ANÁLISE DOS IMPACTOS DE NIVELAMENTO NA VIBRAÇÃO DOS ROLAMENTOS

Camilla Pedraça ⁽¹⁾ (camilla.pedraca@gmail.com), Leandro Elias Basmage Pinheiro Machado ⁽²⁾ (leandro.machado@anhanguera.com), Maria Camila Barbosa Farias ⁽³⁾ (mcamilabf1@gmail.com), Rafael Henrique de Oliveira ⁽⁴⁾ (rafael.henrique206@gmail.com)

⁽¹⁾ Centro Universitário Anhanguera (UNIDERP); Pós Graduação Engenharia

⁽²⁾ Centro Universitário Anhanguera (UNIDERP); Pós Graduação Engenharia

⁽³⁾ Centro Universitário Anhanguera (UNIDERP); Pós Graduação Engenharia

⁽⁴⁾ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Instituto de Física

RESUMO: *Este trabalho baseou-se no estudo do comportamento de equipamentos rotativos em situações industriais, para isso foi necessário o desenvolvimento de um experimento para análise dos impactos de nivelamento gerada nos mancais de apoio e rolamentos. Para tornar as medições possível foi utilizado um medidor de vibração de nível global. Esse instrumento permitiu a verificação da análise através da leitura da velocidade, deslocamento e aceleração de vibração. Também foram usados três tipos de sistemas de transmissão, correia lisa, correia dentada e uma corrente. Cada um com seu comportamento particular, indicando a detecção de uma falha e proporcionando ao avaliador do processo, a execução da manutenção corretiva de forma assertiva no elemento danificado. Os sistemas em análises também foram montados com as polias em duas posições, em um primeiro momento a polia maior foi ligada eixo do motor e em um segundo momento a polia menor foi acoplada no eixo do motor. Conclui-se que o segundo caso é o mais indicado, pois exige menos esforço no sistema.*

PALAVRAS-CHAVE: VIBRAÇÃO MECÂNICA; ROLAMENTO; MANUTENÇÃO.

ANALYSIS OF THE IMPACTS OF LEVELING IN THE VIBRATION OF BEARINGS

ABSTRACT: *This project is based on the study of the behavior of rotating equipment in industrial situations, for that it was necessary to develop an experiment to analyze the leveling impacts generated in the bearings and bearings. To make measurements possible a global level vibration meter was used. This instrument allowed the verification of the analysis by reading the velocity, displacement and acceleration of vibration. Three types of transmission systems, flat belt, toothed belt and chain were also used. Each one with its particular behavior, indicating the detection of a failure and providing the evaluator with the process, the execution of the corrective maintenance assertively in the damaged element. The systems under analysis were also assembled with the pulleys in two positions, at a first moment the larger pulley was connected motor shaft and in a second moment the pulley less was coupled on the motor shaft. Through the verification of calculations it was possible to verify that the second case is the most indicated because it requires less effort in the system.*

KEYWORDS: VIBRATION MECHANICS; ROLLING; MAINTENANCE.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela alta confiabilidade é o principal foco da indústria moderna, os resultados esperados são processos produtivos em operação contínua, sem a ocorrência de falhas. A detecção precoce de falhas acarreta num planejamento de intervenções de manutenção, otimizando recursos humanos, financeiro, dentre muitos. Em principal, pode ser destacado, maior segurança, melhoria na qualidade do produto, redução ou ausência de impactos ambientais, aumento da produtividade e consequentemente maior geração dos lucros (BARILLI (2013).

A tecnologia é a principal aliada na busca da padronização de processos baseados em confiabilidade e o profissional familiarizados com as tecnologias disponíveis para serem implementadas no ambiente fabril. A manutenção passou a ser valorizada e apresenta grande diferencial competitivo (ROCHA, 2014). Com base nessas motivações esse projeto foi desenvolvido, para investigar especificamente técnicas de análise de vibrações.

Na finalização deste trabalho, espera-se verificar os resultados obtidos com a utilização de um medidor de vibração de nível global, verificando os dados coletados sobre deslocamento, aceleração e velocidade em três faixas de frequência de operação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi feito em uma bancada didática composta por um motor elétrico trifásico (Modelo: WEG W22 – 3 CV), dois eixos prolongadores, duas polias, uma flange e três elementos de transmissão (polia lisa, polia dentada e corrente), como mostrado na Figura 1.

FIGURA 1. Bancada didática para análise de vibrações. Fonte: Os autores (2019).

Para cada uma das três correias eram necessários dois pares específicos de polias, o conjunto completo pode ser contemplado na Figura 2. Assim como, as ferramentas necessárias para as trocas (Chave allen e chave de boca).

FIGURA 2. Polias e ferramentas para trocas. Fonte: Os autores (2019).

