



ANÁLISE PREDITIVA, UM INDICATIVO DE FALHA

Claudivânia Santos de Cerqueira, vaninhakcasq@hotmail.com
Danilo Gomes Vitoria, danilovitoria12@hotmail.com
Flavio dos Santos de Jesus, saintsflavio@gmail.com
Sueid Pereira de Carvalho, sueidcarvalho@gmail.com

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas – Bahia. CEP 44380-000.

Resumo. Este estudo tem como objetivo aprofundar e desmistificar o processo de manutenção das máquinas, expondo a importância da manutenção preditiva, como as falhas mecânicas nos equipamentos podem ser evitadas e a relevância das máquinas terem um processo contínuo sem paradas inesperadas. A manutenção preditiva pode ser considerada como a de maior eficiência, pois consegue definir com antecedência as avarias causadas pelo uso do equipamento, sendo ela feita de tempo em tempos. Trata-se de uma revisão bibliográfica sobre a análise preditiva como indicativo de falha. Desta forma, percebe-se alguns fatores de riscos causados pela instalação inadequada e o quanto a vibração pode prejudicar o funcionamento e a longevidade da máquina, tornando assim de extrema importância a manutenção. Saber os tipos de vibrações pode solucionar diversos problemas, como desbalanceamento, desalinhamento, falha, entre outros.

Palavras chave: Preditiva. Manutenção. Vibrações. Falhas.

1. INTRODUÇÃO

Com o começo da Revolução Industrial a demanda de máquinas para substituir o trabalho braçal foi crescente, máquinas modernizadas vem sendo criadas constantemente para satisfazer as grandes demandas tanto empresariais quanto populacional. A ação da manutenção é importante nesse processo produtivo, pois favorece a empresa a ter menos danos, e evita paradas indesejadas nesse processo que é tão valioso. De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnica a manutenção é definida como: “Combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida” (ABNT- NBR 5462 1994).

Dados coletados da Associação Brasileira de Manutenção (ABRAMAN) de 2009 apontam que o investimento das indústrias com manutenção gira em torno de 4,14% do PIB, comparado a economia do país, indicando que é um valor expressivo. A manutenção deve ser tratada com mais importância sendo é indispensável para o setor industrial. “A grande interseção do setor de manutenção com o de produção, influenciando diretamente a qualidade e produtividade, faz com que o mesmo desempenhe um papel estratégico fundamental na melhoria dos resultados operacionais e financeiros dos negócios” (XENOS, 1998).

KARDEC & NASCIF (2009, p. 17) apresenta paradigmas da manutenção do homem em relação ao tempo:

- Paradigma do passado: o homem da manutenção sente-se bem quando executa um bom reparo;
- Paradigma do presente: o homem da manutenção sente-se bem quando também evita a necessidade do trabalho, a falha;
- Paradigma do futuro: o homem da manutenção sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não planejadas.

A maioria das empresas brasileiras ainda opera no paradigma do passado, apenas uma pequena quantidade atuam no paradigma do futuro (KARDEC & NASCIF, 2009). De acordo com o apresentado tem-se maior necessidade para a aplicação da manutenção no ramo industrial, o qual busca uma otimização no planejamento, quando bem implementada torna-se mais eficiente e inteligente, possibilitando e/ou apresentando excelentes resultados financeiro.

Segundo KARDEC & NASCIF (2009, p. 11): “a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz, ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas principalmente é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada”.

Existem vários tipos de manutenção sendo os mais utilizados: preventiva, corretiva e a preditiva. A manutenção preventiva segundo a NBRT é a “Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item” (NBR 5461

1994). A NBR 5462 1994 define a manutenção corretiva como: “Manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. É a manutenção mais cara que existe na indústria. A manutenção preditiva consiste em realizar inspeções instrumentadas de tempos em tempo no equipamento, visando prever avarias e alguma falha futura, fazendo um tratamento prematuro dos desgastes do equipamento, sendo assim aumenta a eficácia nos reparos, evitando danos e prejuízos maiores como parada de produção. O custo-benefício da manutenção preditiva quando bem aplicado apresenta maiores benefícios comparado aos outros tipos, atuando quando tem alguma falha potencial, o mesmo evita que seja retirada essa falha, não permitindo agravar o problema a ponto de acontecer uma falha catastrófica.

