nos resultados obtidos pelo calculo dos custos atuais e do custo com o roteiro criado, foi proposto um modelo de manutenção autônoma, baseado em treinamento e na elaboração deste roteiro de lubrificação, capaz de reduzir custos com manutenção e aumentar o rendimento do equipamento.

5 - ANÁLISE DE RESULTADO

5.1 - Frequência das causas de quebras do equipamento

O esmeril chicote funciona em situações normais, uma média de 7 horas, em uma jornada de trabalho do operador de 8 horas diárias. Sendo assim, a exposição a danos aumenta, sendo que essas causas podem ser oriundas de alguns fatores, como por exemplo, falta de lubrificação, aperto de parafusos, excesso de sujeira, altas vibrações e até mesmo por desníveis ou angulações errôneas. A seguir, verificam-se as causas de danos e a sua frequência, das quebras ocorridas nos três primeiros meses do ano de 2011 (janeiro, fevereiro e março.), o tempo de parada e os reparos a serem feitos.

TABELA 2 - Relatório de quebras / primeiro trimestre 2011

Dia	Motivo	Tempo de parada	Reparo
7/1/2011	Alma quebrada	0h 17 min.	Troca da alma
11/1/2011	Alma quebrada	1h 25 min.	Troca da alma
14/1/2011	Alma quebrada	2h 10 min.	Troca da alma
17/1/2011	Alma quebrada	0h 50 min.	Troca da alma
21/1/2011	Alta temperatura do mangote	0h 10 min.	Lubrificação
27/1/2011	Pane elétrica	0h 55 min.	Ajuste de fios de tensão
2/2/2011	Alma quebrada	1h 35 min.	Troca da alma
11/2/2011	Alma quebrada	2h 55 min.	Troca da alma
15/2/2011	Alta temperatura do mangote	0h 10 min.	Lubrificação
25/2/2011	Alma quebrada	1h 30 min.	Troca da alma
3/3/2011	Alma quebrada	1h 30 min.	Troca da alma
11/3/2011	Alma quebrada	2h 00 min.	Troca da alma
22/3/2011	Pane elétrica	0h 45 min.	Ajuste de fios de tensão
31/3/2011	Alma quebrada	1h 00 min.	Troca da alma

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

A tabela 2 mostra que o principal dano causador de paradas é o de alma quebrada, e que ele também é o que causa um maior tempo de parada, e conseqüentemente um maior custo de manutenção, com exceção do dia 07/01/11, no qual se dispunha de uma alma em estoque, facilitando a troca, o que não foi observado nos dias seguintes.

O gráfico 1 mostra a porcentagem de cada quebra, perante os dados coletados.

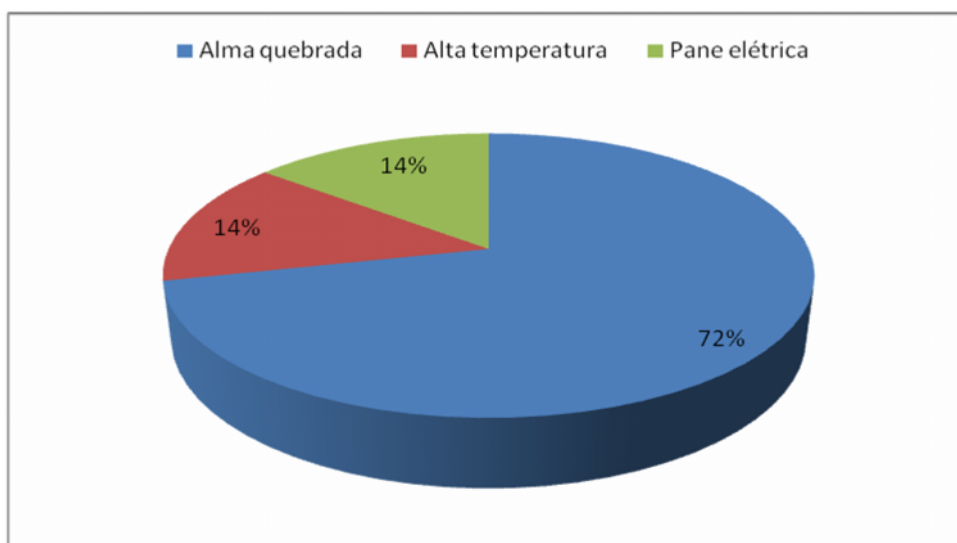


GRÁFICO 1: Freqüência das causas de paradas

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Nota-se que o dano alma quebrada representa aproximadamente 72% do total de quebras, e indica que este é o principal problema a ser resolvido e é nele que se deve ter o foco principal. O gráfico 2 foi construído para verificar a freqüência dos danos em relação a cada mês do trimestre analisado.

