

MANUTENÇÃO EM COMPRESSORES DE AR COMPRIMIDO DO TIPO PARAFUSO

ALUNO: MARCOS PAULO MACHADO
ORIENTADORA: TASSYANA DINI DE AGUIAR

RESUMO

Todo e qualquer equipamento mecânico estando em uso ou não, sofre com desgastes dos seus componentes mecânicos, levando ao aparecimento de defeitos e falhas que acarretam a parada repentina do equipamento, ocasionando perda de produção, sendo necessário fazer a intervenção imediata e aplicar a manutenção corretiva do mesmo. Neste trabalho foram abordadas as técnicas de Engenharia de manutenção com o propósito de expor um pouco sobre manutenção correta nos compressores de ar comprimido do tipo parafuso. Durante a análise foi constatado que são utilizadas as manutenções corretivas, preventivas, preditivas, detectivas, onde cada método constitui peculiaridades de aplicação. Os dados analisados permitiram comprovar a importância do monitoramento de condições de funcionamento dos compressores de ar comprimido do tipo parafuso, assim como, suas contribuições para os indicadores de manutenção. O presente estudo faz citações evidenciando o caráter preventivo de falhas obtido através de técnicas de gerenciamento e controle de manutenção e do funcionamento de compressores de ar comprimido do tipo parafuso, que contribui para a redução de tempo e número de paradas com consequente aumento de disponibilidade para a operação, proporcionando maior produtividade.

Palavras chave: Compressores, Desgaste, Manutenção.

ABSTRACT

Any and all mechanical equipment, whether in use or not, suffers from wear and tear on its mechanical components, leading to the appearance of defects and failures that cause sudden stoppage of the equipment, resulting in loss of production, requiring immediate intervention and corrective maintenance the same. In this work the techniques of maintenance engineering were discussed with the purpose of exposing a little about correct maintenance in compressed air compressors of the screw type. During the analysis it was verified that corrective, preventive, predictive and detective maintenance are used, where each method constitutes application peculiarities. The analyzed data allowed proving the importance of the monitoring of the operating conditions of compressed air compressors of the bolt type, as well as their contributions to the maintenance indicators. The present study makes citations highlighting the preventive nature of failures obtained through maintenance management and control techniques and the operation of compressed air compressors of the screw type, which contributes to the reduction of time and number of stops with consequent increase of availability for the operation, providing greater productivity.

Key words: Compressors, Wear, Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A manutenção tem hoje várias ferramentas para um bom retorno após uma intervenção, de modo que não gere quebras e muito menos parada das máquinas. Várias características diferenciam os tipos de intervenção mais usadas, cada tipo vem a se adaptar ao processo de manutenção em que executa visando sempre evitar prejuízos por quebras. Sendo assim, a mão de obra e materiais representam as áreas com grande potencial para a redução de custos com a manutenção, caracterizando uma excelente oportunidade de ganhos imediatos e resolução de um problema que decorre há anos, principalmente numa época de crise e de alta competitividade.

Uma manutenção eficiente nos compressores de ar comprimido do tipo parafuso é de suma importância. Para isso, é necessário ter informações mais acuradas e atualizadas e os históricos de ocorrências de falhas e defeitos. A programação e planejamento de atividades, a utilização de mão de obra, o cronograma de paradas, emissão de ordens de serviço e controle de estoque que auxiliam na programação, execução e o controle da engenharia de manutenção.

A seguinte pesquisa justifica-se a problemas relacionados à falta de manutenção ou tomada de decisões de forma tardia, ocasionando desgaste prematuro dos rolamentos e componentes internos, parada imediata dos equipamentos e com isso perda de produção. Mediante este problema, surgiram vários métodos de prevenção de falhas e monitoramento do funcionamento dos equipamentos, cronogramas de manutenção dentre outros.

Neste contexto surge à problemática, como fazer a manutenção correta nos compressores de ar comprimido do tipo parafuso, evitando paradas repentinas, desgaste prematuro dos rolamentos e problemas futuros no funcionamento dos mesmos?