A análise de vibração foi feita utilizando um instrumento com tecnologia voltada a manutenção preditiva de equipamentos, um medidor de vibração de nível global, mostrado na Figura 3. Ele possui a função de detectar o desenvolvimento de falhas em equipamentos. Assim, auxiliando nas manutenções para que possa serem feitos reparos na máquina, antes que venha a danificar a mesma, ou outros componentes do sistema. As medições foram realizadas em dois pontos no sistema, esses pontos estão identificados, na figura 4, como P1 e P2.

FIGURA 3. Medidor de vibração BENETECH, modelo GM63A. Fonte: Os autores (2019).

FIGURA 4. Pontos de medições no sistema. Fonte: Os autores (2019).

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

A análise foi feita com base nas diretrizes da Norma ISO 2372. Na Tabela 1, mostra as classificações de acordo com o valor RMS da velocidade de vibração. O motor utilizado no sistema do experimento enquadra-se na Classe I, pois possui 0,25 CV.

TABELA 1. Classificação de balanceamento retirados da Norma ISO 2372.

Classificação dos equipamentos	
Classe I (Até 15 KW (20CV))	
Nível	Valor RMS da velocidade de vibração (mm/s)
A - Bom	Até 0,71
B - Satisfatório	0,71 a 1,8
C - Insatisfatório	1,8 a 4,5
D - Inaceitável	Acima de 4,5

Fonte: Norma ISO 2372 (1974).

Durante o desenvolvimento do experimento foram ajustadas três porcentagens da velocidade nominal do motor (20%, 50% e 100%). Na Figura 4, um desalinhamento foi detectado na base de fixação da polia. E quando corrigido, verificou-se uma melhoria significativa no resultado. Os resultados obtidos podem ser verificados nas Tabelas 2 e 3. Onde, P1 é lado acoplado ao motor e P2 lado oposto ao acoplamento ao motor.

FIGURA 4. Estrutura com desalinhamento x Estrutura com desalinhamento corrigido.
Fonte: Os autores (2019).

TABELA 2. Sistema com polia lisa e base desalinhada.

% da Velocidade Nominal	mm/s	ISO 2372
20%	P1 1,0	B
	P2 11,8	D
50%	P1 3,6	C
	P2 10,3	D
100%	P1 6,6	D
	P2 16,0	D

Fonte: Os autores (2019).

TABELA 3. Sistema com polia lisa e base alinhada.

% da Velocidade Nominal	mm/s	ISO 2372
20%	P1 1,3	B
	P2 4,3	D
50%	P1 2,0	C
	P2 3,6	C
100%	P1 3,6	C
	P2 5,3	D

Fonte: Os autores (2019).

No primeiro experimento, sistema com polia lisa, foi realizado uma comparação de medições de vibrações entre um sistema com a base desalinhada e alinhada. A primeira análise apresentou valores elevados da velocidade de vibração (mm/s), na procura por encontrar o motivo dos dados foi detectado que a base estava desalinhada. Ao alinhar-se a estrutura, foi nítida a mudança dos resultados mostrados na tabela 2. A melhoria nos índices de velocidade, conforme a Norma ISO 2372 para Balanceamento. No entanto, ainda com valores insatisfatórios. Segundo a norma para balanceamento, isso se justifica devido a um dos rolamentos estarem defeituosos, o ruído gerado pelo sistema também confirmou a suspeita de defeito, além dos dados obtidos na análise de vibração.

TABELA 4. Sistema com polia dentada.

% da Velocidade Nominal	mm/s	ISO 2372	mm	mm/s ²
20%	P1 2,3	C	0,040	3,2
	P2 -	-	-	8,2
50%	P1 5,0	D	0,080	8,4
	P2 -	-	-	-
100%	P1 10,0	D	0,200	98,0
	P2 -	-	-	-

Fonte: Os autores (2019).

No segundo experimento, sistema com polia dentada, observado na Tabela 4, uma elevada rotação nominal, 98 mm/s², e excesso de ruído. Assim, confirmou-se uma falha grave num dos rolamentos do eixo de transmissão ligado ao motor. Como o barulho estava muito alto o grupo optou por interromper as medições do experimento para manter-se a integridade do equipamento.

TABELA 5. Sistema com corrente.

% da Velocidade Nominal	mm/s	ISO 2372	mm	mm/s ²
20%	P1 5,0	D	0,100	15,3
	P2 6,5	D	0,130	11,5
50%	P1 6,0	D	0,120	10,0
	P2 7,0	D	0,110	11,5
100%	P1 6,3	D	0,150	17,5
	P2 6,0	D	0,150	12,5

Fonte: Os autores (2019).

No terceiro experimento, como mostrado na Tabela 5, foram obtidos os resultados inaceitáveis, de acordo com a Norma ISO 2372. Isto, devido a falha grave num dos rolamentos do conjunto.

