

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS – UNIS / MG

ENGENHARIA MECÂNICA

RODRIGO DO SALTO ANDRÉ

N. CLASS.	M 620,0042
CUTTER	A 555m
ANO/EDIÇÃO	2001

Manutenção preventiva de compressor a ar tipo de pistão e a importância do engenheiro mecânico em conformidade com a norma regulamentadora

Varginha

2012

FEPESMIG

RODRIGO DO SALTO ANDRÉ

Manutenção preventiva de compressor a ar tipo de pistão e a importância do engenheiro mecânico em conformidade com a norma regulamentadora

Trabalho apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário Sul de Minas por Rodrigo do Salto André como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica, sob orientação da prof.^a Rullyan Marques Viera.

Varginha

2012

FEPESMIG

RODRIGO DO SALTO ANDRÉ

**MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE COMPRESSORES A AR DO TIPO DE PISTÃO
E A IMPORTÂNCIA DO ENGENHEIRO MECÂNICO EM CONCILIAÇÃO COM A
NORMA REGULAMENTADORA**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas, como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta por:

Aprovado em / /

Prof. Rullyan Marques Vieira (orientador)

Obs.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pela onipresença principalmente nos momentos mais difíceis, a minha esposa, minha filha, meus pais e demais familiares pelo imensurável apoio, paciência e incentivo, pois foi este o conjunto que proporcionou a conquista deste grande objetivo da minha vida.

AGRADECIMENTO

Agradeço aos Professores, Mestres e Doutores pela transmissão de conhecimentos durante os 5 anos de graduação e principalmente ao Prof. Rullyan Marques Vieira orientador deste trabalho.

RESUMO

A manutenção preventiva dos compressores está diretamente atrelada às normas de segurança dos órgãos competentes e por muitos são ignoradas por motivo de falta de conhecimento. Portanto cabe aos profissionais de engenharia mecânica o cumprimento das normas bem como a gestão, supervisão e controle desta atividade. A manutenção é a técnica de manter em perfeito estado de conservação e funcionamento: equipamentos, acessórios e tudo o que está ligado ao setor fabril de uma indústria. A conservação dos equipamentos em condições satisfatórias significa vida útil mais longa e isto só é conseguido através de um sistema adequado e eficiente de manutenção. Na manutenção preventiva, como o próprio nome diz, o mecânico deve prever a vida do equipamento. Para este tipo de manutenção exige-se do mecânico uma "intuição" e um conhecimento técnico maior. Os mecânicos deixam de ser meros trocadores de peças, tornando-se profissionais realmente qualificados. O principal objetivo da manutenção preventiva em equipamentos é evitar ou atenuar as consequências das falhas. Os compressores são dispositivos mecânicos que reduzem o volume de quaisquer tipos de gás, a fim de aumentar a sua pressão assim, consideravelmente um vaso de pressão. Nesse equipamento o ar é comprimido em um sistema pneumático, de forma que possa ser usado para puxar, empurrar, realizar trabalho ou desenvolver potência. O compressor de pistão é um dos mais antigos modelos de compressores, mas continua a ser o mais versátil e ainda é um compressor muito eficiente. O Projeto de alteração, reparo e manutenção pode ser concebido por firma especializada, desde que a mesma esteja registrada no CREA e disponha de responsável técnico legalmente habilitado.

Palavras Chave: Manutenção preventiva. Compressor a ar. Profissional Habilitado.

ABSTRACT

Preventive maintenance of the compressors is directly tied to safety standards bodies and are ignored by many because of lack of knowledge. So it is up to the professional engineering compliance and the management, supervision and control of this activity. Maintenance is the technique of keeping in perfect condition and operation: equipment, accessories and everything that is connected to the manufacturing sector of an industry. The conservation of equipment in a satisfactory means longer life and this is only achieved through a suitable and efficient system maintenance. In preventive maintenance, as its name says, the mechanic must predict equipment life. For this kind of maintenance is required of the mechanical a"" intuition and expertise greater. The mechanics cease to be mere parts changers, becoming truly qualified professionals. The primary goal of preventive maintenance on equipment is to prevent or mitigate the consequences of failure. The compressors are mechanical devices that reduce the volume of any type of gas to increase its pressure thus considerably a pressure vessel. In this device the air is compressed in a pneumatic system, so that it can be used to push, pull, or do work to develop the power piston compressor is one of the oldest designs of compressors, but still the most versatile and is still a compressor very efficient. The Project Modification and Repair can be designed - ceived by specialized firm, provided that it is registered in the CREA and has technical manager ability in law.

Keywords: Preventive Maintenance. Air Compressor. Qualified Professional

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Função da manutenção	15
Figura 2 – Interfaces da manutenção	16
Figura 3 – Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção	17
Figura 4 – Mecanismo biela/manivela de um compressor de pistão	22
Figura 5 – Compressor de pistão	28

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE COMPRESSORES A AR	12
2.1 MANUTENÇÃO	12
2.1.1 Aspectos conceituais da manutenção	12
2.1.2 Compressores a ar.	14
2.1.3 Função da Manutenção	15
2.1.4 Breve conceito dos tipos de manutenção	16
2.1.4 Análise de criticidade de manutenção	17
2.2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA	18
2.3 COMPRESSOR	19
2.3.1 Definição de compressor.....	19
2.3.2 Compressores a ar.	20
2.3.3 Tipos de Compressor.....	21
2.3.4 Compressor de pistão.	22
2.4 LEGISLAÇÃO VIGENTE – NR 13	22
2.5 O PROFISSIONAL HABILITADO (PH)	24
2.6 VASOS DE PRESSÃO	26
3 MANUTENÇÃO DO COMPRESSOR DE PISTÃO	27
3.1 ESTABELECENDO UM PLANO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PARA O COMPRESSOR DE PISTÃO	28
4 RESULTADOS	32
5 DISCUÇÃO	33

6 CONCLUSÃO 34

REFERÊNCIAS 35

1 INTRODUÇÃO

Compressores de Pistão são largamente utilizados em plantas industriais. A capacidade de imprimir altas pressões em fluídos os torna peculiares e alvos de constantes estudos. Muitas vezes, a confiabilidade e produtividade de uma unidade industrial são ditadas por esses equipamentos.

