

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS**

**ENGENHARIA MECÂNICA**

**EDUARDO VITORIANO ERBST**

N. CLASS.	M 620 0046
GUTTER	F. 66c
ANO/EDIÇÃO	2013

**COMO MANTER A CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE DE UMA  
EMPRESA**

**Varginha  
2013**

**FEPESMIG**

**EDUARDO VITORIANO ERBST**

**COMO MATER A CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE DE UMA  
EMPRESA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Esp. Rullyan Marques Vieira.

**Varginha  
2013**

**EDUARDO VITORIANO ERBST**

**COMO MATER A CONFIABILIDADE E MANTENABILIDADE DE UMA  
EMPRESA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção do grau de Engenharia Mecânica pela banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em     /     /

---

---

---

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria e competência para fazê-lo. Depois, dedico este trabalho à minha família, pela compreensão e ajuda durante todos os períodos deste curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, por todo o apoio durante este período. Agradeço aos professores, que se empenharam ao máximo para transmitir todo o conhecimento possível para a minha formação. Agradeço também aos amigos de trabalho pela total ajuda em idéias, opiniões e conselhos oferecidos durante a construção deste trabalho. Agradeço a Deus por colocar todas estas pessoas no meu caminho para me ajudarem na construção deste trabalho.

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

## RESUMO

O trabalho tem como foco as atividades de gestão de um setor de planejamento e controle de manutenção, onde são abordados conceitos teóricos a respeito de atividades de manutenção, estrutura organizacional, planejamento e controle de manutenção. Relaciona à prática adotada na gestão da manutenção com a teoria, tendo como objetivo analisar a prática executada, verificando possíveis desvios e acertos em relação às teorias. Propõe sugestões que contribuirão para que ocorram melhorias no sistema de gestão, fazendo com que a manutenção continue prestando serviços de qualidade, atendendo sempre às necessidades da produção, visando o aumento da produtividade e da vida útil dos equipamentos.

**Palavras-chave:** Estrutura organizacional. Planejamento. Controle de manutenção. Teoria, desvios. Melhoria.

## **ABSTRACT**

*The completion of course work has as main management activities of a sector planning and maintenance control. Where are addressed theoretical concepts regarding maintenance activities, organizational structure, planning and maintenance control. Correlated with the practice adopted in the management of maintenance theory. Aiming to analyze the practice and executed for possible deviations and successes in relation to theories proposing suggestions that contribute to improvements occurring in the management system, making maintenance continue to provide quality services, always meeting the needs of production, aiming increased productivity and equipment life.*

**Keywords:** *Organizational structure. Planning. Maintenance control. Theory, deviations. Improvement.*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 MANUTENÇÃO.....</b>	<b>10</b>
2.1 Conceitos de Manutenção .....	10
2.2 Histórico da Manutenção .....	10
2.3 Finalidades da Manutenção de Máquinas e Equipamentos .....	12
2.4 Tipos de Atividades de Manutenção .....	13
2.4.1 Atividades de Melhoria .....	13
2.4.2 Atividades de Manutenção .....	14
2.4.2.1 Manutenção Corretiva não Planejada .....	14
2.4.2.2 Manutenção Corretiva Planejada .....	15
2.4.2.3 Manutenção Preventiva .....	15
2.4.2.4 Manutenção Preditiva .....	17
2.4.2.5 Manutenção Detectiva .....	19
2.4.2.6 Considerações a Respeito dos Tipos Principais de Manutenção .....	19
2.5 Estrutura Organizacional da Manutenção .....	20
2.5.1 Manutenção Centralizada .....	20
2.5.2 Manutenção Descentralizada.....	21
2.6 Planejamento Programação e Controle de Manutenção .....	22
2.6.1 Planejamento e Controle Manual .....	23
2.6.2 Planejamento e Controle Semi Informatizado .....	23
2.6.3 Planejamento e Controle Informatizado .....	23
2.6.4 Planejamento dos Serviços .....	25
2.6.5 Programação dos Serviços .....	25
2.6.6 Controle da Manutenção .....	26
2.7 Prioridades de Atendimento.....	27
2.7.1 Escala de Prioridades .....	27
<b>3 GESTÃO DO SETOR DE MANUTENÇÃO DA EMPRESA .....</b>	<b>29</b>
3.1 Atividades Realizadas pelo Setor de Manutenção .....	29
3.1.2 Planejamento, Programação e Controle no Setor de Manutenção .....	30
3.1.3 Planejamento dos Serviços de Manutenção .....	30
3.1.4 Programação dos Serviços de Manutenção .....	30
3.1.5 Controle do Setor de Manutenção .....	31
3.1.6 Controle dos Indicadores de Manutenção .....	32
<b>4 TIPOS DE ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO – TEORIA X PRÁTICA.....</b>	<b>35</b>
4.1 Estrutura Organizacional da Manutenção Teoria x Prática .....	35
4.1.2 Planejamento e Controle de Manutenção Teoria x Prática .....	36
4.1.3 Sugestões Propostas .....	36
4.1.4 Atividades de melhoria no Setor de Manutenção .....	37
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A história e desenvolvimento da manutenção acompanharam o desenvolvimento industrial ao longo desses últimos 100 anos, porém, nos últimos 30 anos, a manutenção tem passado por mais mudanças do que nos 70 anos anteriores.

A análise da proposta pode ser aplicada no ramo petroquímico tendo como objetivo analisar a prática executada no setor de manutenção, verificando possíveis desvios e acertos em relação às teorias relatadas nos livros: “A Organização, O planejamento e o Controle da Manutenção”, do autor Gil Branco Filho; “Manutenção: Função Estratégica”, dos autores Alan Kardec Pinto e Júlio Aquino Nascif Xavier; e “Técnicas de Manutenção Preditiva”, do autor Lauro Xavier Nepomuceno. Foram considerados, como pontos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa.

É importante este estudo para que o setor da manutenção da empresa tenha uma coordenação estruturada a partir de um conjunto de práticas bem definidas e sólidas, assegurando o cumprimento das metas para a sua melhoria contínua.

O trabalho foi elaborado a partir de observações feitas durante o início das atividades, posteriormente foi correlacionada à prática adotada na gestão da manutenção da empresa com a teoria. Assim foi possível propor sugestões que contribuirão para que ocorram melhorias no sistema de gestão da manutenção da empresa.

## 2 MANUTENÇÃO

Neste capítulo são abordados os conceitos utilizados na elaboração do trabalho.

### 2.1 Conceitos de Manutenção

Segundo Branco Filho (2006) manutenção é um conjunto de medidas necessárias para a conservação ou permanência de alguma coisa ou de uma situação; os cuidados técnicos indispensáveis ao funcionamento regular e permanente de motores e máquinas.

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (Confiabilidade e Manutenibilidade 1994) define confiabilidade como capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições específicas, durante um dado intervalo de tempo e define Manutenibilidade como capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos.

Cavichioli (1990) afirma que manutenção é a combinação de todas as ações necessárias para que um item de um equipamento seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.

Segundo Santos (2007) manutenção consiste em manter em perfeito estado de conservação e funcionamento: equipamentos, acessórios e tudo o que está ligado ao setor fabril de uma indústria.

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (Confiabilidade e Manutenibilidade 1994) define manutenção como sendo a combinação de 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.

### 2.2 Histórico da Manutenção

Pinto e Xavier (2009) afirma que desde a década de 30, a evolução da manutenção pode ser dividida em quatro gerações.

A Primeira Geração corresponde ao período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua grande maioria, superdimensionados. Devido à conjuntura econômica da época, a questão da

produtividade não era prioritária. Conseqüentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada; ou seja, a manutenção era, fundamentalmente, corretiva.

No fim do século XIX, com a mecanização das indústrias surgiu a necessidade dos primeiros reparos, até 1914 manutenções tinham importância secundária e eram executadas pelo mesmo efetivo de operação. Com a implantação da produção em série Ford as fábricas passaram a estabelecer programas mínimos de produção e em consequência sentiram necessidade de criar equipes que pudessem efetuar reparos em máquinas operatrizes no menor tempo possível. Assim surgiu um órgão subordinado à operação cujo objetivo básico era de execução da manutenção hoje conhecida como corretiva, essa situação se manteve até a década de 30 quando em função da Segunda Guerra Mundial com a necessidade de aumento de rapidez de produção a alta administração industrial passou a se preocupar não só em corrigir falhas, mas evitar que elas ocorrem. A equipe técnica de manutenção passou a desenvolver processo de prevenção de avarias que juntamente com a correção completavam o quadro geral da manutenção formando uma estrutura tão importante quanto a de operação, essa manutenção era basicamente baseada no tempo, ou seja, de períodos pré-definidos em dias ou em horas de funcionamento ou em semanas ou em quilômetros rodados.

Por volta de 1950 com o desenvolvimento da indústria para atender aos esforços pós-guerra a evolução da aviação comercial e da indústria eletrônica observaram que em casos o tempo de gasto para diagnosticar as falhas era maior do que o de execução do reparo, com isso passaram a selecionar equipes de especialistas para compor um órgão de assessoramento que se chamou de Engenharia de Manutenção que recebeu os encargos de planejar e controlar a Manutenção Preventiva e analisar as causas e efeitos das avarias.

No fim dos anos 60 surge o ciclo de manutenção como intervalos compreendidos entre duas revisões gerais que envolvem todos os trabalhos de ajustes e substituições executados durante a parada do equipamento, assim a engenharia de manutenção passou a desenvolver critérios mais sofisticados de manutenção baseadas em condições que foram associadas a métodos de planejamento e controle de manutenção automatizada.

Em 1971 os japoneses associam a necessidade de ocupar o tempo ocioso do profissional de operação com atividades simples e bem definidas de manutenção disponibilizando o profissional de manutenção para realizar parte das análises e a engenharia de manutenção para reavaliar os projetos dos equipamentos e instalações.

A Segunda Geração corresponde ao período entre a Segunda Guerra Mundial e os anos 70, quando houve forte aumento da mecanização, bem como da complexidade das instalações industriais. Em busca da maior produtividade, se evidenciou a necessidade de maior

disponibilidade e maior confiabilidade. Isto levou à idéia de que 12 as falhas dos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva. Em decorrência da elevação do custo da manutenção, as pessoas começaram a buscar meios para aumentar a vida útil dos itens físicos e o uso de sistemas de planejamento e controle de manutenção se intensificou; e hoje, estes sistemas fazem parte da manutenção moderna.