Segundo KARDEC & NASCIF (2009, p. 53) mostra como a manutenção preditiva veio ganhando força ao longo da década de 60 por ter uma eficácia muito grande, e um bom custo-benefício, já a corretiva por ser a mais cara, vem de uma decrescente ao longo do tempo. Dentre as diversas técnicas destacam-se por maior uso: análise de óleo, termografia, ultrassom e análise de vibração, estas estão associadas indicando como maior precisão um modo de falha.

O estudo das vibrações se deu com o surgimento dos instrumentos musicais. A partir dos antigos filósofos, conseguiu-se analisar e estudar os movimentos oscilatórios através de cordas, tubos, tambores, entre outros. Um dos indicativos para o modo de falha é o estudo das vibrações advindas de um equipamento que auxilia ao melhor entendimento do comportamento operacional da máquina, contribuindo para tomada de decisão da equipe de manutenção. Entende-se por vibrações mecânicas a oscilação da partícula ou do corpo em torno de um referencial de equilíbrio, ou seja, se deve ao fato da movimentação onde ocorre o deslocamento da estabilidade do corpo.

O movimento de vibração está, na maioria dos casos, associadas às perdas, tanto das peças quanto do próprio equipamento e estas por sua vez estão ligadas a atritos que ocorrem em sistemas mecânicos, o atrito é ocasionado através dos elementos de máquina e resulta em uma amplitude vibratória. Com precisão é indicado possíveis defeitos que o equipamento pode apresentar, e o estado físico das máquinas, evitando a quebra de ritmo no sistema produtivo, e prejuízos financeiros.

Análise de vibrações se dá através do estudo do grau de liberdade, forças que atuam no sistema e análise da posição de estabilidade. Como aponta França e Sotelo (2013, p. 95), o conceito de graus de liberdade está associado aos possíveis deslocamentos que um conjunto de corpos acoplados pode realizar no espaço físico. Assim, um ponto material totalmente livre pode efetuar deslocamentos nas três direções do espaço. Portanto, existem três graus de liberdade, que coincidem com o número de coordenadas necessárias para definir um deslocamento finito no ponto.

Na vibração mecânica, é possível observar o desenvolvimento de movimentos oscilatórios. Esse movimento ocorre pela variação de amplitude, podendo apresentar uma ou mais frequências. Quando um corpo apresenta uma vibração ele tem uma frequência fundamental, que é a frequência básica e múltiplas gerando os harmônicos.

Na análise de vibração em equipamentos rotativos, é possível identificar e detectar o surgimento de falhas como: acoplamentos desalinhados, rotores desbalanceados, vínculos desajustados, eixos deformados, lubrificação deficiente, folgas excessivas em buchas, falta de rigidez e etc.

Segundo França e Sotelo (2013, p.2), se não for possível eliminar totalmente a vibração, deve-se ao menos tentar mantê-la sob controle e com auxílio de planejamento e programação das manutenções apropriadas, antecipar a substituição de componentes mecânicos antes que as avarias ocorram.

Tem como objetivo mostrar a importância da manutenção preditiva, o quanto pode-se economizar quando a mesma é aplicada corretamente. Mostrando quais são os tipos de falhas mais comuns, e o quanto a vibração em excesso pode causar impacto negativamente no processo produtivo.

2. METODOLOGIA

Para a produção literária deste artigo foi realizado uma revisão bibliográfica sobre a análise preditiva como indicativo de falha. A pesquisa bibliográfica segundo Lakatos e Marconi (2007) trata-se da escolha, arrolamento e documentação de toda bibliografia já publicada sobre o tema em que está sendo pesquisado. Almeja-se, portanto, colocar o pesquisador em relação direta com todo material escrito sobre uma determinada temática. Esse estudo de revisão bibliográfica possui base descritiva e foi feito um levantamento de dados examinados na literatura através de artigos, TCC, teses, livros, revistas científicas e sites, com o objetivo de eleger estudos clássicos e contemporâneos proeminentes para a discussão do tema abordado.

