

Capítulo II – O Uso das Técnicas Preditivas na Manutenção de Esteiras Transportadoras

Weslei Câmara Barboza ⁶
Rodolfo Alexandre Hildebrandt ⁷
Antonio Carlos Rodrigues ⁸
Aparecido Serapiao Dos Santos ⁹
Adriana Giseli Leite Carvalho ¹⁰

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso, de aplicação da manutenção preditiva juntamente com a inspeção de rota, onde o setor de manutenção, de planejamento de manutenção, e o de planejamento de produção trabalham engajados para atingir um objetivo comum, a produtividade. Com isso a empresa ganha, pois com os equipamentos disponíveis, com menos quebra, a lucratividade da empresa cresce. Através da aplicação da planilha de monitoramento, os defeitos que antes não eram observados, ou medidos, passam a ser acompanhados mensalmente, o que permite uma análise da condição dos equipamentos, e uma ação imediata frente aos defeitos apresentados, também a manutenção trabalha com informações reais, pois utiliza-se de números confiáveis extraídos de equipamentos adequados a funções.

Palavras-chave: Manutenção. Análise. Monitoramento. Preditiva.

THE USE OF PREDICTIVE TECHNIQUES IN MAINTENANCE OF CARRIER TRACKS.

ABSTRACT

This article aims to present a case study of the application of predictive maintenance along with route inspection, where the maintenance, maintenance planning, and production planning sectors work together to achieve a common goal, the productivity. With this, the company wins, because with the equipment available, with less breakdown, the company's profitability grows. Through the application of the monitoring spreadsheet, defects that were not observed or measured before are monitored monthly, which allows an analysis of the condition of the equipment, and immediate action against the defects presented, maintenance also works with information real, as it uses reliable numbers extracted from equipment suitable for functions.

Key-words: Maintenance. Analyze. Monitoring. Predictive.

⁶ Esp. Gestão da Manutenção industrial, Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: wesleibarboza@selmi.com.br

⁷ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

⁸ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

⁹ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: aparecido.serapiao@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje a indústria 4.0 tem sido muito comentada nas fabricas, pois trouxe um conceito de trabalho muito mais automatizado, não somente relacionado a produção, mas também a manutenção, onde sensores de pressão, de vibração, e de temperatura instalados em alguns pontos, fazem as leituras e mandam para computadores que processam as informações coletadas para análises, o que torna mais fácil para a manutenção a coleta dos dados, que anteriormente só podiam ser feitas no local.

Em muitos casos os custos para implantação desse tipo de monitoramento são inviáveis devido a aplicação, pois em locais de fácil acesso, e aplicações de baixos custos, não compensam o investimento.

Esse estudo abordou um método simples e muito eficiente para coleta de dados e verificação de falhas, que colaboram muito com a manutenção, evitando quebras durante a produção, e gastos desnecessários com troca de peças que ainda estão em condição de uso, pois antes da falha, o mantenedor consegue através das inspeções, já identificar, solucionar o problema, e fazer um acompanhamento dos componentes para utiliza-los o máximo possível. Esse método também colabora para que no momento da manutenção o mantenedor saiba onde está o problema antes mesmo de chegar no equipamento, podendo assim já verificar se tem as peças no almoxarifado e requisitar os materiais utilizados para o serviço.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendo em vista a demanda de produção nas indústrias, e a importância da manutenção nesse processo, cada dia mais a disponibilidade dos equipamentos são computadas e trabalhadas para que a produção das fabricas sejam maiores e com custos menores. A manutenção preditiva é uma ótima ferramenta para isso, a seguir será apresentado os métodos aplicados em esteiras transportadoras, com algumas técnicas que garantem a redução da indisponibilidade.