A Terceira Geração corresponde ao período entre os anos 70 e 90 quando o crescimento da automação e da mecanização passou a indicar que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos-chave em setores tão distintos como saúde, processamento de dados, telecomunicações e gerenciamento de edificações. Os efeitos dos períodos de paralisação da produção (diminuição da capacidade de produção, aumento nos custos e qualidade dos produtos comprometida) foram se agravando pela tendência mundial de utilizar sistemas “just-in-time”, além do fato de que, cada vez mais, as falhas provocam sérias consequências na segurança e no meio ambiente. Foi então que se reforçou o conceito de manutenção preditiva. A interação entre as fases de implantação de um sistema (projeto, fabricação, instalação e manutenção) e a Disponibilidade/Confiabilidade torna-se mais evidente.

Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) a Quarta Geração teve seu início nos anos 90 e se estende até os dias atuais, neste período, algumas expectativas em relação à manutenção existentes na Terceira Geração continuam a existir na Quarta Geração. A disponibilidade é uma das medidas de performance mais importantes da manutenção, senão a mais importante. A confiabilidade dos equipamentos é um fator de constante busca pela manutenção. A consolidação das atividades de Engenharia de Manutenção, dentro da estrutura organizacional da manutenção, tem na garantia da Disponibilidade, da Confiabilidade e da Manutenibilidade as três maiores justificativas de sua existência. Além disto, surgem novas expectativas em relação à manutenção: preservação do meio ambiente, segurança, influência nos resultados do negócio e gerenciamento dos ativos. Pode se verificar também algumas mudanças nas técnicas de manutenção, como: aumento da manutenção preditiva e monitoramento da condição, minimização nas manutenções preventiva e corretiva não planejada, análise de falhas e contratação de serviços com vista em resultados.

### **2.3 Finalidades da Manutenção de Máquinas e Equipamentos**

Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) a missão da manutenção é garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.

Segundo Nepomuceno (1989) afirma que a finalidade precípua da manutenção é conservar os equipamentos e máquinas em condições satisfatórias de operação e as suas atividades cobrem uma faixa bastante ampla de funções, como por exemplo: efetuar reparos, selecionar, treinar e qualificar pessoal para assumir responsabilidades de manutenção; acompanhar projetos e montagens de instalações para posteriormente a manutenção ter condições de realizar melhorias nos mesmos, conforme a necessidade; manter, reparar e fazer revisão geral de equipamentos e ferramentas, deixando-os sempre em condições operacionais; instalar e reparar equipamentos para atender necessidades da produção; preparar lista de materiais sobressalentes necessários e programar sua conservação; prever com antecedência suficiente a necessidade de material sobressalente; separar o tratamento dado a equipamentos e sobressalentes nacionais dos estrangeiros, no que se refere a prever suas necessidades; nacionalizar o maior número de sobressalentes ou equipamentos possíveis, dentro dos critérios de menor custo e ótima performance; e manter um sistema de controle de custos de manutenção para cada equipamento em que haja intervenção.

## **2.4 Tipos de Atividades de Manutenção**

Conforme Branco Filho (2008) as atividades de manutenção pressupõem um escopo muito mais abrangente do que simplesmente manter as condições originais dos equipamentos. Muitas vezes, somente manter estas condições é insuficiente e a introdução de melhorias que visam a aumentar a produtividade também deve fazer parte do trabalho dos departamentos de manutenção. Assim, as atividades de manutenção de equipamentos em qualquer empresa podem ser divididas em dois tipos: atividades de melhoria e atividades de manutenção; sendo que estes dois tipos de atividades têm objetivos distintos.

### **2.4.1 Atividades de Melhoria**

Conforme Branco Filho (2008) as Atividades de Melhoria consistem no uso e introdução de novos métodos e novas técnicas para tornar as atitudes e os métodos de trabalho mais eficientes e produtivos.

Segundo Caetano (2009) as Atividades de Melhoria incluem as modificações ou alterações destinadas a melhorar o desempenho do equipamento, ajustá-lo a novas condições de funcionamento, melhorar ou reabilitar as suas características operacionais.

As Atividades de Melhoria, em geral, podem ser designadas também como Engenharia de Manutenção, conforme abordam Pinto e Xavier (2009).

Através da análise de falhas, de estudos e do acompanhamento dos indicadores, deve-se aumentar a confiabilidade, aumentar a disponibilidade, melhorar a manutenibilidade, aumentar a segurança, eliminar problemas crônicos, solucionar problemas tecnológicos, melhorar a capacitação do pessoal, gerir materiais e sobressalentes, participar de novos projetos (interface com a engenharia), dar suporte à execução, elaborar planos de manutenção e de inspeção e fazer sua análise crítica, e zelar pela documentação técnica.

#### 2.4.2 Atividades de Manutenção

Silva (2004) aborda que as atividades de manutenção dos equipamentos visam a manter suas condições originais de operação e seu desempenho através do restabelecimento de eventuais deteriorações dessas condições, e que, neste tipo de atividade, assume-se que qualquer serviço de manutenção somente poderá restabelecer o equipamento às suas condições originais de desempenho e confiabilidade intrínseca, e nunca exceder estas condições.

Conforme abordado por Pinto e Xavier (2009) a maneira pela qual é feita a intervenção nos equipamentos sistemas ou instalações caracteriza os vários tipos de manutenção existentes. Existe uma variedade muito grande de denominações para classificar a atuação da manutenção.

##### 2.4.2.1 Manutenção Corretiva não Planejada

Segundo Santos (2007) este tipo de manutenção representou o princípio, em que os mecânicos simplesmente consertavam o que estava quebrado, não se preocupando com as causas ou efeitos que ocasionaram o defeito.

Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado.

No caso da manutenção corretiva não planejada, a ação é tomada sempre após a ocorrência da falha de maneira aleatória. Sua adoção leva em conta fatores técnicos e econômicos.

Do ponto de vista do custo de manutenção, a manutenção corretiva é mais barata do que prevenir falhas nos equipamentos, porém pode causar grandes perdas por interrupção da produção.

A manutenção corretiva pode ser aplicada para equipamentos que não comprometam o sistema produtivo (qualitativo ou quantitativo) ou a integridade física do funcionário, porém é preciso dispor dos recursos necessários – peças de reposição, mão-de-obra e ferramental para agir rapidamente.

#### 2.4.2.2 Manutenção Corretiva Planejada

Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) correção do desempenho menor do que o esperado ou da falha por decisão gerencial. Normalmente a decisão gerencial se baseia na modificação dos parâmetros de condição observados pela manutenção preditiva.

A adoção da política de manutenção corretiva planejada pode advir de vários fatores, tais como: negociação de paradas de produção; aspectos relacionados com a segurança; melhor planejamento dos serviços; garantia da existência de sobressalentes, equipamentos, ferramental, recursos humanos e tecnologia necessária para a execução dos serviços e em quantidade suficiente.

A manutenção corretiva planejada possibilita o planejamento dos recursos necessários para a operação, uma vez que a falha é esperada. Os custos de planejamento e prevenção dos reparos são maiores que os de corretiva não planejada. Em equipamentos periféricos simples e com falhas bem definidas também se justifica a adoção da política da manutenção corretiva programada.

#### 2.4.2.3 Manutenção Preventiva

De acordo Branco Filho (2006) todo serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha, ou executado antes da ocorrência da falha, estando com isto em condições operacionais, ou no máximo em estado de defeito.

Segundo Pinto e Xavier (2009) manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo.

Inversamente à política da manutenção corretiva, a manutenção preventiva procura obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, e, como consequência, atingir os seguintes objetivos: limitar ou atrasar o envelhecimento do equipamento; melhorar o estado do equipamento; diminuir os tempos de imobilizações do equipamento para reparação; normalizar o equipamento e suas peças de reserva; assegurar uma diminuição nos trabalhos; realizar as reparações nas melhores condições; programar os trabalhos de conservação; e aumentar a confiabilidade do equipamento.

O estabelecimento dos programas de manutenção preventiva é realizado pelo próprio departamento de manutenção, fundamentados em critérios de revisões e substituições. Estes programas podem ser obtidos a partir de informações dos fabricantes dos equipamentos ou dos componentes do mesmo e/ou com um acompanhamento constante ao longo do tempo, do número e tipo de falha da máquina, a fim de localizar peças de duração limitada ou sujeitas a desgaste anormal.

A elaboração de um programa de manutenção preventiva depende de muitos fatores, não sendo fácil encontrar um modo para defini-la. Porém, Caetano (2009) estabelece algumas regras a serem respeitadas: estabelecer quais são os pontos-chave, as máquinas ou conjuntos mais importantes para a produção e que apresentam alto custo de manutenção ou alta soma de inatividade forçada, ou repetidas paradas devido a defeitos de funcionamento; conhecer a frequência com a qual cada unidade ou conjunto deve ser examinado em seu contexto; estabelecer a frequência com a qual cada unidade deve ser verificada, para localizar pontos de maior desgaste. Métodos estatísticos, gráficos de controle e curvas de probabilidade são extremamente úteis para a determinação de frequência, falhas, etc.; organizar o trabalho de modo racional (mínimo tempo, mínimo custo, máxima eficiência) aproveitando a mão-de-obra disponível e verificando a saturação da mesma; elaborar registros de parada do equipamento, manutenções, custos e frequências dos mesmos com vista ao possível controle ou substituição da máquina; e somente proceder à execução da manutenção preventiva necessária, já que é fácil passar de uma manutenção insuficiente à excessiva, ou vice-versa.

O custo da manutenção preventiva é elevado, tendo em vista que peças e componentes dos equipamentos podem ser substituídos antes de atingirem seus limites de vida útil.

Caetano (2009) afirma que a manutenção preventiva é bastante válida para determinados equipamentos e não tão desejável para outros, mas obrigatória nos que

abrangem a segurança do pessoal da empresa, sendo indispensável avaliar, através de um estudo econômico, em que medida é eficiente um equipamento suportar os encargos inerentes à manutenção preventiva.

De acordo com Pinto e Xavier (2009) os seguintes fatores devem ser levados em consideração para adoção de uma política de manutenção preventiva: quando não é possível a manutenção preditiva; aspectos relacionados com a segurança do pessoal ou da instalação que tornam mandatória a intervenção, normalmente para substituição de componentes; por oportunidade em equipamentos críticos de difícil liberação operacional; riscos de agressão ao meio ambiente; em sistemas complexos e/ou de operação contínua.