O objetivo geral ou primário deste trabalho é sobre realizar uma revisão de literatura demonstrar a importância da manutenção correta nos compressores de ar comprimido do tipo parafuso.

Para isso este trabalho seguiu os seguintes objetivos específicos que serão aprofundados no decorrer de cada capítulo:

- Conhecer os compressores de ar comprimido do tipo parafuso, seus componentes internos e os métodos mais utilizados para detectar e prevenir falhas no funcionamento;

- Descrever os tipos de desgastes mais comuns nos compressores de ar comprimido do tipo parafuso;
- Entender as principais técnicas de manutenção aplicadas nas áreas industriais.

A metodologia utilizada para realização deste trabalho será uma pesquisa do tipo exploratória, onde foi efetuado o levantamento de dados através de uma revisão bibliográfica objetivando apresentar as vantagens e desvantagens, os benefícios e eficiência da importância da manutenção de compressores de ar comprimido do tipo parafuso. Também fazer uma análise crítica e ampla buscando explicar e discutir um tema como base em referências teóricas publicadas em livros, revistas, artigos dentre outros. Busca também, conhecer e analisar conteúdos científicos sobre determinado tema.

A elaboração da revisão bibliográfica requer um levantamento bibliográfico cuidadoso, para analisar as contribuições já expressas acerca do assunto, através de pesquisas em trabalhos antigos (clássicos) e recentes.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Compressores

Segundo Silva (2009) os compressores são equipamentos mecânicos usados em diversas aplicações como o enchimento de pneumáticos, em processos, no transporte de gases, compressão submarina no processo de produção de petróleo e na obtenção de gases puros para as indústrias farmacêuticas, alimentícias e de aplicações hospitalares.

De acordo com Rodrigues (1991) os compressores de ar comprimido também são usados para elevar pressão de um determinado gás ou de um escoamento gasoso.

2.2 Compressores de ar do tipo parafuso

Figura 1 - Compressor de Ar Tipo Parafuso



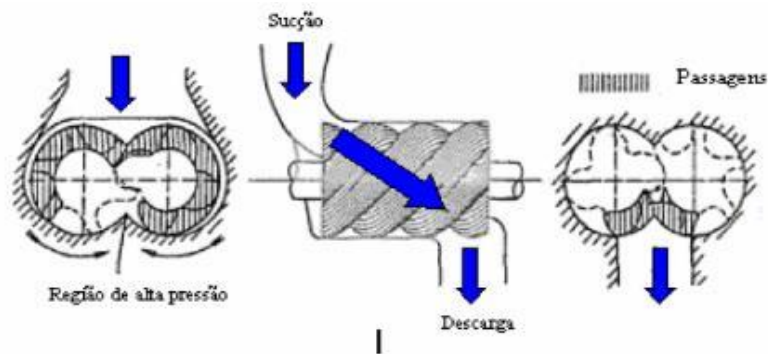
Fonte: mixmanutenção (2016)

Segundo Silva (2009) os compressores de ar comprimido do tipo parafuso é um equipamento mecânico que produz altas vazões e que mantém comportamento estável quando há variação de carga. Mostrado na (FIGURA 1).

Segundo Rodrigues (1991) os compressores de ar do tipo parafuso têm rotor macho com perfil convexo e rotor fêmeo com perfil côncavo. Ambos os rotores têm formato de uma rosca sem fim, também tem diferentes quantidades de lóbulos nos rotores fêmea e macho.

Segundo Silva (2009) o rotor faz a transferência de torque diretamente para o outro rotor com o sentido fixo de rotação. Geralmente o dispositivo de acionamento é conectado ao rotor macho, que será responsável por fazer o acionamento do rotor fêmea, por meio de uma película de óleo lubrificante. (FIGURA 2).

Figura 2 - Geometria Básica do Compressor Parafuso



Fonte: Silva (2009)

Com base em Rodrigues (1991), pode se afirmar que o ciclo de operação do compressor de parafuso possui três fases distintas, são elas: sucção, compressão e descarga.