Para Pereira (2011, p.134), as metodologias associadas

[...] à avaliação da condição de um equipamento envolvem um conjunto de procedimentos onde se destacam: Comparação com normas técnicas ou recomendações do fabricante do equipamento ou ainda dos rolamentos através de tabelas; Comparações com leituras anteriores ou leituras consideradas padrão; Comparações estatísticas com a variação do nível global entre diversas inspeções (desvio padrão) ou bandas de frequências predefinidas.

2.1. Análise de vibração

A aplicação da análise de vibração, no diagnóstico de defeitos em sistemas rotativos é uma técnica utilizada há muitos anos em indústrias de diversos seguimentos, entre elas, alimentícias, químicas, automotivas e outras onde houver movimentos eletromecânicos, para detectar desbalanceamento de eixo, rolamento danificado e folgas.

Na última década, a evolução tecnológica da informática e eletrônica permitiu o desenvolvimento de equipamentos portáteis para a coleta, análise e gerenciamento de um grande volume de dados de vibração, esta técnica preditiva mal empregada, não traz os resultados esperados, pois esses tipos de resultados devem ser planilhados e acompanhados para análise da evolução ou manutenção dos dados medidos.

É denominada de “monitoramento pela condição” quando é feito um acompanhamento da evolução do desgaste (vida útil) dos elementos girantes, como eixos e rolamentos, a tabela 1 mostra os padrões de critério para julgamento do estado da máquina, onde deve ser utilizada como parâmetro para saber a condição do equipamento.

Tabela 1 – Norma ISO 10816

NORMA ISO 10816				
Critérios para julgamento de estado de máquinas				
NÍVEL DE VIBRAÇÃO (mm/s)	ATÉ 20CV	DE 20CV ATÉ 100CV	> 100CV BASE RÍGIDA	> 100CV BASE FLEXÍVEL
0,28	BOM	BOM	BOM	BOM
0,45				
0,71				
1,12	ADEQUADO	ADEQUADO	ADEQUADO	ADEQUADO
1,8				
2,8	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL
4,5				
7,1	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL
11,2			ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL
18			ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL
28	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL
45			INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL

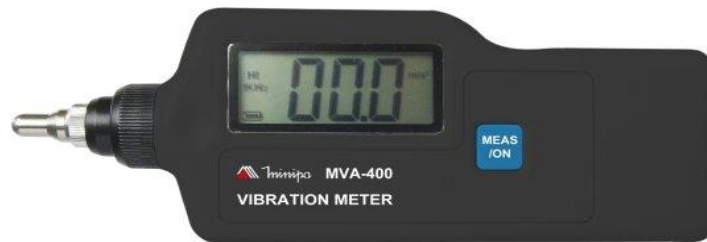
Fonte: Preditec Engenharia de manutenção (2011)

Devem estar presentes algumas considerações básicas no momento em que se decide fazer a medição de vibração em uma máquina, estrutura ou equipamento, todos eles têm suas particularidades que devem ser levadas em consideração, de maneira que todas as medições sejam adequadas para fornecer resultados confiáveis.

Alguns aspectos devem ser levados em consideração como: Qual o tipo de máquina, como é sua construção, qual o propósito da medição, o que queremos ver, qual a faixa de frequência. Abaixo alguns equipamentos que o mercado disponibiliza para análise de vibração:

- **Vibrômetro:** Um equipamento simples que utiliza baterias substituíveis, tem como sensor o *pick-up* de velocidade ou acelerômetro, pode também utilizar acoplado ao equipamento, um estetoscópio, é capaz de medir amplitude de deslocamento e velocidade em várias faixas de frequência, ajustáveis por meio de um seletor, o Vibrômetro mostra apenas vibração total;
- **Caneta de Medição de Vibração:** Um instrumento bastante pequeno que lembra uma caneta, o sensor é um acelerômetro piezoelétrico com integrador, é usado para avaliação de problemas como desbalanceamento, detecta problemas que ocorrem em altas frequências – 10 KHz a 30 KHz - característicos de rolamentos e engrenamento, conforme figura abaixo;

Figura 1 – Medidor de Vibração MVA-400



Fonte: Minipa do Brasil (2019)

- Analisador de Vibração: Conforme visto, o Vibrômetro só mostra vibração total (*overall*), já o Analisador de Vibração possui a capacidade de selecionar a frequência para medição, assim possibilitando o diagnóstico mais preciso com relação ao que está causando a vibração.