As condições máximas de operações dos compressores ou não são conhecidas, ou são subdimensionadas por fatores de segurança conservativos. Estimá-los exige uma série de análise que abrangem todo equipamento. No entanto, os pontos mais fracos desta cadeia podem ser conhecidos

No trabalho em questão será estudada, a importância do Engenheiro Mecânico no contexto da atividade de Manutenção Preventiva de Compressores dos tipos de Pistão, conciliada à correta aplicação da Norma Regulamentadora em cumprimento à legislação vigente. Pois devido à grande e extensa ocorrência deste tipo de equipamento que pode ser encontrado desde uma pequena empresa até grandes complexos industriais e, no entanto a manutenção muitas vezes não é corretamente realizada principalmente por falta de conhecimento da Norma Regulamentadora e da legislação.

O trabalho também propõe o estudo das corretas diretrizes da manutenção de compressores além de esclarecer de forma científica a quem cabe a responsabilidade de conduzir, supervisionar e responder pelo serviço prestado através de documentos e laudos que devem compor a documentação técnica de registro do compressor que devem ser realizados para apresentação junto aos Órgãos de Higiene e Segurança do Trabalho, juntamente com os Laudos Técnicos Periciais.

2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA DE COMPRESSORES A AR

A manutenção preventiva dos compressores é uma atividade que está diretamente atrelada à norma regulamentadora de segurança dos órgãos competentes que estabelecem os procedimentos, critérios e regras de trabalho para perfeita execução do serviço técnico. No entanto ainda hoje, a correta manutenção dos compressores, por muitos são ignoradas por motivo de falta de conhecimento. Portanto cabe aos profissionais de engenharia o cumprimento das normas bem como a gestão e controle desta atividade.

2.1 Manutenção

Conforme Santos (2010, p 13), manutenção é a técnica de manter em perfeito estado de conservação e funcionamento: equipamentos, acessórios e tudo o que está ligado ao setor fabril de uma indústria.

2.1.1 Aspectos conceituais da Manutenção

De acordo com MONCHY (1987, p.3), “o termo manutenção tem sua origem no vocábulo militar, cujo sentido era manter nas unidades de combate o efetivo e o material num nível constante de aceitação”.

SLACK *et al.* (2002, p.644) classificam os seguintes objetivos da Manutenção:

- 1) Redução de Custos: através da Manutenção Preventiva podem-se reduzir defeitos, impactando em menos ações corretivas, as quais têm valor de custo mais elevado que as ações de prevenção;
- 2) Maior Qualidade de Produtos: equipamentos em estado perfeito de funcionamento garantem a qualidade dos produtos finais;
- 3) Maior Segurança: setor produtivo limpo e em boas condições de operação propicia maior segurança, confiança e motivação aos trabalhadores;
- 4) Melhor Ambiente de Trabalho: ambiente de trabalho limpo, seguro e organizado através de atividades da Manutenção Autônoma, melhoram o nível de trabalho dos funcionários;

5) Desenvolvimento Profissional: o programa de Manutenção Produtiva Total desenvolve novas habilidades e também crescimento profissional aos trabalhadores pelo seu envolvimento direto nas decisões de aumento de produtividade da empresa;

6) Maior vida útil dos equipamentos: o programa objetiva o aumento da vida útil dos equipamentos, através de ações de prevenção e melhorias específicas nos equipamentos;

7) Maior confiabilidade dos Equipamentos: equipamentos bem cuidados têm intervalos de tempo maiores de uma falha para outra, o que resulta em maior disponibilidade e velocidade de produção;

8) Instalações da Produção com maior valorização: instalações bem mantidas têm maior valor de mercado;

9) Maior Poder de Investimento: a redução de custos obtida através da TPM tem relação direta com o aumento de investimentos, o que beneficia os acionistas, os funcionários e a comunidade ao entorno da empresa;

10) Preservação do Meio Ambiente: com o bom regulamento das máquinas.

Para Carvalho (2012, p 2), Por vários anos a existência de um setor de manutenção nas fábricas e estabelecimentos industriais foi considerado como “um mal necessário”. Como as máquinas não vão durar para sempre “alguém deve consertá-las”. Normalmente o pessoal da manutenção era considerado tão somente para consertar o que se quebra.

“Manutenção se existe e as máquinas estão funcionando adequadamente não é mais do que obrigação”.

Entretanto, um estudo detalhado do problema aponta que os custos de manutenção, quando existe uma organização adequada, desaparecem quando comparados com os lucros que possibilitam, por conservar a capacidade produtiva em valores adequados.

Em um empreendimento qualquer o objetivo é produzir o máximo com o mínimo de custo. Este procedimento visa obviamente obter rendimento maior e melhores resultados com relação ao capital investido em equipamentos, maquinas e mão de obra especializada que representa um capital aplicado que deve fornecer retorno satisfatório.

A conservação dos equipamentos em condições satisfatórias significa vida útil mais longa e isto só é conseguido através de um sistema adequado e eficiente de manutenção.

Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico e a sofisticação de máquinas e processos muitos problemas de produção, engenharia de processo, desenvolvimento de produto, qualidade, etc., estão se tornando “problemas de manutenção”.

2.1.2 Planejamento e Programação da Manutenção

Conforme Carvalho (2012, p 3) Nas empresas, as paradas para manutenção apresentam-se como uma preocupação constante para o PCP (Planejamento e Controle da Produção); se estas paradas ocorrerem aleatoriamente (emergência) os problemas serão inúmeros.

Portanto se as manutenções puderem ser previstas e executadas os custos serão menores e a eficácia maior.

Com esta concepção é que é implantado o planejamento e a programação de manutenção.

A função **planejar** significa conhecer os trabalhos, os recursos para executá-los e tomar as decisões.

A função **programar** significa determinar pessoal, dia e hora para execução dos serviços.

Essas funções são complementadas pela função **controlar** cujo objetivo é desenvolver padrões, registrar desempenho e fazer análises comparativas.

Principais atividades de um setor de planejamento e programação de manutenção.