3. RESULTADOS

Foi possível notar que a manutenção é um grande aliado das empresas, quando aplicado corretamente o resultado obtido possui qualidade e eficácia. E que a análise preditiva tem um melhor custo-benefício comparado a outros tipos de manutenção, pois atua diretamente em possíveis falhas potenciais, reduzindo os níveis de desalinhamento de máquinas. Com a análise de vibração é justificável prever danos que podem ocorrer nas peças, pois avalia de forma precisa as condições dos equipamentos.

3. 1 Tipos de Vibrações

Em análise de vibrações podemos citar alguns tipos: vibração forçada, vibração livre, vibração amortecida, vibração não amortecida. A vibração forçada é quando o sistema está sofrendo ação de forças externas durante seu movimento ocasionando uma implementação de velocidade e deslocamento no sistema em questão. A vibração livre que não há forças externas atuando no sistema. Na vibração amortecida a força do atrito faz com que o sistema opere mais lentamente, esse atrito pode ser externo ou interno, e com o passar do tempo à amplitude do movimento oscilatório vai diminuindo. Já na vibração não amortecidas o atrito é considerado desprezível e o sistema opera de forma contínua.

3. 2 Falhas

A NBR 5462(2004) dá uma definição a respeito da manutenção e da confiabilidade dos equipamentos, o primeiro conceito é sobre falha, que segundo essa norma, “é caracterizada pela incapacidade de um item desempenhar uma função requerida”. Ou seja, quando um equipamento não pode realizar suas respectivas funções, ele está com algum tipo de anomalia. É propício que falhas ocorram, estas podem estar associadas a erro de montagem, manutenção inadequada, desgastes dos próprios elementos de máquinas, a imperfeição do material, dentre outros.

Na indústria existem quatro tipos de falhas que podem ser evitadas com uso da manutenção preditiva que são:

- Falhas ocultas: é quando equipamento já está apresentando uma falha interna, mas essa falha ainda não apresenta sintomas de uma queda de ritmo de produção;
- Falha potencial: o equipamento já apresenta lentidão no seu funcionamento e uma queda do seu desempenho, tendo uma perda parcial de sua função;
- Falha funcional: o equipamento não mais consegue realizar suas funções que é esperado para a produção;
- Falha total: o equipamento já não mais funciona, e é acarretado em quebra.

Uma vez que essas falhas são tratadas com a análise de manutenção preditiva a produção é mantida, podendo evitar gastos inesperados, reduzindo os danos, fazendo com que a empresa tenha menor prejuízo.

Segundo Jiménez (2018), um estudo conjunto do Wall Street Journal e da Emerson mostrou que o tempo de inatividade não planejado custa aos fabricantes industriais cerca de US \$ 50 bilhões por ano. A falha do equipamento é a causa de 42% desse tempo de inatividade não planejado. Interrupções não planejadas resultam em manutenção excessiva, reparo e substituição de equipamentos. Da mesma forma, procedimentos de manutenção desatualizados desperdiçam recursos e podem expor a equipe a maiores riscos de segurança.

3. 2. 1. Desalinhamento

Em equipamentos rotativos percebemos a importância do alinhamento e desalinhamento através do estudo da vibração. Por definição, o desalinhamento é causado pela falha de coincidência entre os eixos acoplados e eixo de rotação, podendo ser definido de três formas: desalinhamento paralelo, angular e combinado.

Os problemas relacionados ao desalinhamento são inúmeros, desde falhas no desempenho da máquina onde impactará diretamente na produção, por consequência tem-se a relação direta com o custo, aumentando o consumo para realizar o mesmo procedimento.

Para isso é necessário manutenção adequada, neste caso, manutenções preditivas em que se podem observar alguns sinais que a máquina demonstra nesses casos, tais como vibrações excessivas, falso apoio e alta temperatura.