#### 2.4.2.4 Manutenção Preditiva

Para Branco Filho (2006) a manutenção preditiva é todo o trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua degradação. Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) é a atuação realizada com base em modificação de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática.

Segundo Caetano (2009) os objetivos da manutenção preditiva são: minimizar os trabalhos não planejados; determinar antecipadamente quando será necessário realizar serviços de manutenção numa peça específica de um equipamento, permitindo assim, melhorar as relações com os clientes devido à redução de paradas de produção imprevistas; aumentar o tempo de disponibilidade dos equipamentos, originando uma maior produção a partir do capital investido; impedir a propagação dos danos; aumentar a segurança do operador da máquina; possibilitar a melhoria da especificação e o projeto de futuras instalações através do histórico obtido a partir das inspeções; reduzir os custos da manutenção; reduzir as perdas de produção.

Segundo Nepomuceno (1989) a manutenção preditiva consiste em uma técnica diferente, pela qual a manutenção é executada no momento adequado e antes que se processe o rompimento ou falha qualquer. Portanto é importante que a manutenção esteja em condições de determinar quais os parâmetros que interessam monitorar, estabelecer quais os limites admissíveis para operação, implantar um método de medição e acompanhamento e registrar adequadamente os valores observados e suas variações com o funcionamento do equipamento. As técnicas mais usuais de inspeção, conforme aborda Caetano (2009), são:

análise de vibrações; análise de lubrificantes em serviço; termografia; análise dos parâmetros de rendimento; inspeção visual; medições ultra-sônicas.

De um modo geral, o estabelecimento de um programa de manutenção preditiva necessita das seguintes providências: verificação de quais componentes a operação do equipamento depende, fixando a observação máxima nos mesmos; verificar junto ao fornecedor quais os valores numéricos dos parâmetros que interessam à manutenção referente ao equipamento novo; determinação do procedimento de medição dos parâmetros que interessam à manutenção; fixação dos limites normal, alerta e perigoso para os valores numéricos dos parâmetros determinados; elaboração de um banco de dados para registro e tratamento dos valores medidos; determinação experimental ou empírica dos intervalos de tempo que deve transcorrer entre medições sucessivas.

Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) os custos envolvidos na manutenção preditiva devem ser analisados por dois ângulos: o acompanhamento periódico através de instrumentos/aparelhos de medição e análise não é muito elevado, e a mão-de-obra envolvida não apresenta custo significativo, haja vista a possibilidade de acompanhamento, também, pelos operadores; porém, a instalação de sistemas de monitoramento contínuo online apresenta um custo inicial relativamente elevado. Em relação aos custos envolvidos, estima-se que o nível inicial de investimento é de 1% do capital total do equipamento a ser monitorado e que um programa de acompanhamento de equipamentos bem gerenciado apresenta uma relação custo/benefício de 1/5.

Conforme Branco Filho (2006) bons instrumentos, bons programas de computador e treinamento de pessoal é que faz com que a manutenção preditiva seja uma das maneiras mais baratas e seguras de conduzir uma política de manutenção.

Pinto e Xavier (2009) abordam as seguintes condições básicas para se adotar a manutenção preditiva: o equipamento, o sistema ou instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição; o equipamento, sistema ou instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos; as falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada; seja estabelecido um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

Os fatores indicados para análise da adoção de política de manutenção preditiva são: aspectos relacionados com a segurança pessoal e operacional; redução de custos pelo acompanhamento constante das condições dos equipamentos, evitando intervenções desnecessárias; manter os equipamentos operando, de modo seguro, por mais tempo.

É fundamental que a mão-de-obra da manutenção responsável pela análise e diagnóstico seja bem treinada, já que não basta medir; é preciso analisar os resultados, formular diagnósticos e produzir ação de intervenção com a qualidade equivalente aos dados registrados.

#### 2.4.2.5 Manutenção Detectiva

Conforme Pinto e Xavier (2009) é a atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção.

A manutenção detectiva passou a ser mencionada na literatura a partir da década de 90 e caracteriza-se por permitir a detecção e correção das falhas, mantendo o sistema operando. Neste tipo de manutenção, os especialistas fazem verificações no sistema, sem tirá-lo de operação, são capazes de detectar falhas ocultas, e preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando. Consiste em tarefas executadas para verificar se um sistema de proteção ainda está funcionando. Um exemplo simples e objetivo é o botão de teste de lâmpadas de sinalização e alarme em painéis.

De acordo com Pinto e Xavier (2009) a identificação de falhas ocultas é primordial para garantir a confiabilidade. Em sistemas complexos essas ações só devem ser levadas a efeito por pessoal da área de manutenção, com treinamento e habilitação para tal, assessorado pelo pessoal de operação, conforme abordam.

#### 2.4.2.6 Considerações a Respeito dos Tipos Principais de Manutenção

Segundo Pinto e Xavier (2009) várias abordagens de gestão adotadas hoje em dia têm no nome a palavra manutenção, como por exemplo: Manutenção Produtiva Total ou Total Productive Maintenance (TPM) Manutenção Centrada na Confiabilidade ou Reliability Centered Maintenance (RCM) etc. É importante observar que essas abordagens não são novos tipos de manutenção, mas ferramentas que permitem a aplicação dos tipos principais de manutenção descritos anteriormente.

Conforme aborda Pinto e Xavier (2009) em qualquer planta ou instalação sempre haverá lugar para os diversos tipos de manutenção. O tipo de manutenção a ser adotado é uma decisão gerencial, que está baseada na importância do equipamento do ponto de vista operacional, segurança pessoal, segurança da instalação e meio ambiente; nos custos

envolvidos no processo, no reparo/substituição e nas conseqüências da falha; na oportunidade; na capacidade de adequação do equipamento/instalação favorecer a aplicação deste ou daquele tipo de manutenção (adequabilidade do equipamento).

## **2.5 Estrutura Organizacional da Manutenção**

Segundo Pinto e Xavier (2009) a Organização da Manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para a gerência e a solução dos problemas na produção, de modo que a empresa seja competitiva no mercado. A manutenção é uma atividade estruturada da empresa e integrada às demais atividades, fornecendo soluções e buscando maximizar os resultados.

Conforme Nepomuceno (1989) a manutenção é organizada ou para atender a uma necessidade da instalação ou então por uma atitude ou filosofia da alta direção que conhece os problemas e pretende resolvê-los de maneira adequada.

Silva (2004) destaca os seguintes pontos para o gerenciamento da manutenção: as metas e objetivos da empresa; o tamanho da empresa e de suas instalações; a amplitude da manutenção mais adequada (em função do dado anterior); a existência, na empresa, de pessoal em número suficiente para acompanhar sua expansão; preparo e desempenho do pessoal de manutenção; padrão de qualidade, estabelecido e pretendido.

De modo geral, o que se verifica hoje em dia, é uma busca por estruturas cada vez mais leves. Isto significa eliminar níveis de chefia e supervisão; tanto na área de manutenção como na área de operação; contratação de serviços por parceria; fusão de especialidades como, por exemplo, eletricidade e instrumentação.

Sendo a atividade de manutenção encontrada em diversos tipos de instalações, tanto a sua estruturação como a sua subordinação podem ter alguma variação em virtude da diversificação dos empreendimentos e porte das empresas. Para que o departamento de manutenção esteja realmente adaptado à estrutura organizacional da empresa, são adotados sistemas básicos de gerenciamento da manutenção, desenvolvidos face às características da fábrica ou instalação.

Destacam-se os seguintes modelos administrativos encontrados atualmente: manutenção centralizada, manutenção descentralizada, manutenção integrada e manutenção matricial (PINTO; XAVIER, 2009).

### **2.5.1 Manutenção Centralizada**

Segundo Branco Filho (2006) é o tipo de organização da manutenção na qual o âmbito de atuação de cada uma das profissões, especialidades ou oficinas estende-se por toda a área mantida. Nas estruturas centralizadas, todas as atitudes de gerenciamento partem de uma única pessoa de nível hierárquico logo abaixo da direção da fábrica, quer seja de planejamento; de programação; de controle; de metas e diretivas de supervisão.

A manutenção centralizada apresenta as seguintes vantagens: grande flexibilidade, permitindo escalar especialistas diversos para vários serviços; existência de pessoal qualificado e suficiente para a execução dos serviços de manutenção; número de funcionários relativamente estável, havendo poucas dispensas e/ou horas extras; as situações inesperadas, enguiços e tarefas novas são atendidos e satisfeitos com maior rapidez e eficiência; os funcionários especializados são aproveitados com mais eficiência; os equipamentos e dispositivos especiais são utilizados com maior eficiência; há um grande responsável pela manutenção; existe grande controle no investimento e nos novos serviços. Porém apresenta as seguintes desvantagens: os envolvidos com a manutenção ficam espalhados pela instalação, dificultando enormemente a supervisão; há grande perda de tempo em retirar ferramentas e materiais e receber instruções; podem ser escalados diversos indivíduos para utilizar os mesmos equipamentos ou ferramentas; a prioridade é dada pela manutenção e não pela produção; fica mais difícil a coordenação ou programação dos especialistas; o intervalo de tempo entre uma requisição e sua execução pode ser excessivamente longo; há necessidade de maior controle administrativo; podem aparecer choques entre a produção e a manutenção, uma vez que as prioridades de ambas são diversas. Nota-se que este tipo de estrutura organizacional de manutenção se encontra presente em grande parte das pequenas e médias empresas, principalmente quando o layout proporciona uma grande concentração de equipamentos numa área relativamente pequena (NEPONUCENO, 1989).

#### 2.5.2 Manutenção Descentralizada

Segundo Branco Filho (2006) é o tipo de organização da manutenção que consiste em dividir a totalidade da área mantida em áreas, zonas, unidades, etc. designando a cada uma delas um determinado contingente de pessoal.

Nas estruturas descentralizadas as atitudes de gerenciamento emanam de duas ou mais pessoas de nível hierárquico igual. Assim cada área pode seguir políticas de manutenção próprias, conforme a orientação de seu gerente.

Conforme Branco Filho (2008) a manutenção descentralizada apresenta as seguintes vantagens: com uma área menor para gerenciar será sempre possível ao gerente ter um conhecimento mais efetivo dos problemas da unidade; cada área tendo um PCM para si facilita a preparação e programação dos trabalhos de manutenção.

Porém Cavichioli (1990) enumera as seguintes desvantagens: há a ausência da visão de conjunto, pois cada um estará envolvido só com seus problemas; haverá diferentes critérios de apuração de valores e índices de manutenção, invalidando comparações de desempenho; a distribuição de pessoal e de suas funções torna-se problemática.