2.2. Análise temperatura

A temperatura é um dos parâmetros mais simples e baratos para serem monitorados, pois com um simples termômetro já é possível fazer a medição e o acompanhamento da tendência.

Abaixo alguns exemplos de locais de onde pode ser coletados os dados de temperatura:

- Temperatura de mancais: Os mancais são locais que normalmente irão aquecer devido alguma falha no rolamento, seja ela de falta de lubrificação, lubrificação incorreta ou falha na construção do rolamento ou mancal;
- Temperatura de redutores: Os danos internos nas peças dos redutores geralmente refletem em um aumento de temperatura na parte externa do redutor;
- Temperatura do motor: O motor elétrico geralmente aquece por uma sobrecarga sofrida, mas pode também sofrer uma alteração devido alguma falha elétrica, como por exemplo uma falta de fase ou um mal dimensionamento do motor.

Existem diversas maneiras de medir temperaturas, as mais usadas são:

- Termômetro de contato: São pequenos, leves, com mostradores digitais e para coleta de dados, basta apenas encostar o equipamento onde se necessita medir a temperatura;
- Fita indicadora de temperatura: São fitas adesivas com alguns quadrados ou anéis brancos que representam a escala de temperatura, neles estão indicados as temperaturas em graus Celsius (°C) ou Fahrenheit (°F). Assim que a temperatura do local medido atinge o valor indicado na fita os quadrados ou anéis brancos, se tornam pretos, e se mantêm pretos independente da temperatura ter caído;
- Termômetros infra vermelhos: Os termômetros infravermelhos (figura 2) fazem a coleta de radiação infravermelha através de um sistema ótico fixo e levam para um detector onde faz a conversão e transforma em um valor que pode ser dada em °C ou °F em um display digital. Normalmente são equipamentos leves e portáteis.

Figura 2 – Termômetro Infravermelho MT-320A



Fonte: Minipa do Brazil (2019)

- Câmera Termográfica: É um equipamento composto por um leitor de temperatura e uma câmera onde pode ser visto o local onde está com a temperatura mais elevada. Os dados coletados através da câmera podem ser descarregados em um computador, onde será possível o acompanhamento de tendências.


2.3. Inspeção visual

Mesmo sendo uma análise muito subjetiva, ou seja cada indivíduo tem uma forma de visualizar, inspeção visual é necessária para identificação das condições do equipamento, podendo assim diagnosticar algum desgaste, para isso existem alguns equipamentos que podem auxiliar nesse tipo de inspeção como: Pontas de provas 2 a 15mm de diâmetro; Espelhos manuais; Lupa manual; Lentes.

3. METODOLOGIA

Para fazer um acompanhamento eficiente das análises realizadas é preciso montar uma planilha, ou utilizar algum programa onde os dados coletados serão inseridos. No caso que será apresentado, foi utilizado uma planilha para alimentar as informações que tem o nome de Inspeção de rota, conforme tabela abaixo:

Tabela 2 – Planilha de Monitoramento

INSPEÇÃO DE ROTA ESTEIRAS															
ÁREA: Empacotamento			Linha:			Manutentor:			Data de Início:			Hora de Início:			
ESTEIRA (Tag):			Setor Responsável: Manutenção			Data de Término:			Data de Término:		Hora de término:				
EQUIPAMENTO	ITENS DE VERIFICAÇÃO (Assinalar com o X os itens verificados)										Está OK ?		Criticidade da ação de Manutenção		
	Temperatura Ambiente °C:	Ruído			Vibração			Vazamento	Alinhamento	Condutor Elétrico					
	Temperatura	P1	P2	P3	Sim	Não	Urgente				Normal	Observações			
Correia transportadora															
Moto-Redutor															
Roletes															
Mancal															
Rolamentos															

