

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

JESSICA MORAIS PIÚNA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA
REDE DE AR COMPRIMIDO E COMPRESSORES NA EMPRESA
NINFA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS LTDA.**

TRABALHO CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA
2014

JESSICA MORAIS PIÚNA

**ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA
REDE DE AR COMPRIMIDO E COMPRESSORES NA EMPRESA
NINFA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS LTDA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção da graduação de Tecnólogo em Manutenção Industrial a coordenação do curso superior de Tecnologia em Manutenção Industrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira.

Orientador: Prof. Msc. Dirceu de Melo

MEDIANEIRA
2014



Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Câmpus Medianeira



Diretoria de Graduação e Educação Profissional do Curso
Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial

TERMO DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO DE UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA NA REDE DE AR COMPRIMIDO E COMPRESSORES NA EMPRESA NINFA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS LTDA.

Por :

Jéssica Moraes Piúna

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 19:00 h do dia 12 de Fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo no Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Câmpus* Medianeira. Os acadêmicos foram arguidos pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho: Aprovado.

Prof. Msc. Dirceu de Melo
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Orientador)

Prof. Msc. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Esp. Luis Paulo Zanolla Boschetti
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Convidado)

Prof. Msc. Yuri Ferruzzi
UTFPR – *Câmpus* Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na coordenação do Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial.

DEDICATÓRIA

Aos meus pais
Gumercino Cândido Piúna
Dezeny Silva Morais Piúna.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus, por me dar sabedoria para vivenciar novas e enriquecedoras experiências.

Agradeço ao orientador Dirceu de Melo pelo apoio e conhecimento transmitido durante todo projeto.

A empresa Ninfa Indústria de Alimentos Ltda., e seus gestores do departamento de manutenção, por autorizar a vinculação de dados da empresa, e por fornecer material para realização do projeto.

Ao meu pai Gumercino e minha mãe Dezeny, pelo apoio e amor incondicional que me fizeram suportar as dificuldades, superar a saudade pela distância. Por me incentivarem e inspirar sempre à obter mais conhecimento intelectual e cultural a favor do meu crescimento pessoal e profissional. Essa vitória não seria possível se não houvesse o apoio de vocês meus amados.

Agradeço às minhas irmãs Laís Fernanda e Geiza e meus sobrinhos Letícia e Otávio, por me dar coragem de enfrentar o desconhecido, alegrar meus dias, o incentivo constante para obtenção da tão sonhada graduação, e pela força para prosseguir no caminho escolhido por mim.

Um agradecimento especial a todos que de alguma forma me auxiliaram durante a realização do projeto. Agradeço ao apoio recebido quando nem eu mais acreditava que iria conseguir.

Por todo o apoio e incentivo, por tudo eu simplesmente agradeço a todos. Muito obrigada.

“Não ande apenas pelo caminho traçado, pois ele
conduz somente até onde os outros já foram.”

Alexander Graham Bell (1847- 1922).

RESUMO

PIÚNA, Jéssica.M. Elaboração de um plano de manutenção preventiva na rede de ar comprimido e compressores na empresa Ninfa Indústria de Alimentos Ltda. 2014, 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

Este projeto tem por objetivo a implantação de um plano de manutenção preventiva no sistema de ar comprimido e compressores da empresa Ninfa indústria de alimentos Ltda. A realização do trabalho se deu por meio de um sistema informatizado de livre acesso, para auxiliar na programação adequada das intervenções com períodos pré-determinados de tempo. A empresa não dispõe desse tipo de manutenção, gerando a ideia de implantação do plano de manutenção preventiva. Com tal implantação torna-se possível a codificação dos equipamentos, controle de estoque que gera em consequência redução de custos. A implantação conta com auxílio teórico de referências que aperfeiçoam um sistema preventivo numa indústria para introdução da qualidade nos serviços e produtos. O fator qualidade tem enfoque positivo influenciando no desempenho da organização. O sistema informatizado implantado tem a possibilidade de ser alterado para um plano que não tenha as restrições encontradas no modelo básico, e melhore ainda mais o rendimento da empresa em relação forma como são realizadas as intervenções.

Palavras chave: Sistema informatizado. Codificação dos equipamentos. Controle de estoque. Redução de custos.

ABSTRACT

PIÚNA, Jéssica.M. Development of a preventive maintenance plan in compressors and compressed air network in the company Nymph Ltda Food Industry. 2014, 85 f. Completion of course work. Federal Technological University of Paraná, Medianeira, 2014.

This project aims to implement a preventive maintenance plan in the compressed air system and compressor company Nymph Ltda. Food Industry. The completion of the work was done through a computerized system of free access, to assist in proper planning of interventions with predetermined periods of time. The company does not have such maintenance, generating the idea of implementing the preventive maintenance plan. With such a deployment becomes possible the coding of equipment, inventory control that generates cost savings as a result. The implementation relies on the aid of theoretical references that optimize a preventive system in the industry to introduce quality in services and products. The quality factor has a positive approach in influencing organizational performance. The computerized system implemented is able to be changed to a plan that does not have the restrictions found in the base model, and further improve the performance of the company regarding how interventions are performed.

Keywords: Computerized system. Encoding equipment. Inventory control. Cost-cutting.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Curva do ponto de falha.....	19
FIGURA 2 – Manutenção preventiva.....	22
FIGURA 3 – Ciclos de manutenção preventiva.....	22
FIGURA 4 – Manutenção classe mundial.....	25
FIGURA 5 – Ferramentas utilizadas para promover a qualidade.....	28
FIGURA 6 – Gráfico custo x nível de manutenção.....	30
FIGURA 7 – Gráfico lucro x disponibilidade.....	30
FIGURA 8 – Compressores referentes à vazão e a pressão.....	37
FIGURA 9 – Ciclo de trabalho de um compressor tipo parafuso.....	38
FIGURA 10 – Rede de distribuição anel fechado.....	42
FIGURA 11 – Ponto para tomada de ar comprimido.....	43
FIGURA 12 – Vazamento e perda de potência por diâmetro do furo.....	44
FIGURA 13 – Demonstração de vídeos do programa MP.....	46
FIGURA 14 – Codificação para compressores.....	48
FIGURA 15 – Codificação para tubulação.....	48
FIGURA 16 – Plano de manutenção.....	49
FIGURA 17 – Editar atividades de manutenção.....	50
FIGURA 18 – Atualização de ordem de serviço.....	52
FIGURA 19 – Manutenção não rotineira.....	53
FIGURA 20 – Inserir atividades na manutenção não rotineira.....	53
FIGURA 21 – Configuração para visualizar nome do equipamento.....	55
FIGURA 22 – Alterar data das atividades de manutenção.....	57
FIGURA 23 – Atividades realizadas por equipamento.....	59
FIGURA 24 – Histórico de atividades por equipamento.....	60
FIGURA 25 – Relação de atividades programadas <i>versus</i> atividades realizadas.....	60

LISTA DE TABELA

TABELA 1 – Custo por tipo de intervenção.....	31
---	----

Sumário

1INTRODUÇÃO	11
2OBJETIVO GERAL	13
2.1OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO	12
3.1.1TIPOS DE MANUTENÇÃO	17
3.1.1.1Manutenção corretiva	17
3.1.1.2Manutenção preventiva.....	18
3.1.1.3Manutenção preditiva	19
3.1.1.4Manutenção detectiva	20
3.1.1.5Engenharia de manutenção	20
3.2Manutenção preventiva.....	20
3.2.1PROBLEMAS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO PREVENTIVA.....	23
3.3A QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO.....	24
3.4A RELAÇÃO CUSTOS NA FUNÇÃO MANUTENÇÃO	28
3.5SISTEMA DE CONTROLE PARA MANUTENÇÃO	32
3.6PEÇAS SOBRESSALENTES.....	33
3.7MANUTENÇÃO CONTRATADA	34
3.7AR COMPRIMIDO.....	35
3.9TRATAMENTO DO AR COMPRIMIDO	39
3.10DIMENSIONAMENTO E DISTRIBUIÇÃO	41
3.11O FATOR CUSTO NO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO	43
4MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.7INSTALAÇÃO E CADASTRO DOS ELEMENTOS	46
4.8PROGRAMAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO.....	49
4.9ORDEM DE SERVIÇO	50
4.10MANUTENÇÃO NÃO-ROTINEIRA	52
4.11LAYOUT DA INDÚSTRIA	54
5RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.7ANÁLISE DA FUNÇÃO CADASTRO DE EQUIPAMENTOS	48
5.8ANÁLISE DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO E ORDENS DE SERVIÇO.....	56
5.10RELAÇÃO DE PEÇAS SOBRESSALENTES	61
5.11QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO	63
CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIA.....	58
APÊNDICES	70

1 INTRODUÇÃO

O homem tem se preocupado em buscar meios de tornar cada vez mais eficientes os processos de transformação desde a revolução industrial, utilizando menores quantidades de recursos para mudar o estado ou a condição de algo a produzir. A primeira reação foi à adoção da automação nas atividades de produção, seguida por altos investimentos em equipamentos. A fim de atingir retornos desses investimentos de forma mais rápida, esperava-se que os equipamentos tivessem o maior rendimento possível. Novos padrões gerenciais e de qualidade estão sendo impostos às empresas, o que acabou por valorizar as atividades de manutenção, por sua participação direta na preservação da capacidade de produção e, indiretamente por sua colaboração na obtenção da qualidade dos produtos (BELHOT; CARDOSO, 1994).

O plano de manutenção deve ser constituído pela melhor combinação das políticas de manutenção, coordenando-as com o objetivo de uma melhor utilização do tempo e dos recursos disponíveis. É importante destacar que, quando os componentes são de reposição simples, há uma aproximação do ideal das ações preventivas e corretivas pelo nível de detalhe fornecido pelo fabricante, tornando a manutenção barata. Raramente isso ocorre para componentes de reposição complexa, cuja manutenção exige altos custos. Na concepção de alguns autores, o ideal em manutenção não é reparar o equipamento e deixá-lo como era antigamente, mas sim repará-lo e deixá-lo melhor do que era quando novo, ao mínimo custo global e dentro de padrões estabelecidos de produtividade e qualidade. (BELHOT; CARDOSO, 1994).

Os cuidados constantes com a rede de ar comprimido representam uma valiosa redução dos custos com a manutenção, energia e falhas na rede de ar devido a vazamentos, proporcionando aumento significativo, quando levado em conta à maior confiabilidade e eficiência nas ferramentas pneumáticas. O dimensionamento de um sistema de ar comprimido está baseado no consumo estimado de ar comprimido em um determinado momento, em contrapartida deve estimar que o consumo de ar tivesse gradativo aumento (PARKER, 2006).

A importância significativa que o setor manutenção desenvolve dentro de uma organização se faz presente assim que um equipamento tem falhas, desempenho menor que o esperado. Essas paradas inesperadas deixam tanto produção quanto a própria manutenção sem reações quando diante de problemas de reparos não programados, falta de peças de reposição o que acaba envolvendo altos custos com perda de produção e perda de eficiência de máquinas e instalações. O desenvolvimento do projeto se fez necessário para que houvesse uma preparação de atividades que diminua as intervenções não programadas e auxilie ao controle de estoque, visando sempre à qualidade dos serviços de manutenção, uma vez que se passa a dar atenção a mais que só os produtos que a indústria produz mais aos serviços que ela possui no interior de sua organização.

Serviços como o de manutenção devem possuir nos dias de hoje, que possui em seu desenvolvimento a tecnologia sempre a seu favor um sistema informatizado que auxilie a programação de atividades programadas, em conjunto com a redução de estoque de peças sobressalentes, mas mantendo um mínimo de estoque de segurança para que na ocorrência de uma falha não programada, esta seja executada com a mesma qualidade e rapidez de uma que foi previamente programada. A utilização de um sistema informatizado traz benefícios, quanto à emissão automática de ordens de serviço, dependendo do sistema instalado a solicitação de peças de reposição se faz de maneira totalmente automática. Mas inserir um programa de manutenção preventiva numa indústria requer que os gestores enxerguem essa modalidade, não como um custo que não necessite de cuidados, mas um recurso vital para o melhor funcionamento da empresa.

2 OBJETIVO GERAL

Implantação do sistema de manutenção preventiva na rede de ar comprimido e compressores, na tentativa de reduzir paradas inesperadas constantemente. Como consequência diminuição nos custos e maior tempo da rede de ar sem intervenções não programadas. Auxílio ao melhor planejamento das atividades junto à equipe de manutenção.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaboração de um layout das instalações da indústria, descrevendo o trajeto da tubulação de ar comprimido pelas unidades;
- Identificação dos pontos onde serão realizadas as atividades programadas, seguindo a necessidade, perante layout;
- Definição da periodicidade das intervenções, seguindo a análise do tempo de funcionamento dos compressores, e facilidade de desligamentos isolados do ar na tubulação para manutenção;
- Relação de peças sobressalentes que serão utilizadas nos períodos de reparo, sendo repassado ao setor de almoxarifado, garantindo assim a disponibilidade das peças;
- O controle da manutenção preventiva se dará por meio de um sistema semiautomático com auxílio de um computador, por meio de planilhas, para melhor armazenar as ordens de serviço, e o histórico das operações realizadas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 INTRODUÇÃO À MANUTENÇÃO

A evolução da manutenção está ligada à própria evolução humana, principalmente à luta para se criar e conservar objetos que permitam um domínio cada vez maior da natureza. Mesmo com o constante avanço tecnológico, tanto os produtos como os equipamentos de produção têm uma duração limitada, e certamente irão falhar em algum momento de suas vidas, daí a importância da manutenção para manter ou recuperar sua funcionalidade (SANTOS; MOTTA; COLOSIMO, 2007). Abordando o termo manutenção com origem no vocábulo militar, cujo sentido era “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”. É evidente que as unidades que nos interessam aqui são as unidades de produção, e o combate é antes de tudo econômico. O aparecimento do termo ‘manutenção’ na indústria ocorreu por volta do ano 1950 nos Estados Unidos da América. Na França, esse termo se sobrepõe progressivamente à palavra ‘conservação’ (MONCHY, 1989).

A definição do termo manutenção segundo Pinto e Xavier (2001) é a de que manutenção deve contribuir para o atendimento do programa de produção, assim deve maximizar a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos, sendo itens indispensáveis quando se trata de uma empresa em plena operação, máquinas sempre em funcionamento. Também devem ser otimizados todos os recursos que a empresa dispõe, visando a segurança nas operações quando efetuando a manutenção ou quando operando a máquina, a saúde dos colaboradores e pensando em meio ambiente quando se fala em manutenção existe uma grande quantidade de lixo que se não descartado da maneira correta pode acarretar em prejuízos ambientais.

Em complemento as definições anteriores à manutenção é definida como um conjunto de técnicas e de organizações capazes de conservar tão bem quanto novas, máquinas, instalações e edificações, durante o maior tempo possível, com máxima eficiência, seguindo recomendações do catálogo do fabricante, tendo sempre em vista diminuir desperdícios, satisfazendo e motivando tanto os que recebem como os que realizam manutenção (MOTTER, 1999).

A utilização de técnicas para reparo de equipamentos de maneira corretiva apenas, data desde o século XVII na Europa Central. Onde começou a ser esboçado o termo ‘manutenção’ para ações e serviços de manter algo em funcionamento. (MOTTER, 1992).

Segundo Pinto e Xavier (1999), a evolução da manutenção pode ser dividida em três gerações, são elas:

- A primeira geração abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e superdimensionados. Aliados a tudo isto, devido à conjuntura econômica da época, a questão da produtividade não era prioritária. Consequentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada, apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após quebra, manutenção era fundamentalmente corretiva.

- A segunda geração vai desde a Segunda Guerra Mundial até os anos 60. As pressões do período da guerra aumentaram a demanda por todo tipo de produtos. Como consequência deste período houve forte aumento da mecanização, bem como complexidade das instalações industriais. Começa a ficar evidente a necessidade de maior disponibilidade, bem como maior confiabilidade, tudo isto na busca da maior produtividade. Isto levou à ideia de que falhas dos equipamentos poderiam e deveria ser evitado, o que resultou no conceito de manutenção preventiva, que na década de 60, consistia em intervenções nos equipamentos com intervalos fixos. O custo da manutenção começou a se elevar muito em comparação com outros custos operacionais. Esse fato fez aumentar os sistemas de planejamento e controle de manutenção. A quantidade de capital investido em itens físicos juntamente com o nítido aumento do custo deste capital, fez com que houvesse uma busca para aumentar a vida útil dos itens físicos. Esta geração se baseia nos seguintes itens, afirma Pinto e Xavier (2001):

- Disponibilidade crescente;
- Maior vida útil do equipamento;
- Sistemas manuais de planejamento e controle do trabalho;
- Monitoração por tempo
- Terceira geração surgiu a partir da década de 70, acelerou-se o processo de mudança nas indústrias. Na manufatura, os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de utilizar sistemas *just-in-time*, onde estoques reduzidos para a produção em andamento significavam que pequenas pausas na produção, entrega naquele momento poderiam paralisar a fábrica. O crescimento da automação e da mecanização passou a indicar que confiabilidade e disponibilidade tornaram-se pontos chave

em setores tão distintos quanto, gerenciamento de edificações, telecomunicação, processamento de dados. Maior automação também significa que falhas cada vez mais frequentes afetam nossa capacidade de manter padrões de qualidade estabelecidos. Na Terceira Geração reforçou-se o conceito de uma 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. Segundo Pinto e Xavier (2001), foi a partir da terceira geração que os enfoques sobre a manutenção passaram a ser:

- Maior disponibilidade e confiabilidade;
- Custo – benefício;
- Melhor qualidade dos produtos;
- Preservação do meio ambiente;
- Monitoração de condição;
- Análise de riscos;
- Análise de modos e efeitos de falhas;
- Softwares de planejamento e controle do trabalho.

