



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica

Atena
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia mecânica [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Mecânica; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-246-3

DOI 10.22533/at.ed.463190504

1. Automação industrial. 2. Engenharia mecânica – Pesquisa – Brasil. 3. Produtividade industrial. 4. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Série.

CDD 670.427

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos

Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas. Nesta obra é conciliada duas atividades essenciais a um engenheiro mecânico: Projetos e Simulação.

É possível observar que na última década, a área de projetos e simulação vem ganhando amplo destaque, pois através de simulações pode-se otimizar os projetos realizados, reduzindo o tempo de execução, a utilização de materiais e os custos finais.

Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens nos projetos dentro da grande área das engenharias.

Trabalhos envolvendo simulações numéricas, tiveram um grande avanço devido a inserção de novos softwares dedicados a áreas específicas, auxiliando o projetista em suas funções. Sabe-los utilizar de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, sobre simulações em vários campos da engenharia industrial, elementos de maquinas e projetos de bancadas práticas.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que se dedicam a projetar e fabricar sistemas mecânicos e industriais.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA PARA ENSAIOS VIBRATÓRIOS EM DISPOSITIVOS VEICULARES	
<i>Pedro Henrique Barbosa Araujo</i> <i>Evandro Leonardo Silva Teixeira</i> <i>Maria Alzira de Araújo Nunes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905041	
CAPÍTULO 2	18
DESENVOLVIMENTO DE UM MECANISMO PARA REABILITAÇÃO DO JOELHO UTILIZANDO EVOLUÇÃO DIFERENCIAL	
<i>Lucas Antônio Oliveira Rodrigues</i> <i>Rogério Sales Gonçalves</i> <i>João Carlos Mendes Carvalho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905042	
CAPÍTULO 3	29
DESENVOLVIMENTO DE BENEFICIADORA DE FUSO ROTATIVO	
<i>Fábio Gatamorta</i> <i>Danilo Brasil Sampaio</i> <i>Jebson Gouveia Gomes</i> <i>Marco Antônio Pereira Vendrame</i> <i>Gabriel Novelli</i> <i>Atílio Eduardo Reggiani</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905043	
CAPÍTULO 4	38
MINI EXTRUSORA DIDÁTICA DE POLÍMEROS UTILIZADOS EM IMPRESSORAS 3D	
<i>Marcelo Santos Damas</i> <i>Tiago Zaquia Pereira</i> <i>Ueliton Cleiton Oliveira</i> <i>Sérgio Mateus Brandão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905044	
CAPÍTULO 5	53
ANÁLISE PRELIMINAR PARA PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE QUEIMADOR ATMOSFÉRICO PARA FORNO DE FORJAMENTO APLICADO À CUTELARIA	
<i>Luís Fernando Marzola da Cunha</i> <i>Danilo dos Santos Oliveira</i> <i>José Henrique de Oliveira</i> <i>Rhander Viana</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4631905045	
CAPÍTULO 6	67
DESENVOLVIMENTO DE UM MARTELETE ELETROMECAÂNICO DESTINADO AO FORJAMENTO DE FACAS ARTESANAIS	
<i>Cassiano Arruda</i> <i>André Garcia Cunha Filho</i>	

CAPÍTULO 7 80

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DE ESCANEAMENTO 3D A LASER: ESTUDO DE CORES DA SUPERFÍCIE

Bruno Barbieri
Vinicius Segalla
Marcio Catapan
Maria Lúcia Okimoto
Isabella Sierra

DOI 10.22533/at.ed.4631905047

CAPÍTULO 8 91

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE FREIOS PARA UM MINI BAJA DA COMPETIÇÃO BAJA SAE BRASIL

Silas Fernandes Caze
Lucas de Sousa Camelo
Wictor Gomes de Oliveira
Bruno de Oliveira Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.4631905048

CAPÍTULO 9 96

ANÁLISE EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE AMORTECEDORES TIPO STOCKBRIDGE

Marcos José Mannala
Marlon Elias Marchi
Marcio Tonetti

DOI 10.22533/at.ed.4631905049

CAPÍTULO 10 103

MEDIÇÃO DE DISTÂNCIA DA LÂMINA DE FASE EM CHAVE SECCIONADORA UTILIZANDO SENSOR DE ULTRASSOM

Carlos Henrique da Silva
Felipe Martins Silva
Fernando Luiz Alhem dos Santos
Jardson da Silva David
Juliana Lopes Cardoso
Milton Zanotti Junior