De acordo com CESP (2010) nos últimos dez anos houve uma grande parada de máquinas industriais por possuir desalinhamento que ocorre devido aos eixos não estarem alinhados, por consequência geram problemas tais como o superaquecimento da máquina ou equipamento, vazamento de óleo, dentre outros.

3. 2. 2 Desbalanceamento

O desbalanceamento é uma das principais causas da vibração da máquina, é o resultado do aumento de carga nos mancais, fundações e nos rotores, que por consequência aumenta o desgaste e reduz sua vida útil. Essencialmente existem dois tipos de desbalanceamento: o dinâmico e o estático. O desbalanceamento dinâmico dá-se quando a linha do centro de massa não está de acordo com a linha geométrica da rotação, é o tipo mais comum. O desbalanceamento estático é quando o centro de massa do conjunto rotativo não coincide com o centro de rotação e isso ocorre por erro de fabricação, montagem incorreta, etc.

De acordo com Bandeira (2013), algumas das principais causas de desbalanceamento são: balanceamento não executado adequadamente, perda de parte do rotor, depósitos de material estranho no rotor, empeno permanente ou temporário, excentricidade entre componentes acoplados e forças provocadas por fluido.

Estudos apontam que 50% dos problemas de vibrações detectados em máquinas tem a mesma causa que é o desbalanceamento (FURTADO, 2010).

3. 2. 3 Desgaste de elementos de máquina

O desgaste é quando um material em meio ao seu trabalho começa a se degradar. De acordo com Raymond Bayer, do livro “Mechanical Wear Fundamentals and Testing, Revised and Expanded”, desgaste é um dano progressivo a uma superfície causado pelo movimento relativo com outra substância. É muito comum que alguns elementos de máquinas entre em contato diretamente com outros tipo de matérias seja ele metal, líquidos, partículas sólidas, entre outros. O desgaste implica em um dano que ocorre na superfície em uma ou mais substâncias em contato com ela, podendo ser definida como a perda progressiva de material da superfície considerada (ZAMPIERI, 1983).

Ainda de impactos diretos em curto prazo, pode destacar o fato dos desgastes dos elementos de máquinas que muitas vezes ocorrem em médio prazo, exigindo dos componentes maiores esforços. São exemplos desses elementos os rolamentos, vedações, acoplamentos. Demonstrando falhas como vazamentos, desgastes excessivos, aquecimentos, ressecamentos, entre outros. O desgaste é um dos agentes que mais causam danos na produção, pois faz com que o equipamento tenha quedas bruscas em seu ritmo de produção, além do consumo maior de energia, por isso faz-se necessário que haja uma redução de desgaste e atrito entre os elementos.

Wulpi (1999) define o desgaste em várias maneiras, e dentre elas tem-se duas: Desgaste Abrasivo e Desgaste por Fadiga. O tipo de desgaste mais comum é o Desgaste Abrasivo, ocorre quando partículas entre duas ou mais superfícies entram em atrito, gera uma perda progressiva do material, a peça desgastada gera perda de eficiência do equipamento, sendo eliminado através de tratamentos térmicos das superfícies ou aplicação de revestimentos duros.

O Desgaste por fadiga é definido pela norma ASTM E1823-13 como: “o processo de mudança localizada, permanente e progressiva na estrutura, que ocorre no material sujeito a flutuações de tensões e deformações que pode culminar em trincas ou completa fratura depois de um número suficiente de flutuações”. Ou seja, é quando duas superfícies estão em contato uma com a outra, pressionadas com uma força. Esse tipo de desgaste pode ser eliminado ou reduzido através de redução da tensão residual de compressão na superfície e eliminando a possibilidade de escorregamento no acoplamento.

4. CONCLUSÃO

O suposto estudo demonstra que a manutenção preditiva consegue agregar a indústria uma visão geral de sua importância, pois as possíveis falhas que ocorrem nos equipamentos podem ser diagnosticadas com maior frequência, reduzindo assim os problemas.

A análise realizada considerou os tipos de vibrações, falhas, desalinhamento, desbalanceamento e o desgaste ocorrido nos elementos de máquinas. O que ocasiona cada uma dessas características e o que pode ser feito para prevenir danos maiores na indústria, gerando redução na parada das máquinas, que ocasionava perdas na produção.