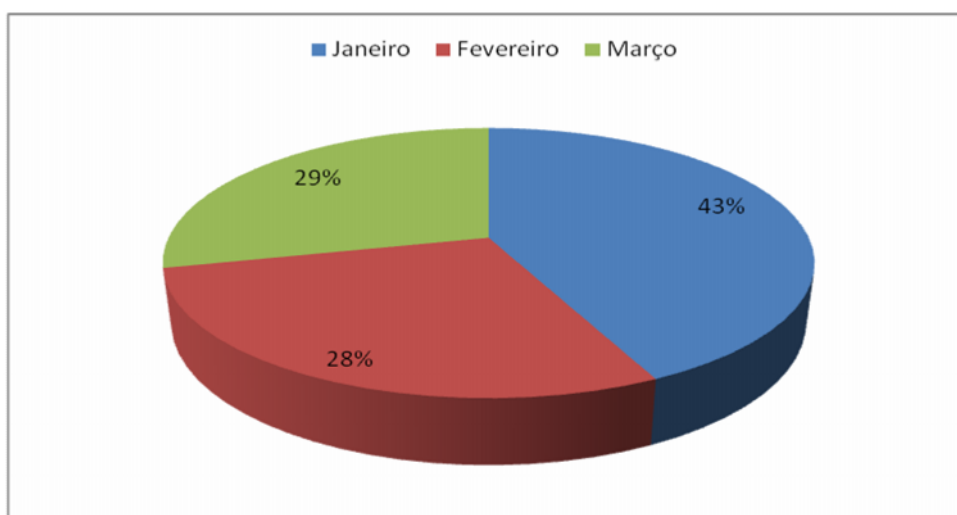


GRÁFICO 2: Distribuição de quebras/mês

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

O gráfico 2 mostra que existe uma certa regularidade, e que a eventualidade das quebras não podem ser consideradas, evidenciando ainda mais a necessidade de mudanças ou correções.

5.2 - Custo de parada na produção

Máquina estragada ou em conserto pode representar uma grande perda na produtividade da empresa, que pode não perceber e conseqüentemente não tomar as ações corretivas devidas.

O custo hora/homem da empresa em estudo é de R\$ 5,00. Esse valor foi atribuído a cada quebra gerada e conseqüentemente, um tempo ocioso do funcionário responsável por operar o equipamento estragado. Foi feito o cálculo necessário para descobrir quanto custou para a empresa manter o funcionário parado enquanto se efetuava o reparo. Atribui-se também o custo da mão de obra do mecânico, com o mesmo valor hora/homem. Levou-se em consideração também a economia de energia em cada quebra, já que o esmeril não estava em funcionamento. A partir dessas informações foi possível elaborar a tabela 3, no qual contem as datas das panes, o tempo e o custo de cada parada.

TABELA 3 - Custo mão de obra / tempo ocioso

Dia	Tempo de parada	Custo operador	Custo mecânico	Economia de energia	Custo total
7/1/2011	0h 17 min.	R\$ 1,42	R\$ 1,42	R\$ 0,17	R\$ 2,67
11/1/2011	1h 25 min.	R\$ 7,08	R\$ 7,08	R\$ 0,83	R\$ 13,33
14/1/2011	2h 10 min.	R\$ 10,83	R\$ 10,83	R\$ 1,27	R\$ 20,39
17/1/2011	0h 50 min.	R\$ 4,16	R\$ 4,16	R\$ 0,49	R\$ 7,83
21/1/2011	0h 10 min.	R\$ 0,83	R\$ 0,83	R\$ 0,10	R\$ 1,56
27/1/2011	0h 55 min.	R\$ 4,58	R\$ 4,58	R\$ 0,54	R\$ 8,62
2/2/2011	1h 35 min.	R\$ 7,92	R\$ 7,92	R\$ 0,93	R\$ 14,91
11/2/2011	2h 55 min.	R\$ 14,58	R\$ 14,58	R\$ 1,71	R\$ 27,45
15/2/2011	0h 10 min.	R\$ 0,83	R\$ 0,83	R\$ 0,10	R\$ 1,56
25/2/2011	1h 30 min.	R\$ 7,50	R\$ 7,50	R\$ 0,88	R\$ 14,12
3/3/2011	1h 30 min.	R\$ 7,50	R\$ 7,50	R\$ 0,88	R\$ 14,12
11/3/2011	2h 00 min.	R\$ 10,00	R\$ 10,00	R\$ 1,17	R\$ 18,83
22/3/2011	0h 45 min.	R\$ 3,75	R\$ 3,75	R\$ 0,44	R\$ 7,06
31/3/2011	1h 00 min.	R\$ 5,00	R\$ 5,00	R\$ 0,58	R\$ 9,42
Total	15 h 17 min.	R\$ 85,92	R\$ 85,92	R\$ 10,09	R\$ 161,75