DOI 10.22533/at.ed.46319050410

CAPÍTULO 11 114

CÁLCULO DE LINHA DE VIDA UTILIZANDO MÉTODO DE SULOWSKI

Walter dos Santos Sousa
Caroline Moura da Silva
Érika Cristina de Melo Lopes
Gilton Carlos de Andrade Furtado
Lana Ritiele Lopes da Silva
Michele da Costa Baía

DOI 10.22533/at.ed.46319050411

CAPÍTULO 12	127
CÁLCULO DOS TEMPOS DE PENETRAÇÃO E DESVIO DE CALOR DO MODELO X23	
<i>Luís Henrique da Silva Ignacio</i>	
<i>Fernando Costa Malheiros</i>	
<i>Alisson Augusto Azevedo Figueiredo</i>	
<i>Henrique Coelho Fernandes</i>	
<i>Gilmar Guimarães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050412	
CAPÍTULO 13	135
TEMPO DE MISTURA EM TANQUES COM IMPULSORES MECÂNICOS EQUIPADOS COM CHICANA PADRÃO E MODIFICADA	
<i>Murilo Antunes Alves Lucindo</i>	
<i>Breno Dantas Santos</i>	
<i>Juliana Sanches da Silva</i>	
<i>Marcos Bruno Santana</i>	
<i>Deovaldo de Moraes Júnior</i>	
<i>Vitor da Silva Rosa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050413	
CAPÍTULO 14	147
A SEGURANÇA DE VOO A PARTIR DA MANUTENÇÃO E OS RISCOS GERADOS PELOS FATORES HUMANOS	
<i>Daniel Alves Ferreira Lemes</i>	
<i>Kennedy Carlos Tolentino Trindade</i>	
<i>Anna Paula Bechepeche</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050414	
CAPÍTULO 15	169
VANTAGENS DA MANUTENÇÃO PREDITIVA PARA UNIDADES DE ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE DERIVADOS DE PETRÓLEO	
<i>Luriane Pamplona dos Santos Barbosa</i>	
<i>Rodrigo de Cássio Vieira da Silva</i>	
<i>Thiago Eymar da Silva Oliveira</i>	
<i>Arielly Assunção Pereira</i>	
<i>Roger Barros da Cruz</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050415	
CAPÍTULO 16	185
MEDIÇÃO DO TEOR DE UMIDADE EM ÓLEO LUBRIFICANTE DE TURBINAS	
<i>Isabella Fenner Rondon</i>	
<i>Josivaldo Godoy da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050416	
CAPÍTULO 17	196
ESTUDO SOBRE GESTÃO DE LUBRIFICAÇÃO PARA ALTO DESEMPENHO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS	
<i>Fernanda do Carmo Silvério Vanzo</i>	
<i>Vicente Severino Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050417	

CAPÍTULO 18	209
APLICAÇÃO DE TÉCNICA PARA AUMENTO DO TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS EM VENTILADORES INDUSTRIAIS	
<i>Fernanda do Carmo Silvério Vanzo</i>	
<i>Edmar Antônio Onofre</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050418	
CAPÍTULO 19	221
ANÁLISE E CORREÇÃO DE FALHAS EM UM EIXO DO MONTANTE	
<i>José Airton Neiva Alves da Silva Brasil</i>	
<i>Victor Gabriel Pereira Valverde</i>	
<i>Luís Felipe Furtado Pontes</i>	
<i>Guilherme Guimarães Sousa e Silva</i>	
<i>Lucas Silva Soares</i>	
<i>Marcos Erike Silva Santos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050419	
CAPÍTULO 20	236
ANÁLISE DE COMPORTAMENTO DE FALHAS DE UM ROTOR DINÂMICO UTILIZANDO SISTEMA IMUNOLÓGICO ARTIFICIAL	
<i>Estevão Fuzaro de Almeida</i>	
<i>Luiz Gustavo Pereira Roéfero</i>	
<i>Fábio Roberto Chavarette</i>	
<i>Roberto Outa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050420	
CAPÍTULO 21	245
DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA BAJA SAE E DO GERENCIAMENTO DA EQUIPE NO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFANOR	
<i>Wictor Gomes De Oliveira</i>	
<i>João Paulo Correia Teixeira</i>	
<i>Vitor Fernandes Mendes Martins</i>	
<i>Tulio Rosine Martins De Souza</i>	
<i>Bruno De Oliveira Carvalho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.46319050421	
SOBRE OS ORGANIZADORES	247