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Essa tabela deve ser preenchida da seguinte forma:

- Área: O setor onde está a esteira;
- Linha: O número da linha da máquina onde está instalada a esteira;
- Manutentor: Pessoa que está preenchendo a planilha;
- Data de início: Data de início da inspeção;
- Data de termino: Data de término da inspeção;
- Esteira (Tag): Número de identificação da esteira;

- Criticidade da ação de manutenção: Deve ser preenchida colocando um “x” em urgente, casos que precise de intervenção da manutenção urgentemente, e normal, caso a ação da manutenção possa ser programada para uma data mais longa;
- Temperatura ambiente: Deve ser colocado na tabela a temperatura do ambiente onde está instalada a esteira;
- Temperatura: Anotar a temperatura do Motoredutor e a temperatura dos mancais no local correspondente a cada um;
- Vibração: Anotar no item P1, P2, e P3 a vibração medida com o medidor MVA400 Minipa, conforme figura 1;
- Equipamento: Abaixo da descrição equipamento, se encontra os itens: Correia transportadora, moto redutor, roletes, mancal e rolamentos, logo a frente desses itens, aparece as condições possíveis para esses: Vazamento, alinhamento, desgaste, condutor elétrico, fixação, vedação, danificado, e outros. Basta colocar um “X” na opção que demonstre a condição do equipamento;
- Observação: Anotar as observações referentes aos itens marcados como “X” descrevendo a anomalia caso seja necessário;

3.1. Prática da inspeção

Alguns cuidados devem ser tomados para obter um bom resultado nas análises, primeiramente é preciso ser criterioso para avaliação dos itens da tabela, pois no caso da inspeção visual, o mantenedor deve ser bem treinado para essa tarefa, que exige atenção nos detalhes, para assim detectar um vazamento, pó de ferro decorrente de um desgaste de eixos, barulhos e cheiros anormais no sistema, corrosão, outro detalhe, é a maneira correta de utilização dos aparelhos de medição, como o termômetro e o medidor de vibração.

3.1.1 Coleta de vibração

A análise é feita com um Medidor de Vibração Minipa MVA-400, conforme figura 1. A posição e o modo como a informação da vibração são coletados é fundamental para o desenvolvimento de um programa de inspeção periódica. Nessa análise, a coleta de dados é feita na posição vertical.

Para fazer a análise é preciso pressionar a tecla *MEAS/ON* e selecionar o modo de medição de velocidade de vibração, dada em mm/s rms, que tem como finalidade detectar problemas rotacionais do equipamento (em baixa e média frequência), tais como: desbalanceamento, desalinhamento, problemas de falta de rigidez da base, pulsação de fluido, turbulência, cavitação, folgas mecânicas, componentes alternativos, etc. Tendo como configuração básica realizar-se a medição de 10 Hz a 1000 Hz [RMS] para avaliação segundo a norma ISO 10816-3 conforme tabela 1. Utilizando uma ponta de prova pequena acoplada ao aparelho, coloque o medidor nos pontos a serem medidos (P1, P2 e P3) e sobre ele é necessário exercer uma força de 500 gramas a 1 kilograma, aguarde dois segundos e faça a leitura no *display* do analisador anotando os valores na tabela 2. Para entender se o valor de vibração medido está fora do permitido, deve-se observar se os valores estão acima do permitido conforme tabela 1, ou acompanhar a gráfico de tendência que irá mostrar o aumento da vibração, o que indicará para o mantenedor que há uma anomalia no equipamento.