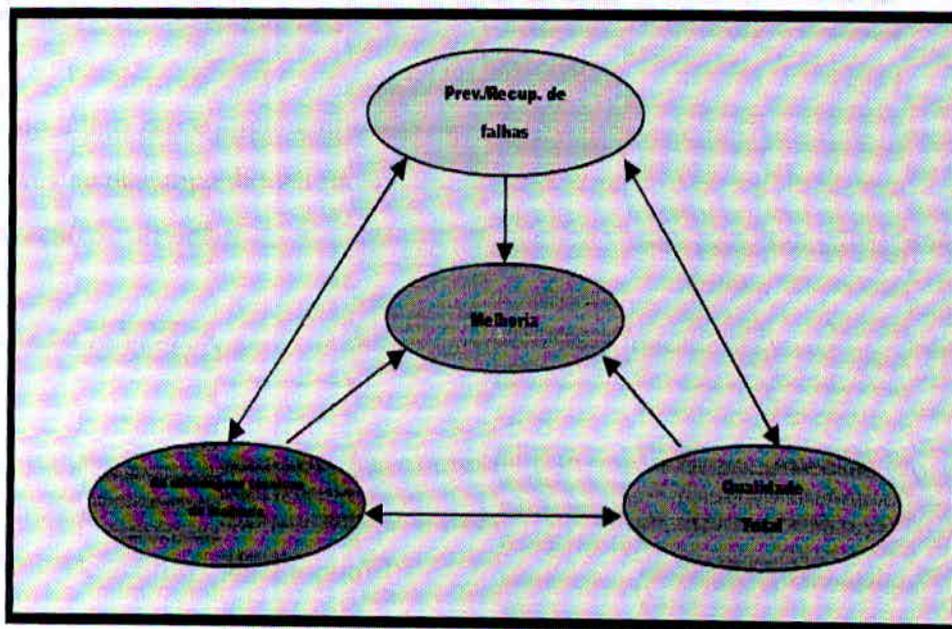
- Gerenciamento das ordens de serviço.
- Histórico completo dos equipamentos
- Controle de estoque de materiais.
- Requisição e compra de materiais
- Organização de inventário
- Solicitações de serviços
- Programação de manutenção preventiva
- Alocação de recursos humanos
- Controle de utilização de ferramentas
- Controle de custos dos equipamentos

- Análise de falhas nos equipamentos
- Indicadores de desempenho gerenciais.
- Padronização de atividades

2.1.3 Função da Manutenção

A função da manutenção na empresas está inserida no processo de melhoria da produção através da Prevenção e Recuperação de Falhas dos equipamentos consequentemente da produção. De acordo com a Figura 1:

Figura 1: Função da Manutenção



Fonte: Slack et al. (2002)

Dessa maneira, diante da função supracitada da manutenção, a mesma manutenção possui interface com diversas áreas funcionais, como mostra a Figura 2.

Figura 2: Interfaces da Manutenção



Fonte: MONCHY (1989, p. 5).

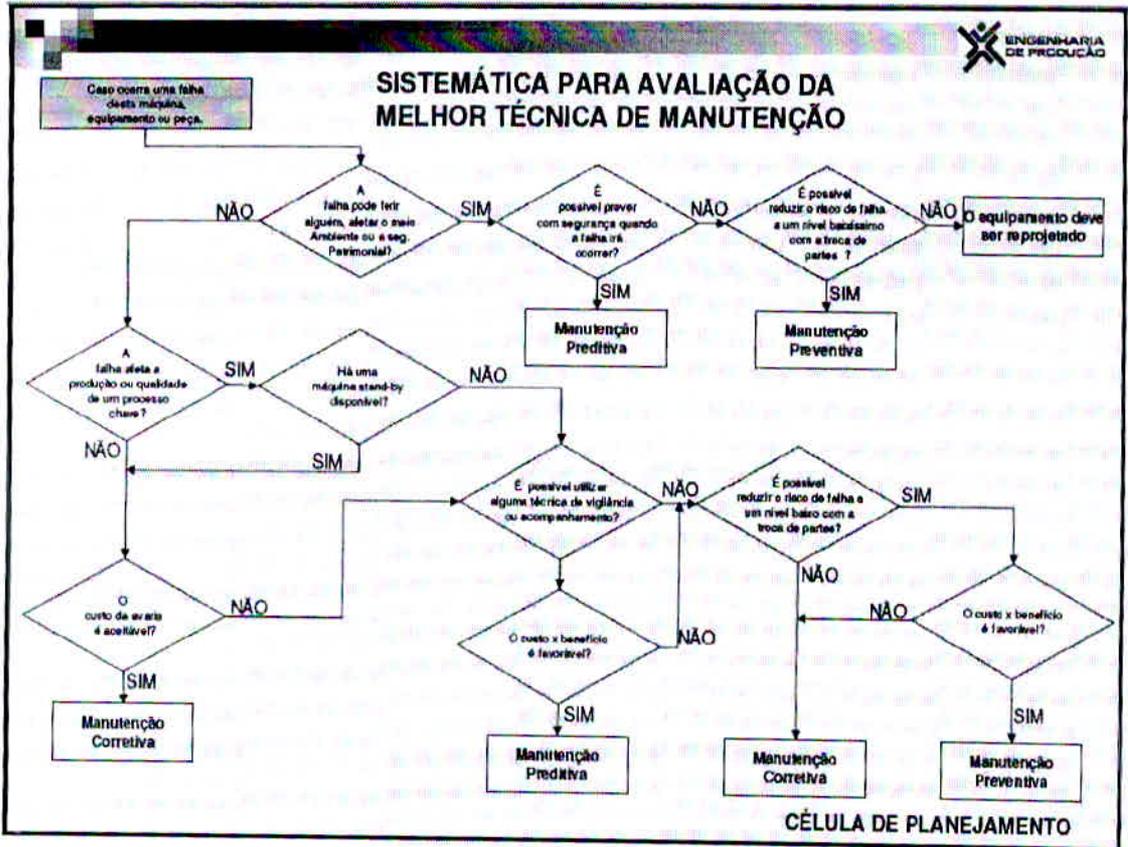
2.1.4 Breve conceito dos tipos de Manutenção

- **Manutenção Corretiva:** Conforme Carvalho (2012 p, 7) é aquela que mantém em operação o equipamento ou unidade produtiva, ou seja, preocupa-se com o fato de que os serviços sejam prestados no menor prazo possível a fim de permitir a imediata retomada das operações, dentro dos níveis de qualidade e segurança exigidos.
- **Manutenção Preventiva:** Conforme Carvalho (2012 p, 7) é aquela que apóia a corretiva, através de aplicação de metodologia, ou ainda, é a responsável pela intervenção que poderá interromper ou não a produção de uma maneira programada.
- **Manutenção Preditiva:** Conforme Carvalho (2012 p, 8) é conceituada como a que tem a finalidade de acompanhar os parâmetros de funcionamento dos equipamentos e prever suas falhas, para intervenção no momento adequado. Pode também ser considerada como uma evolução da preventiva, analisada de uma forma global.

2.1.5 Análise de criticidade de manutenção

Os gestores de manutenção utilizam-se de algoritmos para a definição de qual tipo de manutenção será usado. A Figura 7 mostra um dos possíveis fluxogramas para definição do tipo de manutenção.