Nessas condições a manutenção preditiva analisa o desenvolvimento do movimento oscilatório causado pela vibração mecânica, agregando a indústria um posicionamento maior com relação às falhas que são possíveis de ocorrer em equipamentos, prevenindo problemas futuros. Chegou-se a essa conclusão por esta análise ocorrer através do grau de liberdade e das forças que atuam.

O presente estudo mostrou o qual faz necessário a prática da manutenção dentro da indústria, financeiramente é mais viável o uso da preditiva, pois seu diagnóstico torna muito eficaz quando é bem executado, Tornando o processo produtivo mais eficaz e contínuo.

5. REFERÊNCIAS

- ARCO-VERDE, M. M., Identificação de falhas em sistemas rotativos empregando técnicas não-lineares. Rio de Janeiro, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5462: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- ASTM E1823 - 13 Standard Terminology Relating to Fatigue and Fracture Testing. Disponível em: <https://www.astm.org/Standards/E1823.htm>. Acessado em 15 de junho de 2019.
- BANDEIRA, Guilherme. Vibração e ruído em manutenção preditiva. Disponível em. 2013. Acesso em: 28/06/2019.
- C. X. Li, Wear and Wear Mechanism. The University of Birmingham, UK Disponível em: http://emrtek.unimiskolc.hu/projektek/adveng/home/kurzus/korsz_anyagtech/1_konzultacio_elemei/wear_and_wear_mechanism.htm. Acessado em 20 de maio de 2019.
- CESP – Companhia de Energia de São Paulo. Instruções de Manutenção. 2010.
- COSTA, M. A. Gestão estratégica de manutenção: uma oportunidade para melhorar o resultado operacional. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Produção)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013. 103 f.
- Disponível em: <http://engenheirodemateriais.com.br/2017/11/03/desgaste-e-os-seus-mecanismos/>. Acessado em 30 de maio de 2019.

- Disponível em: <http://engenheirodemateriais.com.br/2017/11/03/desgaste-e-os-seus-mecanismos/>. Acessado em 31 de maio de 2019.
- Disponível em: <https://www.ebah.com.br/content/ABAAABSgoAC/3-vibracoes-forçadas>. Conceito de vibrações forçadas. Acessada em 20 de maio de 2019.
- FRANÇA, L. N. F.; SOTELO JUNIOR, J. Introdução às vibrações mecânicas. 1.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2013.
- FURTADO, L. S., Análise de vibração em equipamentos mecânicos. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/analise-de-vibracao-em-maquinas/4732396/>. Acessado em 30 de junho de 2019.
- JEMÉNEZ, J. 5 fatores sobre manutenção preditiva que precisa ser conhecido. Disponível em: <http://infraroi.com.br/5-fatos-sobre-manutencao-preditiva-que-valem-a-pena-conhecer/>. Acessado em 10 de junho de 2019.
- JESUS, S. S. DE, CALVACANTE, P. F., Utilização de bancadas de ensaio para estudo do comportamento dinâmico de máquinas rotativas – vibrações mecânicas. HOLOS, ano 27, vol. 3, 2011.
- KARDEC, A.; NASCIF J. Manutenção: função estratégica. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. Metodologia científica: ciência e conhecimento científico, métodos científicos, teoria, hipóteses e variáveis. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- MAGALHÃES, D. L., Balanceamento de rotores utilizando os métodos dos 3 pontos de do coeficiente de influência. Rio de Janeiro, 2013.
- RAO, Singiresu S. Mechanical Vibrations. 4.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008.
- TSCHIPSCHIN, A. P., Análise de falhas III.
- WULPI, D. J. Understanding how components fail. 2ª Ed. ASM International, 1999.
- XENOS, H. G. Gerenciando a Manutenção Produtiva. 1ª edição. Rio de Janeiro: INDG, 1998. 302 p.
- ZAMPIERI, P. R.; Microestrutura e resistência ao desgaste abrasivo de uma liga para revestimento duro contendo nióbio, Tese (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, 1983.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.