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Foi possível verificar, a partir da tabela 3, que houve um total de 14 paradas não programadas no primeiro trimestre de 2011, com um total de 15 horas e 17 minutos. Esse tempo custou para a empresa R\$ 85,92 de mão de obra ociosa, além de custar o mesmo valor para o mecânico fazer o conserto. Foi diminuída do valor a economia de energia no tempo ocioso, um total de R\$ 10,09, gerando um total de custo mão de obra / tempo ocioso de R\$ 161,75 no primeiro trimestre.

A partir do momento que se detecta a quebra, toma-se a medida necessária, ou seja, o conserto a ser feito. Esse conserto tem um custo a ser levado em conta. Além do custo da mão de obra do mecânico, já mencionado na tabela 3, existe um custo com o material a ser adquirido e usado. No caso estudado, foram eles a alma, que com a quebra fica impossível de ser reaproveitada e é necessária a compra de uma nova, e também a graxa, que serve pra lubrificar o equipamento, diminuir o atrito, diminuindo a temperatura do mangote.

TABELA 4 - Custo material / quebra

Dia	Reparo	Material utilizado	Custo material
7/1/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
11/1/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
14/1/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
17/1/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
21/1/2011	Lubrificação	Graxa	R\$ 2,50
27/1/2011	Ajuste de fios de tensão		
2/2/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
11/2/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
15/2/2011	Lubrificação	Graxa	R\$ 2,50
25/2/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
3/3/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
11/3/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
22/3/2011	Ajuste de fios de tensão		
31/3/2011	Troca da alma	Alma	R\$ 118,00
		Total	R\$ 1.185,00

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Percebe-se que 71,43 % das paradas são oriundas das quebras de alma. Cada alma nova custa R\$ 118,00 reais, valor muito caro para ser gasto com essa frequência. Também foi necessário colocar o custo da graxa, usada para diminuir a temperatura e a vibração do equipamento. O quilo da graxa custa R\$ 25,00 reais, e para cada vez que ela é usada, utiliza-se 100g, quantidade necessária para diminuir o atrito. Com um total de R\$ 1185,00 de custo material, é necessário perceber que a manutenção é precária, e na verdade, nem é feita, além da manutenção corretiva logicamente. Quando o dano é apenas pane elétrica, ou seja, quando se é necessário fazer apenas o ajuste dos fios de tensão, não é necessário comprar material, já que o ajuste é feito com o próprio fio solto.

É necessário colocar no estudo, a perda de produtividade, representada na tabela 5, já que o equipamento não está em funcionamento. Lembrando que o valor cobrado no mercado para o serviço no pneu é de R\$ 255,00 em média.

O tempo total que o pneu gasta para ficar pronto é 420min. Foi feito um rateio desse tempo para o tempo parado e descobriu-se o quanto deixou de produzir naquela parada específica.

TABELA 5 - Perda de produtividade / quebra

Dia	Tempo de parada	Participação produção por pneu %	Perda produção por pneu R\$
7/1/2011	0h 17 min.	4,04	R\$ 10,32
11/1/2011	1h 25 min.	20,24	R\$ 51,60
14/1/2011	2h 10 min.	30,95	R\$ 78,93
17/1/2011	0h 50 min.	11,9	R\$ 30,36
21/1/2011	0h 10 min.	0,24	R\$ 6,07
27/1/2011	0h 55 min.	13,1	R\$ 33,39
2/2/2011	1h 35 min.	22,62	R\$ 57,68
11/2/2011	2h 55 min.	41,67	R\$ 106,25
15/2/2011	0h 10 min.	0,24	R\$ 6,07
25/2/2011	1h 30 min.	21,43	R\$ 54,64
3/3/2011	1h 30 min.	21,43	R\$ 54,64
11/3/2011	2h 00 min.	28,57	R\$ 72,86
22/3/2011	0h 45 min.	10,71	R\$ 27,32
31/3/2011	1h 00 min.	14,29	R\$ 36,43
	Total		R\$ 626,56