3.1.2 Coleta de temperatura

A temperatura é coletada com um termômetro infravermelho MT - 320 conforme figura 2, o termômetro possui um feixe de luz que ao pressionar o botão da pistola ele emite uma luz que serve para focar no ponto onde deve ser medido. O valor correspondente a temperatura aparece no *display* do aparelho, esse valor deve ser anotado na tabela 2, primeiramente anotar o valor da temperatura ambiente e logo, o valor medido no equipamento.

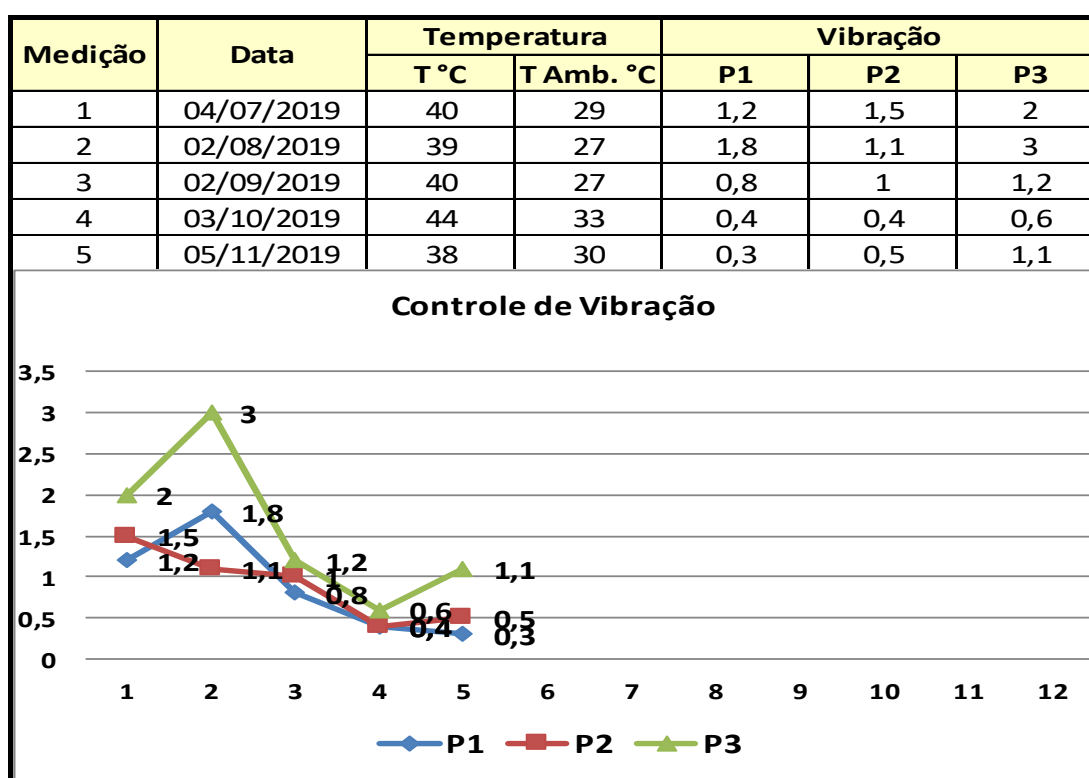
3.1.3 Inspeção visual

Para essa prática é necessário que o mantenedor tenha noções básicas de mecânicas, pois é nesse momento que pequenas falhas no equipamento são

percebidas, como desgastes nas correias, pó de ferro nos eixos ou rolamentos, trincas, barulhos diferentes no sistema, entre outros diversos problemas que podem ser detectados com uma boa inspeção. A utilização da planilha de monitoramento (tabela 2) é de extrema importância para manter um padrão nas inspeções, pois o mantenedor deve seguir a sequência de verificação, o que faz com que todos sigam o mesmo formato de trabalho, com isso a manutenção funciona independente de quem faz as inspeções.

Na tabela abaixo é possível observar os dados coletados, e passados para uma planilha.

