

**Importância da manutenção preditiva para diminuir o custo em manutenção e aumentar a vida útil dos equipamentos****Importance of predictive maintenance to reduce maintenance costs and increase equipment life**

DOI:10.34117/bjdv5n7-095

Recebimento dos originais:20/06/2019

Aceitação para publicação: 04/07/2019

**Ana Claudia Marques**

UFSJ - Universidade Federal de São João del-Rei-

Gep\_LASID | Praça Frei Orlando, 170 | Centro | São João del-Rei-MG | 36307-232

E-mail: marques.anac@outlook.com

**Jorge Nei Brito**

Universidade Federal de São João del Rei - UFSJ

DEMEC - Departamento de Engenharia Mecânica | Praça Frei Orlando, 170 | Centro | São João del-Rei-MG | 36307-232

E-mail: brito@ufs.edu.br

**RESUMO**

Neste trabalho apresenta-se os resultados obtidos por meio da análise de vibração de uma bancada experimental nas condições ideal de funcionamento e após ser inserido três situações diferentes de desbalanceamento. O objetivo é verificar o quanto as massas desbalanceadoras influenciariam nos espectros de vibração. Para isso, foi utilizado duas massas diferentes e a combinação das mesmas. Também foi medido a temperatura do motor de indução durante as medições e cada coleta de dados foi efetuada cinco vezes para validação dos resultados. Pôde-se perceber que tanto a vibração do motor quanto a sua temperatura aumentaram após o desbalanceamento do sistema. E que quando as duas massas diferentes de desbalanceamento foram combinadas, tanto o nível de vibração quanto a temperatura do motor diminuíram. Com isso, ressalta-se a importância da manutenção preditiva para a vida útil dos equipamentos. Por meio dela, é possível diagnosticar a falha ainda no princípio aumentando assim, a vida útil dos equipamentos e diminuindo o custo com manutenção.

**Palavras-Chave:** Manutenção, Vibração, Temperatura**ABSTRACT**

In this work the results obtained by means of the vibration analysis of an experimental workbench under the ideal conditions of operation and after insertion of three different situations of unbalance are presented. The objective is to verify how unbalanced masses would influence vibration spectra. For this, two different masses and the combination of the same masses were used. Also the induction motor temperature was measured during the measurements and each data collection was done five times to validate the results. It could be seen that both the vibration of the engine and its temperature increased after the

imbalance of the system. And that when the two different masses of imbalance were combined, both the vibration level and engine temperature decreased. With this, it is emphasized the importance of the predictive maintenance for the useful life of the equipment. Through it, it is possible to diagnose the fault at the beginning, thus increasing the useful life of the equipment and reducing the cost with maintenance.

**Keywords:** Maintenance, Vibration, Temperature

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a manutenção ocupa papel muito importante na indústria, a mesma deixou de ser um sinônimo de custos e passou a ser considerada como essencial para manter a competitividade das empresas. Em virtude da tamanha importância que a manutenção passou a apresentar para as companhias, foi surgindo ao longo do tempo vários tipos e técnicas de gestão da manutenção, com aplicabilidades mais precisas e eficientes. (Santos, 2017)

A área de manutenção, como função estratégica das organizações, impacta diretamente os resultados operacionais e com isso a rentabilidade das empresas. Dentro desse contexto esses resultados serão tanto melhores quanto mais eficaz for o gerenciamento do processo de manutenção. (Souza, 2017)

Existem três tipos principais de manutenções que são a corretiva, a preventiva e a preditiva. A manutenção corretiva é a forma mais primitiva de manutenção (...). Ela se baseia simplesmente na correção de uma falha ou do desempenho menor que o esperado, ou seja, é uma manutenção de emergência. (Freitas, 2016)

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado e definido geralmente pelo fabricante ou fornecedor dos ativos da fábrica, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças usadas por novas, assegurando assim o funcionamento ideal da máquina por um período predeterminado. (Filho, 2013)

Já a manutenção preditiva consiste no acompanhamento dos equipamentos durante o seu funcionamento. Só é realizado intervenções se o responsável pela manutenção identificar alterações que possam vir a gerar possíveis falhas nos equipamentos.