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Quanto maior o tempo maior o prejuízo na produção, logicamente. Percebe-se que as maiores perdas são as de quebras de alma. Muitas das vezes por não ter este equipamento em estoque, por se tratar de um valor alto a ser empenhado.

Estas paradas representaram um total de R\$ 626,56, valor de quase 3 pneus prontos, já que o valor do serviço cobrado ao cliente é de R\$ 255,00 em média.

Este trabalho não teria sido realizado se não fosse percebido o alto grau de paradas na produção, e conseqüentemente o alto índice de custos. A tabela 6 mostra a dimensão um pouco maior do que cada quebra pode representar para a empresa.

TABELA 6 - Custo total / quebra

Dia	Tempo de parada	Custo mão de obra ociosa	Custo material	Perda produção / pneu R\$	Custo total
7/1/2011	0h 17 min.	R\$ 2,67	R\$ 118,00	R\$ 10,32	R\$ 12,99
11/1/2011	1h 25 min.	R\$ 13,33	R\$ 118,00	R\$ 51,60	R\$ 182,93
14/1/2011	2h 10 min.	R\$ 20,39	R\$ 118,00	R\$ 78,93	R\$ 217,32
17/1/2011	0h 50 min.	R\$ 7,83	R\$ 118,00	R\$ 30,36	R\$ 156,19
21/1/2011	0h 10 min.	R\$ 1,56	R\$ 2,50	R\$ 6,07	R\$ 10,13
27/1/2011	0h 55 min.	R\$ 8,62		R\$ 33,39	R\$ 42,01
2/2/2011	1h 35 min.	R\$ 14,91	R\$ 118,00	R\$ 57,68	R\$ 190,59
11/2/2011	2h 55 min.	R\$ 27,45	R\$ 118,00	R\$ 106,25	R\$ 251,70
15/2/2011	0h 10 min.	R\$ 1,56	R\$ 2,50	R\$ 6,07	R\$ 10,13
25/2/2011	1h 30 min.	R\$ 14,12	R\$ 118,00	R\$ 54,64	R\$ 186,76
3/3/2011	1h 30 min.	R\$ 14,12	R\$ 118,00	R\$ 54,64	R\$ 186,76
11/3/2011	2h 00 min.	R\$ 18,83	R\$ 118,00	R\$ 72,86	R\$ 209,69
22/3/2011	0h 45 min.	R\$ 7,06		R\$ 27,32	R\$ 34,38
31/3/2011	1h 00 min.	R\$ 9,42	R\$ 118,00	R\$ 36,43	R\$ 163,85
Total	15 h 17 min.	R\$ 161,75	R\$ 1.185,00	R\$ 626,56	R\$ 1973,31

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Com um total geral de custo gerados por quebras de R\$ 1973,31, valor que significa aproximadamente 3 novos equipamentos, comprova a necessidade de melhorias na manutenção, mesma que seja com atividades simples. Nota-se que o maior custo esta com a compra de material, e este valor pode ser diminuído se for feito programas para que ele não apresente defeitos.

5.3- Sugestões de melhoria

No cenário atual, não se aceita mais empresas do segmento industrial operar sem técnicas de manutenção que garantam o melhor aproveitamento em todos os sentidos, sendo eles mão de obra, tempo de produção e o equipamento propriamente dito. Existem muitas técnicas para que se alcance o melhor desempenho possível se seus equipamentos, e eles não estão restritos a grandes empresas apenas, e muitas vezes, a manutenção por mais simples que seja ajuda a empresa ainda pequena a atingir seus objetivos.

Analisando os problemas encontrados, a intenção de investimento por parte da empresa e também seus recursos disponíveis, foram estabelecidas algumas medidas para a diminuição ao máximo dessas causas de parada na produção.