Segundo Nakajima (1989), é apenas na década de 1950 que o termo ‘manutenção’ consolida-se na indústria, nos Estados Unidos, surgindo:

- 1951 a Manutenção Preventiva (MP);
- 1954 a Manutenção do Sistema Produtivo (MSP);
- 1957, a Manutenção Corretiva com incorporação de Melhorias (MM).

Na década seguinte 1960 aparecem:

- Introdução da Prevenção de Manutenção, em 1960;
- Engenharia da Confiabilidade, a partir de 1962; Engenharia Econômica.

Nos anos 70 desenvolvem-se:

- Incorporação dos conceitos das Ciências Comportamentais;
- Desenvolvimento da Engenharia de Sistemas;
- Logística e a Terotecnologia;
- Oficialização do TPM na empresa japonesa Nippon Denso, em 1971.

Na década de 1980 temos:

- Fundação do JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance);
- Introdução do TPM no Brasil, em 1986.

Até o momento, nesta década de 1990, registra-se:

- Introdução da Engenharia Mecatrônica;

- Empresas brasileiras implantando o TPM;
- Outras empresas preparando-se para implantar o TPM;
- Duas empresas candidatas ao prêmio TPM no Brasil.

Segundo Pinto e Xavier (1999) nos últimos 20 anos a atividade de manutenção tem passado por mais mudanças do que qualquer outra. Essas alterações são consequência de:

- Aumento, bastante rápido do número e diversidade dos itens físicos (instalações, equipamentos e edificações) que têm que ser mantidos;
 - Projetos muito mais complexos;
 - Novas técnicas de manutenção;
 - Novos enfoques sobre a organização e suas responsabilidades.

No Brasil a utilização da manutenção tem se desenvolvido nos últimos dez anos, com credibilidade gerencial e ou administrativa marcantes, iniciando timidamente uma tecnologia com profundas influências. As nossas indústrias na busca pela recuperação dos atrasos tecnológicos e de produtividade, precisam de mudanças técnicas e administrativas urgentes em todos os seus setores (MOTTER, 1992).

3.1.1 TIPOS DE MANUTENÇÃO

Para Pinto e Xavier (2001) a maneira pela qual são realizadas as intervenções dos equipamentos, sistemas e instalações nos dá uma noção dos vários tipos de manutenções existentes, fazendo com que não rara às vezes se confundam quanto à aplicação de cada uma. A forma como são realizadas e as técnicas definem bem cada tipo básico de cada manutenção.

3.1.1.1 Manutenção corretiva

Sintetiza-se pelo ciclo ‘quebra-repara’, ou seja, o reparo dos equipamentos após a avaria. Constitui a forma mais cara de manutenção quando encarada do ponto de vista total do sistema. Convém observar que existem duas condições específicas que levam à manutenção corretiva:

- Desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais.

- Ocorrência da falha.

Segundo Pinto e Xavier (2001), “Manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado”, dessa maneira a ação principal na manutenção corretiva é de corrigir ou restaurar as condições operacionais do equipamento ou sistema. A manutenção corretiva pode ser dividida em duas classes:

- Manutenção corretiva não planejada: Corrige a falha de maneira aleatória, quando o desempenho da máquina ou equipamento é menor que esperado, sendo que implica em altos custos, com perdas de produção, perdas na qualidade dos produtos e maiores danos aos equipamentos.

- Manutenção corretiva planejada: Por decisão da gerencia decide fazer com que máquina opere até que seu desempenho esteja menor que o espera seguindo as especificações do manual fabricante. Implicando em numa manutenção mais segura, pois como o próprio nome ‘planejada’ indica que é mais segura, pois a um controle de até que ponto a máquina pode operar, mais barato quando se fala em peças sobressalentes ou aviso prévio de quando irão ser realizadas as manutenções e mais rápida uma vez que se sabe o momento que será realizado as intervenções haverá pessoal e peças para as possíveis trocas.

3.1.1.2 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva obedece a um plano previamente elaborado pela manutenção, esse tipo de manutenção se fixa por intervalos de tempo pré-estabelecidos, com auxílio do histórico da máquina, em quantos períodos ocorreu determinado tipo de falha (PINTO; XAVIER, 2006). Segundo Lafraia (2006), todo elemento de máquinas, tanto mecânico, elétrico ou eletrônico, possui uma vida útil, a manutenção preventiva busca identificar esta vida útil e prevenir a falha.

3.1.1.3 Manutenção preditiva

Esse tipo de manutenção atua na máquina quanto a parâmetros de condição como análise de óleo, ruídos, ensaios não destrutivos (END), vibração, temperatura ou desempenho, obedecendo a uma observação sistemática. Permite o acompanhamento periódico por meios de aparelhos de medição e análise do equipamento por um maior tempo, predizendo, antecedendo a ocorrência de falhas, e quando as intervenções se faz de maneira corretiva planejada, quando por decisão a execução dessas, Figura 1(PINTO; XAVIER, 2001). Segundo Otani e Machado (2008), a manutenção preditiva é o monitoramento através de técnicas do estado do equipamento, buscando usar toda a vida útil do elemento que está sendo monitorado, sendo planejada a troca somente depois que ocorreu o início da falha, possibilitando o planejamento da manutenção.

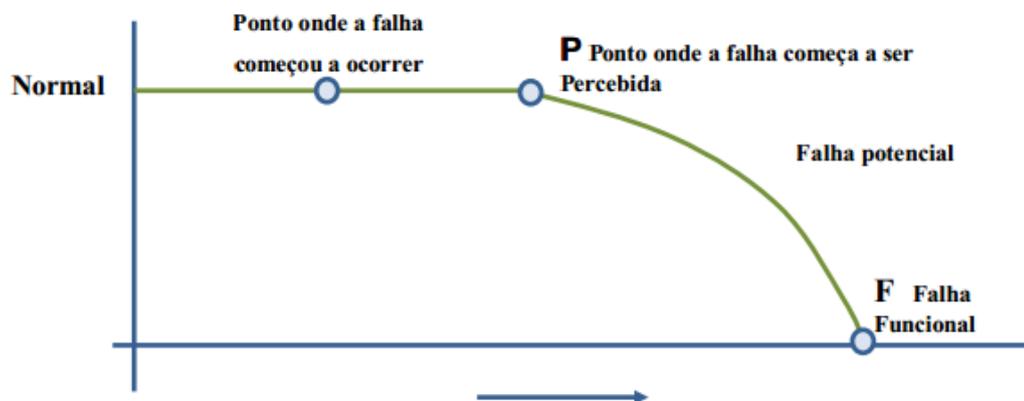


Figura 1- Curva do ponto de falha
Fonte: Pinto e Xavier (2006, p.134).

Conforme Pinto e Xavier (2001), o ponto negativo desta técnica é o custo elevado. Por manter um profissional com especialidade específica, adquirir equipamentos com alto custo ou terceirizar o serviço. Sendo então necessário realizar um estudo de viabilidade para aplicar a técnica. Segundo Otani e Machado (2008), a inspeção termográfica é uma das técnicas de preditiva que propicia maior retorno de investimento, evitando paradas e acidentes em instalações elétricas. Sendo uma técnica não destrutiva que utiliza os raios infravermelhos, para medir temperaturas ou processo.

3.1.1.4 Manutenção detectiva

Segundo Pinto e Xavier (1999) “Manutenção detectiva é a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção”. Garantindo a confiabilidade da origem da falha. Esse tipo de manutenção requer pessoal habilitado treinado para executar a operação. É cada vez maior a utilização de computadores digitais em instrumentação e controle de processo nos mais diversos tipos de plantas industriais. Nesse tipo de manutenção especialista realizam verificações no sistema, sem tira-lo de operação, são capazes de detectar falhas ocultas, e preferencialmente podem corrigir a situação, mantendo o sistema operando.

3.1.1.5 Engenharia de manutenção

Na tentativa de quebrar o paradigma que há muito é utilizado nas empresas, esse tipo de manutenção busca por parar de fazer reparos continuamente e sim, encontrar as causas, modificar situações de mau desempenho, fazendo com que deixe de conviver com problemas crônicos e passe a trabalhar de uma maneira que melhore os padrões sistemáticos, desenvolvendo a manutenibilidade, afirma Pinto e Xavier (2001).

3.2 Manutenção preventiva

A manutenção possui diferentes práticas de aplicações. A manutenção descrita a seguir será implantada durante o projeto. Manutenção preventiva tem como característica a busca sistemática para impedir a ocorrência de falhas, mantendo um controle consecutivo sobre os equipamentos executando operações presumidas convenientes (PINTO; XAVIER, 2001). Considerada um elemento fundamental nas atividades de manutenção, envolve algumas tarefas programadas, tais como: inspeções, reformas e troca de peças (XENOS, 1998). De acordo com O'Connor (2005), a manutenção preventiva busca reter o sistema, que está em estado operacional ou disponível, para a prevenção de falhas que podem ocorrer. A

manutenção preventiva influencia diretamente na confiabilidade, é planejada e deve ser executada num instante predeterminado. 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 implica em paradas e troca de peças desnecessárias, o custo da manutenção preventiva pode ser considerado elevado. É fundamental a existência de um sistema de controle de manutenção permitindo a realização de alguns recursos (PINTO; XAVIER, 2001):

- Que serviços serão realizados;
- Quando os serviços serão realizados;
- Que recursos serão necessários para a execução dos serviços;

O modelo abaixo descreve alguns itens que devem ser seguido quanto à implantação da manutenção preventiva (FILHO, 2008):

- Fazer layout;
- Levantamento de dados do equipamento;
- Codificar;
- Programar as manutenções preventivas, que no presente trabalho se fará de maneira semiautomática.

Para que haja intervenções nos equipamentos em períodos pré-estabelecidos é necessário que se tenha informações precisas para melhor adotar o plano de manutenção de cada empresa, máquina e instalações adquiridas, que deveria constar no manual do fabricante que por vezes é omitido. Além das condições operacionais e ambientais influírem de modo significativo na expectativa de degradação dos equipamentos, isso leva à existência de situações distintas na fase inicial de implantação da operação (PINTO; XAVIER, 1999).

- Ocorrência de falha antes de completar o período estimado, pelo mantenedor, para intervenção;
- Abertura do equipamento/reposição de componentes prematuros.

Ao longo da vida útil dos equipamentos e instalações não podem ser descartados períodos em que ocorram falhas antes do previsto, ocasionando medidas corretivas não planejadas, conforme ilustra Figura 2, afirma Pinto e Xavier (1999). A manutenção preventiva cuidadosamente executada apresenta resultados somente após os primeiros ciclos. Seus efeitos vão se tornando mais eficientes a cada ajuste e correções, efetuadas a cada intervenção (MOTTER, 1999), Figura 3.

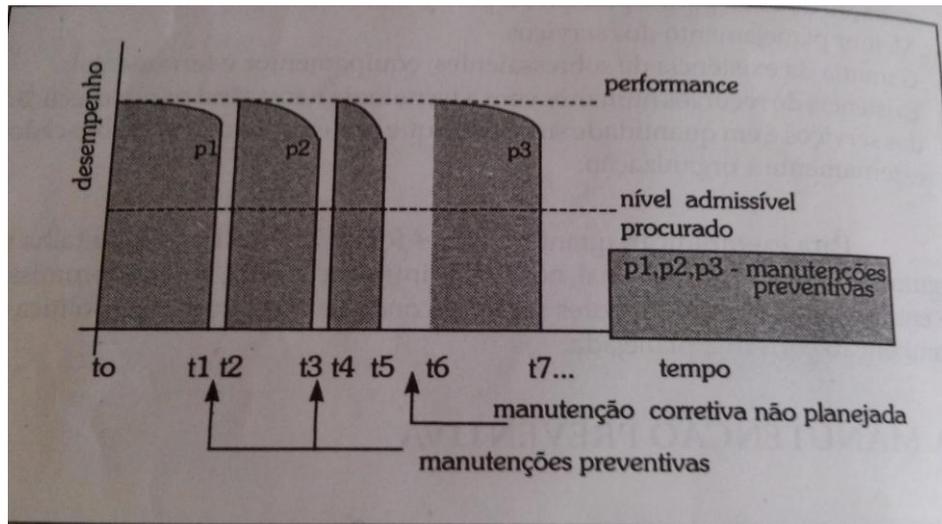


Figura 2- Manutenção Preventiva
Fonte: Pinto e Xavier (1999, p36).

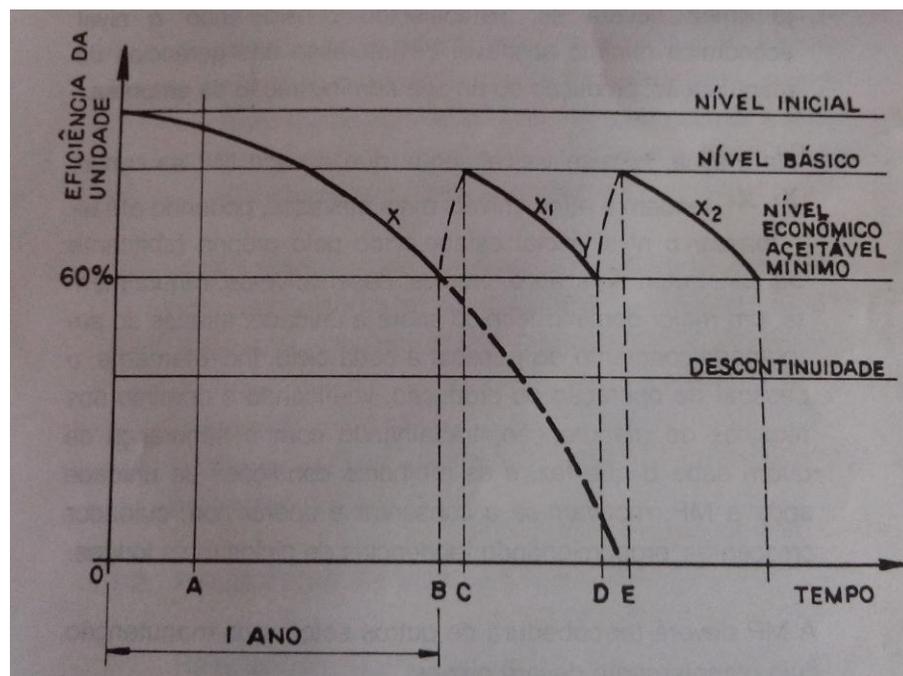


Figura 3- Ciclos de Manutenção Preventiva
Fonte: Motter (1999, p159).

Existe uma série de fatores que influenciam para que a cada ciclo haja uma variância de períodos: limpeza, horas de operação (produção) entre cada ciclo, lubrificação e o próprio aperfeiçoamento das operações tanto do pessoal da manutenção quanto da produção. É notável que a cada realização das atividades, os níveis de intervenção vão se prolongando, chegando por vezes a ultrapassar os níveis estabelecidos pelo fabricante. Essas alterações nas

curvas X_1 e X_2 , Figura 3, devem-se ao aprimoramento e domínio das técnicas preventivas a cada ciclo, acarretando execução segura das atividades e melhores condições de trabalho das máquinas e equipamentos, motivando os colaboradores a conservar e operar com cuidados crescentes, proporcionando ciclos de intervenções cada vez maiores (MOTTER, 1999).

A manutenção preventiva quando na fase de instalação e continuamente em sua execução, durante todo o período deve envolver todos os setores da manutenção, como oficina elétrica, mecânica, instrumentação própria ou de terceiros, para que atendam a demanda de serviços quando solicitados. Setores de reposição de peças como almoxarifado devem conter em seus estoques peças sobressalentes e/ou recuperadas sobre aviso prévio suficiente para atender a necessidade das intervenções, ou seja, os estoques devem estar dentro do recomendado seguindo as atividades seja de maneira corretiva e/ou preventiva, sem que haja um desajuste de reposição de peças. Um fator importante quando se trata de manutenção preventiva é de qualquer que seja a intervenção que venha a sofrer os equipamentos e instalações, deve haver equipes formadas por profissionais qualificados a execução das atividades que envolvam manutenção, completando com auxiliares que possuam o mesmo potencial profissional para área, afim de que tenha o melhor proveito dos cursos, treinamentos e para os já capacitados a reciclagem, visando sempre à qualidade e a segurança das operações e do produto final, afirma Motter (1999).

3.2.1 PROBLEMAS RELACIONADOS À MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Como já descrito anteriormente a manutenção preventiva esta centrada no tempo, que por vezes na sua fase inicial se faz presente a utilização de não somente a preventiva, mas também a manutenção corretiva, pois ainda não há controle e conhecimentos suficientes para que exista êxito já nos primeiras intervenções. Para adoção de uma política de manutenção preventiva existem alguns fatores que devem ser levados em consideração na empresa onde será instalada (PINTO; XAVIER, 1999):

- Quando não é possível a manutenção preditiva;
- Riscos de agressão ao meio ambiente;
- Aspectos relacionados com a segurança pessoal ou da instalação que tornem imprescindível a intervenção, normalmente para que possa executar a troca de componentes.

A utilização da intervenção se faz presente quanto maior for à simplicidade da reposição, em relação aos custos quanto maiores forem em decorrência das falhas, e sempre a segurança operacional e pessoal são itens indispensáveis para sua instalação. Esse tipo de manutenção se faz satisfatória quanto a presumir as falhas, estoque de peças sobressalentes necessárias para a realização das atividades (PINTO; XAVIER, 1999). Por outro lado mesmo eficaz pode se tornar um tipo de manutenção que implica em altos custos aos olhos que tem a contrata, relacionados abaixo alguns problemas quanto á manutenção preventiva que devem ser evitados e se for o caso reparados da melhor e mais rápida maneira possível, a fim de evitar maiores custos quanto a sua instalação (MOTTER, 1999):

- Falhas dos procedimentos de manutenção;
- Contaminação introduzida no sistema de óleo;
- Peças sobressalentes em falta quando na execução dos reparos;
- Critérios de prioridade de falhas ineficiente, implantação descuidada.
- Custos iniciais ás vezes elevado com retorno em médio prazo;
- Deficiência quanto a repasse de informações a equipe que irá compor o programa de preventiva, e perda de tempo com repetições desnecessárias;
- Falta de comunicação com a produção e manutenção, com entrega de máquinas ou equipamentos fora do programa previamente estipulados;
- A comunicação se faz presente quando nas auditorias, não são repassados os resultados positivos e negativos do programa ao pessoal da manutenção e produção, para que evitar retrabalho.