APLICAÇÃO DE TÉCNICA PARA AUMENTO DO TEMPO MÉDIO ENTRE FALHAS EM VENTILADORES INDUSTRIAIS

Fernanda do Carmo Silvério Vanzo

Faculdade Pitágoras, Departamento de
Engenharia Mecânica
Uberlândia - Minas Gerais

Edmar Antônio Onofre

Faculdade Pitágoras, Departamento de
Engenharia Mecânica
Uberlândia - Minas Gerais

RESUMO: O processo de ventilação é importante para atividades na indústria devido ao fato de estar diretamente relacionado à retirada de gases liberados no processo e no interior dos equipamentos utilizados na produção. As paradas indesejadas geram perdas na produção, por esse motivo, devem ser evitadas. No entanto, para algumas intervenções de manutenção, é necessário que o equipamento esteja parado. Por isto, é de extrema importância que sejam desenvolvidas atividades que visem minimizar a necessidade de intervenção da manutenção com o equipamento parado. A análise de vibração permite a visualização de características de falhas de equipamentos que contenham rolamentos. A solução proposta no trabalho em questão corresponde a substituição de elementos mecânicos de um ventilador, acarretando aumento de confiabilidade e disponibilidade do equipamento, além da

diminuição dos custos de produção.

PALAVRAS-CHAVE: vibração, confiabilidade, disponibilidade

ABSTRACT: The ventilation process is important for activities in the industry due to the fact that it is directly related to the removal of gases released in the process and inside the equipment used in the production. Unplanned breakdowns generate production losses, so they should be avoided. However, for some maintenance operations, the equipment must be stopped. Therefore, it is extremely important to develop activities aiming to minimize the need for maintenance intervention with the equipment stopped. Vibration analysis allows the visualization of equipment failure characteristics that contain bearings. The solution proposed in the work in question corresponds to the replacement of mechanical elements of a fan, resulting in an increase in reliability and availability of equipment, as well as a decrease in production costs.

KEYWORDS: vibration, reliability, availability

1 | INTRODUÇÃO

No processo fabril industrial, existe uma grande necessidade de utilização de ventiladores para diversas atividades. Devido

à criticidade que normalmente os ventiladores possuem nos processos produtivos onde estão inseridos, existe uma preocupação relacionada a quebras ou falhas dos mesmos, visto que elas geram paradas inesperadas. O trabalho em questão trata especificamente da aplicação de uma técnica que visa minimizar falhas em geral de um ventilador do tipo de exaustão, conseqüentemente reduzindo os custos de produção e de manutenção.

O processo de ventilação é importante para atividades na indústria devido ao fato de estar diretamente relacionado à retirada de gases liberados no processo e no interior dos equipamentos utilizados na produção. Sendo assim, foi identificada a necessidade de se ter uma manutenção preditiva e corretiva com maior qualidade para minimizar impactos e efeitos que podem ter resultados indesejados no processo produtivo.

O ventilador de exaustão tem a função de retirar ar de um ambiente fechado, visando diminuir a temperatura do ambiente e retirar impurezas do ar, renovando o ar do ambiente mantendo-o propício para a execução do processo. Este processo evita constantemente a proliferação de bactérias e fungos, além de ter um papel importante em manter a integridade física dos colaboradores, evitando questões como incêndio, carga térmica elevada, evitando grandes quantidades de impurezas, odores, fumaça, fuligem, ou seja, de modo geral também as substâncias indesejadas no ambiente de produção.

As paradas indesejadas geram perdas na produção, por esse motivo, elas devem ser evitadas. No entanto, para algumas intervenções de manutenção, é necessário que o equipamento esteja parado. Por isto, é de extrema importância que sejam desenvolvidas atividades que visem minimizar a necessidade de intervenção da manutenção com o equipamento parado. Assim, devem ser priorizadas as técnicas de manutenção que permitam o monitoramento on-line das condições do equipamento para que as paradas para intervenção sejam reduzidas ao mínimo necessário. Uma destas técnicas, por exemplo é a análise de vibração, que tem por objetivo maximizar a vida útil de ventiladores, polias, rolamentos, mancais, entre outros elementos mecânicos.