Figura 3: Sistemática para avaliação da melhor técnica de manutenção.



Fonte: NEWMANN (2008).

Na metodologia demonstrada pela figura acima, são considerados em ordem de importância a segurança do trabalhador, o quanto a máquina afeta o meio ambiente, a questão de segurança patrimonial, o quanto uma falha no equipamento impacta em custo, qualidade e o tempo de reparo e a questão custo x benefício.

A idéia central é que, a partir do momento em que ocorre a avaria, todas as questões citadas sejam analisadas de forma lógica, para depois fazer uso de uma das três abordagens de manutenção: manutenção corretiva, preditiva ou preventiva.

2.2 Manutenção Preventiva

Para Santos, (2010, p 13) na manutenção preventiva, como o próprio nome diz, o mecânico deve prever a vida do equipamento. Para este tipo de manutenção exige-se do mecânico uma "intuição" e um conhecimento técnico maior. Os mecânicos deixam de ser meros trocadores de peças, tornando-se profissionais realmente qualificados.

O principal objetivo da manutenção preventiva em equipamentos é evitar ou atenuar as consequências das falhas. Isso pode ser feito impedindo a falha antes que ela ocorra realmente. A manutenção preventiva é planejada para preservar e restaurar a confiabilidade do equipamento, substituindo os componentes desgastados antes que eles realmente se desgastem. As atividades de manutenção preventiva em equipamentos incluem revisões parciais ou totais em períodos específicos, mudanças de óleo, lubrificação e assim por diante. Além disso, pode-se registrar a deterioração dos equipamentos para que as peças desgastadas sejam reparadas ou substituídas antes que causem desgastes ou falhas do sistema do equipamento. O programa de manutenção preventiva ideal seria evitar qualquer falha do equipamento antes que ela ocorra.

A manutenção preventiva é simplesmente uma manutenção programada de equipamentos ou instalações. As tarefas podem variar de acordo com o projeto, mas em geral incluem limpeza, fazer ajustes nas máquinas, substituição de componentes que são usados, lubrificar as partes móveis e checagem de uso e desgaste. Um programa completo terá inspeções regulares, atividades de manutenção programada, de "testes não destrutivos", e reparo ou substituição dos problemas encontrados.

Para Carvalho (2012 p, 7) Resumidamente podemos estabelecer que com a manutenção preventiva pretende-se:

- a - Limitar ou atrasar o envelhecimento do equipamento;
- b - Melhorar o estado do equipamento;
- c - Atuar antes dos custos de intervenções proibitivos;
- d - Eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos de avaria em equipamentos chave ou de elevado custo de reparação;
- e - Diminuir os tempos de imobilizações do equipamento para reparação;
- f - Normalizar o equipamento e suas peças de reserva;
- g - Assegurar uma diminuição nos trabalhos;
- h - Realizar as reparações nas melhores condições de exploração;
- i - Programar os trabalhos de conservação;
- j - Suprimir as causas de acidentes graves, garantindo a confiança no equipamento em serviço.

A manutenção preventiva é bastante válida para determinados equipamentos e não tão desejável para outros, mas obrigatória nos que abrangem a segurança do pessoal da empresa.

Quando utilizada na justa medida em que impera o bom senso, é mais segura e econômica que a intervenção aleatória, pelas seguintes razões:

- a- Pelo seu custo;
- b- Pela redução dos tempos de paradas nas instalações;
- c- Pela escolha criteriosa do momento apropriado de intervenção;
- d- Por dar possibilidade de preparação do trabalho necessário a uma execução correta.

O estabelecimento dos programas de **manutenção preventiva** é realizado pelo próprio departamento de manutenção, que tem que deter os critérios de revisões e substituições; estes programas podem ser obtidos:

- Dos fabricantes dos equipamentos ou dos componentes do mesmo;
- Com um acompanhamento constante ao longo do tempo, do número e tipo de falha da máquina, a fim de localizar peças de duração limitada ou sujeitas a desgaste anormal.

A elaboração de um programa de **manutenção preventiva** depende de muitos fatores e por isso não existe nenhuma fórmula fácil de definição. Há, porém algumas regras:

1- É necessário estabelecer quais os pontos-chave, as máquinas ou conjuntos mais importantes para a produção e que apresentam alto custo de manutenção ou alta soma de inatividade forçada, ou repetidas paradas devido a defeitos de funcionamento.

2- Conhecer a frequência com a qual cada unidade ou conjunto deve ser examinada em seu contexto.

3- Estabelecer com qual frequência cada unidade deve ser verificada em seus detalhes, para localizar pontos de maior desgaste. Métodos estatísticos, gráficos de controle e curvas de probabilidade são extremamente úteis para determinação de frequência, falhas, etc..

4- Organizar o trabalho de modo racional (mínimo tempo, mínimo custo, máxima eficiência) aproveitando a mão de obra disponível e verificando a saturação da mesma.

5- Elaborar registros de parada do equipamento, manutenções, custos e frequências dos mesmos com vista ao possível controle ou substituição da máquina.

6- Somente proceder a execução da manutenção preventiva necessária

2.3 Compressor

2.3.1 Definição de compressor

Os compressores são dispositivos mecânicos que reduzem o volume de quaisquer tipos de gás, a fim de aumentar a sua pressão assim, consideravelmente um vaso de pressão. Como um compressor condensa as moléculas de ar, ele também acelera a sua velocidade, resultando

em aumento de temperatura e de pressão. O aumento da pressão fornece energia para o trabalho manual, como o funcionamento de uma lixadeira pneumática.

Cada um contém dois componentes essenciais: um mecanismo de compressão e uma fonte de energia. Os projetos diferentes de alguns modelos industriais utilizam diferentes mecanismos de compressão, como pistões, palhetas ou parafusos. Podem ser movidos por motores elétricos, motores a gás ou diesel, ou os vários tipos de turbinas. São aproveitados para uma variedade de aplicações, desde grandes equipamentos utilizados por grandes empresas até os de pequeno porte para uso pessoal. Esses equipamentos são amplamente utilizados nas áreas industrial e médica, na construção civil, no setor odontológico, em ferrovias e indústrias automotivas. Os tipos de compressores industriais são usados para alimentar as ferramentas e equipamentos, além de sistemas de armazenamento e transporte de gases, na transferência de energia, bem como em enchimento de pneus, pressurização de cabines e em operações com freios a ar.