3.3 A QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

As organizações buscam ser cada vez mais competitivas, não somente pela necessidade de buscar novos clientes, mas também pela necessidade de manter suas fatias de mercado (LEMOS; ALBERNAZ; CARVALHO, 2011). O processo de mudança num setor ou indústria é o momento da quebra de paradigmas, e inserir a qualidade nos serviços de manutenção, setor que exerce forte influência, requer uma mudança na cultura, caracterizada um processo lento e ultrapassado, para uma cultura de mudança necessitando de uma participação ativa da gerência e de um bom relacionamento interpessoal com seus

colaboradores devidamente treinados, que serão em sua grande parte responsável pela execução dessas mudanças (PINTO; XAVIER, 1999). A utilização de novas práticas de manutenção que resultem na eliminação de atividades reativas para proativas, soma em benefícios tanto em relação ao não retrabalho quanto a confiabilidade que adquirira com a qualidade nos produtos. Se a Manutenção estiver no primeiro estágio (reativa), (Figura 4), reagindo aos acontecimentos, nessa situação quem comanda a manutenção são os equipamentos, não sendo possível a inovação. É necessário que se reverta à situação para que se possam introduzir as melhorias, sendo então possível analisar, diagnosticar e prever quais serão os próximos passos, para finalmente se submeter à inovação. (TECEM, 2009), colocando esse tipo de serviço numa classe mais elevada, manutenção classe mundial.

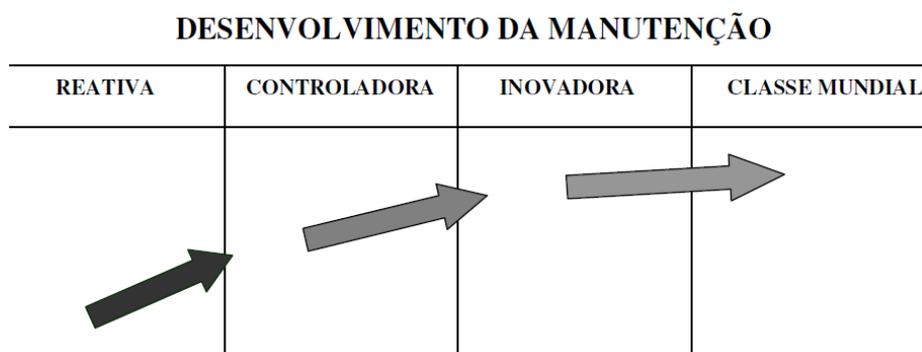


Figura 4- Manutenção classe mundial
 Fonte: Tecem, 2009.

A melhoria contínua pode ser vista sob três aspectos segundo Shiba (1993):

- Controle do processo. Tem por objetivo a manutenção do processo dentro de um padrão pré-determinado de desempenho. O processo deve ser monitorado e, caso esteja fora de controle, ações corretivas devem ser desencadeadas para que o padrão de desempenho retorne ao estado original ou esperado.
- Melhoria reativa. Tem por objetivo a melhoria dos processos que apresentam, sistematicamente, grande variabilidade. A ação de melhoria é realizada no sentido de eliminar as causas da variabilidade.
- Melhoria proativa. Tem por objetivo melhorias inovadoras e drásticas nos processos, visando satisfazer os clientes e eliminar, reduzir ou ultrapassar vantagens competitivas da concorrência.

A adoção de boas práticas à manutenção requer investimentos não apenas em máquinas, mas principalmente em pessoal, o que leva a melhorias quando aplicadas às condições ou ações que a empresa convive. Ações como melhoria contínua dos processos, acarreta em otimização de procedimentos; organização dos times de manutenção resulta em ambiente proativo e melhoria no nível de disponibilidade e confiabilidade de equipamento e instalações. A garantia da qualidade deve ser assegurada por meio de procedimentos escritos e/ normas como ISO 9000 que garante a qualidade intrínseca conforme especificado pelo fabricante, ISO 14000, que trata da qualidade ambiental e ISO 18000, que trata da qualidade de vida e da segurança do empregado, assim como tantas outras normas que zelam não só pelo bem estar das pessoas, mas também o meio em que se situa. Programas como o 5S prática de origem no Japão aplicada para o desenvolvimento da qualidade, auxiliando em melhorias no ambiente de trabalho, na produtividade, desenvolvendo o senso de equipe fazendo com que os colaboradores das empresas comecem a pensar em qualidade como um senso comum (PINTO; XAVIER, 1999).

Modelos de gestão são sistematicamente desenvolvidos e utilizados no campo administrativo e de gestão da produção. Para Zilbovicius (1997), eles são “(...) elementos fundamentais para justificar a aplicação de técnicas e princípios que acabam por ser adaptados às condições concretas em que opera cada organização produtiva”. De maneira que se envolva toda uma equipe e analise as falhas que acabam se tornando persistentes, estão disponíveis para implantação modelos como TPM (Manutenção Produtiva Total), MCC (Manutenção Centrada na Confiabilidade), RCFA (Análise das Causas Raízes da Falha), FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha) e 5S. Ferramentas que auxiliam para que aumente o nível de qualidade e junto a ela a confiabilidade dentro de uma unidade fabril.

Na busca pela solução de falhas e visando sempre a qualidade nos processos temos um exemplo o modelo de gestão TPM (Manutenção Produtiva Total), tendo início no Japão, através da empresa Nippon Denso KK, integrante do grupo Toyota. Considera-se que o processo deriva da manutenção preventiva e tem por objetivo a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzidos nos equipamentos, afirma Pinto e Xavier (1999). Ao tempo em que sua meta consiste na obtenção de melhor rendimento para o sistema de produção, através da participação de todos os empregados nas atividades da manutenção produtiva. De forma semelhante ao Controle de Qualidade Total (TQC), onde a atenção maior na qualidade deve estar mais voltada para o processo que para as inspeções do produto, na TPM a manutenção preventiva prevalece sobre a manutenção à demanda. Morais (1993) comenta efeitos de um programa de TPM aplicado em uma empresa desde a sua

implantação, descreve todas as atividades executadas, e avalia os resultados finais, que são: aumento da disponibilidade dos equipamentos de 90 para 95.3%; redução dos custos de manutenção de US\$ 285 para US\$ 92 por equipamento/mês; melhoria na higienização das áreas operacionais e aumento da satisfação dos trabalhadores envolvidos.

A manutenção centrada na confiabilidade (MCC) é um programa que combina técnicas de engenharia em uma abordagem sistemática a fim de garantir que os equipamentos fabris mantenham suas funções originais (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2008). Para Hansen (2006), a MCC desenvolve estratégias de manutenção que combinam princípios de disponibilidade dos equipamentos, confiabilidade, qualidade do produto, segurança e meio ambiente. A manutenção centrada na confiabilidade (MCC) é uma ferramenta de suporte à decisão gerencial. As tarefas da manutenção sobre condição devem estar baseadas no desenvolvimento do período da falha. Esse tipo de manutenção aborda alguns itens como seleção do sistema, definição das funções e padrões de desempenho, análise dos modos e efeitos das falhas, histórico de manutenção e revisão da documentação técnica para melhor implantação e obtenção de resultados. (PINTO; XAVIER, 1999). Reservado utilização apenas para equipamentos mais importantes ou críticos, atualmente devido seu potencial de análise de falhas a RCFA (Análise das Causas Raízes de Falha) tem seu uso mais generalizado, principalmente em problemas crônicos, que chegam a consumir até 50% do orçamento da manutenção. Utilizada como ferramenta auxiliar para melhor análise e precaução que devem ser tomadas em relação às falhas, FMEA (Análise do Modo e Efeito de Falha) ajuda a identificar e priorizar falhas potenciais em equipamentos, sistemas ou processos, juntas essas duas ferramentas obtêm a causa das falhas antes mesmo que ocorram, auxilia a diminuir custos com relação a paradas inesperadas e falta de peças sobressalentes, para os devidos reparos. Utilizada pela indústria aeroespacial as aeronaves são submetidas às técnicas de análise FMEA antes mesmo que saiam do chão e sendo reparados os possíveis danos (PINTO; XAVIER, 1999). As ferramentas apresentadas contribuem de uma maneira significativa para o cumprimento da qualidade em todos os processos conforme documento apresentado pela Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos (Abraman) em 2011 de acordo com Figura 5.

Ferramentas Utilizadas para Promover a Qualidade (% de Respostas)								
Ano	MCC	5S	FMEA	RCFA	CCQ	TPM (MPT)	6 Sigma	Outros
2011	17,03	27,86	17,34	15,79	-	12,69	9,29	0,00
2009	16,48	28,74	14,94	16,09	-	13,03	10,73	0,00
2007	18,65	27,22	22,02	17,13	-	10,09	0,92	3,98
2005	15,20	41,18	-	-	10,78	15,69	7,35	9,80
2003	20,31	37,50	-	-	8,33	16,15	5,73	11,98
2001	17,35	37,90	-	-	11,42	14,61	-	18,72
1999	5,62	40,45	-	-	16,29	20,79	-	16,85
1997	2,89	46,24	-	-	12,14	18,50	-	20,23
1995	-	39,83	-	-	17,37	21,61	-	21,19

Figura 5- Ferramentas utilizadas para promover a qualidade
Fonte: Abraman (Documento nacional, 2011).

É possível observar o crescimento, nos últimos anos, da utilização de métodos alternativos para o melhoramento da manutenção, isto é, da Manutenção Centrada na Confiabilidade (RCM ou MCC). Na pesquisa de 2007 entraram dois novos itens: FMEA (Modos de Falha e Análise dos Efeitos) e RCFA (Análise das Causas Raízes de Falha), (Abraman, 2011).

A qualidade da função manutenção pode evitar a deterioração das funções operacionais dos equipamentos, especialmente aquelas que levam a falhas ocultas, que resultam na incapacidade do processo. Apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá sua capacidade devido a desvios provocados por problemas no equipamento. A manutenção é encarada como essencial também nos sistemas de gestão da qualidade, como a ISO 9000 (PINTO; XAVIER, 2001).

3.4 A RELAÇÃO CUSTOS NA FUNÇÃO MANUTENÇÃO

Um estudo de implantação de programas de manutenção, em qualquer empresa, deve ser devidamente efetuado considerando os custos envolvidos. Eles são os fatores mais importantes a serem examinados para se decidir entre diferentes programas de manutenção. Os custos envolvidos são fundamentais para a decisão de realizar, ou não, atividades de

manutenção. A questão principal a discutir é a forma como os custos são analisados. Somente quando os custos de um programa de manutenção são comparados com os custos gerais originados pela falta de manutenção é que se consegue persuadir os gerentes de empresas a implementá-los. Cabe mostrar que o dinheiro aplicado em programas de manutenção é, na verdade, um investimento, que proporciona redução não somente nos custos de reparo de máquinas, mas também nos de parada de máquinas. A busca da qualidade e da produtividade passa por diversas questões, como as políticas de gestão da qualidade, a análise do melhor sistema de produção, o treinamento, a manutenção da produção e outros fatores estratégicos. O papel da manutenção mostra-se essencial na garantia tanto da qualidade quanto da produtividade empresarial (MARCORIN; LIMA, 2003).

A manutenção deve ser encarada como uma função estratégica na obtenção dos resultados da organização e deve estar direcionada ao suporte do gerenciamento e à solução de problemas apresentados na produção, lançando a empresa em patamares competitivos de qualidade e produtividade (PINTO; XAVIER, 2001). Entretanto, a importância da função manutenção e a opção consciente de seu modelo nem sempre são claras e levadas em consideração na análise das estratégias das organizações, e quando o são acabam sendo descartadas por uma análise incorreta dos custos envolvidos. O fator custo da manutenção, quando analisado isoladamente, acaba inibindo as empresas a considerar em sua estratégia essa manutenção, colocando-a numa posição secundária ou, sendo vista como um mal necessário (MARCORIN; LIMA, 2003).

Tomando a manutenção como umas das causas para a redução dos custos da produção, deve-se definir a política a ser adotada para o melhor desenvolvimento dos custos. Essa análise pode ser observada no gráfico mostrado na Figura 6, que ilustra a relação entre o custo com manutenção preventiva e o custo da falha. Entre os custos decorrentes da falha estão, peças e mão de obra necessária ao reparo e, principalmente, o custo da indisponibilidade do equipamento. O gráfico da Figura 6 mostra que investimentos crescentes em manutenção preventiva reduzem os custos decorrentes das falhas e, em consequência, diminuem o custo total da manutenção, em que se somam os custos de manutenção preventiva com os custos de falha. Por outro lado o gráfico mostra também que, a partir do ponto ótimo em investimento com manutenção preventiva, mais investimentos trazem poucos benefícios para a redução dos custos da falha e acabam elevando o custo total. Os limites da disponibilidade são apresentados em um modelo matemático para o cálculo do ponto ótimo de disponibilidade, como mostrado no gráfico da Figura 8 (MURTY; NAIKAN, 1995).

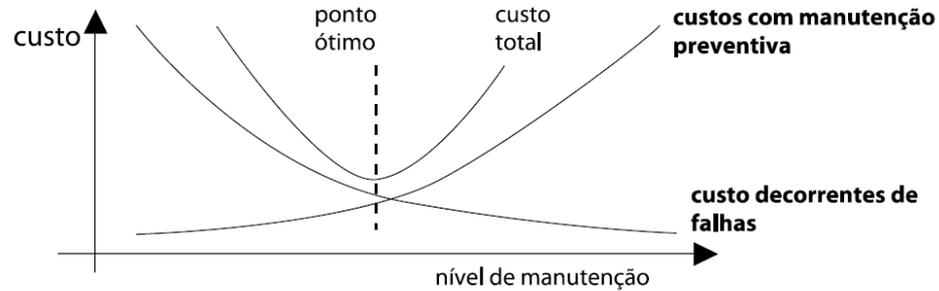


Figura 6- Gráfico custo x nível de manutenção
Fonte: Mirshawa e Olmedo, 1993.

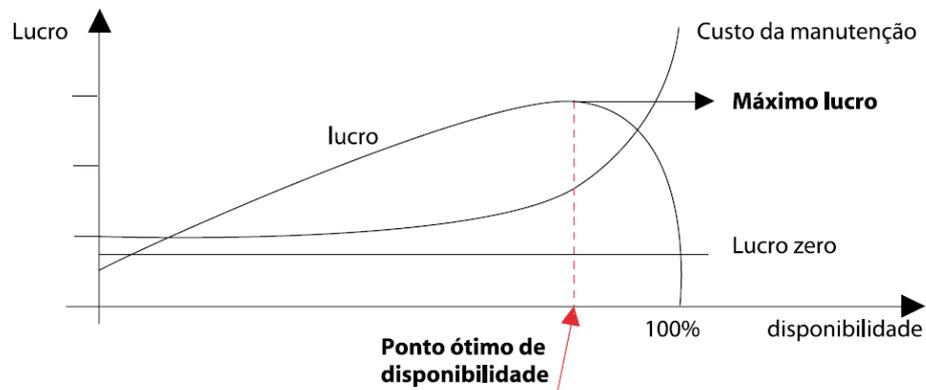


Figura 7- Gráfico lucro x disponibilidade
Fonte: Murty e Naikan, 1995.

O gráfico da Figura 7 mostra que a busca por falha zero, ou seja, 100% de disponibilidade necessitam gastos cada vez maiores com manutenção, o que acarreta uma consequente redução do lucro da operação. Encontrar o ponto ótimo de disponibilidade, em que o custo da manutenção proporciona um nível de disponibilidade capaz de gerar máximo lucro à operação, é o grande desafio na gestão da manutenção. É muito importante observar, na busca do ponto ótimo, que a política de manutenção a ser adotada deve levar em consideração aspectos como a importância do equipamento para o processo, o custo do equipamento e de sua reposição, as consequências da falha do equipamento no processo, o ritmo de produção e outros fatores que indicam que a política de manutenção não pode ser a mesma para todos os equipamentos, mas deve ser diferenciada para cada um deles, na busca do ponto ótimo entre disponibilidade e custo (MARCORIN; LIMA, 2003).

No Brasil o custo com manutenção vem sofrendo uma queda positiva, pois ao que muito se pensava na antiguidade que manutenção era algo que não havia meios de controle e que a própria manutenção tinha um custo muito alto tanto de se manter quanto a execução. Muito dessas omissões em relação aos custos da manutenção se devia aos próprios gerentes das unidades que por desconhecerem métodos de controle e gerenciamento dessas atividades acabavam por não dar devida atenção ao setor, logo os investimentos não deveriam ser de grandes valores, a manutenção da qual não se investia, não tinha representatividade nem competência para mudar alguma situação. Ainda hoje com todos os conhecimentos disponíveis quando o assunto é a forma de intervenção que compõe o quadro de custos da manutenção conforme ilustra Tabela 1- potência instalada é medida em HP(Horse Power)- a gestores que se recusam a viabilizar pela que melhor se encaixa a necessidade da empresa e que diminua os custos (PINTO; XAVIER, 1999).

Tabela 1- Custo por tipo de intervenção

Tipo de manutenção	Custo US\$/HP/ano
Corretiva não Planejada	17 a 18
Preventiva	11 a 13
Preditiva e Monitoramento de Condição/Corretiva Planejada	7 a 9

Fonte: National Manufacturing Week, 1998(Adaptado PINTO; XAVIER, 1999).