No caso do ventilador de exaustão em questão, é importante que se estabeleçam técnicas de manutenção que não exijam a parada total do equipamento, porque o processo de emissão de gases é constante e a parada do ventilador impactaria o processo de retirada dos gases do ambiente.

O presente trabalho trata de um estudo realizado visando o aumento do tempo médio entre falhas do um ventilador de exaustão. O princípio do estudo é coletar parâmetros de funcionamento do ventilador por meio da aplicação da análise de vibração, ou seja, trata-se de um monitoramento onde não há necessidade de que o equipamento esteja parado para sua realização.

A motivação para a realização do trabalho surgiu a partir das constantes quebras que foram registradas no rolamento do ventilador.

Segundo o setor de Produção da empresa, as perdas anuais por paradas não programadas de equipamentos somam aproximadamente R\$ 800 000,00, valor este considerado indesejável para a empresa, visto que configura prejuízo. As perdas por paradas indesejadas dos ventiladores correspondiam a aproximadamente 5% do valor total de perdas produtivas da empresa.

Assim, o objetivo do trabalho em questão era desenvolver técnicas capazes de aprimorar o rendimento do rolamento utilizado por meio da identificação e minimização das causas raízes de sua quebra e, por consequência, permitir a redução dos custos com paradas indesejadas de produção. A Fig. (1) apresenta um rolamento do tipo autocompensador de rolos de dupla carreira, o mesmo modelo utilizado no ventilador.



Figura 1: Rolamento autocompensador de rolos de dupla carreira (SKF, 2015)

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

As exigências atuais do mercado para aumento da produtividade, padrões de qualidade, flexibilidade e confiabilidade tem influenciado as ações das indústrias para o aprimoramento de suas políticas de manutenção.

O setor de manutenção está presente em todas as indústrias, independente do seu porte ou área de atuação. Uma vez que ações e gestão eficientes acarretarão em confiabilidade e disponibilidade dos processos produtivos, evitando a degradação e falhas dos equipamentos e instalações, o setor de manutenção é frequentemente considerado um segmento estratégico na atuação das indústrias.

Atualmente, o trabalho da manutenção está ganhando novas diretrizes e responsabilidades. Os profissionais desta área precisam estar qualificados e equipados para evitarem falhas e não apenas corrigi-las (Kardec & Nascif, 2009).

Quando um equipamento não apresenta o desempenho previsto, é utilizado o termo falha para identificar essa situação. Segundo Xenos (2004), a falha é o término da capacidade de um item desempenhar a função requerida. É a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído.

Nesse sentido, pode-se afirmar que, os períodos de indisponibilidade dos

equipamentos afetam a capacidade produtiva, aumentando os custos operacionais. Além disso, podem apresentar comprometimentos significativos para a imagem institucional das empresas, visto que paradas produtivas podem impactar na indisponibilidade de produtos no mercado e mesmo impacto no preço repassado ao consumidor.

A manutenção, sobretudo nas indústrias, vem se destacando e ganhando espaço dentro do ambiente produtivo, principalmente no foco de redução de custo devido à confiabilidade dos equipamentos no processo industrial, estando diretamente associada às falhas dos equipamentos e ao tipo de manutenção aplicado.

O termo manutenção possui origem no vocabulário militar, no qual o significado era “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material em um nível constante” (Monchy apud Guelbert, 2004).

Para Slack (1999) a manutenção está relacionada a “forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas, cuidando de suas instalações físicas”.

Duffuaa, Raouf e Campbell (1999) destacam que a manutenção está relacionada a um conjunto de atividades aplicadas a um determinado equipamento ou sistema para preservá-lo em um estado no qual pode desempenhar as funções para as quais foi projetado.

Segundo Xenos (2004), é função da manutenção “fazer tudo que for preciso para assegurar que um equipamento continue a desempenhar as funções para as quais foi projetado, em um nível de desempenho exigido”.

Dessa forma, pode-se afirmar que Manutenção compreende um conjunto de ações a serem tomadas para eliminação de falhas (ocorridas e potenciais), conservação e recuperação dos equipamentos, assegurando as características especificadas, além de garantir a saúde e segurança de seus usuários e a preservação do meio ambiente.

Historicamente, o advento da Manutenção acompanha o desenvolvimento técnico-industrial da humanidade. Após a Revolução Industrial, a Manutenção passou por um processo de evolução, sendo apontada como a mais importante função da Engenharia atualmente (Arcuri Filho, 2001).