Eles sempre funcionam com o uso de algum tipo de gás e, na maioria das vezes, são usados para comprimir o ar, mas, em determinadas aplicações em indústrias, são empregados com o objetivo de comprimir outros gases. Em comparação, os sistemas hidráulicos de base funcionam de forma semelhante, exceto que eles utilizam um líquido em vez de um gás. As duas categorias abrangem os de deslocamento positivo e dinâmico. Um modelo alternado é um exemplo de um compressor de deslocamento positivo, que funciona através do preenchimento e esvaziamento de uma câmara de ar. Um tipo de ar centrífugo é um exemplo de um dinâmico, que utiliza um dispositivo rotativo para acelerar e desacelerar a entrada de ar. Vários modelos diferentes estão disponíveis, incluindo alternativos, de parafuso, centrífugos, de diafragma e de fluxo axial. Eles diferem entre si pelo dispositivo de compressão que empregam. Por exemplo, os alternativos utilizam pistões para comprimir o gás.
(<http://www.manutencaoesuprimentos.com.br>)

2.3.2 Compressores a ar

Nesse equipamento o ar é comprimido em um sistema pneumático, de forma que possa ser usado para puxar, empurrar, realizar trabalho ou desenvolver potência. Quando o ar atmosférico entra no compressor, é comprimido pela máquina a uma pressão maior e descarregado então em um sistema de tubos. O ar comprimido pode ser usado para impulsionar motores a ar, martelos pneumáticos, ferramentas, e outros dispositivos a ar.

2.3.3 Tipos de compressor

Existem os mais variados tipos de compressores, cada um desempenha sua função pré – determinada de acordo com a finalidade.

Compressores de Êmbolo – Curso Linear (compressor de êmbolo e compressor de membrana).

Compressores Rotativos (multicelular de palhetas, de parafusos helicoidais e compressor tipo roots).

Turbo – Compressores (radial e axial).

Compressores de Êmbolo

Compressor Pistão

Compressor de Pistão 2 Estágios

Compressor de Membrana

Compressores Rotativos

Compressor Rotativo Multicelular

Compressor Duplo Parafuso (Dois Eixos)

Compressor Tipo Roots

Compressores Turbo

Compressor Axial

Compressor Radial

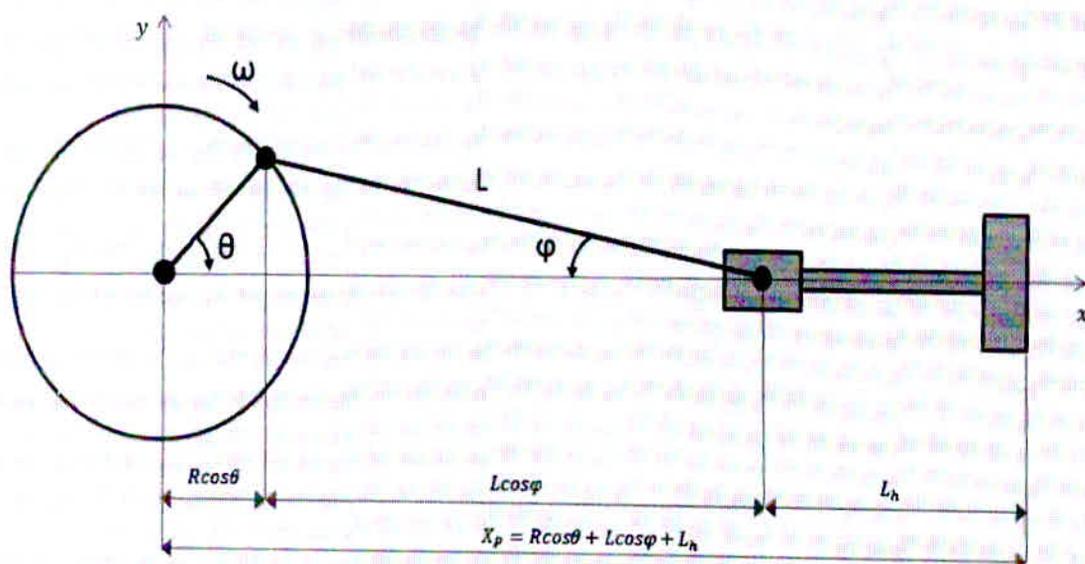
2.3.4 Compressor de Pistão

O compressor de pistão é um dos mais antigos modelos de compressores, mas continua a ser o mais versátil e ainda é um compressor muito eficiente.

A versatilidade dos compressores de pistões virtualmente não conhece limites. Comprime tanto ar como gases, com alterações muito pequenas. O compressor de pistões é o único modelo com capacidade para comprimir ar e gases a altas pressões, tal como em aplicações de ar de respiração (www.compair.pt).

Um compressor de Pistão se caracteriza por transformar o movimento rotativo em alternativo através de um conjunto de biela e manivela.

Figura 4: Mecanismo biela/manivela de um compressor de pistão



$$X_p = R \left(\cos\theta + \frac{1}{\lambda} - \frac{\lambda}{4} + \frac{\lambda}{4} \cos 2\theta + \frac{L_h}{R} \right)$$

Onde X_p é a posição do pistão em relação ao centro do cilindro

2.4 Legislação Vigente - NR 13

Conforme NR-13 sub item 13.9.3 O Projeto de Alteração e Reparo pode ser concebido por firma especializada, desde que a mesma esteja registrada no CREA e disponha de responsável técnico legalmente habilitado.

Reparos ou alterações que envolvam as especialidades de eletricidade, eletrônicas ou química deverão ser concebidos e assinados por profissionais legalmente habilitados para cada campo específico. Independentemente dessa necessidade, todo Projeto de Alteração e Reparo deverá ser assinado por PH.

De acordo com NR-13 sub item 13.10.3, A Inspeção de Segurança Periódica, constituída por exame externo, interno e teste hidrostático, deve obedecer aos seguintes prazos máximos estabelecidos a seguir:

a) Para estabelecimentos que não possuam Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos, conforme citado no Anexo II:

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno	Teste
			Hidrostático
I	1 ano	3 anos	6 anos
II	2 anos	4 anos	8 anos
III	3 anos	6 anos	12 anos
IV	4 anos	8 anos	16 anos
V	5 anos	10 anos	20 anos

b) Para estabelecimentos que possuam Serviço Próprio de Inspeção de Equipamentos, conforme citado no Anexo II:

Categoria do Vaso	Exame Externo	Exame Interno	Teste
			Hidrostático
I	3 anos	6 anos	12 anos
II	4 anos	8 anos	16 anos
III	5 anos	10 anos	a critério
IV	6 anos	12 anos	a critério
V	7 anos	a critério	a critério

Os prazos definidos nesse item devem ser considerados como máximos. O prazo real deverá ser estabelecido pelo PH em função da experiência anterior disponível, devendo ser contado a partir do último exame executado no vaso de pressão.