Segundo Rodrigues (1991) a sucção do ar acontece quando os rotores estão em movimento giratório e os espaços entre os lóbulos se abrem e aumentando o volume.

Figura 3 - Processo de Sucção



Fonte: Silva (2009)

Segundo Silva (2009) neste processo o ar comprimido é succionado pela entrada e após preenche o espaço por entre os Lóbulos. À medida que esse espaço alcança, o seu volume máximo na entrada é fechado com o próprio giro dos rotores.

2.3 Manutenção

De acordo com a ABNT (2004) a manutenção une todas as ações de gerenciamento, ações técnicas, administrativas e de supervisão. Tem como objetivo atuar diretamente no reparo do componente com falha, de modo que o equipamento esteja apto para desempenhar a função requerida.

Ainda segundo a ABNT (2004) a manutenção se caracteriza por fazer o que for preciso para assegurar que um equipamento ou máquina opere dentro das especificações de funcionamento e segurança.

Praticar a manutenção nos equipamentos reduz custos, reduz risco de quebras, evita perda de produção, diminui tempos de imobilização e de intervenção no equipamento. (TAVARES, 2005)

Aplicar a manutenção garante a redução de falhas e defeitos, garante a produção, segurança e assim aumenta o tempo de vida dos componentes das máquinas. (KARDEC; NASCIF, 2009).

Figura 4 - Ferramentas da Manutenção



Fonte: Kardec e Nascif (2009)

2.4 Manutenção corretiva

Segundo Kardec e Nascif (2009) a manutenção Corretiva é a atuação direta no problema a fim de resolver o mesmo, mas ela pode ser classificada como não planejada e ou planejada.

De acordo com a ABNT (1994) a manutenção sempre ocorre após o problema aparecer sendo necessária a intervenção visando executar a correção do problema atuando diretamente nas causas com o objetivo de que o equipamento volte à condição perfeita de trabalho.

2.5 Manutenção corretiva planejada

Segundo ABNT (1994) a manutenção corretiva planejada é executada antes que o problema se torne sério, ou seja, seu intuito é prevenir problemas futuros, fazendo correções antes que haja quebra do equipamento.

Segundo Kardec e Nascif (2009) as maiorias das empresas optam pela manutenção planejada, pois possuem rotinas de atividades de inspeção e manutenção preditiva ou mesmo um sistema de relatos de falhas pelos operadores que são treinados para observar qualquer tipo de anomalia ou falha no equipamento.

2.6 Manutenção corretiva não planejada

A Manutenção Corretiva não planejada é a correção da falha, ou seja, colapso ou quebra do equipamento devido à falta de manutenção preventiva ou a mesma mal feita, muitas vezes precisa ser executada imediatamente. (ABNT, 1994).

A manutenção Corretiva é mais cara, pois, há o custo com a perda de produção pelo equipamento parado e o custo de peças e mão de obra. Com isso, não é possível cumprir a programação até que o equipamento seja consertado, a empresa perderá dinheiro e deixando de lucrar. (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.7 Manutenção preventiva

A manutenção preventiva é feita em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falhas que posteriormente resultará na degradação do funcionamento do equipamento. (ABNT, 1994)

Segundo Xenos (2004) a manutenção preventiva proporciona grande e relevante vantagem no ciclo produtivo, pois há uma previsibilidade de trocas e recursos resultando na redução na frequência de falhas e aumento de disponibilidade do equipamento.

Segundo Viana (2002), a manutenção preventiva é um serviço realizado em intervalos predeterminados de tempo, ou segundo critérios prescritos.

2.8 Manutenção preditiva

Segundo Pinto e Nascif (1999) a manutenção preditiva é composta principalmente pelas atividades manutenção preventiva, visando acompanhar o funcionamento de máquinas através do método de monitoramento, sendo por medições ou controle estatístico, objetivando prever a proximidade de ocorrência da falha.