1º - Manutenção espontânea

É cada vez maior a importância do envolvimento do profissional com a empresa, e isso também se diz respeito à manutenção. O operador do equipamento é uma das pessoas com o maior conhecimento sobre a máquina, e ele é capaz de identificar pequenas falhas que possam significar problemas maiores. Então nada impede que ele mesmo possa executar funções básicas da manutenção e da manutenção autônoma especificamente. Alguns aspectos são facilmente controlados pelo operador, sendo o sugerido neste caso. São eles a limpeza, a lubrificação e o aperto.

A limpeza significa remover todo o lixo, sujeira, resíduos e materiais acumulados no equipamento. Alguns problemas são decorrentes de sujeiras, como por exemplo, o mau funcionamento operacional e falhas de contato nos circuitos elétricos por adesão de poeira. Estas falhas significaram em curto prazo, paradas na produção, elevando o custo e a perda de produção, e em longo prazo, como perda do equipamento ou mesmo sua vida útil diminuída.

Conservar seu equipamento limpo ajuda a detectar problemas antecipadamente, evitando problemas maiores. É preciso fazer inspeção matinal e também uma inspeção final para a garantia do melhor funcionamento da máquina. Medidas simples de limpeza, não gastando muito tempo, é suficiente para uma melhor operação.

A lubrificação é sem dúvida, neste caso específico, o maior problema gerador de perdas, ou melhor, a falta de lubrificação. Esta tarefa tem como objetivo maior diminuir o atrito entre duas superfícies e evitar falhas. A consequência da lubrificação é a fricção reduzida, desgaste reduzido, evita o aquecimento e refrigera outro problema encontrado neste estudo, evita a vibração e o ruído. Estes são alguns problemas encontrados na produção da empresa em análise que certamente, serão resolvidos com lubrificação, inexistente no momento.

Por fim, o aperto é outro aspecto a ser abordado e incentivado, pois é algo fácil de fazer e de extrema importância. As folgas causam vibrações, impactos e oscilações prejudiciais para o maquinário, diminuindo a produção do mesmo. Simples apertos de parafusos garantem neste caso específico a eliminação de folgas.

Estes três tópicos são simples de serem abordados, pois não exigem conhecimento específico em momento algum, a não ser, por exemplo, o lubrificante a ser usado ou até mesmo ponto de aperto dos parafusos, conhecimentos estes já conhecidos pelos funcionários da empresa.

Sendo assim, pode se dizer que esta medida é viável, tendo em vista o pouco tempo utilizado para a execução das atividades e a grande vantagem que elas podem propiciar ao equipamento.

2º- Treinamento

Mesmo que o conhecimento do operador seja muito alto, sempre é necessário programas de treinamento para aperfeiçoamento, não só das técnicas de manutenção espontânea como da própria atividade primária do colaborador. Algumas regras devem ser estabelecidas, como o horário, o local e a maneira de executar a manutenção espontânea. Ele deve receber dicas de lubrificação, como o lubrificante correto, a quantidade correta, a data a ser executada e algumas mais regras necessárias para a garantia da operação.

É importante que o funcionário seja reconhecido, e que seu papel tem extrema importância para garantir o equipamento em funcionamento.

3º- Roteiro de lubrificação

Sem dúvida, a principal causa das quebras no equipamento da empresa em estudo é decorrente de falta de lubrificação. Com isso, torna-se imprescindível não criar um roteiro para que o equipamento seja lubrificado e não apresente mais quebras. Com base em testes medidos na empresa, constatou-se que o equipamento deve ser lubrificado no mínimo uma vez por semana. Esta atividade de fato eliminará as quebras de alma, por exemplo, e também o aquecimento do mangote, representando uma diminuição de aproximadamente 85% das quebras neste estudo. A partir daí, criou-se um roteiro de lubrificação que consiste em lubrificar um equipamento por dia, sendo que segunda e terça serão dois. Foi definida também a quantidade de 100g por lubrificação.

Planilha de lubrificação – programação				
Equipamentos	Conjunto a lubrificar	Dia do serviço	Lubrificante	Qtde.
Esmeril 1	Mangote	Segunda	Graxa comum	100 g.
Esmeril 2	Mangote	Terça	Graxa comum	100 g.
Esmeril 3	Mangote	Quarta	Graxa comum	100 g.
Esmeril 4	Mangote	Quinta	Graxa comum	100 g.
Esmeril 5	Mangote	Sexta	Graxa comum	100 g.
Esmeril 6	Mangote	Segunda	Graxa comum	100 g.
Esmeril 7	Mangote	Terça	Graxa comum	100 g.