2.5 O Profissional Habilitado (PH)

De acordo com a NR-13 (sub item 13.1.2) considera-se Profissional Habilitado (PH) aquele que tem competência legal para o exercício da profissão de engenheiro nas atividades referentes a projeto de construção, acompanhamento de operação e manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em conformidade com a regulamentação profissional vigente no País.

Com relação aos itens da NR-13, em que se faz menção ao “profissional habilitado”, na data de elaboração deste documento, tem-se que:

1. Conselhos federais, tais como o Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CONFEA) e o Conselho Federal de Química (CFQ) são responsáveis pela definição, nas suas respectivas áreas, da competência e esclarecimento de dúvidas referentes à regulamentação profissional.

2. A Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973, do CONFEA, a decisão Normativa nº 29/88 do CONFEA e a decisão Normativa nº 45/92 do CONFEA estabelecem como habilitados os profissionais da área de Engenharia Mecânica e de Engenharia Naval bem como os engenheiros civis com atribuições do art. 28 do Decreto Federal nº 23.569/33 que tenham cursado as disciplinas de “Termodinâmica e suas Aplicações” e “Transferência de Calor” ou equivalentes com denominações distintas, independentemente do número de anos transcorridos desde sua formatura.

3. O registro nos conselhos regionais de profissionais é a única comprovação necessária a ser exigida do PH.

4. Os comprovantes de inscrição emitidos anteriormente para esse fim pelas DRT/MTE, não possuem mais validade.

5. Engenheiros de outras modalidades não citadas anteriormente devem requerer ao respectivo conselho regional, caso haja interesse pessoal, que estude suas habilidades para inspeção de caldeiras e vasos de pressão, em função de seu currículo escolar.

6. Laudos, relatórios e pareceres somente terão valor legal quando assinados por PH.

7. Conforme estabelecido pelo CONFEA/CREA, às empresas prestadoras de serviço que se propõem a executar as atividades prescritas neste subitem são obrigadas a se registrar no respectivo conselho regional, indicando responsável técnico legalmente habilitado.

8. O PH pode ser consultor autônomo, empregado de empresa prestadora de serviço ou empregado da empresa proprietária do equipamento.

9. O art. 188 da CLT foi escrito quando os conselhos profissionais faziam parte da estrutura do MTE. Atualmente, são entidades independentes.

10. Na elaboração da NR-13, previa-se que o PH atuasse como a referência técnica para o proprietário da caldeira. Quase sempre o proprietário carece de conhecimentos técnicos necessários para as tomadas de decisão necessárias à segurança da caldeira. O PH tomará essas decisões, responsabilizando-se por elas.

Por Exemplo: O proprietário necessita fornecer o curso de segurança para os operadores, mas não sabe quais cursos estão disponíveis na praça e quais são adequados e de boa qualidade. O PH poderá avaliar a qualidade dos cursos oferecidos com muito mais facilidade que o proprietário da caldeira.

11. A Habilitação referenciada nos § 2º, 4º e 5º é a requerida ao PH para os serviços de inspeção. De acordo com o item 13.1.2, as atividades de projeto de construção, e acompanhamento de operação e manutenção devem de ser exercidas por engenheiros dotados das respectivas atribuições (em construção civil, eletrônica, química, e assim por diante).

12. O PH, no exercício das atividades descritas no item 13.1.2, em algumas situações, pode delegar a execução de uma determinada atividade para um preposto, técnico especializado. Entretanto, a responsabilidade e a assinatura pelos serviços especializados será sempre do PH.

2.6 Vasos de Pressão

Conforme NR 13 (sub item 13.6.1.) **Vasos de pressão são equipamentos que contêm fluidos sob pressão interna ou externa.**

Vasos de pressão estão sempre submetidos simultaneamente à pressão interna e à pressão externa. Mesmo vasos que operam com vácuo estão submetidos a essas pressões, pois não existe vácuo absoluto. O que usualmente denomina-se vácuo é qualquer pressão inferior à atmosférica. O vaso é dimensionado, considerando-se a pressão diferencial resultante que atua sobre as paredes, que poderá ser maior interna ou externamente.

Há casos em que o vaso de pressão deve ser dimensionado pela condição de pressão mais severa, a exemplo de quando não exista atuação simultânea das pressões interna e externa.

Vasos de pressão podem ser construídos de materiais e formatos geométricos variados em função do tipo de utilização a que se destinam. Dessa forma existem vasos de pressão esféricos, cilíndricos, cônicos, etc., construídos em aço carbono, alumínio, aço inoxidável, fibra de vidro e outros materiais.

3 MANUTENÇÃO DO COMPRESSOR DE PISTÃO

Podemos entender manutenção preventiva de compressores como o conjunto de “cuidados técnicos” indispensáveis ao funcionamento regular e permanente do, equipamento em foco, aliado à conhecimentos científicos e práticos de engenharia mecânica.

Esta é uma tarefa de extrema importância nos setores de aplicação do compressor de pistão que, devido à sua ampla gama de utilização este equipamento vai de uma borracharia, posto de combustível até o setor industrial.