Segundo Pinto e Xavier (1999) os custos com manutenção se compõe não apenas pelos serviços de intervenção que são contratados e pelo pessoal próprio a executar essas atividades, se compõe também com material e serviços que são admitidos durante todo o processo. Além disso, os custos com serviço de manutenção em relação ao faturamento das empresas vêm apresentando uma tendência de queda, uma vez que os investimentos em manutenção por vezes são elevados, variando a escolha da intervenção adotada, mas com a devida escolha e estudo, treinamentos e qualificação do pessoal esse serviço está se tornando um item a não ser temido quando implantado, mas um item a ser analisado sempre, sobre os benefícios que o trarão a organização. Cabe salientar nesse contexto que a função manutenção deve ser encarada como ponto de estratégia dentro da organização, e que pode e deve ser usada na redução dos custos totais do processo de produção como investimento, e não como gasto adicional (PINTO; XAVIER, 1999).

3.5 SISTEMA DE CONTROLE PARA MANUTENÇÃO

Para que se tenha uma harmonia entre a função manutenção é essencial que se tenha aliado a ele um sistema de controle que permitirá a realização de determinados recursos, citados abaixo, (PINTO; XAVIER, 1999):

- Que serviços serão realizados;
- Quando os serviços serão feitos;
- Quais recursos serão necessários para executar os serviços;
- Quanto tempo será gasto em cada atividade;
- Qual será o custo de cada serviço, custo por unidade e custo global;
- Quais matérias serão aplicados;
- Que máquinas, dispositivos e ferramentas serão necessárias.

O sistema de controle na manutenção possibilita ao sistema o registro para consolidação do histórico e alimentação de sistemas especialistas, priorização adequada dos trabalhos, nivelamento de recursos como mão de obra. Os sistemas de controle devem seguir alguns passos para que não se perca toda a essência de em que parte do processo se situa a atividade, assim como o processamento das solicitações de serviços, que se define como a entrada do sistema em relação aos serviços do dia a dia, serviços de curta duração e maior prioridade não deve ser programada via sistema, as solicitações desse tipo de serviço são realizadas e selecionadas quando efetuadas as ordens de serviço (O.S). Devem ser analisados os serviços que se enquadram no dia a dia da manutenção, quanto a sua prioridade, sendo filtrados os que realmente cabem ao sistema à solicitação é incluída no sistema e recebe número, prioridade já definidas anteriormente, os recursos que serão necessários, e registrado o centro de custo.

O segundo item a ser observado é o planejamento dos serviços, onde há o detalhamento das atividades, orçamento dos recursos. A programação dos serviços, etapa que define quais os serviços no dia seguinte, função prioridade já definida, as prioridades podem ser da ordem de emergência, urgência, normal operacional e normal não operacional. Na etapa de gerenciamento da execução dos serviços, faz parte dessa o acompanhamento do tipo, causas de bloqueio de serviços, desvios em relação ao tempo já estabelecidos e previstos para execução das atividades. O registro dos serviços e recursos informa os recursos que foram utilizados, quem foi o executante, quais materiais, e se houve gastos com terceiros. Na fase de

gerenciamento de equipamentos há o fornecimento de informações para o histórico da máquina, dados em relação ao tipo de serviço e análise da falha. Para que se tenha o gerenciamento dos padrões de serviço se estabelece padrões para que sejam executadas as atividades durante todo o processo, auxiliando aos serviços de manutenção preditiva e preventiva (PINTO; XAVIER, 1999).

Diante da diversidade de equipamentos utilizados nas indústrias e suas peculiaridades, torna-se difícil gerenciar os dados de comportamento desses equipamentos de modo a gerar informação. A utilização de softwares para apoiar o gerenciamento da manutenção é uma ferramenta de grande utilidade na gestão da manutenção por facilitar o cálculo de indicadores, a realização de estudos de confiabilidade e manutenibilidade, dentre outros aplicativos (REIS; COSTA; ALMEIDA, 2013), auxiliam ao controle e análise de quais recursos se torna mais caros e quais falhas se tornam mais frequentes com o histórico, possibilitando a análise da causa raiz tendo uma abordagem dessa falha antes que torne a ocorrer. A utilização do sistema informatizado para auxiliar na execução desse controle antes empregado apenas por empresas de grande porte que desenvolvia ela mesma seu programa, na atualidade desenvolver seu próprio programa requer alto investimento e uma demanda de tempo mais estendida.

3.6 PEÇAS SOBRESSALENTES

O dimensionamento de sobressalentes é de extrema relevância, visto que interfere diretamente no tempo gasto para se realizar a manutenção (REIS; COSTA; ALMEIDA, 2013). Possui influência significativa quanto aos custos de manutenção e a lucratividade da empresa. O gerenciamento deste recurso é considerado uma das tarefas mais críticas do departamento de manutenção, tendo em vista que a falta ou o excesso de peças sobressalentes tornam essa função com maiores custos que o esperado, por isso a escolha do tipo de intervenção a ser realizado também influi quanto ao dimensionamento correto de sobressalentes. Um típico estoque de manutenção contém, afirma Xenos (1998):

- Peças que foram adquiridas para utilização conforme o plano de manutenção;

- Peça para substituição em emergência, em hipótese de que alguma máquina quebre repentinamente, terá as mesmas para substituição, sem que haja desajuste do estoque original;
- Peças de equipamentos críticos cujas falhas afetam fortemente a produção, peças que podem parar uma linha de produção ou causar danos aos produtos;
- Peças recuperadas e que guardam utilização futura, peças danificadas, que foram reformadas e estão em condições para reutilização;
- Peças de consumo frequente.

3.7 MANUTENÇÃO CONTRATADA

A terceirização é o processo de gestão em que se decide repassar algumas atividades para terceiros, e com os quais se devem estabelecer relações de parceria, onde a empresa foca nas demais atividades de produção propriamente ditas. Nessa perspectiva, muitas empresas recorreram ultimamente à prática da terceirização como alternativa para se aumentar a eficiência dos seus processos, tendo em vista que ao terceirizar atividades, a empresa se concentra nas atividades fins de seu produto, ou seja, naquilo que ela é capaz de fazer melhor, com competitividade e maior produtividade, afirma GIOSA (1999). É preciso enfatizar que, embora concentrada a atenção nas áreas denominadas periféricas pela empresa, atividades como gerenciamento de recursos humanos, treinamento, alimentação, segurança, limpeza e manutenção são imprescindíveis para o funcionamento das organizações e exercem papel fundamental na produtividade de qualquer empresa. No caso da manutenção industrial, enquanto o sistema de produção gera produtos e serviços como resultados do próprio sistema, a manutenção provê horas disponíveis para o sistema. Ao se transferir uma atividade tão importante, a empresa não pode ficar à mercê dos contratos oferecidos pelas empresas de manutenção. Ela mesma deve modelar um sistema de incentivos que vise direcionar os esforços para obtenção de resultados positivos (PAIVA; SOUZA, 2012).

Em busca de disponibilidade, muitas indústrias utilizam somente pessoal próprio para a realização da manutenção. Porém, um alto contingente de pessoal alocado para a realização da manutenção tende a torná-la bastante dispendiosa. A terceirização da manutenção pode ser uma forma de minimizar custos, desde que haja um compromisso com a

disponibilidade (REIS; COSTA; ALMEIDA, 2013). Existem questões que são levantadas quando se trata de terceirizar um serviço que a própria empresa podia executar, mas por falta de pessoa suficiente ou a demanda de prender todos numa mesma atividade a terceirização se torna ainda mais viável quando alguns pontos como a eficiência em contratar esse tipo de serviço quando se fala em atividades que não são dados os devido valores pelo contratante, ao contratado esse tipo de serviço é efetuado como de máxima realização, aumento da qualidade nos serviços, redução de estoques quando essa função é contratada com fornecimento de matérias, diminuição de desperdício, aumento da especialização, pois os serviços contratados são aqueles em baixa na empresa, e já que estão contratando, que seja profissional qualificado a execução dessas tarefas. Mas como todas as atividades existem algumas dificuldades quanto a contratação desses serviços, baixa competitividade entre as empresas contratadas o que faz com os serviços tenham valor mais elevado, pouca mão de obra qualificada no mercado, restritas empresas capacitadas as atividades de manutenção. Para haver a contratação de serviços de terceirização devem ser definidas as atividades, verificar a existência no mercado de empresas que atendam as necessidades das atividades que se requer estabelecer relação de parceria, estabelecer indicadores de resultado nas áreas de qualidade, atendimento, custos, segurança e meio ambiente (PINTO; XAVIER, 1999).

3.7 AR COMPRIMIDO

O ar comprimido é um recurso vital no processo produtivo, que também contribui de forma significativa para a conta de energia elétrica (ABRAMAN, 2008), é usado como condutor de energia em áreas de aplicação industrial ao lado de outros condutores como: fluídos em sistemas hidráulicos e energia elétrica em sistemas elétricos (BOSCH, 2008). Considerado uma fonte de energia limpa, o ar comprimido insípido, inodoro e incolor, possui algumas características físicas que devem ser levadas em consideração quando instalado. Propriedades como a compressibilidade onde o ar permite reduzir o seu volume quando sujeito à ação de uma força exterior. Elasticidade possibilita o ar voltar seu volume inicial uma vez extinto o efeito força responsável pela redução do volume. Difusibilidade propriedade que permite a mistura homogênea com qualquer meio gasoso que não esteja saturado. Expansibilidade onde o ar ocupa totalmente o volume de qualquer recipiente,

adquirindo o seu formato (SANTOS, 2009). Ar comprimido é ar atmosférico pressurizado, o qual é condutor de energia térmica e fluxo de energia. Ar comprimido pode ser armazenado e transportado por tubulações, assim como pode executar trabalhos através da conversão de energia em motores e cilindros. Seu transporte pode percorrer por longas distâncias. Isso favorece a instalação de uma central de geração de ar comprimido, a qual fornece o ar necessário para os pontos de consumo, com pressão de trabalho constante (sistema fechado). Dessa forma, a energia proveniente do ar comprimido pode ser distribuída por longas distâncias (BOSCH, 2008).

3.8 GERAÇÃO DE AR COMPRIMIDO

Produzir ar comprimido significa em termos apropriados, acumular energia para acionamento de engenhos diversos em aplicação mecânica, ou para participar como componente indispensável na transformação de matérias primas em processos de produção industrial. Existe para a utilização do ar 2 fatores distintos que se diferem quanto, à geração do ar comprimido sendo uma etapa, e a outra a sua adequação para a necessidade de aplicação. Gerar ar comprimido é submetê-lo a um processo mecânico de transformação de volume e alteração de pressão. Essa transformação pode ser realizada com a utilização de compressores de ar dos mais diversos tipos que atenda a demanda de cada usuário (SCSULZ, 2002). Os compressores são máquinas destinadas a elevar a pressão de certo volume de ar, admitido nas condições atmosférica, até uma determinada pressão, exigida na execução dos trabalhos realizados pelo ar comprimido. São convencionalmente utilizados na geração de ar comprimido (PARKER, 2006).

Os fatores mais importantes que devem ser levados em consideração quanto à escolha dos compressores se inicia com a determinação da pressão e da vazão que será necessária para abastecer todo o sistema, em seguida mais não menos importante, quais equipamentos pneumáticos que serão utilizados, quantidade, taxa de utilização (fornecido pelo usuário), pressão de trabalho (dado técnico de catálogo), ar efetivo consumido por equipamento, nível de pureza exigido para tal aplicação, isento de óleo ou lubrificado, consumo específico de energia, local onde será instalado e planos que aumente a demanda. O

diagrama da Figura 8 ilustra a escolha do tipo de compressor mais indicado para atender os parâmetros vazão e pressão (SANTOS, 1999; PARKER, 2006):

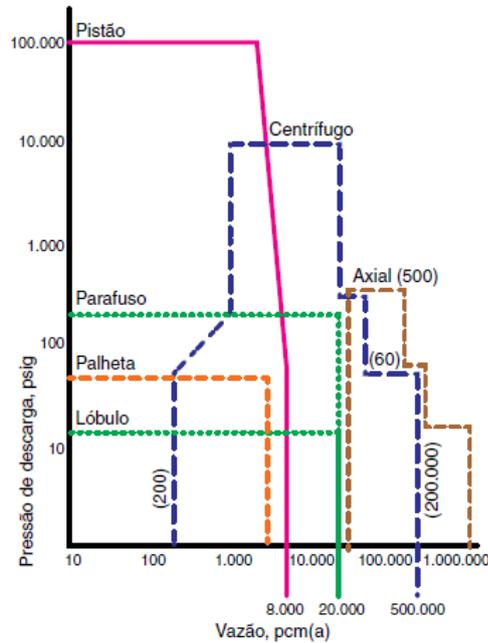


Figura 8- Compressores referentes à vazão e a pressão
Fonte: Parker (2006).

De acordo com seus princípios funcionais, compressores de ar comprimido são divididos em (BOSCH, 2008):

- Compressor dinâmico: A elevação da pressão é obtida por meio de conversão de energia cinética em energia de pressão, durante a passagem do ar através do compressor (PARKER, 2006). Os compressores dinâmicos ou turbocompressores possuem duas peças principais: o impelidor e o difusor. O impelidor é uma peça rotativa munida de pás que transfere ao ar a energia recebida de um acionador. O escoamento estabelecido no impelidor é recebido por uma peça fixa denominada difusor, cuja função é promover a transformação da energia cinética do ar em calor, com conseqüente ganho de pressão (BOSCH, 2008).
- Compressor deslocamento positivo: Os compressores de deslocamento positivos ou volumétricos baseiam-se na redução de volume. O ar é admitido em uma câmara isolada do meio exterior, onde seu volume é gradualmente diminuído, processando-se a compressão. Inicialmente, certa quantidade de ar é admitida no interior de uma câmara de

compressão, que então é fechada e sofre redução de volume, trata-se de um processo intermitente, no qual a compressão propriamente dita é efetuada em sistema fechado, isto é, sem qualquer contato com a sucção e a descarga.

Dentre os compressores de ar existentes, o compressor utilizado na indústria mencionada, é o compressor de deslocamento positivo, do tipo parafuso indicados para médias e grandes vazões ($150 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ a $2000 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$), tipicamente usado em máquinas de sopro no processamento de plástico, para ligar grandes motores a diesel e para testar redes de fornecimento de ar. Os compressores de parafuso são recomendados particularmente no caso de longos períodos de funcionamento, alto consumo de ar comprimido sem altos picos de carga, grandes volumes de fornecimento, fluxo de volumes contínuo, capacidade de compressão de 5 a 14 bar. Esse tipo de compressor possui um sistema isotérmico isto é, o ar comprimido gerado será imerso em meio líquido (óleo) onde trocará calor. Além disso, a unidade geradora de parafuso não tem atrito no ponto de compressão o que por si já garante temperaturas mais baixas. (BOSCH, 2008; SCHULZ, 2002).

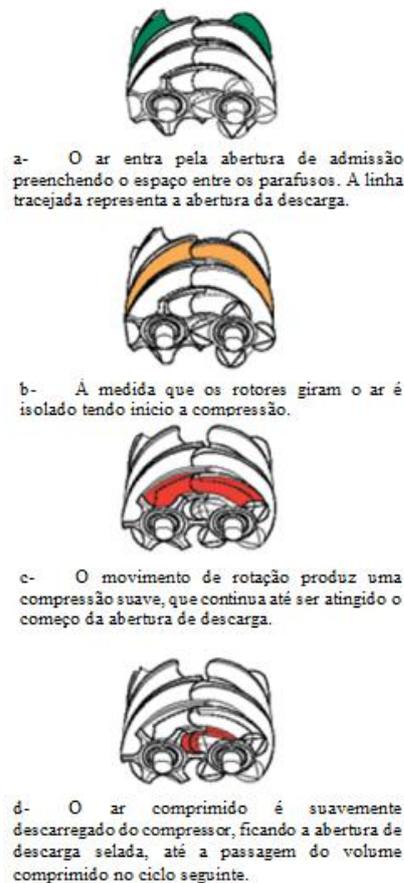


Figura 9- Ciclo de trabalho de um compressor tipo parafuso
Fonte: Parker (2006).

Os compressores rotativos de parafuso são dotados de uma carcaça onde giram dois rotores helicoidais em sentidos opostos. Um dos rotores possui lóbulos convexos, o outro uma depressão côncava e são denominados, respectivamente, rotor macho e rotor fêmea. Os rotores são sincronizados por meio de engrenagens, entretanto existem fabricantes que fazem com que um rotor acione o outro por contato direto. O processo mais comum é acionar o rotor macho, onde assim é possível obter uma velocidade menor do rotor fêmea. A relação de compressão interna do compressor de parafuso depende da geometria da máquina e da natureza do ar, podendo ser diferente da relação entre as pressões do sistema. O ciclo de compressão pode ser visualizado na Figura 9, conforme Parker (2006) e Bosch (2008).