Embora a vibração nem sempre seja um problema, sendo até essencial para algumas atividades, muitos equipamentos são projetados para operar de forma regular, de modo que a vibração passa a ser um indicador de anormalidades, que caso não sejam identificadas e tratadas, provocarão riscos operacionais, financeiros e de segurança. Nas

piores circunstâncias, a vibração pode danificar equipamentos com gravidade, levando à sua interrupção e acarretando em elevados prejuízos financeiros. (Holanda, 2016)

A análise de vibração mecânica consiste no estudo do comportamento vibratório da máquina voltado para a manutenção. Vale lembrar que a análise de vibração não repara a falha. Ela indica a possível origem da causa da vibração e suas consequências, ficando a cargo dos responsáveis executarem os devidos reparos no equipamento. (Costa, 2013)

Vários problemas podem ser detectados com a análise de vibração, desde os mais simples como: desalinhamento, desbalanceamento, folgas e falhas nos rolamentos, como os mais complexos: falhas nas engrenagens, eixo empenado, cavitação em bombas, problemas em compressores, problemas elétricos nos motores, entre outros. Para isso é necessário o uso de softwares desenvolvidos para transcrição dos dados coletados e armazenados no coletor de vibração, transformando-os em dados legíveis para o analisador que por sua vez, deve conhecer os elementos que compõem a vibração das máquinas. (Nascimento, 2016)

De acordo com Pieta (2011), o desalinhamento de eixos ocorre quando as linhas de centro dos eixos de rotação de duas máquinas não estão em linha um com o outro.

Existem três tipos de desalinhamento: paralelo, angular ou misto. O desalinhamento paralelo significa que mesmo estando os eixos paralelos entre si, eles estão deslocados uns dos outros. Pode ocorrer na forma vertical ou horizontal. No desalinhamento angular, a linha de centro dos eixos forma um ângulo e encontra-se fortes vibrações no eixo axial. Já o desalinhamento misto, é o desalinhamento mais encontrado nos motores. Ele é uma combinação do desalinhamento angular com o paralelo.

O desbalanceamento é causado pela existência de desequilíbrios de massa em relação aos eixos de rotação, produzindo o maior índice de vibração em máquinas rotativas. Esses desequilíbrios são originados por assimetrias, imperfeições da matéria prima e da montagem. Neste trabalho, foi inserido três condições diferentes de desbalanceamento, desbalanceamento 1, desbalanceamento 2 e a combinação das massas desbalanceadoras. O objetivo é verificar a influência dos desbalanceamentos nos espectros de vibração.

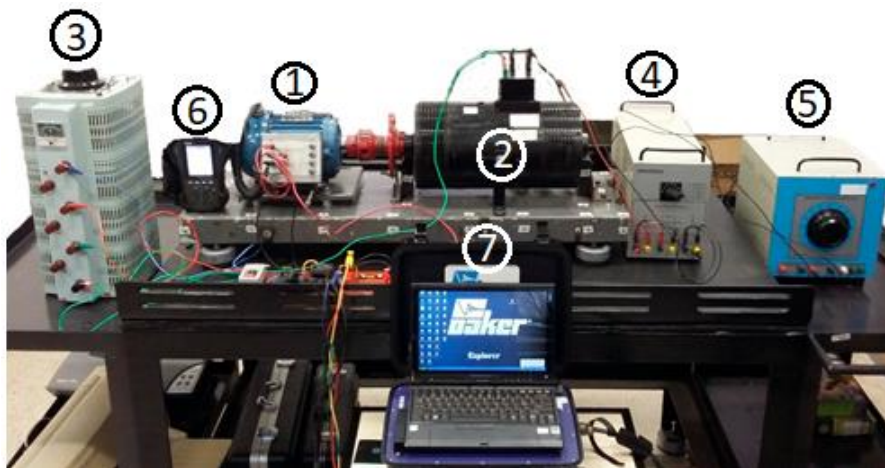
Um dos fatores geradores de desperdício de energia no uso de motores de indução trifásicos diz respeito, à manutenção inadequada, ao seu mau dimensionamento entre outros problemas. Segundo Moreira (2015), os motores de indução têm papel importante na indústria. Uma vez que submetidos a perturbações na qualidade da energia, os mesmos podem funcionar de forma inadequada, comprometendo uma produção e causando perdas

econômicas. Diante de tal fato, ressalta-se a relevância de trabalhos voltados para um melhor aproveitamento da energia nos sistemas motrizes.