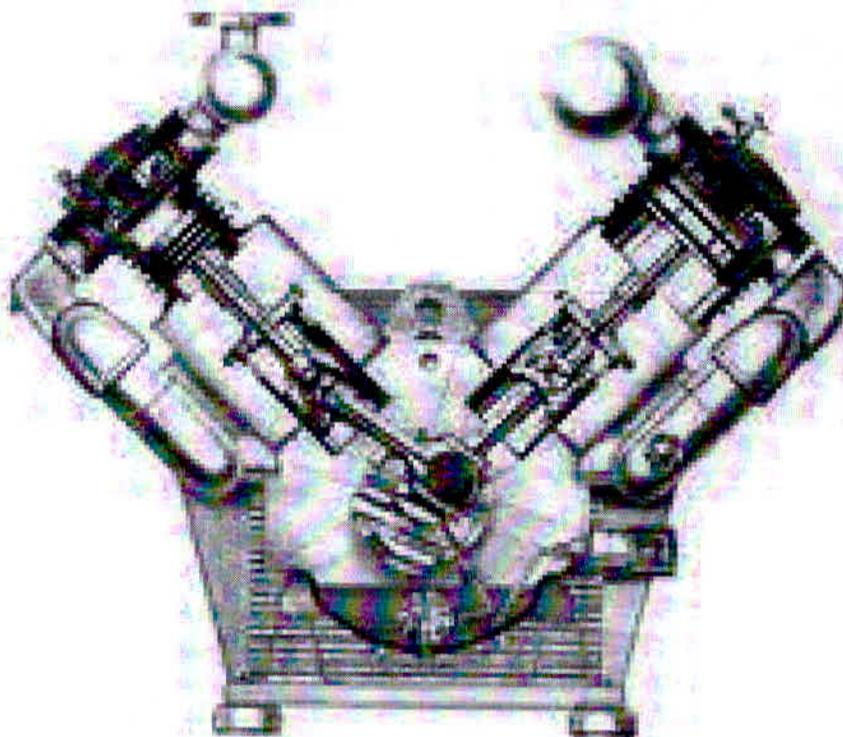
Por tanto, para a execução desta atividade muitas vezes as empresa contam com uma equipe de técnicos de manutenção especializados em realizar a manutenção preventiva dos equipamentos. Porém, em muitos casos a utilização do compressor de pistão ocorre em empresas de pequeno porte não possui um departamento nem tão pouco uma equipe de profissionais que possam realizar essa tarefa, neste caso o serviço de manutenção preventiva dos compressores de pistão deve ser terceirizado e deve ser feita por profissionais e empresas qualificadas que possam dar garantias do serviço prestado.

Entretanto, independente da situação ou finalidade de uso, o compressor de pistão deve ser submetido a manutenção preventiva de forma periódica de modo que garanta o bom funcionamento do equipamento e por isso a manutenção preventiva dos compressores de pistão deve ser realizada de forma programada garantindo a mínima paralisação do equipamento proporcionando o pleno funcionamento e mantendo a continuidade da produção.

Os compressores de pistão são investimentos para as empresas e para tirar o máximo de proveito deste investimento, é preciso manter adequadamente o equipamento. Entretanto está atividade requer a parada do compressor que por sua vez deve impactar o mínimo possível nas atividades da empresas.

Apesar de a manutenção preventiva permitir a antecipação dos fatos dentro da organização de trabalho, a responsabilidade de programar a parada do equipamento deve ser dividida e anunciada entre os diversos departamentos da empresa de forma que a atividade de manutenção não venha a comprometer compromissos e planos de produção que possam se considerar desavisados dentro de um contexto gerando grandes transtornos e conflitos internos. No caso em que ocorra a necessidades de terceirizar o serviço o ideal é adequar o trabalho para épocas sazonais com uma previsão de tempo estabelecida pela empresa contratada para execução da manutenção preventiva dos compressores.

Figura 5: Compressor de Pistão



Fonte: Comptair

3.1 Estabelecendo um plano de manutenção preventiva para o compressor de pistão

O plano de manutenção preventiva para o compressor de pistão deve ser feito conforme metodologia de trabalho onde há a necessidade de se realizar tarefas imprescindíveis para garantia da qualidade do serviço. Isso permitirá a construção de um check list para previsão e comprovação das atividades e este resultará num cronograma de trabalho tornando assim uma ferramenta imprescindível para a programação de parada do equipamento. Esse plano é perfeitamente aplicável à qualquer situação em que a atividade de manutenção preventiva do compressor de pistão seja necessária.

Atividades para execução:

Leitura do manual do compressor: Por mais irrelevante que pareça, antes de começar a fazer vistorias em um compressor de ar, é sempre aconselhável que o técnico conheça todas as funções e operações da máquina. Por mais experiência no ramo, ler previamente o manual do equipamento garante que nenhum tipo de acidente ocorra devido a surpresas indesejáveis.

Drenagem da umidade dos tanques do compressor: O tanque coletor recolhe a umidade do ar que está comprimindo - especialmente se o equipamento está em um clima úmido. A maioria dos tanques possui uma válvula para drenar a umidade que se acumula e essas válvulas devem ser vistoriadas, bem como tanques precisam ser drenados periodicamente. Antes de drenar a água é importante liberar a pressão do ar dos tanques.

Limpeza das aberturas de entrada do compressor: Caso a máquina funcione em um ambiente sujo e poluído, cabe lembrar que a limpeza das aberturas de entrada do compressor é um fator essencial para garantir o bom desempenho do equipamento. Isso evita entupimentos que forçariam o motor a trabalhar de forma mais exigente, perdendo seu poder de compressão e levando a máquina a avarias e falhas.

Aperto de todos os parafusos do compressor: Com o passar do tempo, a vibração do motor pode soltar os parafusos e porcas. Por isso, é aconselhável verificar periodicamente estes dispositivos e apertá-los na devida medida para que nenhum compartimento fique solto.

Verificar as mangueiras regularmente: É importante verificar todas as mangueiras do compressor de ar periodicamente. Se elas estiverem rachadas, deformados ou corroídos poderão em breve começar a vazar e, em seguida, colocar a tensão indevida sobre o resto dos componentes do compressor. Caso estejam danificadas, o ideal é mesmo a substituição das mangueiras.

Verificar e mudar filtros de ar do compressor como requerido: Um filtro de ar sujo é prejudica o compressor de ar, permitindo que o ar sujo entre no equipamento, além de forçá-lo a trabalhar mais para que haja a entrada de ar. Verifique os filtros regularmente e troque-os caso perceba uma obstrução com poeira e sujeira. O ideal é que essa troca de peças

Limpeza do tanque de combustível do compressor: Como acontece com qualquer motor é necessário limpar periodicamente o tanque de combustível para garantir boas condições de funcionamento. O motor do compressor deve ser limpo pelo menos uma vez por ano ou mais a fim de eliminar qualquer resíduo devido ao combustível. Isto irá preservar a vida do motor por muito mais tempo, aumentando sua vida útil e melhorando seu desempenho.

Checar e mudar o óleo do compressor: O óleo deve ser trocado para evitar o surgimento de falhas e outros problemas relacionados a cada parada para manutenção preventiva ou conforme indicação do fabricante.

Alterar o elemento separador: O elemento separador impede o uso excessivo do lubrificante, mas tem que ser substituído periodicamente. Para isso, deve-se manter o compressor em condições superiores, substituindo o elemento separador cada 1.000 horas de operação.

Limpeza dos trocadores de calor do compressor: Caso os trocadores de calor estejam sujos, então eles não podem desempenhar suas funções como o planejado, que é reduzir a temperatura de funcionamento do compressor de ar. A limpeza regular mantém a temperatura de funcionamento e aumenta a vida útil do compressor de ar.