3.9 TRATAMENTO DO AR COMPRIMIDO

Antes de ser distribuído pela rede aos consumidores, o ar comprimido deve passar por processos de tratamento e preparação. O tratamento do ar comprimido se realizado na empresa, traz benefícios ao sistema pneumático auxiliando na redução de custos, aumento da vida útil de máquinas e dispositivos pneumáticos, aumento da produtividade, isenção de água, óleo e partículas, assim como a qualidade que o ar terá com esse tipo de serviço. Considera-se contaminante tudo o que não compõe a atmosfera originalmente, e a presença destes contaminantes em ar comprimido é sempre indesejável. Sendo de difícil visualização a olho nu, as impurezas do ar são capazes de interferir no funcionamento seguro do sistema de fornecimento de ar comprimido, assim como das ferramentas pneumáticas (BOSCH, 2008; SCHULZ, 2002). O ar atmosférico é uma mistura de gases, principalmente de oxigênio e nitrogênio, e contém contaminantes de três tipos básicos: água, óleo e poeira. Durante o processo de compressão, o ar tende a sofrer contaminação de diferentes partes, a exemplo temos a contaminação pelo óleo lubrificante do compressor, partículas sólidas provenientes do desgaste das peças móveis, e também da tubulação de distribuição, por onde o ar circula arrastando consigo ferrugem e outras partículas conforme Parker (2006). Um dos contaminantes mais insidiosos em ar comprimido é a água, isto porque, além de ser um corpo estranho em pneumática, está sujeita à alteração de suas características por influência do fator temperatura, inevitável nos processos de compressão. Provoca corrosão nos sistemas pneumáticos favorecendo o aparecimento de vazamentos na rede. Nas ferramentas

pneumáticas, dificulta a lubrificação dos componentes, o que leva a defeitos mecânicos. Em baixas temperaturas a água pode congelar dentro da rede de fornecimento de ar comprimido e causar danos por congelamento da rede, se junta a outros efeitos ocasionados pela presença de impurezas como a obstrução de orifícios, desgaste de vedações, erosão nos componentes pneumáticos, redução de eficiência de produtividade e custos elevados com paradas de máquinas. São de grande importância que a maior parte da água, bem como dos resíduos de óleo, sejam removidos do ar (BOSCH, 2008; PARKER, 2006).

O conhecimento da quantidade de ar é um dos diversos fatores necessários para a seleção de um filtro adequado em um sistema de ar comprimido, sendo a capacidade de separação do filtro, concentração de partículas, queda de pressão, volume do fluxo de ar. O olho humano sem qualquer recurso, não consegue distinguir objetos menores que 40 μ (quarenta microns), com a filtragem nominal o meio filtrante sendo algodão, lã, celulose, bronze sinterizado, geralmente trabalha com uma eficiência de 90 a 98% na remoção de contaminantes, mas sua eficiência se torna ineficaz para remoção de contaminantes menores que 2 μ (dois microns). Filtragem coalescente processo uniforme pelo qual aerossóis líquidos são forçados a se aglomerarem formando gotículas, que aumentam gradativamente conforme atravessam o meio filtrante até que seja grande o suficiente para serem precipitadas para o fundo do copo do filtro e retiradas do fluxo. Os filtros coalescentes possui eficácia na retenção de condensado, óleo e partículas sólidas, são indispensáveis em qualquer sistema de tratamento de ar comprimido. A capacidade de separação do filtro indica a diferença na concentração de partículas sujas antes e depois, sua capacidade de separação é medida pela eficiência do filtro. O filtro instalado antes do secador por refrigeração chamado pré-filtro, tem a função de separar o restante da contaminação sólida e líquida, em sistemas dotados de secadores por adsorção, o pré-filtro deve garantir que nenhuma quantidade de contaminação líquida, inclusive os aerossóis de água e óleo atinja o material adsorvedor. Instalado após o secador o pós-filtro tem como responsabilidade eliminação da umidade residual não removida pelo separador mecânico de condensados do secador por refrigeração, sua capacidade é de efetuar a eliminação de qualquer umidade residual é seriamente afetada pela temperatura do ar comprimido na saída do secador (BOSCH, 2008; PARKER, 2006; SCHULZ, 2002).

3.10 DIMENSIONAMENTO E DISTRIBUIÇÃO

Um sistema de ar comprimido completo possui no seu sistema três componentes principais, são eles (SANTOS, 1999):

- Instalação do compressor;
- Uma rede principal que será abastecida pelos compressores;
- As derivações que são advindas da rede principal

No princípio para instalação do ar comprimido, o usuário deve estar consciente sobre a necessidade da utilização, antes de dimensionar o sistema, considerações quanto à quantidade de equipamentos que requer ar comprimido para funcionar, quais equipamentos, pressão suficiente nos pontos onde de consumo, vazamentos mínimos que ultrapasse 5% da capacidade instalada, capacidade de ar adequada, pois uma capacidade inadequada contribui para que haja baixas de pressão no local de consumo, visando melhor desempenho na distribuição do ar a definição do layout é importante, nele é apresentada a rede principal de distribuição, suas ramificações, todos os pontos de consumo, incluindo futuras aplicações, qual a pressão destes pontos, e a posição de válvulas de fechamento. O dimensionamento de um sistema de ar comprimido está baseado no consumo estimado de ar comprimido em um determinado momento, mas históricos mostram que esse consumo de ar aumenta gradativamente, recomenda-se estimar no cálculo de dimensionamento do compressor e da rede de fornecimento, a inclusão de extensões na rede para curto e médio prazo (SANTOS, 1999).

Em relação ao tipo de linha a ser executado, anel fechado (circuito fechado) como ilustra Figura 10, suas desvantagens fazem com que sua escolha necessite uma análise maior quanto sua implantação, pois o custo inicial de instalação é maior, sua dependência em relação ao layout dos equipamentos, significando menor flexibilidade para mudanças não planejadas, é maior, enquanto suas vantagens se baseiam em custo menor com relação aos serviços de manutenção da linha, há garantia mais elevada em relação a qualidade e estabilidade na rede. Circuito aberto com fator positivo de que possui normalmente custo inicial menor, menos dependência quanto ao layout tornando as mudanças mais flexíveis, em contrapartida em desvantagens possui maior possibilidade de problema na qualidade do ar da rede como a umidade e quedas da pressão constante, e maior dificuldade nos controles (ABRAMAN, 2008). É preciso analisar as condições favoráveis e desfavoráveis de cada tipo

de distribuição de linha conforme a necessidade e a disponibilidade de investimento de cada empresa (PARKER, 2006).

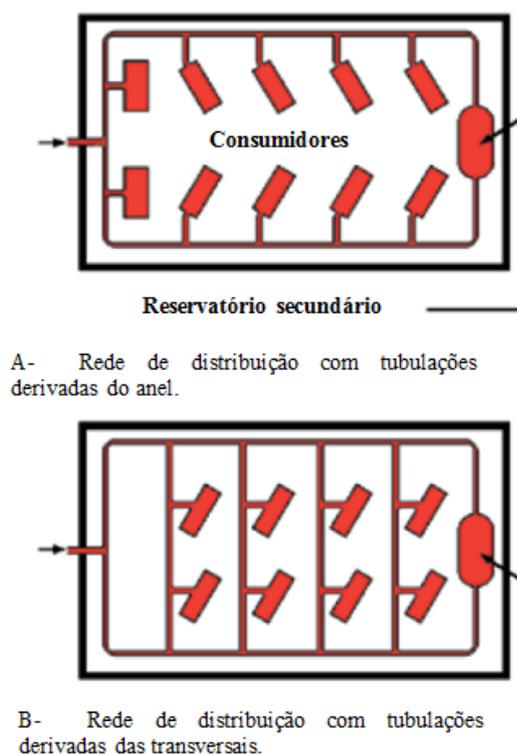


Figura 10- Rede de distribuição anel fechado
Fonte: Parker (2006).

Existe a necessidade de que a tubulação tenha no decorrer do seu percurso certa inclinação para favorecer o recolhimento da condensação e das impurezas devido à formação de óxido, fazendo com que aglomere no ponto mais baixo, onde são eliminadas para a atmosfera, através do dreno (PARKER, 2006). As tubulações eventualmente devem ser montadas com um declive de 0,5% a 2%, na direção do fluxo. Por causa da formação de água condensada, é fundamental, em tubulações horizontais, instalar os ramais de tomadas de ar na parte superior do tubo principal conforme Figura 11. Com a determinação do declive da tubulação evita-se que a água condensada que eventualmente esteja na tubulação principal possa chegar às tomadas de ar através dos ramais. Para interceptar e drenar a água condensada deve ser instalado derivações com drenos na parte inferior na tubulação principal (MARINS, 2009).

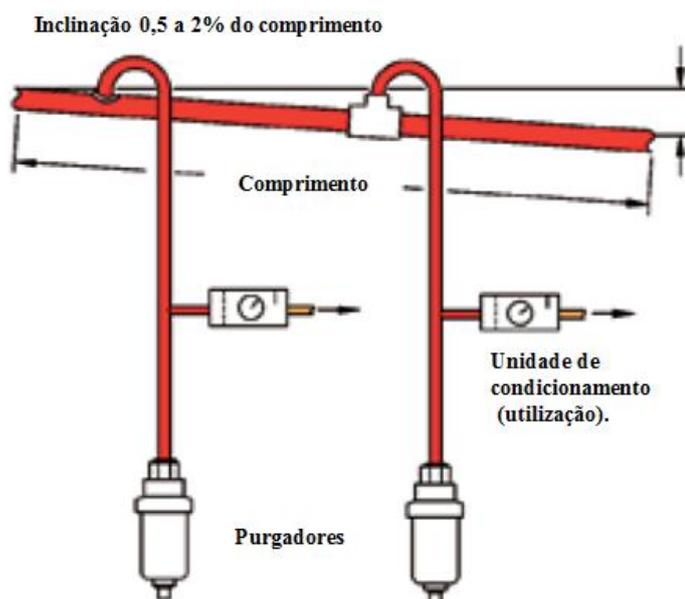


Figura 11- Ponto para Tomada de ar comprimido
Fonte: Parker (2006).

É recomendado que na tomada de ar comprimido não se realize a utilização direta do ar no ponto terminal do tubo de tomada. No terminal deve-se colocar uma pequena válvula de drenagem, sua utilização deve ser feita um pouco mais acima onde o ar, passa através da unidade de condicionamento antes de ir para a máquina. Para eliminar a umidade remanescente ainda no sistema, conta-se com o auxílio de drenos, purgadores preferencialmente automáticos, devem ser instalado em todos os locais baixos da tubulação, fim de linha, e onde houver elevação de linha (PARKER, 2006).

3.11 O FATOR CUSTO NO SISTEMA DE AR COMPRIMIDO

As tubulações pneumáticas exigem manutenção regular, razão pela qual não devem, dentro do possível, serem mantidas dentro de paredes ou cavidades estreitas, pois isto dificulta a detecção de fugas de ar. Pequenos vazamentos são causas de consideráveis perdas de pressão (SILVA, 2002). Um sistema de distribuição de ar comprimido ineficiente implica em altos custos, pois há desperdício de material e soluções que não resultam em bons resultados, quando alguns sintomas como perda de capacidade de ar, aumento do consumo de energia, a

diminuição da potência das ferramentas, dificuldade na realização de manutenções preventiva devida inadequação da disposição da rede de ar, já são notados na organização (SANTOS, 1999). O custo de operação de uma instalação depende de fatores, como o consumo de energia elétrica e de água no resfriamento, a manutenção da segurança na operação e a necessidade de sistemas de supervisão. Deve estar previsto inspeções completas, três ou quatro vezes ao ano, em toda a linha de distribuição e em equipamentos que utilizam o ar comprimido. As perdas decorrentes da transformação de energia do ar comprimido em energia pneumática podem custar de 7 a 10 vezes mais do que a energia elétrica para uma ampliação similar, embora isso seja normalmente compensado pelas vantagens apresentadas pelo ar comprimido (PARKER, 2006).

Tamanho real	Diâmetro do furo		Escape do ar em			Potência necessária para compressão	
			588,36 kPa	6 bar	85 psi	Cv	kW
	mm	pol	m ³ /s	l/s	c.f.m		
	1	3/64	0,001	1	2	0,4	0,3
	3	1/8	0,01	10	21	4,2	3,1
	5	3/16	0,027	27	57	11,2	8,3
	10	3/8	0,105	105	220	44	33

Figura 12- Vazamento e perda de potência por diâmetro do furo
Fonte: Parker (2006).

As pressões de trabalho abaixo da especificada resulta num aumento substancial dos custos, pois implica em um tempo maior para realizar as operações, e orifício por onde está havendo o vazamento tende a aumentar se não resolvido o problema de maneira rápida e eficaz. A água pode ser um dos fatores para que haja aumento dos custos, pois se não houver devido tratamento por meio de filtros e purgadores durante o sistema de ar, pode ocasionar ferrugem da tubulação impedindo a passagem do ar, e perfurando o mesmo. As quantidades de ar perdidas através de pequenos furos Figura 12, acoplamentos com folgas, vedações defeituosas, entre outros quando somadas, alcançam elevados valores. A importância econômica desta contínua perda de ar torna se mais evidente quando comparada com o consumo de um equipamento e a potência necessária para realizar a compressão (PARKER, 2006).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaboração de um plano de manutenção é necessário que haja um programa à executar as atividades que se farão semiautomáticas. O projeto início pela busca de um programa, que preferencialmente não gerasse custos para implantação, a fim de obter serviços de manutenção em caráter preventivo. Com auxílio do programa adequado de manutenção, foi possível gerar atividades programadas de manutenção que atendam o funcionamento em horas de cada compressor, sendo um total de cinco e ainda à codificação dos elementos que farão parte dessas atividades. A tubulação sofre pouca agressão quanto à corrosão, furos e desgaste decorrentes de impureza, mas com atividades programadas foi possível realizar inspeções que não interfiram no funcionamento da fábrica, e que garanta o bom estado destas. As atividades de manutenção auxiliaram a programação serviços como limpeza, inspeção da tubulação, troca de filtro e lubrificação dos compressores. Assim foi possível a compra antecipada de elementos como óleos, filtros, conexões e demais lubrificantes, atividades que fazem diferença significativa no desempenho diário dos compressores. A manutenção de maior desempenho é realizada pela empresa fabricante dos compressores, que detêm por meio computadorizado o controle de todo funcionamento dos compressores, são atividades que demandam maior tempo e pessoal, o que atualmente na empresa onde foi instalado o programa não dispõe de pessoal suficiente para executar tal atividade.

O programa utilizado para efetuar as atividades de manutenção, foi o MP Software-CMMS solução integral para controle e administração da manutenção (2013). O programa utilizado no trabalho possui pacotes para livre acesso, e contêm algumas restrições, quanto a inserir imagem, e maiores descrições das atividades e controle de peças sobressalentes. São funções que não interferem na execução e elaboração dos planos de manutenção, necessitando apenas de alguns ajustes para que se possa começar sua utilização. No decorrer da instalação do programa se houver interesse da empresa a qual foi implantado, há possibilidade da contratação de pacotes que se adequem as necessidades enquanto serviços de manutenção. Após escolha do programa passou-se a fase que demandou maior tempo, pois não havia conhecimento da forma como funcionava o mesmo, assim foi necessário assistir vídeos (Figura 13) que acompanha o programa, para realizar a programação das atividades de manutenção.



Figura 13- Demonstração de vídeos do programa MP
Fonte: MP Software (2013).

Definida as atividades programadas, o próximo passo será a relação de material a ser utilizada em cada intervenção no intuito de haver controle de estoque, e garantia de material para cada intervenção. Para que houvesse uma maior rapidez nas atividades de manutenção, foram inseridas ordens de serviço que serão impressas a cada intervenção, contendo a relação de ferramentas e os produtos necessários para a execução das atividades programadas.

4.7 INSTALAÇÃO E CADASTRO DOS ELEMENTOS

A instalação do programa se deu por meio do site da empresa MP Software- CMMS solução integral para controle e administração da manutenção (2013). Com o programa instalado e com auxílio dos vídeos, conheceu-se o seu funcionamento. Para que se possa então iniciar o cadastro dos elementos e gerar as ordens de serviço. Foi então determinado como iriam ser identificados cada compressor em sua alocação e as tubulações foram codificadas

conforme unidade que se situa, com auxílio do layout. Os cinco compressores e a tubulação foram codificadas de acordo com o código XX YY ZZ,(FILHO, 2008):

XX: Tipo do equipamento

Compressor: CO

Tubulação: TB

YY: Setor em que se encontra a máquina ou equipamento

Unidade 5: U5

ZZ: número sequencial do equipamento

Começando pelo compressor que fica na primeira posição: 01

A codificação COU501, referindo-se ao primeiro compressor que se localiza na unidade 5. Conforme modelo os elementos ficaram da seguinte forma, quando codificados:

Compressor um: COU501

Compressor dois: COU502

Compressor três: COU503

Compressor quatro: COU504

Compressor cinco: COU505

Tubulação um: TBUN101

Tubulação dois: TBUN202

Tubulação três: TBUN303

Tubulação quatro: TBUN404

Tubulação cinco: TBUN505

Os elementos codificados foram inseridos no programa onde ainda tiveram adição de complementos como o tipo do equipamento, e sua localização adicionando mais informações para completar o cadastro, assim como o número de série de cada compressor conforme placa de identificação (Figura 14 e 15).

Produto: COMPRESSOR DE AR 01 *
 Marca: ATLAS COPCO
 Capacidade: 8,8 BAR
 Rotação: 3550 RPM
 Potência Motor: 25 CV
 Série: BRP062017
 Código: CO-U5-01
 :
 Prioridade: Alta
 Classificação 1: Compressor
 Classificação 2:
 Centro de Custo:
 Equipamento Pai:
 Atribuir equipamento pai Remover equipamento pai
 Localização: \ Central geradora
 Tipo de Equipamento: Produção de ar comprimido
 Campos Personalizados: Fornecedor Notas Imagens Arquivos Adjuntos

Figura 14- Codificação para compressores
 Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Produto: TUBULAÇÃO AR COMPRIMIDO 01 *
 Capacidade:
 Marca:
 Modelo:
 Identificador, Série, Placas:
 Outro 1:
 Outro 2:
 Código:
 Prioridade: Média
 Classificação 1: Tubulação
 Classificação 2:
 Centro de Custo:
 Equipamento Pai:
 Atribuir equipamento pai Remover equipamento pai
 Localização: \ Unidade 1\ Fornecimento
 Tipo de Equipamento: Distribuição ar comprimido
 Campos Personalizados: Fornecedor Notas Imagens Arquivos Adjuntos

Figura 15- Codificação para tubulação
 Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Foi definida no programa a prioridade que o equipamento ou instalação tem diante das intervenções, informações que partem de um sistema de controle informatizado. Na identificação do programa é possível realizar alterações quanto aos itens que ficaram visíveis, modificar a ordem como se situarão os dados dos equipamentos.