## **2.6 Planejamento Programação e Controle de Manutenção**

Conforme Pinto & Xavier (2009) é fundamental a existência de um sistema de planejamento e controle da manutenção, que entre outras coisas permitirá identificar claramente quais serviços serão feitos; quando os serviços serão feitos; quais os recursos necessários para a execução dos serviços; quanto tempo será gasto em cada serviço; quais serão: o custo de cada serviço, o custo por unidade e o custo global; que materiais serão aplicados; que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessárias.

Um sistema de planejamento e controle da manutenção irá possibilitar também o nivelamento de recursos – mão de obra; programação de máquinas operatrizes ou de elevação de carga; registro para consolidação do histórico e alimentação de sistemas especialistas; priorização adequada dos trabalhos.

Segundo Branco Filho (2006) é o órgão ou função, dentro da empresa, a qualquer nível, que efetua a programação e o controle dos trabalhos executados pelas equipes de manutenção; representado em diversos documentos como PCM ou PPCM.

Branco Filho (2008) afirma que ao criar uma seção de PCM ou implantar a função PCM espera-se que existam alguns benefícios para empresa, tais como: redução da perda de tempo da mão de obra direta; aumento de eficiência da mão de obra direta; padronização de procedimentos de execução de tarefas; análise de desvios de metas e medidas de correção.

As atividades de PCM devem existir em qualquer empresa mesmo nas de pequeno porte; sendo que neste caso o PCM pode ser feito por um colaborador que possua outras atribuições na área de manutenção, onde acumulará funções como, por exemplo, encarregado de turma ou até mesmo auxiliar administrativo, conforme aborda Branco Filho (2008).

Conforme aborda Cavichioli (1990) nas instalações industriais, as paradas para manutenção constituem uma preocupação constante para a programação de produção; se estas

paradas ocorrem aleatoriamente (emergência) os problemas serão inúmeros. Portanto se as paradas para manutenção puderem ser previstas e executadas os custos serão menores e sua eficácia maior.

O PCM consiste em um conjunto de ações para preparar, programar, verificar o resultado da execução das tarefas de manutenção contra valores preestabelecidos e adotar medidas de correção de desvios para a consecução dos objetivos e da missão da empresa, afirma Branco Filho (2008).

### 2.6.1 Planejamento e Controle manual

Conforme Branco Filho (2008) todas as atividades de manutenção são planejadas, controladas e analisadas através de formulários e mapas de controle, preenchidos manualmente, guardados em pastas e em gavetas de armários.

Este sistema tem como principal vantagem a facilidade de sua execução em empresas de pequeno porte e o menor custo de implantação com relação aos demais sistemas, porém, conforme Branco Filho (2008) apresenta como desvantagens a morosidade, a dispersão de dados e a necessidade de muita gente para obter pequenos resultados.

### 2.6.2 Planejamento e Controle Semi informatizado

Conforme Branco Filho (2008) é aquele em que as manutenções preventivas são controladas com auxílio de computador, enquanto as manutenções corretivas são controladas e analisadas através de formulários e mapas preenchidos manualmente. Devem ser controlados dentro deste critério os cálculos auxiliares de manutenções corretivas feitos pelo computador, com os índices de manutenção, de desempenho de equipamentos com os dados levantados manualmente.

### 2.6.3 Planejamento e Controle Informatizado

Conforme aborda Branco Filho (2008) neste sistema as informações relativas às manutenções preventivas e corretivas são transferidas ao computador, de onde são emitidas todas as Ordens de Serviço e para onde convergem todos os dados coletados durante a execução das tarefas. Para isto é necessária a criação de programas, de formulários próprios, de códigos, que permitam a transferência de informação, sempre que possível, entre os módulos de pessoal, de material, de manutenção, de produção, de operação, de controle de

custos, etc. Este sistema apresenta as seguintes vantagens: o planejamento da manutenção se torna mais rápido, ágil e eficiente; redução no custo específico da manutenção, já que torna possível a melhor utilização dos recursos financeiros, humanos e de materiais da empresa; integra a manutenção e seu dia a dia no dia a dia da empresa; os programas corporativos permitem um levantamento atualizado e integrado do que está acontecendo e quanto está custando; o levantamento de dados de engenharia da confiabilidade é usual; consultas podem ser feitas de qualquer lugar, se o banco de dados foi bem projetado e o programa especialista possui as rotinas corretas.

Porém pode apresentar algumas desvantagens, como: número maior de pessoas envolvidas durante a parametrização, durante a implantação, treinamento a todos os envolvidos e, principalmente no período de entrada em marcha do sistema; se o software não for bem escolhido ou não houver um treinamento correto, pode existir dificuldade na implantação de algumas rotinas, rejeição delas e dificuldade em alterar o software; corre-se o risco de perder a visualização global da manutenção preventiva e a noção de conjunto do plano de manutenção.

Conforme aborda Pinto e Xavier (2009) os primeiros sistemas informatizados para planejamento e controle da manutenção foram desenvolvidos pelas próprias empresas. Hoje, o desenvolvimento de softwares dentro da empresa não é viável, desde que fica mais caro, leva mais tempo para ser desenvolvido e não tem upgrade automático por não se constituir atividade-fim da área de T.I. (Tecnologia da Informação).

Atualmente, o mercado disponibiliza uma grande variedade de softwares conhecidos como CMMS – Computer Maintenance Management System (Sistema Informatizado de Gestão de Manutenção, tradução nossa) ou EAM – Enterprise Asset Management (Gestão de Ativos da Empresa, tradução nossa).

Os CMMS foram introduzidos na década de 80 e enfatizam o processamento das Ordens de Serviço. Ao longo do tempo, os CMMS foram se tornando mais sofisticados incorporando funções de controle dos indicadores, nivelamento de recursos e compartilhamento de banco de dados.

EAM é uma classe de software mais recente que foi desenvolvida para se integrar com outros softwares da empresa, como o financeiro, recursos humanos e suprimentos. Grande parte dos CMMS já sofreu upgrade de modo a se tornarem EAM.

Além disso, há também os softwares denominados ERP – Enterprise Resource Planning (Planejamento de Recursos da Empresa, tradução nossa) – que visam integrar todos os dados e processos de uma organização em um sistema unificado. Os ERP que nasceram no

ambiente de administração de recursos humanos e financeira tiveram que desenvolver um módulo que funciona como um CMMS/EAM.

#### 2.6.4 Planejamento dos Serviços

Conforme abordam Pinto e Xavier (2009) o planejamento dos serviços é uma etapa importantíssima, independente do tamanho e da complexidade deles. Normalmente, o planejamento executa as seguintes atividades: Detalhamento do Serviço, Microdetalhamento, Orçamentação de Serviços e Facilitação de Serviços.

No Detalhamento do Serviço são definidas as principais tarefas que compõem o trabalho, os recursos necessários, e qual o tempo estimado para cada uma delas. No Microdetalhamento são incluídas as ferramentas, máquinas de elevação de carga e máquinas operatrizes, que podem se constituir em gargalos ou caminhos críticos na cadeia de programação.

A Orçamentação de Serviços é feita – tendo como dados de entrada os custos de recursos humanos, hora/máquina e materiais – a partir do detalhamento, ou o custo do serviço a partir da apropriação. O custo, além de ser utilizado na área contábil da empresa, realimenta o módulo de planejamento de serviço, ficando disponível para utilizações futuras.

Na Facilitação de Serviços, visando aumentar a produtividade nos serviços de manutenção, faz-se a análise prévia do serviço a ser executado, fornecendo informações básicas aos executantes, de modo que eles não percam tempo indo e vindo do local de trabalho para buscar ferramentas, analisar desenhos ou consultar catálogos. Os principais pontos a serem analisados são: as ferramentas necessárias, as facilidades existentes no local do serviço, os aspectos ligados à segurança e dados sobre o equipamento e recomendações especiais.

#### 2.6.5 Programação dos Serviços

Conforme Pinto e Xavier (2009) é nesta etapa que são definidos quais são os serviços no dia seguinte, em função das prioridades já definidas, data de recebimento da solicitação de serviços, recursos disponíveis (mão de obra, material, máquinas) e liberação pela produção.

Segue algumas regras básicas: Os serviços de maior prioridade são programados primeiro, seguidos pelos de prioridade imediatamente inferior, até os recursos disponíveis, naquela data, se esgotarem; dentro de uma mesma prioridade, se programam primeiro as

solicitações mais antigas; os serviços com data marcada têm prioridade sobre a antiguidade da solicitação; quando ocorre falta de material, falta de informação, falta de ferramentas, necessidade de serviço externo ou falta de liberação, faz-se o bloqueio para que a programação do serviço seja interrompida até que a causa do bloqueio seja resolvida.

#### 2.6.6 Controle da Manutenção

Conforme Cavichioli (1990) o controle da manutenção tem como objetivo obter informações para orientar tomadas de decisão quanto a equipamentos e a grupos de manutenção por meio de coleta e tabulação de dados aperfeiçoando a interpretação dos resultados e criando padrões de trabalho.

Pinto e Xavier (2009) listam alguns itens a serem controlados: Gerenciamento da Execução dos Serviços, Registro dos Serviços e Recursos, Gerenciamento dos Equipamentos, Administração da Carteira de Serviços, Gerenciamento dos Padrões de Serviço, Gerenciamento dos Recursos e Administração de estoques.

O Gerenciamento da Execução dos Serviços está voltado para o acompanhamento das causas de bloqueio de serviços; controle do back-log, contemplando a carga de serviço global e por especialidade, auxiliando no dimensionamento das equipes de manutenção; acompanhamento da execução no tocante ao cumprimento da programação, isto é, se os serviços estão sendo executados e, se não, por que; acompanhamento dos desvios em relação ao tempo de execução previsto e alterações no tempo (quando necessário).

O Registro dos Serviços e Recursos objetiva informar o processo conhecido como apropriação (quais recursos foram utilizados, quantos homens/hora foram gastos e se o serviço foi concluído ou não), que materiais foram aplicados e gastos com serviços de terceiros. O Gerenciamento de Equipamentos consiste em fornecer informações relevantes para o histórico dos equipamentos. Os dados relativos ao serviço e dados para análise de falhas devem ser registrados. O detalhamento dos serviços deve ser arquivado para utilização num próximo planejamento e programação.