Teste Hidrostático: realizado com o equipamento fora de serviço, através de sua pressurização com água.

Teste Ultra Sonico método não destrutivo que tem por objetivo a detecção de defeitos ou discontinuidades internas, presentes nos materiais ferrosos ou não ferrosos

Avaliação final será realizada pelo Profissional Habilitado avaliando todas as intervenções realizada no processo de manutenção e certificando o equipamento para reutilização.

Laudos técnicos Comprovação dos serviços realizados garantindo a execução dos mesmos

Livro de registro histórico atualizado do equipamento com notas e registros para futuras manutenções

4 RESULTADOS

Por se tratar de um estudo de caso consideravelmente uma pesquisa, cujo principal objetivo foi evidenciar de forma sistemática os princípios de se realizar uma adequada manutenção preventiva nos compressores do tipo de pistão conciliada às Normas Regulamentadoras e Leis que regem a perfeita execução do trabalho bem como as responsabilidades do engenheiro mecânico nesta atividade, foi possível apurar como resultados os pontos mais fundamentais relacionados ao tema abordado além propor a divulgação e importância da manutenção dos compressores em especial os do tipo Pistão extensivo qualquer outro tipo compressor, por empresas qualificadas representadas por um Profissional Habilitado para o serviço.

De modo geral podemos definir que, a manutenção preventiva dos compressores tem como objetivos manter os equipamentos em condições de pleno funcionamento para garantir a normalidade da produção sendo esta de qualquer natureza conforme aplicação específica. Prevenir prováveis falhas ou quebras dos elementos das máquinas. Garantindo um fluxo contínuo e permanente de produção com margem de segurança para pessoas precavendo prováveis acidentes de trabalho. Daí a necessidade que se realizar programas de paradas estratégicas antevendo situações desagradáveis que poderiam acarretar em custos de paradas emergenciais incorrendo em prejuízos financeiros para o negócio empresarial e até mesmo acidentes gravíssimos expondo o negocio a penalidades judiciais.

Os fatos apurados conforme pesquisas realizadas evidenciaram a importância do Engenheiro Mecânico devidamente credenciado pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA) na atividade de manutenção dos compressores e as devidas responsabilidades que o mesmo detém conforme NR 13.

A inspeção periódica de segurança nos vasos sob pressão (reservatórios, autoclaves, compressores, misturadores, separadores) com soldagem ultra – sônica (NR – 13) devem ser realizados para apresentação junto aos Órgãos de Higiene e Segurança do Trabalho, juntamente com os Laudos Técnicos Periciais; sendo que no caso dos Vasos sob Pressão, estes não têm periodicidade determinada para a realização da inspeção.

5 DISCUSÃO

Podemos perceber claramente que através dos dados coletados e apresentados neste trabalho que a manutenção de compressores é muito mais que um procedimento de rotina e sua responsabilidade não cabe apenas ao departamento de manutenção. Uma vez que esta, é atividade regulamentada por norma (NR 13) e tem o Ministério do Trabalho como órgão do governo a responsabilidade de fazer cumprir estes procedimentos e infelizmente por muitos estes dados são ignorados. Portanto, cabe aos Engenheiros Mecânicos dar a este tema uma tratativa científica, pois é o profissional conhecedor das técnicas e normas para a correta aplicação dos conceitos desenvolvidos neste trabalho de conclusão de curso. Neste contexto o engenheiro mecânico devidamente credenciado pelo Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura vem a ser o Profissional Habilitado para realização do trabalho de manutenção de compressores e cabe a este profissional além de aplicar a norma regulamentadora, adequar o equipamento e a empresa a legislação vigente o mesmo deve gerir de forma rigorosa as futuras manutenções bem como criar e divulgar a filosofia de manter sistematicamente em dia as manutenções do equipamento objeto de estudo.

Conforme verificamos o compressor de pistão é uma equipamento simples de mecânica descomplicada e sua abrangência é uma das mais extensas considerado os demais tipos de compressores. Este equipamento está presente nos mais diversos tipos de negócios que vai deste uma simples borracharia até uma grande indústria. Porém nem sempre é verificada a correta manutenção do equipamento.

Os resultados obtidos neste trabalho propõe a divulgação e importância da manutenção dos compressores em especial os do tipo Pistão.

6 CONCLUSÃO

Ao final do estudo de caso proposto, ficou evidente que a manutenção preventiva de compressores do tipo de pistão não é somente uma atividade que simples troca de peças. Apesar de o equipamento deter uma mecânica descomplicada, esta tratativa remete a total banalidade e falta de conhecimentos técnicos e normativos relacionada aos interesses do negócio (empresa).

A atividade de manutenção preventiva dos compressores demanda de comprometimento, conhecimentos e habilidades técnicas que promovem a correta aplicação da norma regulamentadora 13 para cumprimento da legislação vigente. Neste contexto o profissional de Engenharia Mecânica torna-se totalmente responsável pela condução do projeto seja do mais simples ao mais complexo.

Perante os dados apresentados o trabalho alcançou os objetivos esperados, pois ficou evidente a importância do Engenheiro Mecânico na condução e supervisão sendo este de acordo com a Norma e devidamente registrados junto ao Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA, que baseado na NR 13 e em conformidade com os artigos 187 e 188 da C.L.T o Profissional Habilitado para aplicação das tratativas técnicas e científicas em cumprimento de tal atividade.

REFERÊNCIAS

SANTOS, Valdir Aparecido dos.: **Manual prático da manutenção industrial**. São Paulo: Icone, 2010. P. 13

Manual de Normalização de Trabalhos Acadêmicos, Engenharia Mecânica UNIS 2011, atualizado de acordo com as normas técnicas da ABNT.

Norma NR-13: Manual técnico de caldeiras e vasos de pressão. Brasília: MTE, SIT, DSST, 2006

Manutenção de Preventiva. 2012. Disponível em <http://www.manutencaopreventiva.com.br/>
Acesso em: 28 de agosto de 2012

Compressores 2012. Disponível em <http://www.compair.pt> Acesso em: 15 de agosto de 2012

CARVALHO, Nilson.: **Planejamento e Controle da Manutenção**. Material didático para disciplina de Manutenção do Décimo período de Engenharia Mecânica - UNIS/2012.

MONCHY, François. **A Função Manutenção**. São Paulo: Durban, 1987.

SLACK, N.; Chambers, S.; Johnston, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.