QUADRO 1 - Roteiro de lubrificação

Fonte: Guia de lubrificação CESP 2007

Este roteiro, como foi dito, permite eliminar ao máximo as quebras encontradas, porem existe certo custo pra que ela seja feito, o que nos mostra a tabela 7 a seguir.

TABELA 7 - Custos com lubrificação

Custos semanais		
Custo c/ lubrificante		
Nº de equipamentos	Und.	7
Qntd. De lubrificante por eqpto.	g	100
Preço lubrificante	R\$ / kg	25
Gasto total semanal	R\$	17,5
Custo c/ mão de obra		
Nº de funcionários		7
Tempo gasto p/ lubrificação	Min.	10
Custo hora/homem	R\$	5
Economia de energia	R\$/eqpto	0,1
Gasto total semanal	R\$	5,11
Perda de produção		
Nº de equipamentos	Und.	7
Tempo parado	Min.	70
Custo parada	R\$ /min.	0,61
Perda total semanal	R\$	42,7
Custo total com lubrificação	R\$	65,31

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

Com o KG da graxa ao preço de R\$ 25,00, e um gasto de 700 gramas semanais, verifica-se o custo da semana com lubrificante em R\$ 17,50.

Serão gastos também 70 minutos de mão de obra para a execução da lubrificação, e sendo 7 funcionários utilizados, a R\$ 5,00 o custo hora/homem, descontando também a economia de energia, encontra-se um custo de R\$5,11 com mão de obra.

Por fim, o tempo parado gasto para a efetuação da lubrificação gera uma perda de produção a se considerar, sendo que cada minuto parado representa uma perda de produtividade de R\$ 0,61, tendo em 70 minutos semanais uma perda de R\$ 42,70.

O custo total semanal para a efetuação desta lubrificação gira em torno de R\$ 65,31, valor consideravelmente menor ao prejuízo acumulado atualmente, sem a lubrificação, que chega a R\$ 164,44 semana.

O custo total semanal gerado pelo roteiro de lubrificação atinge o valor de R\$ 783,32 ao fim do trimestre e refere-se a 39,72% dos gastos atuais com

manutenção no equipamento, garantindo uma economia de mais de R\$ 1180,00, valor que se refere ao preço de 2 novos equipamentos.

Estes valores viabilizam a criação deste roteiro de lubrificação e indica que por enquanto, a manutenção é o caminho a ser seguido, mas que também, deve-se analisar todo o processo e verificar se realmente este modelo deve ser seguido.

Para melhor visualização, o gráfico 3 foi criado para que se fizesse a comparação entre os gastos com manutenção do modelo utilizado atualmente e o modelo sugerido.

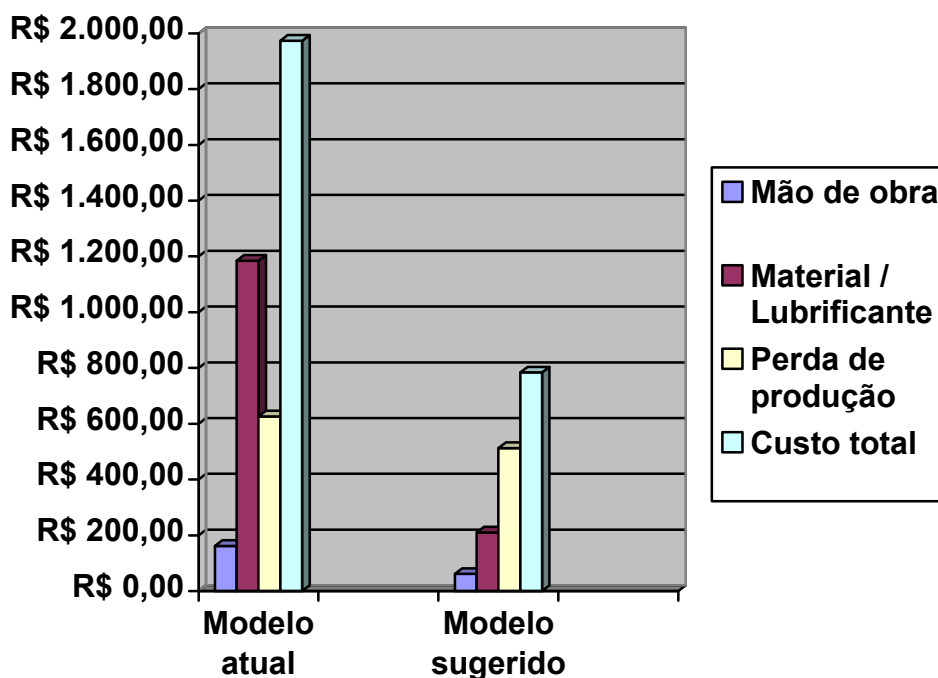


GRÁFICO 3 – Comparação de custos Modelo atual / Modelo sugerido

Fonte: Dados da pesquisa (2011)