Administração da Carteira de Serviços significa fazer o acompanhamento e análise visando: ter um acompanhamento orçamentário – previsão X realização global, e separada por especialidade, por área ou unidade operacional; cumprimento da programação pelas diversas áreas e especialidades; tempos médios de execução de serviços; índices de atendimento, incluindo demora entre solicitação e início dos serviços; back-log global, por especialidade e por área; composição da carteira de serviços – percentual por especialidade, percentual por

prioridade, percentual por área, percentual por unidade, etc.; índices de ocupação de mão de obra disponível; índices de bloqueio de programação separados por causa.

No Gerenciamento dos Padrões de Serviço, tendo uma seqüência de procedimentos conhecida, a mesma pode ser colocada sob a forma de detalhamento de serviço, com recursos necessários e tempo previsto. Isto se torna um padrão, que será a base das próximas programações, podendo também ser aplicado em programas de Preventiva e Preditiva, que na realidade dependem de Detalhamento-padrão para sua execução.

O Gerenciamento dos Recursos é conseqüência do Registro de Recursos, abordado anteriormente. Dentre os recursos, a mão de obra é a que mais necessita de gerenciamento, visando à otimização de sua aplicação. Desse modo, deve-se ter uma visão global da distribuição da mão de obra por toda a planta, com os quantitativos definidos por cada área de atuação. A indisponibilidade de mão de obra (por afastamentos médicos, férias, licenças e outros) também deve ser conhecida além da disponibilidade de todas as máquinas operatrizes, máquinas de elevação de carga, etc. para que a programação de serviços seja confiável.

Na Administração de Estoques, a informação de estoque, o acompanhamento de compra, e o recebimento de materiais, são fundamentais para uma boa administração da carteira de serviços.

## **2.7 Prioridades de Atendimento**

Branco Filho (2008) afirma que a gerência de manutenção deve montar um esquema de atendimento que indique e que contemple aos casos mais graves atendimento antes dos casos menos graves. Este esquema é caracterizado por critérios de prioridade em função da gravidade da avaria, ou em função da importância operacional da máquina avariada.

Conforme Cavichioli (1990) para a prática diária da manutenção, estabelece-se a prioridade não a partir da ordem de chegada do serviço para manutenção, mas sim conforme a necessidade de atendimento.

### **2.7.1 Escala de Prioridades**

A seguir, uma das convenções mais utilizadas para determinar prioridades de atendimento na manutenção: Emergencial, Urgente, Necessária, Desejável e Prorrogável.

Serviços de prioridade Emergencial são os que merecem atendimento imediato. Esta prioridade deverá ser usada em manutenção apenas quando a não execução do serviço trará risco de morte de pessoas, ou colocará em risco o patrimônio da empresa, ou trata-se de

máquina vital ou em processo de produção de bens que possuem data comprometida de entrega, e poderá atrasar e comprometer a entrega, afirma Branco Filho (2008). Serviços de prioridade Urgente devem ser executados o mais breve possível. Deve ser utilizada, para designar serviços que devem ser feitos antes de se tornarem uma emergência, ou seja, que podem levar a máquina ou equipamento à indisponibilidade em pouco tempo; perda de características próprias de um equipamento; pequena alteração nas características de equipamento de apoio a máquinas vitais do processo, que se continuar, provocará a parada do processo ou perda da qualidade do produto; ou ainda, o perigo de ocorrer condição insegura de trabalho.

Os serviços de prioridade Necessária podem ter atendimento em alguns dias. Designam serviços de correção de defeitos em máquinas e equipamentos que não prejudicam o processo, mas que se não forem reparados, a médio e longo prazo originarão uma falha; manutenções preventivas de equipamentos fundamentais à produção; proximidade de manutenções corretivas programadas através acompanhamento preditivo; manutenções preventivas executadas conforme plano indicado pelo fabricante, etc., afirma Branco Filho (2008). Os serviços que devem ser realizados dentro de algumas semanas (porém não devem ser omitidos) são classificados como prioridade Desejável, como por exemplo: manutenções preventivas em equipamentos auxiliares dos quais não dependem os equipamentos vitais à produção e que não afetam a linha de produção.

Em longo prazo, devem ser executados os serviços classificados como prioridade Prorrogável. Segundo Cavichioli (1990) trata-se de serviços que podem ser adiados para o momento em que existam recursos disponíveis e que não interfiram na produção e nem no atendimento das prioridades de nível mais alto. É o caso de melhoria estética da instalação ou defeito em equipamento alheio à produção.

### 3 GESTÃO DO SETOR DE MANUTENÇÃO

Neste capítulo é abordado o departamento de manutenção da empresa, descrevendo como são desenvolvidas as atividades de gestão.

#### 3.1 Atividades Realizadas Pelo Setor de Manutenção

O setor de manutenção realiza atividades como: acompanhamento de projetos e montagens de instalações; reparos e revisões gerais em equipamentos e ferramentas; instalação e reparo de equipamentos para atender as necessidades da produção.

As atividades de manutenção corretiva não planejada ocorrem diariamente na planta. Consistem em pequenos reparos e intervenções decorrentes de falhas em máquinas e equipamentos.

Algumas atividades desenvolvidas podem ser classificadas como manutenção corretiva planejada.

Um exemplo prático é a troca de um rotor de uma bomba de engrenagem. Para cada tipo de bomba existente na planta, há uma quantidade considerada ideal de rotores sobressalentes em estoque, e quando se nota a modificação de parâmetros do processo, é programada a parada para troca do rotor com desgaste por um rotor novo.

As manutenções preventivas são executadas plenamente conforme o plano de manutenção. As atividades são executadas dentro dos intervalos de tempo pré-estabelecidos, como é o caso do plano de lubrificação quinzenal, através do qual o lubrificador tem uma rotina definida, e sabe exatamente onde lubrificar, qual o lubrificante que deve ser utilizado e qual a quantidade ideal para uma correta lubrificação. Serviços de limpeza também são executados na mesma frequência dos serviços de lubrificação, ou seja, o lubrificador também realiza a limpeza da máquina nos locais onde ocorre o acúmulo do excesso de lubrificante.

A manutenção preditiva está representada pelas inspeções visuais, análise de vibração e análise termográfica. Nas inspeções visuais que antecedem as manutenções preventivas é possível determinar a substituição ou não dos componentes através de sua aparência física, como é o caso das buchas de mancais, rolamentos, pinos das articulações, etc.

A termográfica é executada em locais pré-estabelecidos nos quais a variação da temperatura a partir de um determinado valor é indicio de defeito, como por exemplo: equipamentos elétricos para detecção de mau contato e verificação de desgaste em terminais elétricos.

### 3.1.2 Planejamento Programação e Controle no Setor de Manutenção

O planejamento e a programação dos serviços, bem como o controle do setor de manutenção são atividades realizadas na empresa pelo coordenador de manutenção com o auxílio de um auxiliar administrativo.

O planejamento e o controle são do tipo semi-informatizado. As manutenções preventivas são gerenciadas com auxílio de computador, enquanto as manutenções corretivas são controladas e analisadas através de formulários e documentos preenchidos manualmente. Os dados levantados manualmente são utilizados nos cálculos auxiliares de manutenções corretivas, de índices de manutenção e de performance de equipamentos; realizados por meio de planilhas no computador.

### 3.1.3 Planejamento dos Serviços de Manutenção

Uma das atividades de planejamento dos serviços, realizadas pelo coordenador de manutenção da empresa, é o detalhamento e o microdetalhamento dos serviços. São itens que devem constar nos planos de manutenção preventiva, elaborados pelo coordenador, tendo como base os dados obtidos a partir de informações dos fornecedores dos equipamentos e componentes, além das informações registradas nas ordens de manutenção e no histórico de manutenção dos equipamentos.

No planejamento, ocorre também a facilitação de serviços, visando aumentar a produtividade nas atividades de manutenção. Após uma análise prévia do serviço a ser executado, são fornecidas informações básicas aos executantes, tais como: as ferramentas necessárias, facilidades existentes no local do serviço, aspectos ligados à segurança, dados sobre o equipamento e recomendações especiais. Ao planejar uma tarefa, o coordenador pode passar estas informações por escrito ou verbalmente aos executantes, porém não existe um documento a ser preenchido para tal finalidade.

### 3.1.4 Programação dos Serviços de Manutenção Preventiva

A programação dos serviços no setor de manutenção é feita pelo planejador de manutenção. O Plano de Manutenção Preventiva é um sistema que procura antecipar as manutenções nos equipamentos baseado no tempo de vida dos mesmos, definido pelo

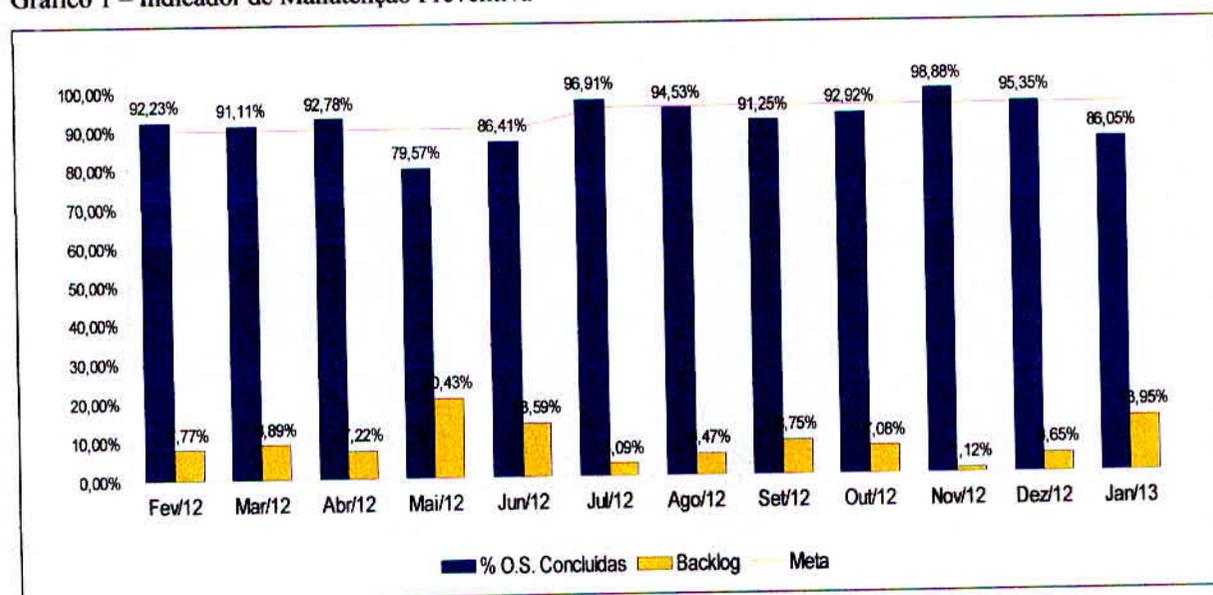


a quantidade. Através do acompanhamento visual e eletrônico o nível de estoque e das informações do formulário, o auxiliar administrativo da manutenção consegue verificar quando a quantidade em estoque chega ao nível mínimo e então emite a solicitação de compra por meio do software ERP utilizado pela empresa.