Sendo assim, este tipo de manutenção objetiva determinar o momento mais adequado para ser feita a intervenção nos equipamentos, de forma programada para que não tenha parada inesperada e com isso perda de produção. (XENOS, 2004).

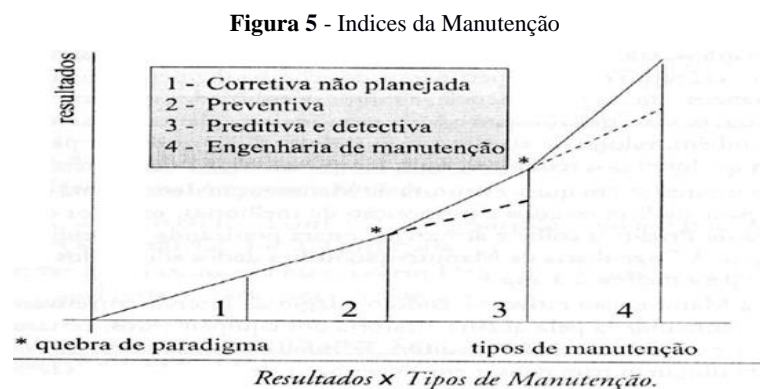
2.9 Engenharia de manutenção

Segundo Santos (2009) a engenharia de manutenção é uma inovação no método de manutenção conservador. Já para a Siqueira (2005) a empresa que aplica a engenharia da manutenção tem maior confiabilidade e estabilidade no mercado, pois seus equipamentos estão sempre monitorados, havendo assim, uma maior disponibilidade dos mesmos.

O ato de se implantar e praticar a engenharia de manutenção em determinada empresa, muda a situação de consertos contínuos e passa aplicar a análise rigorosa no equipamento. (ARAÚJO; SANTOS, 2008).

Na Figura 11 é possível observar a evolução e melhores resultados quando se aplica as técnicas da engenharia de manutenção na empresa. É possível observar que há melhorias consideráveis nos índices referentes à Manutenção Corretiva e a Manutenção Preventiva, apresentado pela inclinação da reta.

A Engenharia de manutenção consiste em modernidade técnica, ou seja, a empresa que utilizada à engenharia da manutenção esta se nivelando às empresas de primeiro mundo. (ARAÚJO; SANTOS, 2008).



Fonte: Kardec; Nascif (2009).

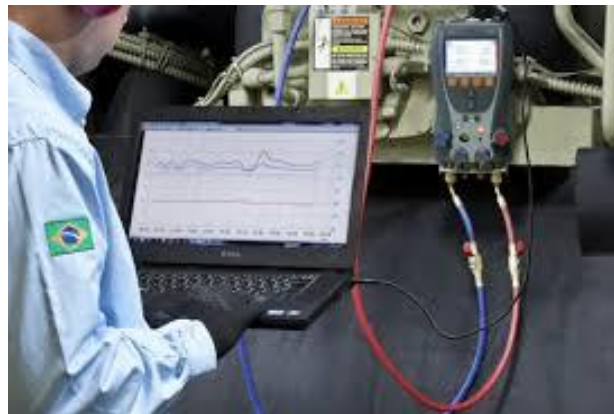
3. METODOLOGIA

3.1 Análises de vibrações

A análise de vibrações se baseou em seu início na ideia de que as estruturas das máquinas, excitadas pelos esforços dinâmicos, provocam sinais vibratórios cuja frequência é idêntica àquelas dos esforços que os tenham provocado. (CUNHA, 2005).

A partir da análise dos sinais vibratórios, representado na figura 4, medidos nos motores do tipo parafuso é possível tomar decisões de intervir ou não no funcionamento da máquina, fazendo com que esta esteja disponível o máximo de tempo possível, com isso, reduz custos com manutenção e tempo de parada da máquina. (CUNHA, 2005).