Segundo Freitas (2013), a possibilidade de antecipar as falhas proporciona o planejamento adequado das intervenções de manutenção, otimizando recursos humanos e financeiros, racionalizando o consumo de materiais sobressalentes e reduzindo os impactos ambientais.

## 2 METODOLOGIA

Os testes foram realizados no Laboratório de Sistemas Dinâmicos (LASID) da Universidade Federal de São João del Rei (UFSJ). Foi utilizada uma bancada experimental, Fig. (1), composta por um motor de indução trifásicos [1], WEG, 2 CV, 1750 rpm, 220V, 60 Hz, 4 polos, rolamentos 6204 e 6205 SKF, um motor CC funcionando como gerador de corrente contínua [2] MOTRON M610-VIRB-2K, 0,5 CV, 2000 rpm, rolamentos 6203 e 6205 SKF, um Varivolt trifásico [3], um resistor [4] um Varivolt monofásico [5], e pelos equipamentos Microlog GX-75 [6] e Baker Explorer 3000 [7].



**Figura 1.** Bancada experimental

Antes de começar os testes, foi realizado o alinhamento a laser da bancada, o balanceamento dinâmico e a verificação de possíveis folgas mecânicas. Após deixar a bancada experimental na condição ideal de funcionamento, ou seja, sem defeitos incipientes, foi realizado a coleta dos dados de vibração. Os dados de vibração foram obtidos utilizando um acelerômetro piezoelétrico SKF, sensibilidade de 100 mV pelo

equipamento Microlog GX-75 da SKF que também permite fazer o balanceamento dinâmico.

Posteriormente, foi adicionado uma pequena massa desbalanceadora de 3,9 gramas à 255° e realizado uma nova coleta de dados. No segundo desbalanceamento, uma massa de 5,0 gramas foi colocada à 180°. Por último, foi medido a combinação das duas massas desbalanceadoras. Cada coleta de dados foi realizada cinco vezes para garantir a veracidade dos resultados. Também foi medido a temperatura do motor durante cada coleta para verificar o quanto ela aumentaria com o desbalanceamento introduzido.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes as análises de vibração foram colocadas em formato de cascata, podendo comparar as cinco medições. Nas Figuras 2 e 3 tem-se os espectros de vibração obtido na condição ideal de funcionamento da bancada nas posições horizontal e vertical respectivamente.