### 3.1.6 Controle dos Indicadores de Manutenção

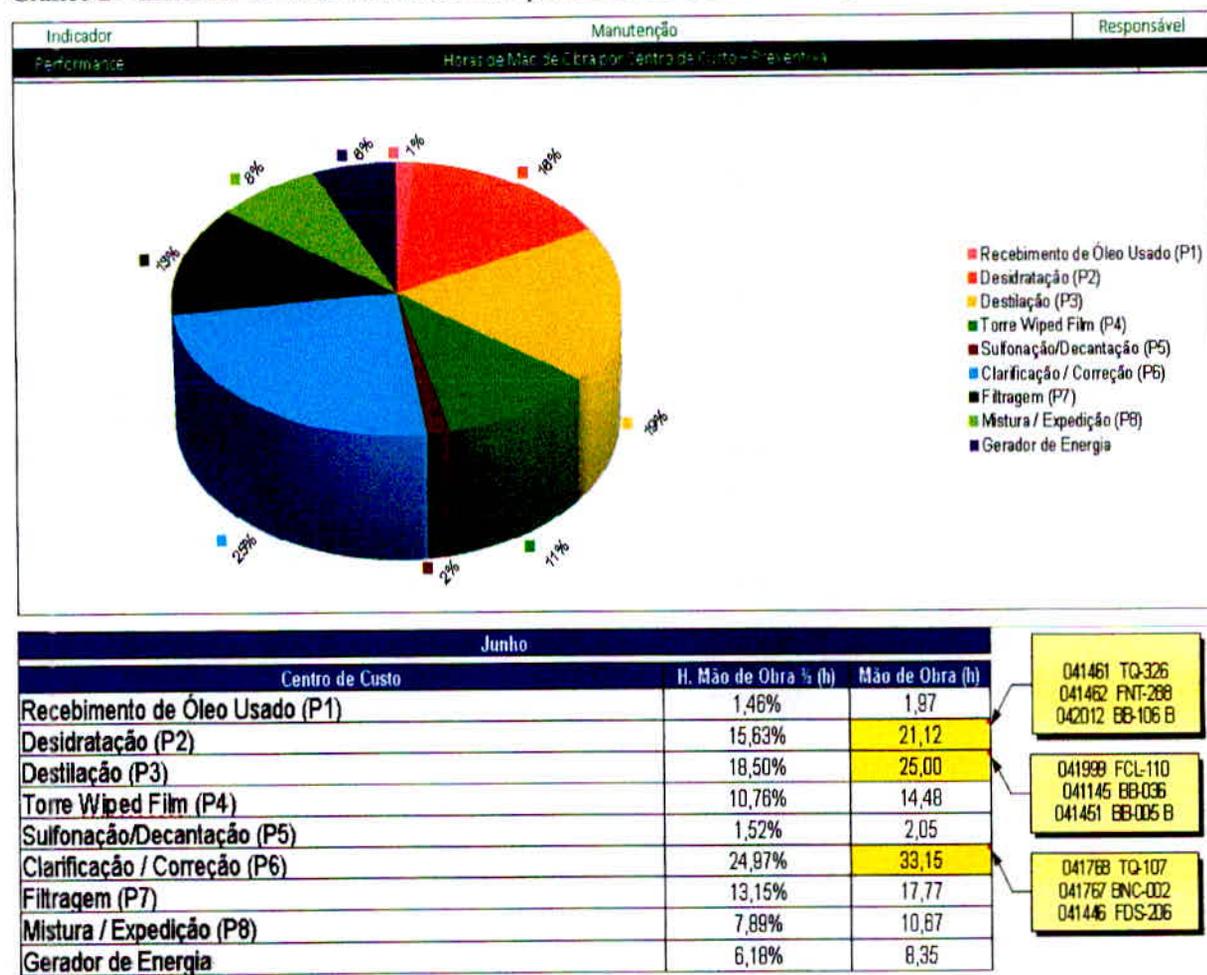
Os Indicadores de Manutenção é onde mostramos nossos resultados de melhoria através de gráficos para nossa equipe de manutenção e conseqüentemente para nossa gerência, mantendo a disponibilidade máxima de máquinas e equipamentos para o processo produtivo, eliminando improvisação e atrasos na produção.

Gráfico 1 – Indicador de Manutenção Preventiva



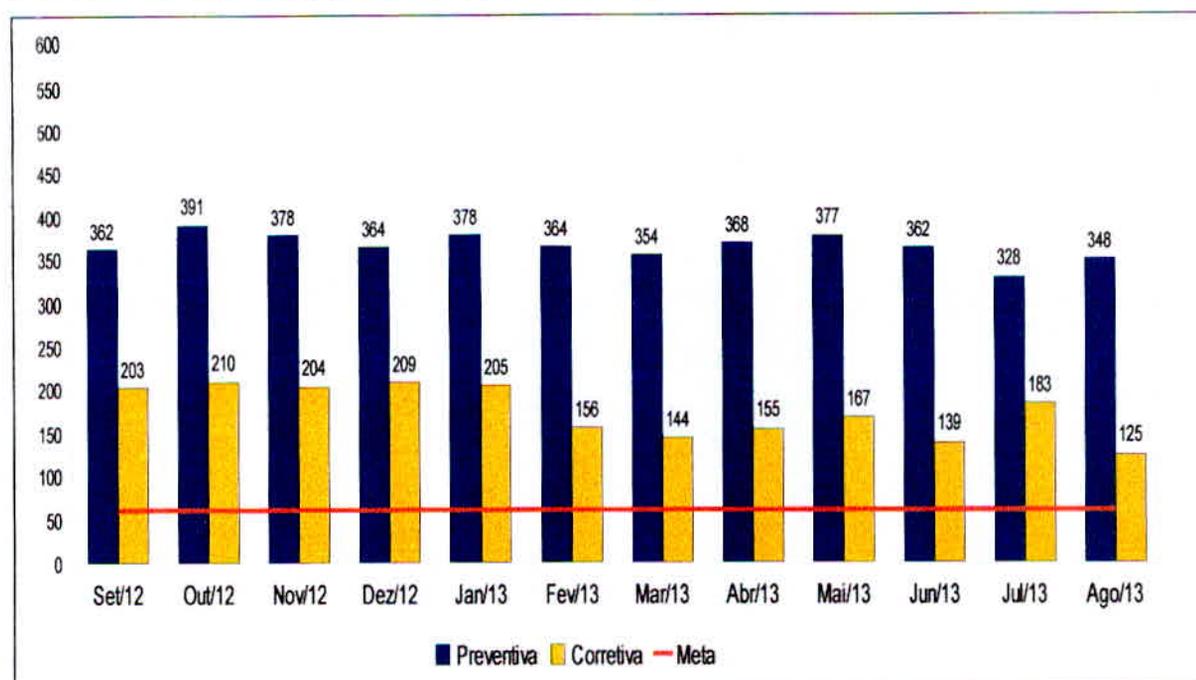
Fonte: o autor.

Gráfico 2 – Indicador de Horas de Mão de Obra por Centro de Custo Manutenção Preventiva



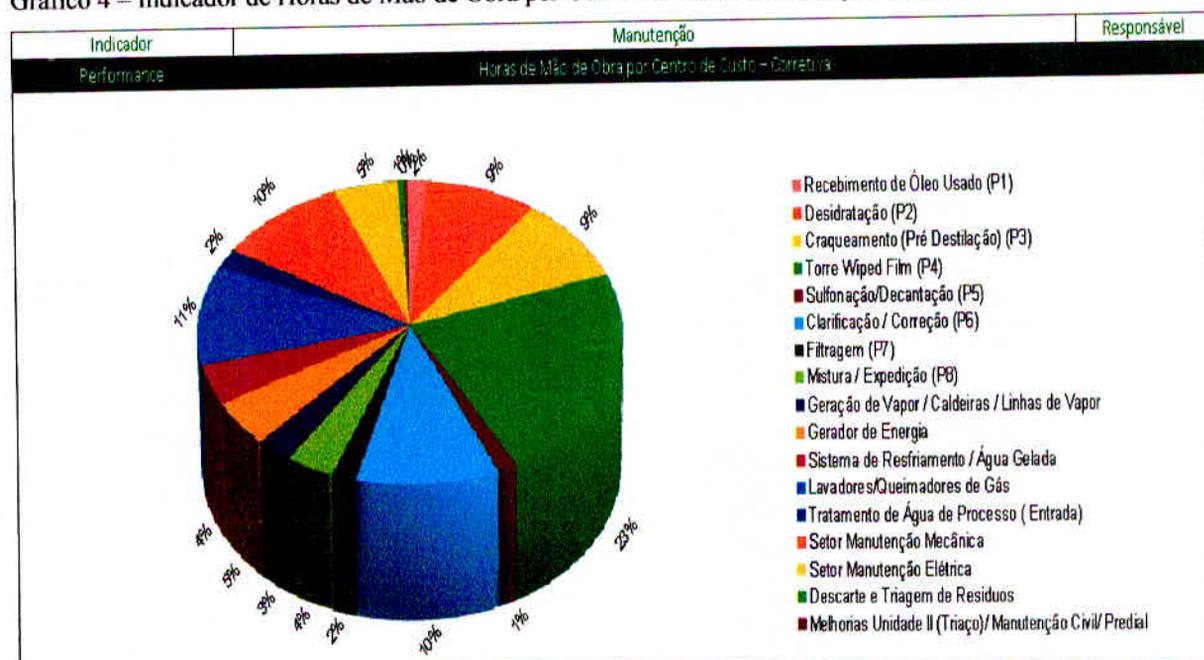
Fonte: o autor

Gráfico 3 – Indicador de Manutenção Preventiva x Corretiva



Fonte: o autor.