Figura 6 - Medição da Vibração no Compressor



Fonte: Silva (2009)

Segundo Siqueira (2005) os problemas detectados com a análise de vibrações mais comuns nos compressores de ar do tipo parafuso são:

- Eixos empenados;
- Desalinhamento entre componentes;
- Desbalanceamento;
- Defeitos de rolamentos;
- Excentricidades;
- Desgaste dos lóbulos;
- Má fixação da máquina e/ou de seus componentes internos;
- Instabilidade do filme de óleo;
- Fenômenos aerodinâmicos e/ou hidráulicos, turbulência e cavitação;

- Roçamentos;
- Problemas elétricos.

3.2 Análise de óleo

Segundo Marconi e Lakatos (1997) a Lubrificação, representado na figura 5, consiste em introduzir entre dois sólidos em contato uma camada de lubrificante, com o intuito de reduzir o atrito e com isso reduzir o desgaste entre as partes em contato, tem a função dissipar o calor e partículas geradas pelo contato.

Figura 7 - Lubrificação entre dois Sólidos em Contato



Fonte: Lubrikol (2018)

A aplicação do lubrificante pode ser feita de muitas maneiras diferentes. Para uma boa lubrificação é necessário avaliar a geometria das engrenagens em contato, da camada superficial das peças, superfícies deslizantes, da carga, da pressão e da temperatura, das velocidades de rolamento e escorregamento, das condições ambientais, das propriedades físicas e químicas do lubrificante, da composição química do material. (NEPOMUCENO, 1999).

Os lubrificantes são normalmente líquidos, mas podem também ser sólidos, pastosos, e gasosos, conforme de seu estado físico, (MARCONI; LAKATOS, 1997).

Segundo a Lubrikol (2018) uma lubrificação correta é quando um ponto de lubrificação recebe o lubrificante especificado corretamente, volume correto e no momento certo.

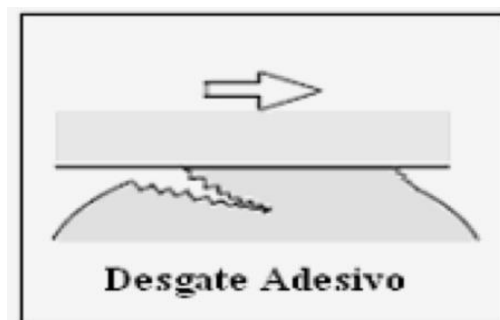
3.3.1 Desgastes nos compressores do tipo parafuso

Podendo ser definido como perda gradativa de material, o desgaste é o resultado do contato mecânico entre duas superfícies em contato, metálicas ou não. De modo geral, as superfícies que trabalham em estão em movimento e com cargas aplicadas. (LUDEMA, 1996). Segundo Rabinowicz (1995) e o Kato e Adashi (2001) identificam quatro formas principais de desgaste: adesivo, abrasivo, corrosivo e por fadiga.

3.3.2 Desgaste adesivo

O desgaste adesivo representado na Figura 6 se refere à capacidade estruturas das peças que trabalham em contato se unir e formar laços superficiais. Analisando microscopicamente é possível observar que ambas as estruturas não são lisas, existem picos e vales denominada rugosidade e quando duas superfícies estão em contato existem então os pontos de contato que concentram a pressão de contato e com o aquecimento por atrito, no contato destes pontos de contato pode haver micro soldagem destes pontos. (KATO; ADASHI, 2001).

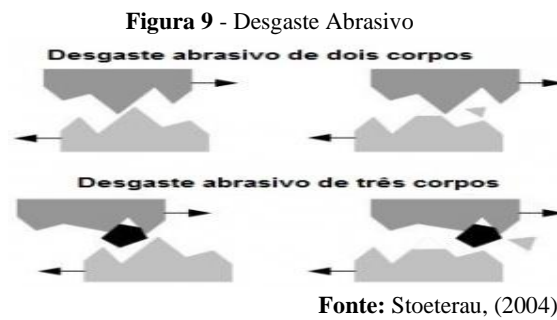
Figura 8 - Desgaste Adesivo



Fonte: Kato e Adashi, (2001).