4.8 PROGRAMAÇÃO DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO

Os planos de manutenção servirão para estabelecer a frequência com que cada intervenção acontecerá, e qual sua prioridade, para que os executantes e os gestores de manutenção estejam cientes da necessidade que se execute as atividades. Os planos de manutenção dos compressores seguiram seus parâmetros de trabalho em horas, assim como recomenda o manual. As intervenções das tubulações terão intervalos de dois meses para cada unidade fabril, sendo cinco unidades, unidade 1 (biscoito recheado), unidade 2 (biscoito laminado), unidade 3 (waffer), unidade 4 (refresco) e unidade 5 (massas), para que não interfira nas demais atividades da manutenção e que não recrute pessoal sem necessidade já que a tubulação principal tem prioridade baixa, com nível de degradação pequeno.

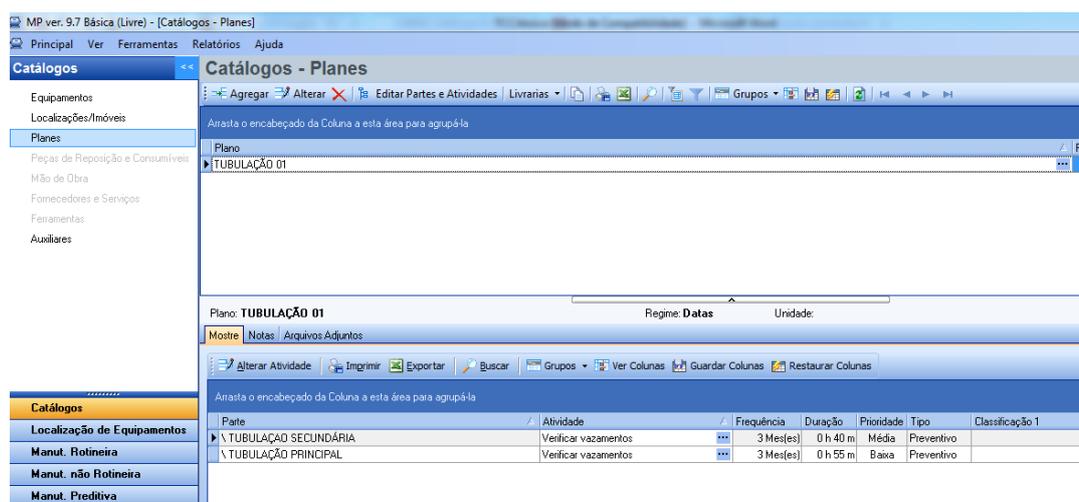


Figura 16- Plano de manutenção
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Para inserir um plano de manutenção no programa é necessário que esteja no menu principal, catálogo dos equipamentos, e siga para opção planos (Figura 16), inserindo o nome das atividades que posteriormente serão executadas. Feita essa etapa segue para que se possa editar as partes e atividades (Figura 17), local onde enfim serão expostos o que será realizado, troca de filtros, revisão de partes mecânicas, assim por diante.

Parte: \ TUBULAÇÃO SECUNDÁRIA

Atividade: 

Frequência:

Classificação 1: 

Classificação 2: 

Prioridade: Duração: horas minutos Requer dias de parada

Manutenção Preditiva

Não requer Medição

Controlar somente Limite Mínimo

Controlar somente Limite Máximo

Controlar Limites Mínimo e Máximo

Manutenção Preditiva não disponível nesta versão

Para usar esta opção, atualize seu MP para uma versão Empresarial ou Profissional.

[Ver tabela comparativa entre versões](#)

Procedimento

Usar catálogo de Procedimentos

Procedimento:

Revisar conexões
Verificar vazamentos nas mangueiras
Revisar vedação

Figura 17 - Editar atividades de manutenção
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Inserindo os planos de manutenção aos equipamentos observa-se a periodicidade, o tempo gasto para executar cada atividade no eventual plano, onde no final quando gerada as ordens de serviço darão o tempo total que cada atividade requer para ser executada. Após inserir as atividades que serão realizadas no plano de manutenção, quando no retorno da tela inicial é possível observar o que cada atividade determina fazer e os períodos de tempo que cada dever ser feito, sendo possível a eventual alteração das atividades.

4.9 ORDEM DE SERVIÇO

Ao inserir as atividades que devem ser executadas com períodos pré-determinados de tempo geram-se as ordens de serviço, forma de auxílio ao controle das atividades e adição de histórico a máquinas e tubulação em si. As ordens de serviço abertas podem ser configuradas

para que o mantenedor e alimentador das atividades do programa, os responsáveis por executar as atividades ou até mesmo os gestores de manutenção devem fazer o acompanhamento de forma diária o que demanda mais cuidado, pois as atividades geradas só se farão do dia em que executou o programa, e atividades em atraso interferirão para a data das próximas intervenções, uma vez que o programa se baseia para as demais intervenções a partir da data da execução da última.

O acompanhamento pode ser semanal, onde serão geradas ordens de serviço de toda a semana, se torna uma forma mais acessível de observar a realização das atividades e inserir informações ao programa corretamente de acordo com que são feitas. O corte das atividades pode se fazer de forma mensal, as atividades serão disponibilizadas durante todo o mês, o que pode facilitar a visualização dos serviços que estão programados, auxiliando a incorporar outras atividades para os demais da manutenção não se atendo a uma única atividade. As ordens de serviço abertas podem ser impressas para que o executante tenha o procedimento e qual atividade será realizada, sendo possível guardar esses registros em arquivos identificados por máquinas.

Na fase 1 designada fase de geração das ordens de serviço, são selecionados equipamentos ou instalações que estão com ordens a ser executadas querem esteja no prazo ou atrasadas e também atividades de ordem não rotineiras anexadas ao mesmo equipamento para aproveitar o tempo e pessoal a execução de algum reparo além do programado. Após seleção das atividades, pode-se clicar na opção gerar ordens de serviço, que irá direcionar para a próxima fase. Na fase 2, as ordens de serviço são estão abertas para serem executadas, pode assinalar todas as ordens de uma vez só e marca-las no programa fazendo com que se entenda que todas as atividades foram executadas, atualizando os trabalhos realizados, a alimentação do programa quando nesta fase pode ser feita informatizada ou seguindo a impressão das ordens a serem feitas, e só então finalizar esta fase. Para prosseguir a fase 3, são atualizadas as atividades dos equipamentos, serão marcadas conforme Figura 18, as atividades que foram realizadas.

Atualização de Ordem de Trabalho

Fólio OT: 000002 Estado: Impressa Período: 03/12/2013 ... 28/12/2013 Duração: 6 h 10 m Porcentagem realizado: 100

Gerou: Usuário não registrado Responsável: (Nenhum) Pronta para fechar

Equipamentos compreendidos na Ordem de Trabalho

Tipo	Descrição (Equipamento/Imóveis)	Classificação 1	Classificação 2	Prioridade
	COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 05 ATLAS COPCO BRP075817 8,85 BAR -UN5	Compressor		Média

Manutenção Rotineira: COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 05 ATLAS COPCO BRP075817 8,85 BAR

Marcar todos
 Marcar linha
 Desmarcar todos

Parte	Atividade	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
\ CORRIGIR NIVEL DE ÓLEO	Verificação		✓																				
\ LEITURA PRESSAO DE AR	Registrar		●			✓																	
\ LEITURA PRESSAO ÓLEO	Registrar		✓																				
\ LIMPEZA EXTERNA RADIADOR DE ÁGUA	Limpeza												✓										
\ LIMPEZA EXTERNA RADIADOR DE ÓLEO	Limpeza		✓																				
\ VERIFICAR FILTRO DE AR	Verificar		✓																				
\ VERIFICAR VAZAMENTOS	Ajuste		●				✓																

Manutenção não Rotineira: COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 05 ATLAS COPCO BRP075817 8,85 BAR -UN5CGC005-

Descrição	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	

Figura 18 - Atualização de ordem de serviço
 Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Com a atualização da ordem de trabalho segue para a fase 3, onde fica a espera da liberação de que realmente foi efetuada a atividade, somente após confirmação das atividades nesta fase, segue para a fase 4, local onde fica registrado o equipamento e qual atividade foi realizada com o mesmo. Se por alguma eventualidade as atividades não tenham sido efetuadas por completo é possível que se abra a ordem de trabalho e confirme as atividades que ficaram anteriormente se execução, tornando a atividade completa. A ordem de trabalho para impressão encontram-se no Apêndice A.

4.10 MANUTENÇÃO NÃO-ROTINEIRA

Há possibilidade quando se fala em intervenções que ocorram em períodos determinados, e alguma falha que ocorra fora do programado, no programa são identificados como manutenção não rotineira ilustrado na Figura 19, que podem ser inseridas por meio do próprio mantenedor da então atividade, descrevendo por etapas o problema ocorrido, a data e hora de início e término, seguindo o equipamento e qual atividade foram realizadas.

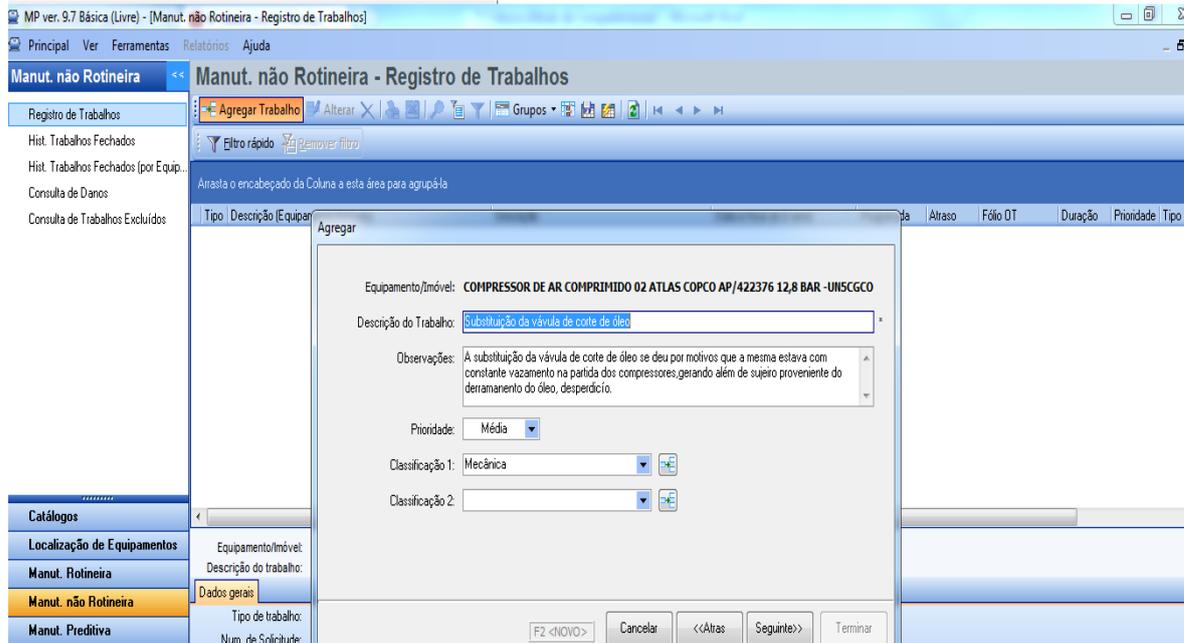


Figura 19- Manutenção não rotineira
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

A Figura 19 ilustra a tela onde o mantenedor do sistema tem a opção de inserir informações ao programa quanto a descrição da atividade a ser realizada, algumas observações que devam ser levadas em consideração, quando posteriormente analisadas as causas e os efeitos de tal intervenção. O programa possibilita que esse tipo de manutenção não-rotineira seja anexada a alguma atividade programada, o que evidencia que esse tipo de atividade não é um recurso apenas de manutenções que ocorram fora do programa por quebra inesperada, mas para alguma modificação da máquina ou alteração de recursos onde a oportunidade de executá-la surgiu aliada a uma atividade já programada.



Figura 20 - Inserir atividades na manutenção não rotineira
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

A próxima etapa será relatar em qual equipamento ou instalação ocorreu o dano, assim serão adicionadas informações para o seu histórico dos danos ocorridos. Descrito em qual equipamento está sendo realizada a intervenção não rotineira, segue a fase onde de relata qual atividade será realizada se corretiva quais danos serão sanados, se melhora do equipamento, quais serão elas. As próximas etapas são definidas quais tipos de atividades foram envolvidos para que houvesse a intervenção não rotineira conforme ilustra Figura 20, adicionando mais detalhes que justifique a intervenção fora das atividades programadas, ou que ocorreu por ocasião de melhorias da máquina.

4.11 LAYOUT DA INDÚSTRIA

O layout na indústria, que foi disponibilizado pelos técnicos de segurança, contém informações que facilitam a localização e identificação das máquinas e equipamentos. Com o auxílio do layout será possível identificação por setores, onde cada tubulação de situa para então ocorrer as devidas inspeções, e a localização dos compressores. Um layout atualizado auxilia ao planejamento e na execução das manutenções, visualização dos setores não apenas pelos gestores, mas pelo pessoal responsável a executar tal atividade, facilitando o entendimento de como estão distribuídos instalações e máquinas por todos da manutenção obtendo uma localização mais rápida e precisa. O layout encontra-se no Apêndice B.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Finalizadas as etapas de elaboração de layout, alimentar o programa com os dados e atividades que terão que se encaminhar a ser funcional tanto para a manutenção quanto para sua execução. Alguns pontos foram levantados quanto às funções disponibilizadas na versão livre, a maneira como gestores poderiam comparar as atividades programadas *versus* atividades realizadas, se realmente estão inserindo informações no sistema corretamente.

5.7 ANÁLISE DA FUNÇÃO CADASTRO DE EQUIPAMENTOS

Segundo afirma Filho (2008) o cadastro dos equipamentos em manutenção é um item que auxilia para o controle interno dos equipamentos, os que estão em utilização na unidade fabril os que estão em reparo. A Figura 21 ilustra a opção de alterar a forma com que irá ser visualizado o nome do equipamento é uma maneira de organizar conforme o padrão da empresa, assim as próximas máquinas e equipamentos ou serviços a serem inseridos no programa todos terão o mesmo padrão.

Nome de campo	Habilitado na captura	Dado Obrigatório	Dado para Concatenar	A descrição do equipamento se formará em base à seguinte ordem:
#1 Produto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1 Produto
#2 Capacidade	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2 Marca
#3 Marca	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3 Série
#4 Modelo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4 Capacidade
#5 Série	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	5 Potência motor
#6 Potência motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6 Rotação motor
#7 Rotação motor	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7 Código
#8 Código	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	8 Modelo

Figura 21 - Configuração para visualizar nome do equipamento
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

A codificação no programa se mostrou satisfatória, pois permite que o usuário insira o código definido pela empresa, e ainda complementa com itens como localização, fácil visualização de onde se situa o equipamento onde será realizada a atividade, mesmo sem o auxílio do layout de tipo do equipamento se faz parte dos equipamentos de comando, que produzem ou distribuem, a opção que facilita também na hora da codificação é a possibilidade de substituir os nomes dos campos onde serão inseridas as informações, fazendo com que através de padrões que a empresa se colocou sejam inseridas todas as informações do aparelho tendo sempre a possibilidade de alteração conforme for realizando as atividades e recolhendo mais informações para complementar ainda mais o cadastro.

5.8 ANÁLISE DOS PLANOS DE MANUTENÇÃO E ORDENS DE SERVIÇO

Para inserir os planos de manutenção no software versão básica houve restrições quanto a sua associação por equipamentos de mesma origem. Essa função de inserir atividades aos equipamentos desempenha papel fundamental, pois é nele que será definida a periodicidade de cada intervenção, tornando esta parte menos acessível à versão utilizada do programa, tornando menos eficiente necessitando de ajustes. Um mesmo equipamento só tem a possibilidade de ser associado a um plano, ou a uma atividade. Inserir a mesma máquina a vários planos diferentes só se fez presente com a criação bancos de dados distintos por tipo de intervenção, sendo possível que todos os equipamentos tivessem os mesmos planos, em seus intervalos de tempo respectivamente. Deve haver o cuidado de observar as intervenções por banco de dados, para que não atrase os reparos e não interfira nos próximos.

A facilidade em inserir atividades não rotineiras, atividades não programadas, auxilia para que se houver uma posterior análise destas falhas ou de outras que tenham ocorrido no mesmo equipamento ou instalação, esses dados ficam registrados no sistema para que se possa analisar, havendo interesse da organização em eliminar paradas constantes, com perdas de produção e qualidade das intervenções que são realizadas sem aviso prévio, além do dano ao maquinário. Quando se trata inserir informações ao sistema, as pessoas que o farão devem estar atentas, pois o atraso destas interfere nas próximas. O sistema registra as próximas intervenções a partir da última realizada por completo. Caso a ordem de trabalho esteja com

atividades não completas, a cada vez que reiniciar o banco de dados o sistema emitirá um aviso visual que alerta a falta de fechamento das atividades.

As ordens de serviço como à execução do programa foi realizado apenas em simulação de como se comportaria na indústria. A geração das ordens de serviço no programa se baseia na data pela qual foi inserido o equipamento, assim com estabelecimento da periodicidade das atividades será marcado as próximas intervenções. O software possui uma opção que altera a data das atividades iniciais, no caso a data que foi cadastrado o equipamento, a opção também possibilita alterar as data das próximas atividades de acordo com Figura 22.