Gráfico 4 – Indicador de Horas de Mão de Obra por Centro de Custo Manutenção Corretiva



Centro de Custo	H. Mão de Obra % (h)	Mão de Obra (h)	Responsável
Recebimento de Óleo Usado (P1)	3,87%	52,38	
Desidratação (P2)	0,47%	6,43	
Craqueamento (Pré Destilação) (P3)	7,34%	98,40	041392 FORNO-0002 042088 TQ-175 041920 BB-005 B
Torre Wiped Film (P4)	34,74%	58,38	
Sulfonação/Decantação (P5)	0,53%	7,18	
Clarificação / Correção (P6)	17,77%	240,75	041822 BB-106 A 042077 TQ-066 041597 BB-106 B
Filtragem (P7)	1,79%	24,32	
Mistura / Expedição (P8)	1,31%	17,80	
Geração de Vapor / Caldeiras / Linhas de Vapor	6,57%	89,05	
Gerador de Energia	2,84%	38,53	
Sistema de Resfriamento / Água Gelada	1,27%	17,27	
Lavadores/Queimadores de Gás	6,75%	91,53	
Tratamento de Água de Processo (Entrada)	1,10%	14,97	
Sector Manutenção Mecânica	8,98%	121,87	041873 GALPÃO MANUTENÇÃO 041538 BOMBA RESERVA
Sector Manutenção Elétrica	4,51%	61,05	
Sector Caldeiraria/Montagem Industrial	0,15%	1,88	

Fonte: o autor.

#### 4 TIPOS DE ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO TEORIA X PRÁTICA

Comparando as atividades desenvolvidas pelo setor de manutenção com as descrições das atividades na teoria, são identificados os seguintes desvios:

A equipe da manutenção não pratica plenamente as atividades de melhoria. Não são realizadas análises de falhas, o que dificulta a melhoria nos planos de manutenção e de inspeção.

Existem atrasos no cumprimento do cronograma de manutenções preventivas, conseqüentemente, ocorrem atrasos nas manutenções preditivas que antecedem as preventivas.

Não foi verificada na prática nenhuma atividade de manutenção detectiva.

Porém podem ser verificados os pontos positivos:

O plano de lubrificação é cumprido quinzenalmente, o que ajuda a retardar o desgaste dos componentes.

As inspeções visuais diárias contribuem para que as falhas caracterizadas como manutenção corretiva não planejada que ocorrem na planta não aconteçam ou então para que diminua a frequência das ocorrências.

##### 4.1 Estrutura Organizacional da Manutenção Teoria x Prática

Com relação à estrutura organizacional da manutenção, são listadas as vantagens e desvantagens deste modelo de administração, conforme aborda Nepomuceno (1989).

Pode-se considerar como acertos, os itens nos quais as vantagens listadas se tornam evidentes no setor de manutenção.

É possível escalar especialistas diversos para vários serviços (flexibilidade).

Existe pessoal qualificado e suficiente para a execução dos serviços de manutenção todos estão aptos para desempenhar suas funções.

As situações inesperadas e tarefas novas são atendidas e satisfeitas com maior rapidez e eficiência.

Os equipamentos e dispositivos especiais são utilizados com maior eficiência.

Há um responsável pela manutenção (o coordenador).

É possível um controle no investimento e nos novos serviços por parte do coordenador e da gestão da planta.

Pode se considerar adicionalmente positivos os itens nos quais as desvantagens listadas têm seus efeitos minimizados na prática: Para possibilitar uma melhor supervisão,

cada profissional preenche um relatório diário no livro de ocorrências, além das ordens de serviço e o histórico de manutenção dos equipamentos. Para diminuir o tempo de retirada de ferramentas, está em implantação o sistema 5S. Quando há necessidade de mais de um profissional utilizar um mesmo equipamento ou ferramenta, a prioridade é definida de acordo com a necessidade do serviço estabelecida pela produção e/ou manutenção, considerando também o tempo de utilização, ou seja, um serviço de segunda prioridade pode ser executado primeiro, desde que o tempo de execução seja ligeiramente menor que o serviço de maior necessidade para que não haja o acúmulo de pendências; O estabelecimento de prioridades é feito em conjunto (produção e manutenção); Não há dificuldades na coordenação ou programação dos especialistas. Na maioria das situações o profissional pode ser deslocado de sua atividade e o serviço que ele estava executando passa a ser realizado por outro membro da equipe, que pode não possuir o mesmo conhecimento técnico ou as mesmas habilidades do especialista. Porém, o colaborador poderá contar com o auxílio e o apoio técnico dos profissionais mais experientes do setor e do coordenador para a realização da tarefa; Os choques entre a produção e a manutenção, uma vez que as prioridades de ambas são diversas, são minimizados recorrendo ao PCP (Planejamento e Controle da Produção).

Uma das vantagens listadas é o número baixo de horas extras, outra vantagem citada é o melhor aproveitamento dos especialistas. No setor de manutenção estudado, não existe resistência da equipe sendo assim, cada um dos colaboradores que passaram a fazer parte da equipe da manutenção já iniciaram suas atividades sabendo como é o sistema de gestão.

#### 4.1.2 Planejamento e Controle de Manutenção Teoria x Prática

Com relação ao planejamento e controle da manutenção, podem ser considerados como pontos positivos alguns itens nos quais a prática da manutenção da Empresa se assemelha à teoria apresentada. São os seguintes:

O detalhamento dos serviços bem como a facilitação dos serviços (atividades de planejamento);

A programação dos serviços;

O estabelecimento de prioridades;

O gerenciamento da execução dos serviços, o registro dos serviços e recursos, o gerenciamento dos equipamentos e a administração de estoques (atividades de controle).

#### 4.1.3 Sugestões Propostas

Ao observar o layout da empresa, verifica-se que o setor de manutenção fica um pouco distante de onde estão concentrados as máquinas e equipamentos da produção. Sugere-se então a alteração da localização do setor de manutenção com um posto avançado de manutenção. O mesmo poderia ser instalado em local mais próximo a produção conseqüentemente, o setor ficaria mais próximo dos equipamentos vitais para a produção que devem ser mantidos em condições satisfatórias de operação e utilização.

Para que sejam eliminados os desvios verificados com relação às atividades de manutenção, sugere-se realizar um estudo da aplicabilidade da manutenção detectiva, para que se possam detectar falhas ocultas. Além disso, deve-se analisar a aplicabilidade da manutenção corretiva não planejada, corretiva planejada, preventiva e preditiva, para que se possa optar pela melhor maneira de se realizarem manutenções em cada uma das máquinas, equipamentos e componentes. A realização deste estudo pode ser caracterizada como uma atividade de engenharia de manutenção, já que os resultados obtidos possibilitarão a melhoria nos planos de manutenção e de inspeção, uma melhor distribuição dos tipos de manutenção e conseqüentemente um aumento na confiabilidade dos equipamentos e a redução dos custos de manutenção.

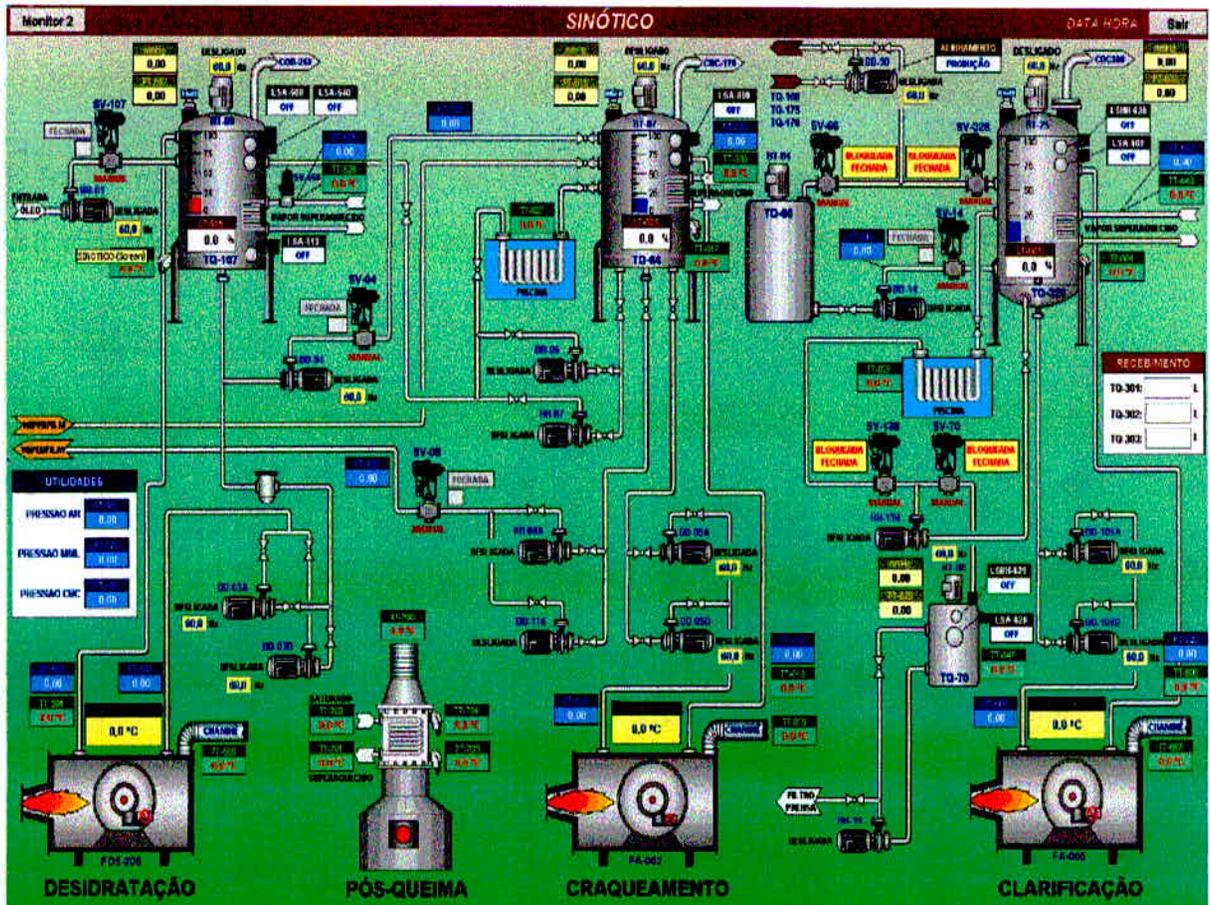
Sugere-se a criação de um PMP (Procedimento de Manutenção Padrão), utilizando as recomendações dos fabricantes dos equipamentos, os dados constantes no histórico de manutenção e também com a participação de toda a equipe da manutenção através de seções de brainstorming. Com uma documentação adequada a informação é de fácil acesso, proporcionando uma manutenção mais eficiente, mais exata em suas intervenções, mais técnica (minimizando ou até mesmo eliminando imprevistos) e mais atualizada; e os profissionais que participaram da construção do documento sentir-se-ão mais valorizados e motivados a expor suas idéias e opiniões. O PMP possibilitará o gerenciamento dos padrões de serviço e uma melhoria na facilitação dos serviços – itens importantes no controle da manutenção.