Além dos dados recolhidos também foram desenvolvidos cálculos para descobrir a relação de RPM (Rotação por minutos) entre as polias. A fórmula usada encontra-se na equação (1).

$$\frac{n1}{n2} = \frac{d2}{d1} \quad (1)$$

Onde:

$n1$ = rpm da polia motora, $n2$ = rpm da polia movida, $d1$ = diâmetro da polia motora e $d2$ = diâmetro da polia movida.

O primeiro cálculo foi feito para as polias da correia lisa, considerando-se 20% da velocidade nominal do motor. A incógnita em questão é o rpm da polia motora que pode ser descoberto aplicando as sequências de cálculos das equações (1), (2), (3) e (4).

$$\frac{342}{n2} = \frac{8}{11} \quad (2)$$

$$n2 = \frac{342 * 11}{8} \quad (3)$$

$$n2 = 470,25 \text{ rpm}, \text{ com } 20\% \text{ da velocidade nominal do motor.} \quad (4)$$

O segundo cálculo foi feito considerando-se 50% da velocidade nominal do motor. Aplicando as sequências de cálculos das equações (1), (5), (6) e (7).

$$\frac{855}{n2} = \frac{8}{11} \quad (5)$$

$$n2 = \frac{855 * 11}{8} \quad (6)$$

$$n2 = 1175,625 \text{ rpm}, \text{ com } 50\% \text{ da velocidade nominal do motor.} \quad (7)$$

E o terceiro cálculo foi feito considerando-se 100% da velocidade nominal do motor. Aplicando as sequências de cálculos das equações (1), (8), (9) e (10).

$$\frac{1710}{n2} = \frac{8}{11} \quad (8)$$

$$n2 = \frac{1710 * 11}{8} \quad (9)$$

$$n2 = 2351,25 \text{ rpm}, \text{ com } 100\% \text{ da velocidade nominal do motor.} \quad (10)$$

Os mesmos cálculos também foram aplicados para as polias de correia dentada e da corrente. Na Tabela 6, mostra os respectivos diâmetros das polias e rpm encontrados das polias movidas.

TABELA 6. Sistema com corrente.

Diâmetro Polia Lisa P1	Diâmetro Polia Lisa P2	rpm 20%	rpm 50%	rpm 100%
11 cm	8 cm	470,25	1175,625	2351,25
Diâmetro Polia Den. P1	Diâmetro Polia Den. P2	rpm 20%	rpm 50%	rpm 100%
7 cm	4,5 cm	532	1283,33	2660
Diâmetro Corrente P1	Diâmetro Corrente P2	rpm 20%	rpm 50%	rpm 100%
9 cm	6,5 cm	247	617,5	1235

Fonte: Os autores (2019).

Durante a realização do experimento as duas primeiras polias, lisa e dentada foram montadas com a polia maior sendo colocada no eixo que estava acoplada ao motor. No último caso, na montagem da corrente a montagem foi feita ao inverso, ou seja, a polia menor foi montada no eixo do motor trazendo significativa diferença no último experimento, já que os valores de rpm foram menores do que nos dois casos anteriores. Isso significa que montar a polia menor no eixo do motor força menos o sistema garantindo um melhor funcionamento e promovendo maior integridade.

O desbalanceamento é uma das causas mais comuns de problemas de vibração em máquinas. O desbalanceamento, quando medido na horizontal, como neste tipo de máquina (horizontal e presa pelos pés) apresenta o maior grau de liberdade, pois não tem fixação na vertical. Desta forma a vibração na horizontal será maior que na vertical. Desta forma a vibração na horizontal será maior que na vertical. Por isso é mais fácil encontrar problemas de desbalanceamento nas radiais e principalmente na radial horizontal.

Esse experimento foi categorizado como uma análise corretiva do sistema, já que o rolamento já está defeituoso. O medidor de vibração utilizado é o de nível global. Ele mede a vibração total resultante da ação de todas as frequências presentes no sinal de vibração. Auxiliando bastante na detecção de falhas em indústrias. O aumento do nível de vibração normalmente indica o

desenvolvimento de uma falha. Seja como num dos casos, a detecção da base desalinhada, ou rolamento com falha, ou desbalanceamento, ou falta de lubrificação, dentre outras ocorrências.

REFERÊNCIAS

BARILLI, R. J. C. Análise de falhas em mancais de rolamento utilizando a técnica do envelope. Projeto de Graduação em Engenharia Naval e Oceânica – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 61 p., 2013.

INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. NBR710082 – Vibrações Mecânicas de Máquinas com Rotação de 60 a 12000 RPM, Base Para Especificação de Critérios de Avaliação. Norma ISO 2372, 1974.

ROCHA, D. L. Análise de vibrações em equipamentos rotativos de uma indústria alimentícia. Monografia do Curso Superior de Tecnologia em Manutenção Industrial – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 130 p., 2014.