É possível analisar, a partir do gráfico 3, que o modelo de manutenção sugerida realmente diminui os custos com manutenção da empresa. Os custos com mão de obra caíram de R\$ 161,75 para R\$ 61,32. Os custos com material, sendo que no modelo atual estes materiais se referem às peças que são necessárias as trocas, e no modelo sugerido se referem, os materiais, ao lubrificante gasto para a manutenção, caíram de R\$ 1185,00 para R\$ 210,00,

representando a maior economia. Os custos com perda de produção caiu de R\$ 626,56 para R\$ 512,40.

Finalizando e reafirmando que a proposta de manutenção sugerida é realmente eficaz, os números finais referentes aos custos de produção mostram uma enorme economia, passando de R\$ 1973,31 para R\$ 783,72.

A seguir, após a coleta de dados e análise de resultados, elaborou-se uma conclusão para encerramento do trabalho

6- CONCLUSÃO

A partir de todo o conceito teórico obtido e pesquisado, coleta de dados e a análise das mesmas, conclui-se que é de extrema importância criar roteiros de manutenção, especificamente de lubrificação, a fim de garantir o máximo de desempenho possível do equipamento, e conseqüentemente uma melhor produção.

Após a coleta de dados, verificou-se um grande número de quebras no equipamento em estudo, o esmeril chicote, e que essas quebras geravam um grande prejuízo, tendo em vista o porte da empresa e a pequena quantidade de funcionários.

Com um roteiro de lubrificação bem elaborado e executado, um acompanhamento um pouco mais rigoroso, o envolvimento de todos os funcionários que serão responsáveis pela lubrificação e o treinamento específico para essa situação, a diminuição do custo de manutenção é evidente, chegando ao valor previsto de R\$ 1180,00 aproximadamente, valor referente a 2 novos equipamentos.

Sendo assim, pode-se concluir que a manutenção, antes vista apenas como um mal necessário, hoje pode significar um diferencial competitivo, tendo em vista que ela pode garantir a produção da empresa em conformidade com aquilo que pede a sua demanda, além de garantir o melhor funcionamento possível de seus equipamentos e garantir que sua vida útil seja longa. Então o programa de manutenção espontânea, com o princípio de que cada funcionário é importante para a manutenção de seu equipamento e o roteiro de lubrificação garante menos quebras e assim um menor custo de manutenção e mais dinheiro para investimento em equipamentos novos ou qualquer que seja a intenção do investimento.

REFERENCIAS

ABNT, **Associação Brasileira de Normas Técnicas**, 1994.

AFFONSO, L. O. A. **Equipamentos mecânicos: análise de falhas e soluções de problemas**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

BLOCH, H. P. e GEITNER, F. K.: **Machinery Failure Analysis and Troubleshooting**, Gulf Publishing Company, 1985.

BORNIA, A. C. **Mensuração das Perdas dos Processos Produtivos: Uma Abordagem Metodológica de Controle Interno**. Florianópolis: UFSC, 1995.

BRANCO, G. B. F.. **A Organização, o planejamento e o controle da manutenção**. 1º ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2008.

BRITTO, R. de; PEREIRA, M. A. - **Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas**. In: VII SEMEAD, Seminário de Estudos de Administração da USP – Universidade de São Paulo, 2003.

CATTINI, O. **Derrubando os Mitos da Manutenção**. São Paulo: STS Publicações e Serviços Ltda., 1992.

CAVALCANTE, C. A. V.; ALMEIDA, A. T de. – **Modelo multicritério de apoio a decisão para o planejamento de manutenção preventiva utilizando PROMETHEE II em situações de incerteza**. Pesquisa Operacional. Vol. 25, número 2. 2005.