3.3.3 Desgaste abrasivo

O Desgaste abrasivo representado na Figura 7 acontece quando um objeto sólido é pressionado contra partículas de um material que tem dureza igual ou superior. Qualquer tipo de material, até os materiais mais dúcteis e pode causar desgaste abrasivo se partículas duras estiverem presentes. (NEALE, 1995).



3.3.4 Desgaste corrosivo

O desgaste corrosivo representado na Figura 8 é uma forma de degradação de materiais onde a corrosão e outros mecanismos de desgaste estão envolvidos. Este desgaste ocorre devido à interação da superfície em contato ou de deslizamento com o ambiente que está envolvido formando reações químicas e eletroquímicas na superfície que podem ser removidos por outros mecanismos de desgaste. (RABINOWICZ, 1980).

Figura 10 - Desgaste Corrosivo



Fonte: Rabinowicz, 1980.

3.3.5 Desgaste por fadiga

O desgaste por fadiga representado na Figura 9 se dá através do movimento de rolamento, onde a zona de contato desloca-se, produzindo tensões que podem levar a uma falha por fadiga do material. (CUNHA, 2005).

Os mecanismos de fadiga operam sobre condições de desgaste por deslizamento e em pior caso nas condições de rolamentos, onde as tensões são altas e o deslizamento é pequeno. (TOMANIK, 2000).

Figura 11 - Desgaste por Fadiga



Fonte: Tomanik, 2000.

3. ANÁLISE DE DADOS

O objetivo deste trabalho é mostrar a importância de uma correta manutenção nos compressores de ar comprimido do tipo parafuso, cada componente, análise de óleo, análise de vibração, modo de montagem, sentido de rotação e monitoria de temperatura, deve ser analisado e executado com muito critério e deve ser interpretado com as normas técnicas para cada especificação.

O objetivo específico deste trabalho é analisar a correta forma de realização da manutenção em compressor de ar comprimido do tipo parafuso, também mostrar os tipos de manutenção existente conforme é apresentada uma alteração dos parâmetros e falhas dos equipamentos. Dentre todas as manutenções a mais importante que é a manutenção preventiva deve ser realizada sem erros ou falhas, pois através dela que você tem a garantia que o equipamento vai funcionar sem nenhuma falha.

Neste trabalho vimos como é importante uma correta manutenção e como deve ser feita, todos os passos devem ser respeitados e é sempre importante manter as análises e manutenções em dia.

O objetivo deste trabalho e mostrar como deve ser feito a manutenção de compressores de ar comprimido do tipo parafuso. Através dos dados técnicos, inspeções e manutenção

preventiva, as máquinas têm vida útil renovada e trabalham sem danos aos seus componentes e diminuem as paradas por manutenção corretiva.

Tipo de estudo: este é um estudo qualitativo, por apresentar os resultados de uma correta execução de um reparo ou manutenção.

- Tipo de estudo

Estudo de caso / qualitativa/ descritiva

- Amostra

Compressor Atlas GA 160

- Critérios de seleção

A máquina foi escolhida por apresentar um bom funcionamento, ser mais comum de se encontrar no mercado ou em empresas e por apresentar uma excelente monitoria em seu sistema de operação.

- Instrumento de coleta de dados

Equipamento instalado e funcionando.

- Procedimentos para a coleta de e análise de dados

Acompanhar a manutenção feita por um técnico especializado.

- Resultados: Com este trabalho o resultado esperado é que possa ficar bem claro como deve ser realizada uma boa manutenção e como deve ser feita, além de destacar a importância de sempre manter as inspeções preventivas e as coletas de óleo e de análise de vibração, pois, através destas que podemos prever quebras futuras e até mesmo falha do equipamento.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo de descrever ferramentas da manutenção mais utilizadas para gerenciamento da manutenção industrial. Como demonstrado, com a sua utilização é possível reduzir custos, risco de quebras, evitar perda de produção, diminuir tempos de imobilização e de intervenção no equipamento através de boa preparação para o trabalho, garantindo que serão reduzidos as falhas e defeitos, garantindo a produção, segurança e assim aumentando o tempo de vida dos componentes das máquinas.