Equipamento: **COMPRESSOR DE AR 05 ATLAS COPCO BRP075817** Regime: **Datas**
 Plano: **ATIVIDADE 01**

Parte	Atividade	Data da Manutenção inicial ou de arranque	+ Frequência =	Primeira Manutenção a realizar conforme ao plano
▶ \ FILTRO\ SUBSTITUIR FILTRO ANUAL	Substituir filtro de óleo e ar	05/01/2014	1 Ano(s)	05/01/2015
\ FILTRO\ SUBSTITUIR FILTRO SMESTRE	Substituir filtro de ar e óleo	05/01/2014	6 Mes(es)	05/07/2014
\ FILTRO\ SUBSTITUIR FILTRO TRIMESTRE	Substituir filtro de ar	05/01/2014	3 Mes(es)	05/04/2014
\ FILTRO\ VERIFICAR FILTRO	Verificar	05/01/2014	1 Mes(es)	05/02/2014
\ LIMPEZA\ LIMPEZA CARTUCHO DO SILENCIADOR	Limpeza do silenciador	05/01/2014	3 Mes(es)	05/04/2014
\ LIMPEZA\ LIMPEZA PAINEL ELÉTRICO	Painel elétrico	05/01/2014	1 Mes(es)	05/02/2014
\ LIMPEZA\ LIMPEZA PURGADOR	Limpeza do purgador	05/01/2014	1 Ano(s)	05/01/2015
\ LIMPEZA\ LIMPEZA RADIADOR AR	Limpeza radiador de ar	05/01/2014	1 Mes(es)	05/02/2014
\ LIMPEZA\ LIMPEZA RADIADOR DE ÓLEO	Limpeza radiador de óleo	05/01/2014	1 Mes(es)	05/02/2014
\ ÓLEO\ NÍVEL DE ÓLEO	Nível de óleo	05/01/2014	1 Mes(es)	05/02/2014
\ ÓLEO\ ÓLEO MINERAL E SINTÉTICO	Substituir óleo mineral e sintético	05/01/2014	1 Ano(s)	05/01/2015

Substituir todo...
 Manutenção Inicial ou de arranque
 Primeira Manutenção a realizar

com a seguinte Data:

Figura 22 - Alterar data das atividades de manutenção
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

É possível observar a exemplo da Figura 22, que as datas das manutenções iniciais podem ser alteradas. A data das primeiras manutenções são associadas a data em que o equipamento foi cadastrado no programa, mas essas datas podem ser alteradas conforme necessidade do equipamento em realizar as intervenções, ou associar intervenção de um equipamento recém cadastrado a um que já possui cadastro no programa a mais tempo. A data

das próximas intervenções é marcada conforme o mantenedor e executante das atividades as efetuarem, uma intervenção a ser programada depende da data da sua última execução. Há opção de imprimir as ordens de serviço, esse arquivo impresso facilita ao gestor, responsável por distribuir as atividades ou o próprio executante a ter o devido controle da execução das atividades, as mesmas ordem de serviço ficam a disposição dos gestores e mantenedores do sistema no arquivo ou histórico do programa, onde a qualquer momento é possível análise de quantas atividades cada máquina, equipamento recebeu e aumento das informações sobre as alterações ocorridas. A versão básica não conta com suporte técnico em todas as atividades, apenas resolução de dúvidas de funções disponíveis para a versão instalada, por isso a visualização das vídeo aulas é realmente necessário para o melhor entendimento das funções disponíveis.

5.9 AMOSTRA GRÁFICA DAS ATIVIDADES REALIZADAS

A programação das atividades e a realização destas fazem com que se tenha uma breve noção do quão importante se torna estar preparado para a ocorrência de falhas. Com auxílio de gráficos é possível visualizar as atividades que mais se fizeram presente durante as intervenções e os períodos em que houve ocorrência das falhas não rotineiras, intervenções de modo preventivo, aperfeiçoamento de algum equipamento, pois a manutenção não se faz apenas de reparar o dano, mas de complementar o equipamento para que não ocorra o mesmo evento facilitando assim o trabalho do pessoal da manutenção e o melhor funcionamento da máquina.

Com a disponibilização dos gráficos (Figura 25) é possível que gestores e pessoal da manutenção se atenham a eficiência destas programações que no início assim como toda atividade requer ajustes, mas que trará consigo benefícios tanto nos serviços quanto no funcionamento destas, ilustrada na Figura 23. As atividades podem ser visualizadas por tipo de intervenção. Mesmo as atividades não rotineiras, foram simuladas como atividades preventivas, pois as atividades não rotineiras tem o intuito não apenas de registrar atividades que fogem o cotidiano das intervenções programadas, mas também de inserir informações quando houve a necessidade e possibilidade de se realizar tal atividade, fora do programado,

além de poder incluir atividades de melhoria e ajustes ao maquinário e instalações, para que sejam adicionadas mais informações ao histórico da máquina (Figura 24).

COMPARATIVO DE ATIVIDADES REALIZADAS EM OTS FECHADAS de manutenção tipo preventivo			
Tipo	Descrição	Valor	Porcentagem
	COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 03 ATLAS COPCO BRP064389 8,9 BAR -UN5CGC003-	***	14
	COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 05 ATLAS COPCO BRP075817 8,85 BAR -UN5CGC005-	***	14
	COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 02 ATLAS COPCO AP/422376 12,8 BAR -UN5CGC002-	***	1

Total 3 Registros

Figura 23 - Atividades realizadas por equipamento
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

A Figura 23 ilustra o percentual de atividades realizadas em cada equipamento, o que de alguma forma auxilia aos gestores a demonstrarem aos gerentes o quanto cada máquina recebe de intervenção, melhorias e ajustes para futuras paradas com menor tempo para execução. Os resultados ilustram as atividades que foram executadas e estão dispostas no histórico de cada máquina, para análise do modo e causa das falhas, o que resulta em melhorias durante o processo de execução das intervenções. Mais uma vez as atividades de manutenção serão vistas não como um mal necessário, mas um investimento a longo prazo onde os resultados obtidos resultam em ganho de produção, melhor serviço de manutenção e maior qualidade nos produtos.

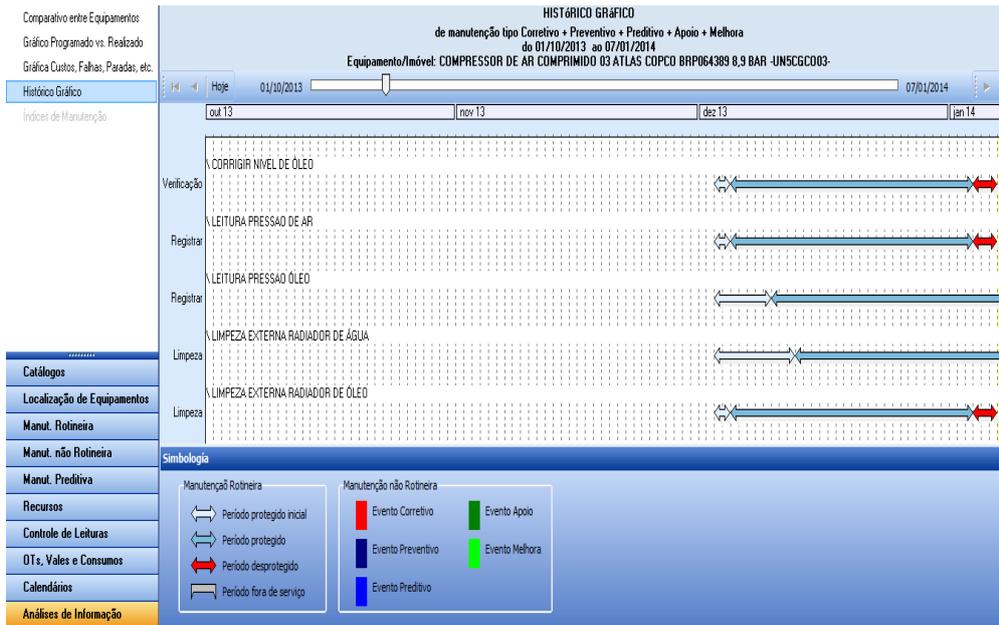


Figura 24- Histórico de atividades por equipamento
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Na Figura 24 é possível observar o período em que a máquina está sobre proteção por ter recebido as intervenções durante o tempo correto, conforme plano de manutenção preventiva bem elaborada e executado, representado pelas setas em azul. O período em que há possibilidade da ocorrência da falha é representado pelas setas em vermelho, simboliza o período em que a máquina está sujeita a sofrer algum tipo de falha resultando em paradas inesperadas, aumento dos custos e serviços de manutenção com uma qualidade inferior,

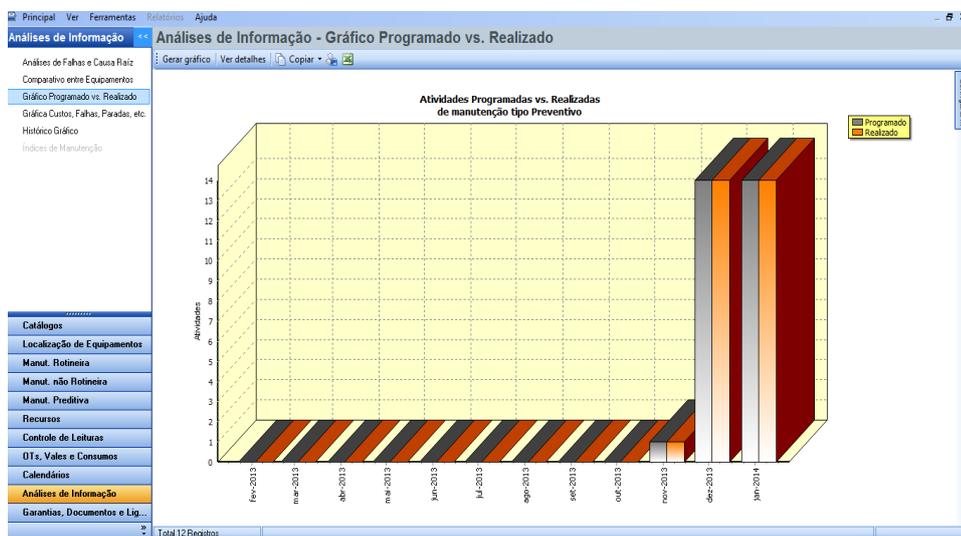


Figura 25 - Relação atividade programada versus atividades realizadas
Fonte: MP Software versão 9.7 básica (livre).

Os gestores de manutenção contam ainda para melhor ilustrar a eficiência de um programa de manutenção com a possibilidade de demonstrar através de gráficos, o percentual de atividades executadas durante o período de ocorrência de falhas inesperadas caracterizando uma manutenção corretiva, e o que foi simulado no projeto a relação de atividades programadas enquanto preventivas com as atividades que foram realizadas, testando assim não só a chance de maior incentivo quanto a programar mais atividades devida eficiência comprovada no gráfico, como observar se as atividades estão sendo realizadas e se estão, se o mantenedor está as inserindo no programa, para gerar o gráfico com dados reais (Figura 25).

5.10 RELAÇÃO DE PEÇAS SOBRESSALENTES

O dimensionamento de peças de reposição e armazenamento destas tem influência significativa nos custos da manutenção e na lucratividade da empresa. Gerenciar estes recursos é tarefa crítica que mal dimensionada pode gerar prejuízos (XENOS, 1998). O dimensionamento das peças sobressalentes significa tê-las em quantidade necessária para os reparos programados e faça com que se tenha uma quantidade de peças de segurança para que se ocorra alguma intervenção não programada consiga efetuar a execução destas atividades com a mesma qualidade e rapidez das atividades programadas, não gerando alocações desnecessárias com quantidades superdimensionadas de peças para reposição. Em um sistema informatizado espera-se que as atividades a serem executadas passem por uma seleção de quais realmente têm necessidade de serem inseridas no sistema (PINTO; XAVIER, 1999). Assim como no sistema informatizado deve haver a seleção das atividades na manutenção preventiva estima-se que haja uma melhor seleção do material que será utilizado por período de tempo determinado e que tenha um estoque de segurança para peças com maior rotatividade e menor centro de custo a empresa.

O pessoal da manutenção terá acesso às atividades por executar e terá que imprimir uma lista que será entregue ao almoxarifado do material necessário para executar tal atividade, os responsáveis pelo almoxarifado farão a verificação do material e posteriormente o entregará na data para execução, essa lista deve ter um prazo de 5 a 7 dias de antecedência para em casos que a alocação deste material seja de um custo muito elevado, sua compra só se fará mediante a realização do serviço e se tratando de peças com valores elevados tendem a

vir de outras localidades por isso o tempo prévio para solicitação e compra. O procedimento de imprimir separada a lista do material das atividades se faz presente, pois o programa utilizado possui restrições quanto ao controle de peças sobressalentes para a versão utilizada no trabalho versão básica. Caso haja interesse da empresa que foi realizada a implantação deste programa em analisar os benefícios que pode trazer, à possibilidade de efetuar a compra de pacotes sem restrições e maiores vantagens. A lista de material foi baseada em catálogos do fabricante e troca de experiências com quem já executa estas atividades. Foi dividido de acordo com a característica das intervenções. O programa possui em seu índice uma função que posteriormente venha a executar a função onde há possibilidade de controle de peças de reposição, controle de peças gastas por equipamento e por intervenção. Com o auxílio desta função controle de estoque - disponível nas versões com custo para instalação como a empresarial- seria possível que a um determinado valor em estoque tivesse aviso para o mantenedor do sistema de que peças estava em baixa, necessitando da compra. Mas a função estoque de reposição não está inclusa na versão básica, apenas funcional nas versões pagas, mas para que mesmo sem a informatização deste item, aliado ao setor de almoxarifado é possível estabelecer o estoque de segurança de peças que tem maior utilização, e com aviso prévio das atividades o que já mencionado deve ser de 5 a 7 dias de antecedência ao setor, é possível a um longo prazo para adaptação de ambos os setores que se obtenha a redução de custos e de peças com pouca rotatividade em número elevado no estoque.

A busca pela redução de custos no setor de manutenção é constante e com pequenos detalhes e ajustes, mesmo que o sistema não dê tanto auxílio é possível, e com atividades de manutenção preventiva sendo executada de acordo com que foi programada essa possibilidade tende a aumentar e os custos a diminuir. Todo material possui livre acesso para que possa inserir maiores informações de acordo com a realização das atividades e das máquinas, auxiliando assim para se obtenha o histórico de manutenções. O material sobressalente será repostado quando chegar ao mínimo de cinco peças, de três e/ou quatro produtos distintos um do outro, para que seja possível a compra com quantidade e valor faturamento das notas fiscais. Produtos como filtro terão em estoque uma quantidade que garanta a intervenção programada e a próxima, tendo em estoque sempre uma troca extra. Conexões e uniões para tubulação secundária requer que sejam compradas com um mínimo de peças distintas, pois os mesmos vêm de outras localidades. A relação de peças sobressalente por intervenção encontrasse no Apêndice C e D respectivamente.

5.11 QUALIDADE NOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

É tendência cada vez maior que acompanhado aos serviços programados de manutenção, aliado a ele venha à qualidade. A qualidade que o mercado de quem produz e de quem consome percebe que não está apenas nos produtos de consumo, mas o maior contribuinte são os setores de serviço. Serviços como os de manutenção, que há algum tempo eram visualizados como setor de pouco valor funcional e elevado valor estrutural dentro da indústria, realizando reparos apenas corretivos. O setor de manutenção merece devida atenção, pois com a quebra da máquina perde-se produção, diminui eficiência do equipamento e ainda um serviço não programado e sem controle de estoque reduz as chances de ser executado com qualidade e aumenta os custos. Com a manutenção preventiva instalada é esperado resultados a um período de longo prazo, pois para sua instalação é necessário pessoal qualificado, um programa que se enquadre nas necessidades da empresa e disposição para programar e executar as atividades de acordo com o cronograma. O objetivo da implantação da manutenção preventiva na empresa é de que serviços programados tragam ainda mais eficiência ao setor, e que máquina parada sem aviso prévio seja cada vez menos constante, que a empresa e os gestores de manutenção estejam dispostos a mudar do pensamento reativo, onde as máquinas comandam as intervenções para um pensamento de mudança, proativo com a eliminação de falhas constantes e a inovação esteja sempre presente assim como a qualidade que impulsiona a economia da empresa para um nível mundial, e que normas de qualificação auxiliam para conquistar este patamar.

CONCLUSÃO

A programação e execução do *software* MP Software- CMMS solução integral para controle e administração da manutenção, mesmo em caráter experimental sendo as atividades simuladas, diante de dados reais dos equipamentos e instalações, se mostrou satisfatória. Embora na instalação do programa se fez presente alguns transtornos quanto à funções que não foram disponibilizadas na versão básica, há possibilidade de contratação de pacotes que atenda a realidade da empresa, e conte com um suporte técnico que auxilie tanto na instalação quanto no decorrer da sua utilização.

Diante dos objetivos traçados para o projeto foi obtido êxito quanto a elaboração do layout das instalações da indústria, informação disposta não apenas ao o gestor de manutenção, mas possibilidade que até mesmo os executantes das atividades se situem da localização dos equipamentos e instalações perante layout atualizado e disposto a consulta. Os pontos onde executadas as intervenções foram selecionados conforme necessidade e prioridade dada pelos gestores de manutenção, assim foram selecionadas para inserir no programa apenas as que obtinham maior prioridade e demandavam mais recurso de tempo e pessoal para serem executadas com qualidade e segurança, não interferindo no funcionamento da fabrica. A opção de intervenção nas tubulações com desligamento isolado da linha foi descartada logo que conhecido o funcionamento do sistema de ar comprimido, as tubulações estão interligadas umas com as outras, o que impedi o desligamento isolado da linha, sendo programa atividades onde não haverá o funcionamento da fabrica para que a intervenção seja realizada com êxito.