Tabela 3 – Dados coletados



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise foi feita em um período de cinco meses entre os meses de julho e novembro, em uma esteira transportadora com um motor redutor de 0,37 kW, onde uma vez por mês um mantenedor com o analisador de Vibração, conforme figura 1, um termômetro digital, conforme figura 2, e conferindo todos os itens descritos na

tabela 2, fez a inspeção e passou a planilha para o setor de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).

Todos os dados coletados mensalmente e passados para o PCM eram registrados em planilhas, e assim que anomalias eram identificadas, o planejador já abria uma Ordem de Serviço (OS) identificando a falha, essa OS imediatamente eram encaminhadas ao setor de manutenção, que conforme a necessidade, já solucionava o problema.

Na tabela 3 é possível observar através dos gráficos um aumento na vibração, nos pontos P1, e P3, na medição 2, do mês de agosto. Após constatado esse aumento o PCM abriu uma OS.

Cada ordem de serviço gerada é direcionada ao líder da manutenção, que dependendo da criticidade do problema e em acordo com o PCM, determina a data de execução do serviço.

Conforme programado pelo Líder e pelo programador, o mantenedor executou o serviço. O motorreductor estava com os retentores danificados o que levou a um vazamento de óleo onde fez com que o sistema mecânico gerasse um aumento na vibração, por que a coroa e o eixo sem fim estavam em contato direto por não ter o lubrificante. Após a manutenção, o redutor foi montado e feito novamente a análise de vibração, onde foi constatado a solução do problema. Nos meses posteriores a análise de vibração mostrou que o problema havia sido resolvido, pois os valores se mantiveram baixos.

Com o monitoramento, os grandes problemas são evitados, pois mensalmente a manutenção inspeciona os equipamentos, e um pequeno sinal de desgaste já é sinalizado, para que seja executado um reparo, com isso a linha de produção acaba não sendo afetada, pois a manutenção consegue ser programada para executar o serviço em um final de semana, ou durante a noite, ou em qualquer momento que a máquina estiver parada.

É muito importante que o setor de PCM esteja alinhado com o setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP), pois todas as manutenções devem ser feitas enquanto a máquina não estiver produzindo, para não impactar na eficiência da linha.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento dos equipamentos industriais podem ser feitos de diversas formas, atualmente com a indústria 4.0 a coleta dos dados não precisam mais serem manuais, pois através de sensores e *softwares* é possível ter os valores de temperatura, vibração e outras grandezas em tempo real. Em alguns casos os custos dos sensores para esses monitoramentos são altos. Levando em consideração a aplicação, que conforme o caso apresentado, por se tratar de um equipamento barato (esteiras transportadoras) e o local onde elas ficam ser de fácil acesso, ainda não vale a pena o investimento em monitoramentos automáticos.

Através do sistema de trabalho proposto nesse estudo, é possível fazer um acompanhamento eficiente do equipamento, com baixo custo, e que possibilita que a manutenção tenha um histórico dos trabalhos realizados. Um ponto negativo nesse tipo de inspeção é que depende muito da experiência, e qualidade do trabalho do mantenedor, pois todas coletas e análises são manuais, o que estão sujeitas a falhas humanas.

Neste trabalho evidenciou-se que um bom acompanhamento ainda que mesalmente, surtem bons resultados, pois através dele, foi possível identificar uma falha pela análise de vibração e tomar as devidas tratativas para o caso.

REFERÊNCIAS

MINIPA. Disponível em: <http://www.minipa.com.br/diversos/medidor-de-vibracao/360-mva-400>. Acessado em: 03/12/2019.

MINIPA. Disponível em: <http://www.minipa.com.br/temperatura-e-ambiente/termometros-infravermelho/361-mt-320a>. Acessado em: 03/12/2019.

PEREIRA, Mario Jorge. **Engenharia de manutenção: Teoria e prática**. 2ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2011. 228 p.

PREDITEC ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO. Disponível em: <http://www.prediteceng.com.br/balanceamento-dinamico>. Acessado em: 06/12/2019.