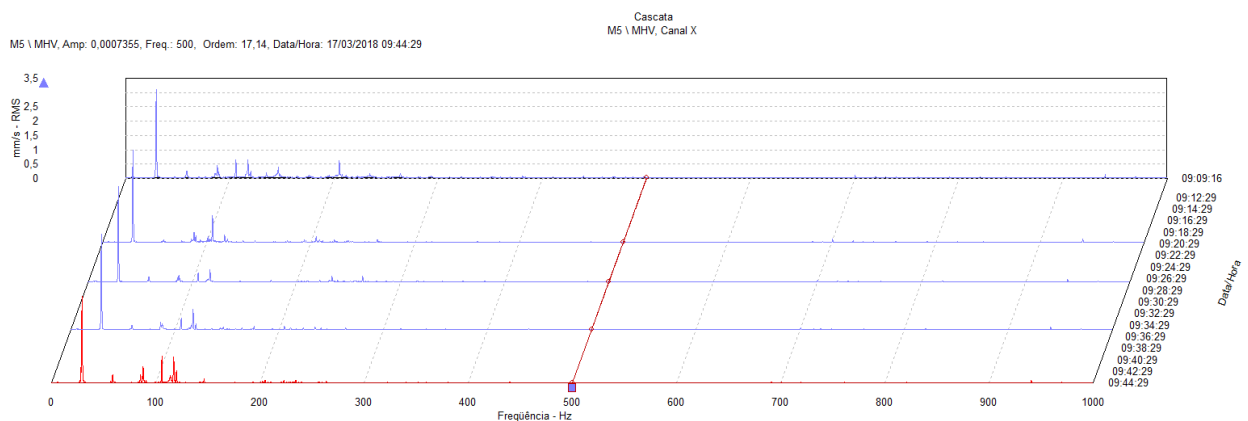


Figura 2. Espectro de vibração horizontal da bancada na condição ideal

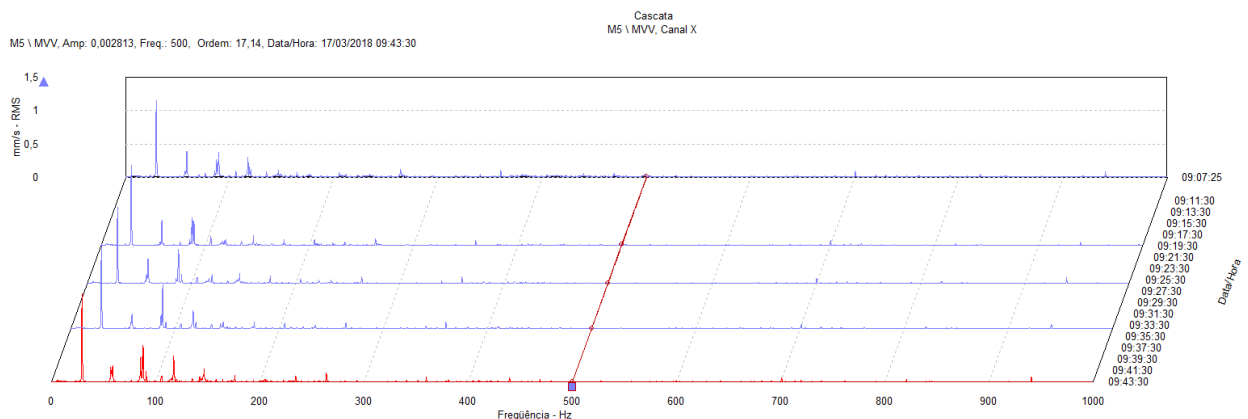
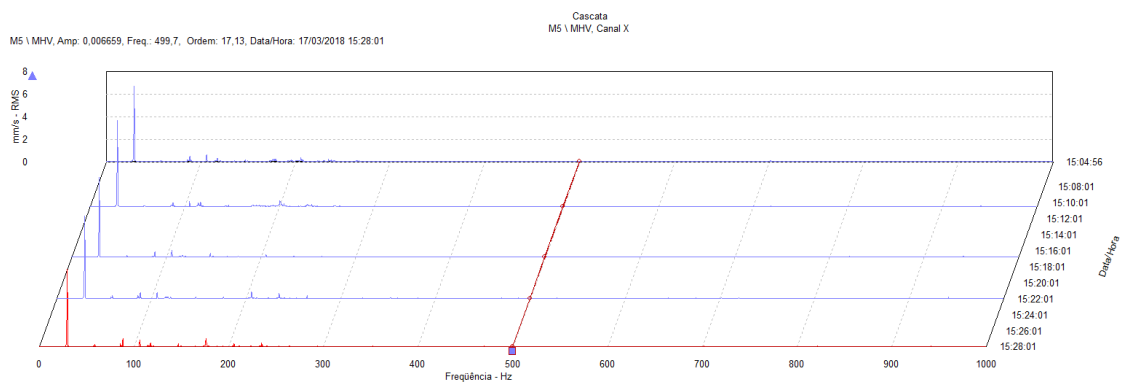