Inserir informações quanto a relação de peças que serão utilizadas em cada intervenção não se faz presente na versão utilizada no programa, versão básica, nada que impeça efetuar alguns ajustes. Elaborado uma lista de matérias que cada intervenção necessita, sendo entregue ao almoxarifado de peças com períodos que antecede as paradas programadas, para que não ocorra imprevistos pela falta de peças ou chegada destas com atrasos o que interfere na programação das próximas intervenções conforme programa instalado. As listas de materiais deverão ser entregues ao setor de almoxarifado de peças em todas as intervenções sendo posteriormente anexadas ao arquivo para acompanhamento manual do histórico de cada máquina e instalação

A versão básica utilizada no projeto auxilia a elaboração de um plano de manutenção para empresas que tenham interesse em investir num setor que exerce grande influencia na indústria, o setor de manutenção. Mas por se tratar de uma versão básica algumas funções ficam restritas a usuários pagantes, dificultando por vezes sua execução e de algumas de suas funções como controle de estoque e opções de registrar mais de um equipamento por atividade que venha a ser executadas.

A periodicidade das intervenções pode ser alterada conforme necessidade de aumento ou redução do período para as próximas intervenções. Assim como as informações inseridas no programa podem ser alteradas ou adicionadas mais informações conforme execute o programa. A instalação do programa de manutenção preventiva indica um pensamento mais proativo da empresa, de querer mudar o modo como são realizadas as intervenções. Os benefícios que vão do controle de estoque com atividades programadas, a maior qualidade na sua execução. As intervenções programadas devem ser observadas pela empresa como investimento que impulsionará a patamares melhores de serviços e produtos.

O projeto é apenas o início da implantação de um plano de manutenção, que pode ser alterado, ou modificado para trabalhos futuros, há sempre possibilidade de melhoria nos recursos disponíveis e se tratando de um programa de livre acesso aos usuários, que conta com restrições a possibilidade da criação do próprio programa para livre acesso, que atenda a demanda e a necessidade de cada empresa, solicitante do programa de manutenção, na tentativa de reduzir paradas inesperadas, prolongando a vida útil dos equipamentos e resultando na tão esperada redução de custos para o setor de manutenção assim como para compra de peças de reposição. As alterações trarão mais benéficos quanto à funcionalidade para equipamentos e instalações.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. **Eficiência Energética em Sistemas de Ar Comprimido**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/169/169.pdf>> Acesso em: 03 nov. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. **A situação da manutenção no Brasil**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/Arquivos/7/7.pdf>>. Acesso em 04 dez. 2013.

BELHOT, R.V; CARDOSO, I.A.P. **Reflexos da manutenção no contexto global da organização**. Metalurgia & Materiais, v. 50, n. 432, p. 766-769, Ago.1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/prod/v5n2/v5n2a01.pdf>>. Acesso em: 03 jan.14.

BOSCH. **Tecnologia de ar comprimido**. Set 2008. Disponível em: <http://www.bosch.com.br/br/ferramentas_pneumaticas/produtos/downloads/ManualPneumatica_ARComprimido.pdf>. Acesso em: 04 dez.2013.

FILHO, Gil Branco. **A organização o planejamento o controle da manutenção**. São Paulo: Ciência moderna, 2008, 280p.

FOGLIATTO, F. S.; RIBEIRO, J. L. D. **Confiabilidade e manutenção industrial**. São Paulo: Campus - Elsevier, 2009.

GIOSA, Lívio. A. **Terceirização: Uma abordagem estratégica**. São Paulo: Pioneira, 1999.

GROOTE, P. Maintenance performance analysis: a practical approach. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 1, n. 2, p. 4-24, 1995. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1108/13552519510089556>>. Acesso em: 24 dez.2013.

HANSEN, R. C. **Eficiência global dos equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LAFRAIA, João Ricardo. B. **Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

LEMOS, Mateus. A; ALBERNAZ, Cláudia. M. R. M; CARVALHO, Rogério. A. de. Qualidade na manutenção In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO **Anais eletrônicos**, Belo Horizonte, out 2011. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_135_859_18052.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2013.

MANUAL DE AR COMPRIMIDO. [S.l. s.n.]. Disponível em: <<http://www.zenoar.com.br/downloads/tac.pdf>>. Acesso em: 29. set. 2013.

MARCORIN, Wilson. R; LIMA, Carlos. R. C. Análise dos custos de manutenção e de não manutenção de equipamentos produtivos. **Revista de ciência e tecnologia**, v. 11, n. 22, p. 35-42, jul-dez.2003. Disponível em: <<http://www.drb-assessoria.com.br/11Custodemantencao.pdf>>. Acesso em: 03 jan.14.

MARINS, Ailson. **Tecnologia Pneumática: Circuitos Pneumáticos e Comandos Eletropneumáticos**. São Paulo. 2009. Disponível em: <<ftp://ftp.mecanica.ufu.br/LIVRE/SCHP/arquivos/Apostila%20de%20Pneumatica.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

MERLI, Giorgio. **Eurochallenge: The TQM Approach to Capture Global Markets**, London: IFS Ltd., 1993

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

MONCHY, François. **A Função Manutenção: Formação para a Gerência da Manutenção Industrial**. São Paulo: Durban Ltda., 1989, p. 3.

MORAIS, V.O. TPM. **Manutenção produtiva total: aplicação prática na refinaria da Alumar**. In: Congresso Brasileiro de Manutenção Anais do 80, São Paulo, out 1993.

MP Software- CMMS. Versão 9.7 básica (livre). Disponível em: <http://www.mpsoftware.com.mx/software_manutencao/free_cmms_download.html>. Acesso em: 05 out. 2013.

MURTY, A.S.R. & NAIKAN, V.N.A. Availability and maintenance cost optimization of a production plant. **International Journal of Quality & Reliability Management**, Cambridge, 1995.

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

O'CONNOR, P. D. T. **Practical Reliability Engineering**. London:WIP, 2005.

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A Proposta de Desenvolvimento de Gestão da Manutenção Industrial na Busca da Excelência ou Classe Mundial. **Revista Gestão Industrial On-line**. Ponta Grossa, v. 04, n.02, p.01-16. 2008. Disponível em:

<<http://revistas.utfpr.edu.br/pg/index.php/revistagi/article/viewFile/16/13>>. Acesso em: 27 dez.2013.

PAIVA, Jonas. A. de; SOUZA, Fernando. M. C. Modelo de contrato de terceirização de manutenção: Uma abordagem principal-agente. **Produção**, v. 22, n. 4, p. 796-806, set-dez. 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/prod/v22n4/aop_t6_0006_0248.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2013.

PARKER TRAINING. **Dimensionamento de Redes de Ar Comprimido**. Set 2006. Disponível em: <http://www.parker.com/literature/Brazil/apostila_M1001_1_BR.pdf>. Acesso em: 04 ago.2013.

PINTO, Alan. K; XAVIER, Júlio. A. N. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

PINTO, Alan. K; XAVIER, Júlio. A.N. **Manutenção: Função estratégica**. 2.^a ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

REIS, Ana. C. B; COSTA, Ana. P. C; ALMEIDA, Adiel. T. de. Diagnóstico da gestão da manutenção em indústrias de médio e grande porte da região metropolitana de Recife. **Produção**, v. 23, n. 2, p. 226-240, abr-jun. 2013. Disponível em:

< http://www.scielo.br/pdf/prod/v23n2/aop_t6_0001_0462.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2013.

SANTOS, Ricardo A. dos. Apostila de pneumática. Santa Catarina. [2009?]. Disponível em: <<https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/5/57/Pneumatica.pdf>>. Acesso em: 23 dez. 2013.

SANTOS, Valdir Aparecido dos. **Manual prático da manutenção industrial**. 2^a ed. São Paulo: Ícone, 1999.

SANTOS, Wagner Baracho dos; MOTTA, Sergio Brandão da e COLOSIMO, Enrico Antônio. Tempo ótimo entre manutenções preventivas para sistemas sujeitos a mais de um tipo de evento aleatório. **Revista Gestão Produção On-line**. São Carlos, vol.14, n.1, pp. 193-202, jan-abr. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2007000100016&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 22 dez. 2013.

SHIBA, S.et al. **A new American TQM: four practical revolution in management**. Productivity Press. [S.l.: s.n.]. 1993.

TAVARES, Lourival A. **Administração Moderna da Manutenção**, Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações e Assessoria Ltda., 1999.

TECEM, Tecnologia empresarial Ltda. **Manutenção classe mundial**. Belo Horizonte. [2009?]. Disponível em: <<http://www.tecem.com.br/downloads/manutencao.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

XENOS, Harilaus G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte: Desenvolvimento gerencial, 1998.

XENOS, Harilaus. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2004.

ZILBOVICIUS, M. **Modelos para a produção, produção de modelos**: Contribuição à análise da gênese, lógica e difusão do modelo japonês. São Paulo: Anna Blume / FAPESP, 1999. 221-222 p.

APÊNDICE A- Ordem de trabalho para impressão



Ninfa Indústria de Alimentos
Departamento Manutenção

(clave ISO)
(revisión ISO)

Ordem de Trabalho

Fólio:

000002



de 7-jan-2014 a 7-jan-2014

Responsável:

Duração aproximada: 2 h 20 m

Gerou:

Data e hora de recepção da OT:

Revisou:

Data e hora da devolução da OT:

Autorizou:

COMPRESSOR DE AR 01 ATLAS COPCO BRP062017

Localização: \Unidade 5 interno\ Central geradora
Equipamento Pai:
Prioridade: **Alta**
Classificação 1: Compressor
Classificação 2:
Centro de custo:

Atividades rotineiras

\ FILTRO\ SUBSTITUIR FILTRO TRIMESTRE: Substituir filtro de ar

 Frequência: 3 Mes(es)
Duração aproximada: 0 h 10 m
Requer parada: No

 Prioridade: **Alta**
Classificação 1: **Substituir**
Classificação 2:

Procedimento:
Verificar as condições do filtro
Realizar a troca

Notas:

EPI's

- Botas de segurança;
- Luvas de segurança;
- Óculos de segurança;
- Protetor auricular

Ferramentas

- Alicates universais
- Chave ajustável
- Chave fenda 1/4x 6"
- Lanterna
- Estilete

 Materiais de consumo

- Estopa
- Filtro de ar



Comentários: _____

\ FILTRO\ VERIFICAR FILTRO: Verificar

 Frequência: 1 Mes(es)
Duração aproximada: 0 h 10 m
Requer parada: No

 Prioridade: **Média**
Classificação 1: **Verificar**
Classificação 2:

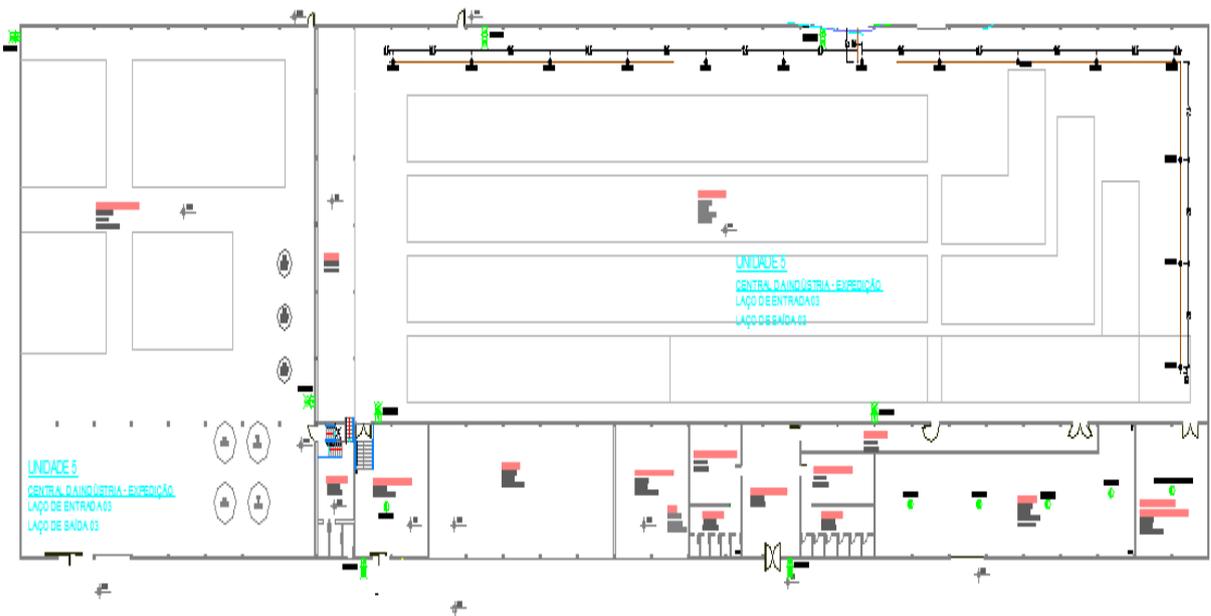
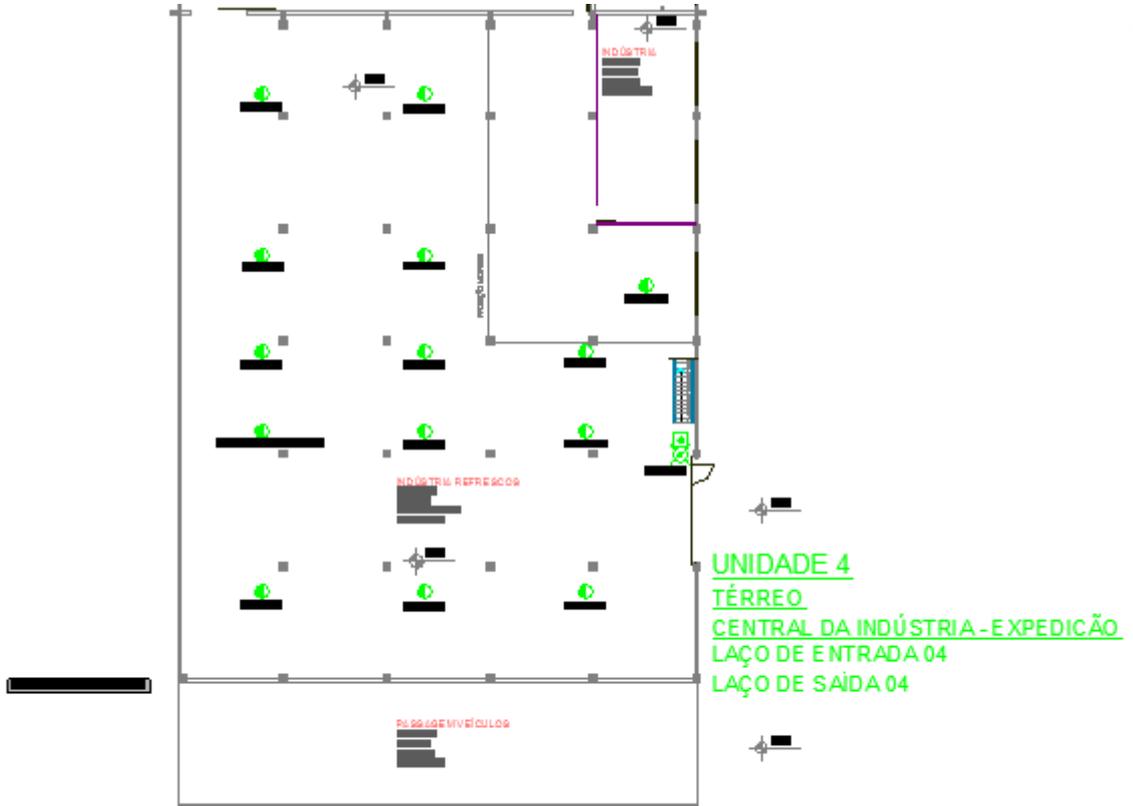
Procedimento:

Verificar o estado físico do filtro
Caso haja necessidade realizar a troca
Em caso não houver degradação do filtro, apenas proceder com a passagem de ar pelo mesmo

APÊNDICE B- Layout



APÊNDICE B- Layout



APÊNDICE C- Relação de peças para intervenção tubulação primária



Ordem Trabalho

Nº

Local:

Código equipamento:

Responsável setor:

Responsável manutenção:

Executante manutenção:

Função:

Atividade Realizada Tubulação Primária

Epi's uso obrigatório

Bota solado isolado
luva segurança de borracha
Mascara com filtro
Óculos de segurança
Protetor auricular

Ferramentas

Alicate universal 8"
Chave de fenda 1/4"
Chave philips 1/4"
Lanterna
Chave canhão 7mm
Estilete
Chave ajustável

Material de consumo

Cotovelo galvanizado: 1/4" ; 1/2" ; 3/4"
Curva fêmea galvanizado: 1/4" ; 1/2" ; 3/4"
União galvanizado: 1/4" ; 1/2" ; 3/4"
Niple duplo galvanizado: 1/2" ; 3/4"
Luva galvanizada: 1/4" ; 1/2" ; 3/4"
Luva redução galvanizada: 3/4" x 1/2" ; 1" x 3/4" ; 1 1/2" x 1 1/4"
Té galvanizado: 1/4" ; 1/2" ; 3/4"
Té redução galvanizado: 3/4" x 3/4" x 1/2" ; 1" x 1" x 3/4" ; 1" x 1" x 1/2"
Tampão galvanizado: 1/4" ; 1/2" ; 3/4" ; 1 1/2"

APÊNDICE D- Relação de peças para intervenção tubulação secundária



Ordem Trabalho

Nº

Local:

Código equipamento:

Responsável setor:

Responsável manutenção:

Executante manutenção:

Função:

Atividade Realizada Tubulação Secundária

Epi's uso obrigatório

Bota solado isolado
luva segurança de borracha
Mascara com filtro
Oculos de segurança
Protetor auricular

Ferramentas

Alicate universal 8"
Chave de fenda 1/4"
Chave philips 1/4"
Lanterna
Chave canhão 7mm
Estilete
Chave ajustável

Material de consumo

Mangueira de poliuretano: 6mm, 8mm, 10mm, 12mm
Conexão união reta
Conexão união cotovelo
Regulador de fluxo
Silenciador bronze sintrizado
Valvula solenóide