O equipamento motor do tipo parafuso e os seus principais componentes sofrem desgaste, por isso devem ser constantemente verificadas e aplicadas à correção desses. A vantagem de fazer o acompanhamento e verificações dos componentes mecânicos do redutor, fazendo testes para garantir o perfeito funcionamento tem a finalidade de prevenir vários tipos de problemas que afetam o funcionamento do equipamento.

O presente estudo faz citações evidenciando o caráter preventivo de falhas obtido através de técnicas de gerenciamento e controle de manutenção e do funcionamento dos motores do tipo parafuso, que contribui para a redução de tempo e número de paradas com consequente aumento de disponibilidade para a operação, proporcionando maior produtividade. Neste contexto é possível concluir que é de suma importância conhecer tipos de falhas e suas causas, visto que a partir daí, é possível fazer um plano de manutenção mais eficiente a fim de aumentar a vida útil do equipamento. Sendo assim, também se concluiu que praticar a manutenção significa a garantir o bom funcionamento do equipamento, objetivando os menores custos possíveis para as empresas.

Vimos aqui que os tipos de manutenção que mais se adaptam aos compressores são as manutenções preventivas e preditivas além de esporadicamente uma manutenção corretiva planejada pode ser incluída por se tratar de uma intervenção mesmo fora do plano de manutenção.

A manutenção preventiva contribui para o melhor desempenho do equipamento uma vez que ela controla as datas e mantém todas as intervenções em dia, quando é bem desenvolvida, ela traz a garantia que todos os componentes de desgaste rápido estão com vida útil em dia o que diminui uma possível quebra ou parada.

Ja a manutenção preditiva contribui mantendo as análises em dia mantendo assim a garantia de que o óleo um dos principais componentes da máquina esteja sempre em um bom estado físico o que mantém um bom desempenho da máquina evitando principalmente desgaste dos componentes e elevação da temperatura do sistema. A análise de vibração mostra como estão as partes rotativas e de contato da máquina, uma vez esta não estando em bom estado a análise de vibração mostra o limite aceitável, saindo deste limite automaticamente a substituição do componente deve ser feita.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 5462. Rio de Janeiro, 1994.

Compressores-Guia-Pratico-Confabilidade-Disponibilidade. Editora Bookman, Porto Alegre RS 7 de fevereiro de 2014

CUNHA, R. C. **Análise do estado de conservação de um compressores de ar do tipo parafuso através da técnica de partículas de desgaste no óleo lubrificante auxiliada pela análise de vibrações**. 2005. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

KARDEC, A.; NASCIF, J. A. **Manutenção: função estratégica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark , 2009.

LUBRIKOL. **Manual Técnico. Importância na Análise de Óleo Lubrificante**. 2018.

LUDEMA, K. Friction, wear, lubrication: **a textbook in tribology**. Boca Raton: CRC Press, 1996.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 6ª edição, São Paulo: atlas, 2007.

MARTINS, G.A.; PINTO, R.L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. São Paulo: Atlas, 2001.

NEPOMUCENO L.X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. Vol.2. São Paulo: Edgar Blucher, 1999.

PINTO, A; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed.1999.

REFERÊNCIAS ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5462: **Confabilidade e Manutenabilidade**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

RODRIGUES, Paulo Sérgio B. **Compressores industriais**. Rio de Janeiro: EDC, 1991.

SILVA, Napoleão F. **Compressores alternativos industriais: Teoria e prática**. Rio de Janeiro, Ed Interciência, 2009.

SIQUEIRA, Y. P. D. S. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação. 1ª (Reimpressão)**. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SOUZA, S. S.; LIMA, C. R. C., **Manutenção Centrada em Confiabilidade como Ferramenta Estratégica**, XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, 2008.

STOETERAU, R. L. **Apostila de tribologia**. Florianópolis: Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina. p.71 – 92. 2004.

TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 1999.

VILLAR, Mauro de Salles. **Língua portuguesa – Dicionário 1**. 2 ed. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

XENOS, H. G. P. **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2004.