Figura 3. Espectro de vibração vertical da bancada na condição ideal

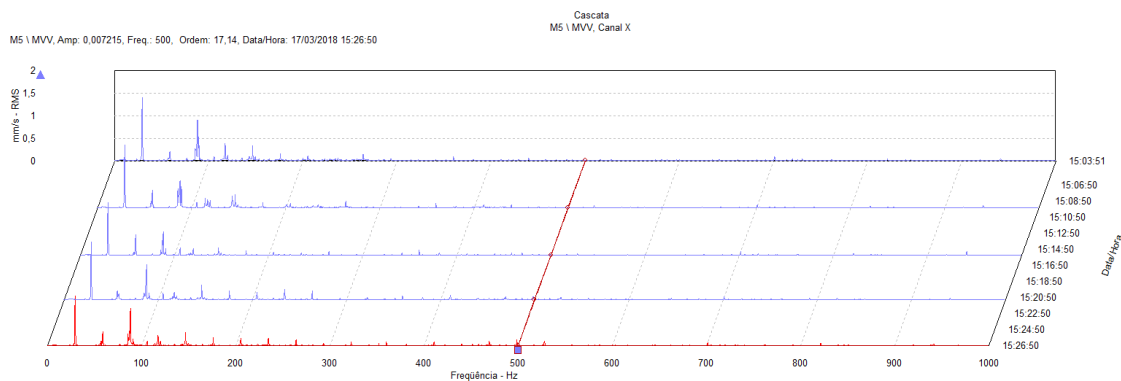
Nas Figuras 4 e 5 tem-se os espectros de vibração nas posições horizontal e vertical respectivamente. Eles foram obtidos após a introdução da primeira massa desbalanceadora na bancada experimental.

Nas Figuras 6 e 7 tem-se os espectros de vibração obtidos após a introdução da segunda massa desbalanceadora na bancada experimental.

Nas Figuras 8 e 9 tem-se os espectros de vibração da combinação das duas massas desbalanceadoras na bancada experimental.