CHIAVENATO, I. **Administração de produção: uma abordagem introdutória**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHIU, H-N. ; HUANG, B.S. **The economic design of x control charts under a preventive maintenance policy**. International Journal of Quality & Reliability Management, Cambridge, 13 (1): 61-71, 1996.

DOCUMENTO NACIONAL – **A situação da manutenção no Brasil**. São Paulo: ABRAMAN, 1993.

DRUCKER, P. F. **Peter Drucker on the profession of Management**. Boston: The Harvard Business Review, 1998.

FUENTES, F. F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisas**/Antonio Carlos Gil. 4 ed. São Paulo: Atlas 2002.

HARDING, H. A.. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1981.

KARDEC, A.; NASCIF, J. – **Manutenção: Função Estratégica**. QUALITYMARK: Rio de Janeiro, 2000.

KNUPFER, A. C. **Estratégias de Manutenção**. Revista Climatização & Refrigeração. Ed.91, Março/2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A.. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 4a ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LANSDOWN, A.R. **Lubrication and Lubricant Selection: A Practical Guide**, 3ed., 2007.

MACHLINE, C.. **Manual de Administração da Produção**, Rio de Janeiro, Editora Fundação Getulio Vargas, 1994.

MANG, T; DRESEL, W. **Lubricants and Lubrication**, published on line,2004, 2ed.

MIRSHAWKA, V.. **Manutenção preditiva: Caminho para zero defeito**. São Paulo: editora Makron Books do Brasil, 1991.

MIRSHAWKA, V.; OLMEDO, N.C. **Manutenção**: combate aos custos na não-eficácia : a vez do Brasil. São Paulo: Editora McGraw-Hill Ltda., 1993.

MOBLEY, R. K.. **Maintenance Fundamentals**, published on line, 2007,.

MONCHY, F.. **A Função Manutenção**: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.

MOREIRA FILHO, U. **“Planejamento, Programação e Controle da Manutenção”** - Apostila utilizada no Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário Positivo – Unicenp. Curitiba, 2002.

NAKAJIMA, S.. **Introdução ao TPM**: Total Productive Maintenance. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda., 1989

NAKASATO, K. **Segundo Curso de Formação de Instrutores de TPM**. XV Evento Internacional de TPM. I.M. C Internacional Sistemas Educativos. 1994.

OHNO, T. **O Sistema de Produção Toyota**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, D. de P. R.. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 18ª. ed. São Paulo: Altas, 2002.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 23. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

PINTO, A. K. **Gestão estratégica e manutenção autônoma**. Rio de Janeiro: Qualitymark/ABRAMAN, 2005.

PINTO, A. K. NASCIF, J. **Manutenção Função Estratégica**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

PORTER, M. E.. **Vantagem Competitiva: criando e sustentando um desempenho superior**. 26 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

ROCHA, D.. **Fundamentos Técnicos da Produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

ROSA, E. B. **Indicadores de desempenho e sistema ABC**: o uso de indicadores para uma gestão eficaz do custeio e das atividades de manutenção. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) Escola Politécnica Universidade de São Paulo, 2006.

SHIROSE, K. **TPM para mandos intermédios de fábrica**. Madrid: Productivity Press. 1994. 155p. ISBN 84-87022-11-1.

SCHOEPS, W.. **Manual de Administração da Produção**. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getulio Vargas, 1994.

SLACK, N.. **Administração da Produção**. São Paulo, Editora Compacta 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRISON, A. e JHONSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

SOUZA, C.. **Organização e Gerência da Manutenção**: planejamento, programação e controle de manutenção.1ª Ed. São Paulo: Editora All Print, 2007.

TAKHASHI, Y.; OSADA, T.. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto IMAN, 1993.

TAVARES, Lourival. **Administração moderna de manutenção**. Novo Pólo editora – New York, 1998.

TAVARES, L. A.. **Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento**. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.

VIANA, H. R. G.. **PCM, planejamento e controle de manutenção**/Herbert Ricardo Garcia Viana. – Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

VIANA, L. P.. **III Seminário de Manutenção - Trabalhos Técnicos** - seção regional VII - Paraná e Santa Catarina. Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991.

XAVIER, J. N.. **Manutenção Preditiva Caminho para a excelência**. <<http://www.engeman.com.br/site/ptb/artigostecnicos.asp/manutencaopreditivaNascif.zip>>, 2005. Acesso em 3 Nov.2010.

XENOS. H. G. **Gerenciamento da manutenção produtiva**. Belo Horizonte. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.