#### 4.1.4 Atividades de Melhoria no Setor de Manutenção

No sistema de supervisório onde é monitoradas e rastreadas informações do processo produtivo ou instalação física, através de equipamentos de aquisição de dados e, em seguida, manipulados, analisados, armazenados e, posteriormente, apresentados ao operador. A partir do momento em que a monitoração e o controle de um processo são feitos com a ajuda de um sistema supervisório, o processamento das variáveis de campo é mais rápido e eficiente.

Qualquer evento imprevisto no processo é rapidamente detectado e mudanças nos set-points são imediatamente providenciadas pelo sistema supervisor, no sentido de normalizar a situação. Ao operador fica a incumbência de acompanhar o processo de controle da planta, como o mínimo de interferência.

Figura 2 – Sinótico Produção



Fonte: o autor.

No sistema de parâmetros de ajustes onde é ajustada a temperaturas de modulação dos equipamentos, os parâmetros de corte, o vácuo, a temperatura de risco de emulsão, a temperatura de transferência do fluido, o nível dos tanques, a pressão e temperatura de trabalho do pressostato.

Figura 3 – Parâmetros de Ajuste

**PARAMETROS DE AJUSTES DA DESIDRATAÇÃO**

<p><b>TEMPERATURAS MODULAÇÃO QUEIMADOR</b></p> <p>RELIGA QUEIMADOR: <input type="text" value="0,0"/> °C</p> <p>DESLIGA QUEIMADOR: <input type="text" value="0,0"/> °C</p> <p>TEMP. DE ATUAÇÃO SP ALTO: <input type="text" value="0,0"/> °C</p> <p>TEMP. DE ATUAÇÃO SP BAIXO: <input type="text" value="0,0"/> °C</p> <p><b>VÁCUO ALÍMIO NO TQ-207 / TQ-208</b></p> <p>PT-502 &lt; <input type="text" value="0,0"/> mBar</p> <p>PT-502 &gt; <input type="text" value="0,0"/> mBar</p> <p><b>LIBERAÇÃO BB-04</b></p> <p>TEMPERATURA TRANSFERENCIA</p> <p>TT-503 &gt; <input type="text" value="0,0"/> °C</p> <p><b>CARGA DO TQ-107</b></p> <p>NÍVEL DO TQ-107 PARA DELIGAMENTO DA BB-01</p> <p>DESLIGA BB-01 <input type="text" value="0,0"/> %</p>	<p><b>PARAMETROS CORTE QUEIMADOR</b>    DESABILITA</p> <p>DELTA TEMPERATURA &gt;= <input type="text" value="0,0"/> °C    <input type="checkbox"/></p> <p>(TT504 - TT503)</p> <p>VÁCUO NO TQ-107 &gt;= <input type="text" value="0,0"/> mBar    <input type="checkbox"/></p> <p>(PT502)</p> <p><b>TEMPERATURAS RISCO DE EMULSÃO</b></p> <p>CONTROLE DE FOGO: TT516 &gt;= <input type="text" value="0,0"/> °C</p> <p>DESLIGA QUEIMADOR: TT516 &gt;= <input type="text" value="0,0"/> °C</p>
---	---

**CONFIGURAÇÃO DOS ALERTAS DE VARIÁVEIS**

<p><b>PRESSÕES DE TRABALHO</b></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <th></th> <th>MIN</th> <th></th> <th>MAX</th> </tr> <tr> <td>PT-501</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>Bar</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> <tr> <td>PT-502</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>mBar</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> <tr> <td>PT-517</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>Bar</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> <tr> <td>PT-518</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>mBar</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> </table>		MIN		MAX	PT-501	<input type="text" value="0,0"/>	Bar	<input type="text" value="0,0"/>	PT-502	<input type="text" value="0,0"/>	mBar	<input type="text" value="0,0"/>	PT-517	<input type="text" value="0,0"/>	Bar	<input type="text" value="0,0"/>	PT-518	<input type="text" value="0,0"/>	mBar	<input type="text" value="0,0"/>	<p><b>DELTA DO FORNO</b></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <th>MIN</th> <th>MAX</th> </tr> <tr> <td><input type="text" value="0,0"/> °C</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> </table> <p><b>NÍVEL TQ-107</b></p> <p>MAX <input type="text" value="0,0"/> %</p>	MIN	MAX	<input type="text" value="0,0"/> °C	<input type="text" value="0,0"/>	<p><b>TEMPERATURAS DE TRABALHO</b></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <th></th> <th>MIN</th> <th></th> <th>MAX</th> </tr> <tr> <td>TT-503</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>°C</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> <tr> <td>TT-504</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>°C</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> <tr> <td>TT-506</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>°C</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> <tr> <td>TT-516</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> <td>°C</td> <td><input type="text" value="0,0"/></td> </tr> </table>		MIN		MAX	TT-503	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>	TT-504	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>	TT-506	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>	TT-516	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>
	MIN		MAX																																											
PT-501	<input type="text" value="0,0"/>	Bar	<input type="text" value="0,0"/>																																											
PT-502	<input type="text" value="0,0"/>	mBar	<input type="text" value="0,0"/>																																											
PT-517	<input type="text" value="0,0"/>	Bar	<input type="text" value="0,0"/>																																											
PT-518	<input type="text" value="0,0"/>	mBar	<input type="text" value="0,0"/>																																											
MIN	MAX																																													
<input type="text" value="0,0"/> °C	<input type="text" value="0,0"/>																																													
	MIN		MAX																																											
TT-503	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>																																											
TT-504	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>																																											
TT-506	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>																																											
TT-516	<input type="text" value="0,0"/>	°C	<input type="text" value="0,0"/>																																											

Fonte: o autor.

No sistema de horímetro onde é monitorado a quantidade de hora parcial e total de cada equipamento da fábrica, onde a hora parcial é zerada quando executado manutenção no determinado equipamento já o total é somada todas as horas de trabalho do maquinário.

Figura 4 – Horímetro Produção

**HORÍMETROS CLARIFICAÇÃO**

TAG	HORÍMETROS	
	PARCIAL	TOTAL
BB-14	::	::
BB-18	::	::
BB-30	::	::
BB-37	::	::
BB-106A	::	::
BB-106B	::	::
BB-138	::	::
BB-141	::	::
BT-04	::	::
BT-06	::	::
BT-25	::	::
VENTILADOR	::	::
FORNO	::	::

Fonte: o autor

## **5 RESULTADOS OBTIDOS**

Analisando a gestão do Setor de Manutenção da Empresa, podem ser verificados os desvios e acertos da prática do setor de manutenção estudado em relação às teorias apresentadas, considerando como pontos relevantes três itens:

- A. Tipos de Atividades de Manutenção;
- B. Estrutura Organizacional da Manutenção;
- C. Planejamento e Controle da Manutenção.

## 6 CONCLUSÃO

Conforme o crescimento das empresas é necessário que existam profissionais com conhecimentos para organizar, prever, planejar, estabelecer prioridades, reunir recursos necessários no momento oportuno e na quantidade adequada, e medir os custos resultantes dos diversos fatores e decidir pelo melhor. Deve-se estar atento ao que está acontecendo e buscar sempre uma melhor maneira de administrar.

É necessário pensar e agir estrategicamente para que a atividade de manutenção continue a se integrar de maneira eficaz no processo produtivo, contribuindo efetivamente para que a empresa caminhe rumo a excelência.

O colaborador da equipe de manutenção tem que reagir rápido a todas as mudanças. Esta nova postura inclui uma crescente conscientização de quanto uma falha de equipamento afeta a segurança, o meio ambiente e a qualidade do produto.

Tarefas organizacionais mais complexas, a necessidade de uma maior flexibilidade e sofisticação das propostas organizacionais e o aumento da tecnologia dos equipamentos e sistemas exigem que sejam disponibilizadas ferramentas de planejamento e controle à atividade de gestão da manutenção, condizentes com este cenário.

Toda vez que uma mudança ocorre em uma organização industrial deve-se verificar se a manutenção está adequada para a nova situação, ou se um ajuste deve ser feito para as novas contingências.

Ao final deste trabalho, pode-se concluir que este estudo apresenta resultados satisfatórios, considerando a imensa diversidade de segmentos da indústria. Para cada segmento e tipo de instalação industrial existe uma melhor maneira de se organizar e administrar um setor de manutenção, visando atender às necessidades específicas da instalação.

Verifica-se que o objetivo deste trabalho foi atingido. Foi possível verificar acertos e desvios ao comparar as atividades de gestão do setor de manutenção com as teorias apresentadas e propor sugestões de melhoria para empresa.

Com uma gestão de manutenção adequada, o setor contribuirá para a produtividade e qualidade do produto, minimizará custos de produção e será mais ágil nos processos industriais garantindo uma vantagem competitiva para a empresa sobre os concorrentes.

Com uma equipe competente e bem coordenada pode se esperar os melhores resultados.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS** (NBR 5462 Confiabilidade e Manutenibilidade) Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- BRANCO FILHO, Gil. **A Organização, O planejamento e o Controle da Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2008.
- BANCO FILHO, Gil. **Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.
- CAETANO, Rute Filipa Duarte. **Desenvolvimento do Sistema de Gestão da Manutenção da CIPAN**. 2009. Dissertação (Mestrado)–Instituto Superior Técnico- Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.
- CAVICHIOLI, Carlos Aparecido. **Planejamento e Administração da Manutenção**. São Paulo: SENAI, 1990.
- NEPOMUCENO, Lauro Xavier. **Técnicas de Manutenção Preditiva**: volume 1. São Paulo: Blucher, 1989.
- PINTO, Alan Kardec; Xavier, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção: Função Estratégica**. 3. Ed. Rio de Janeiro, Qualitymarck: Petrobras, 2009.
- SANTOS, Valdir Aparecido dos. **Manual Prático da Manutenção Industrial**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 2007.
- SILVA, Romeu Paulo. **Gerenciamento do Setor de Manutenção**. 2004. Monografia (Pós Graduação, Gestão Industrial) – Pró Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.