**Figura 4.** Espectro de vibração horizontal do primeiro desbalanceamento



**Figura 5.** Espectro de vibração vertical do primeiro desbalanceamento

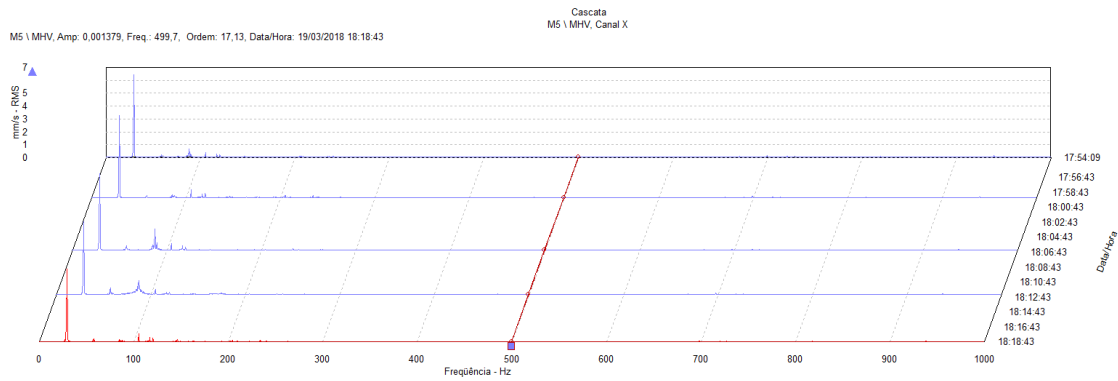


Figura 6. Espectro de vibração horizontal do segundo desbalanceamento

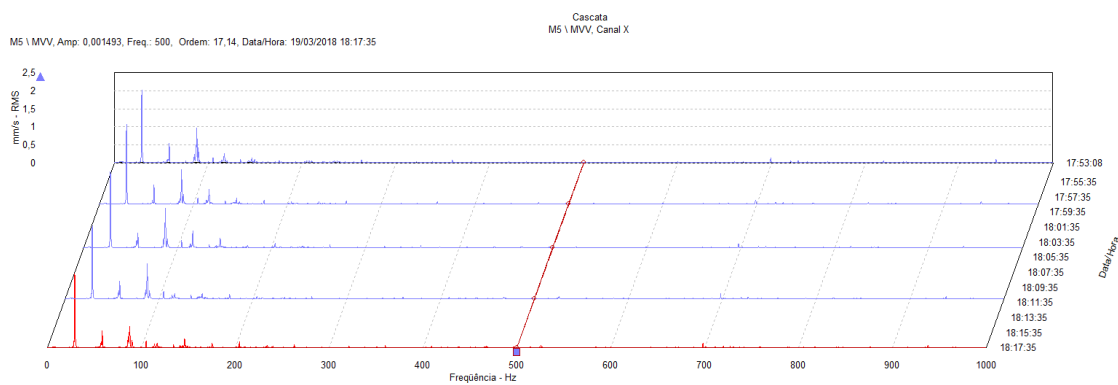


Figura 7. Espectro de vibração vertical do segundo desbalanceamento

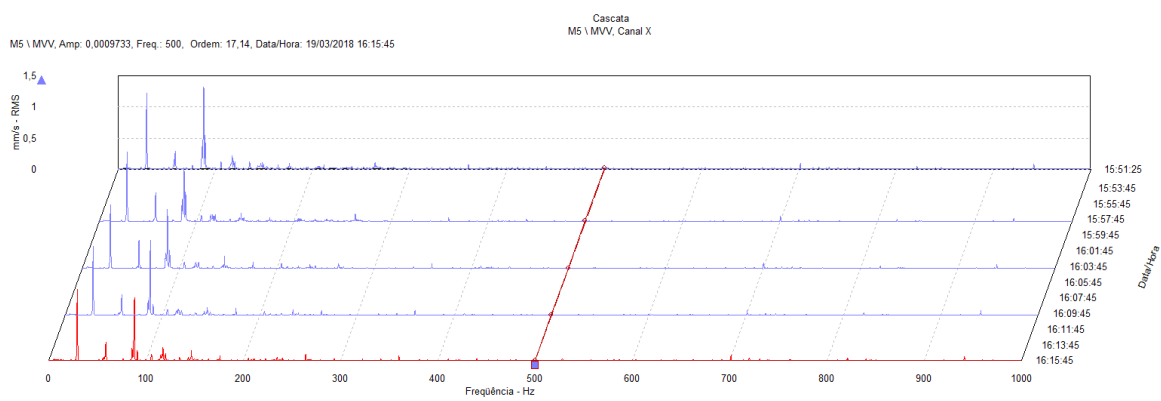


Figura 8. Espectro de vibração vertical das massas combinadas

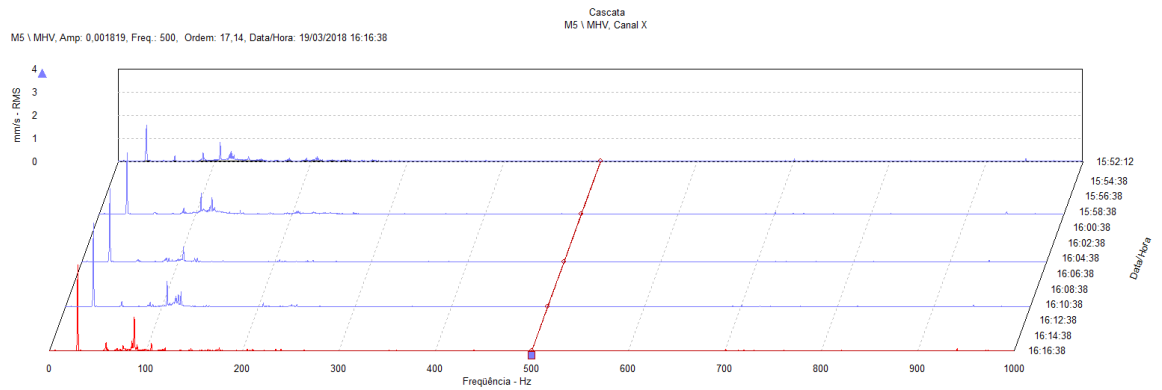


Figura 9. Espectro de vibração horizontal das massas combinadas

Na Tabela 1 tem-se os dados referentes as medições de temperaturas do motor durante as coletas de vibração.

Tabela 1. Temperaturas do motor

CONDIÇÃO DE TESTE	TEMPERATURA EM °C					MÉDIA DAS TEMPERATURAS
	1	2	3	4	5	
IDEAL	25	27	31	29	34	29,2
DESBALANCEAMENTO 1	32	34	36	34	35	34,2
DESBALANCEAMENTO 2	34	33	34	35	35	34,2
MASSAS COMBINADAS	28	29	31	31	33	30,4

#### 4 CONCLUSÃO

Ao analisar os espectros de vibração, nota-se que após inserir as massa desbalanceadoras os picos de vibração aumentaram. Quando o primeiro harmônico se destaca dos demais, significa que há desbalanceamento. Isso já era esperado, uma vez que foi inserido esse defeito no sistema.

Já quando houve a combinação dessas massas, o nível de vibração ficou mais próximo da condição considerada como ideal. Percebe-se que um desbalanceamento compensou o outro.



O desbalanceamento introduzido forçou o motor a trabalhar em condições não adequadas, acarretando no aumento de sua temperatura. Apesar das massas desbalanceadoras possuírem pesos diferentes, cada uma fez com que a temperatura aumentasse em 17%. Enquanto a combinação delas aumentou em 4% a temperatura do motor.

Com isso, ressalta-se a importância da manutenção preditiva para a vida útil dos equipamentos. Por meio dela, é possível diagnosticar a falha ainda no princípio e fazer um bom planejamento para efetuar a manutenção.

Foi simulado uma condição que ocorre muito nas indústrias, começa com um pequeno desbalanceamento que a olho nu não é perceptível. Isso acarreta em desbalanceamentos maiores, gerando desalinhamento, folgas mecânicas dentre outras falhas. Há um aumento do barulho e da temperatura dos equipamentos fazendo com que sua vida útil diminua.

Por isso, uma manutenção feita corretamente e por pessoas preparadas faz com que haja menor necessidade de novas intervenções nos equipamentos. Aumentando assim, a vida útil dos mesmos e diminuindo o custo com manutenção.

## REFERÊNCIAS

Costa, G. A. S. "Análise vibratória de fundações de máquinas sobre estacas". Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2013.

Filho, L. F. S. "Manutenção por análise de vibrações: uma valiosa ferramenta para gestão de ativos". Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Naval e Oceânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 57p., 2013.

Freitas, G. V. C. "Eficiência energética em motor de indução trifásico através do uso de inversor de frequência PWM". Dissertação de Monografia em Engenharia Elétrica - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, 85p., 2013.

Freitas, L. F. "Elaboração de um plano de manutenção em uma pequena empresa do setor metal mecânico de Juiz de Fora com base nos conceitos da manutenção preventiva e preditiva". Monografia em Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Juiz de Fora, 96p., 2016.

Holanda, S. M. S. "Aplicação da manutenção preditiva por análise de vibrações em equipamentos de trens urbanos com plano de manutenção proposto". Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica (Materiais e Fabricação) - Universidade Federal de Pernambuco, 99 p., 2016.

Moreira, J. S. "Acompanhamento preditivo de motores de indução trifásico acionados por inversores de frequência". XIII Congresso de Produção Científica e Acadêmica, 20p., 2015.

Nascimento, B. A. do. "Eixo empenado em máquinas rotativas, mais uma maneira de detecção". Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Mecânica) – Centro Universitário Maurício de Nassau, Recife, 45p., 2016.

Santos, E. de O.; Abreu, F. M. de; Santos, L. de O. "A FMEA na gestão da manutenção de tornos mecânicos em um laboratório de mecânica do instituto federal de Sergipe - campus Lagarto". XVII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial, CONEMI 2017, 24 a 27 de outubro de 2017. Aracaju, Sergipe.

Souza, R. F. de; Brito, J. N. "Plano de manutenção de ativos físicos como parte estratégica do negócio". XVII Congresso Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial, CONEMI 2017, 24 a 27 de outubro de 2017. Aracaju, Sergipe.

Szymon, A. A. e Pieta, F. "Bancada didática de alinhamento de máquinas rotativas". Dissertação de Monografia (Curso de Tecnologia em Manutenção Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 53p., 2011.

### **DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE**

Os autores são os únicos responsáveis pelo material impresso contido neste artigo.

**ÀREA DE CONHECIMENTO DO TRABALHO**

- Acústica, Vibrações e Dinâmica
- Automação Industrial
- Energia
- Fabricação Mecânica e Materiais
- Gestão de Manufatura
- Mecânica Computacional
- Mecânica dos Sólidos
- Otimização e Análise
- Projeto de Máquinas
- Termociências e Mecânica dos Fluidos