“Toda evolução tecnológica dos equipamentos, processos e técnicas de manutenção, a necessidade de controles cada vez mais eficientes e de ferramentas de apoio à decisão, o desenvolvimento de estudos relativos ao desgaste e controle das falhas e suas consequências, a dependência de equipes treinadas e motivadas para enfrentar estes desafios, o desenvolvimento de novas técnicas e, conseqüentemente, os custos de manutenção em termos absolutos e proporcionalmente as despesas globais, transformaram as áreas de manutenção em um segmento estratégico para o sucesso empresarial” (Nunes, 2001).

Entretanto, existem vários tipos de manutenção. Dentre elas: Corretiva, Preventiva, Preditiva e Engenharia de Manutenção.

- **Manutenção corretiva:** realiza o reparo após a falha ter ocorrido. Uma falha no equipamento pode causar perda total ou parcial da capacidade operacio-

nal do equipamento. Se essa falha ocorrer, ela deve ser corrigida de alguma forma;

- **Manutenção preventiva:** utilizada para prevenir e evitar as consequências das falhas. Através de um planejamento, previne a falha do equipamento com ajustes e substituições de peças antes da apresentação da falha;
- **Manutenção preditiva:** tenta antecipar a falha, medindo parâmetros de evolução do problema antes que ocorra. Através de um planejamento e de diversas técnicas (análise de vibração, ferrografia, termografia etc.) prediz o momento que a falha ocorrerá. Sua principal característica é permitir o acompanhamento de parâmetros com o equipamento em funcionamento;
- **Engenharia de manutenção:** tem como objetivo deixar de ficar consertando continuamente para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos e desenvolver a manutenibilidade.

Sabe-se que, em qualquer empresa será necessário conviver com todos os tipos de manutenção. Entretanto, o que determinará a utilização de um ou outro tipo é a importância ou criticidade do equipamento em questão.

Considera-se que no Brasil a manutenção corresponda a mais de 4% do faturamento bruto das empresas, conforme pode ser verificado na Fig. (2). Através deste rápido cálculo mostrado chega-se (em uma análise macro) a um valor de R\$ 4,2 milhões perdidos pelas empresas brasileiras anualmente devido a problemas relacionados às falhas em rolamentos causadas por causas diversas. É importante ressaltar que não estão contabilizados nesta rápida análise os lucros cessantes das empresas, além de nenhuma outra variável que possa estar envolvida no contexto. Fala-se apenas em gastos com reposição de material e mão de obra envolvida.

Ano	Custo Total da Manutenção / Faturamento Bruto
2009	4,14 %
2007	3,89 %
2005	4,10 %
2003	4,27 %
2001	4,47 %
1999	3,56 %
1997	4,39 %
1995	4,26 %

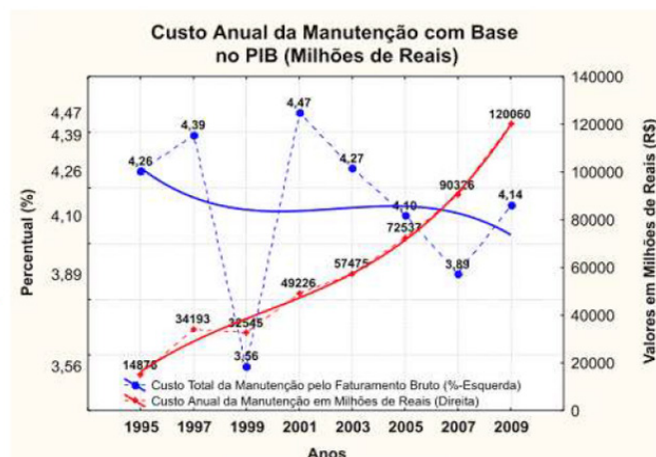


Figura 2: Custo anual da manutenção com base no PIB e custo total da manutenção / faturamento bruto (Adaptado de Abramam, 2009)

Neste contexto, torna-se primordial a aplicação de uma solução de engenharia de manutenção eficaz que vise diminuir o impacto de falhas em rolamentos nos custos

das empresas.

3 | METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido visando definir estratégias que permitissem a diminuição do alto índice de quebra dos rolamentos, ou seja, a diminuição do tempo médio entre falhas nos ventiladores de exaustão da empresa onde o estudo de caso foi realizado.

Em uma análise prévia, identificou-se que uma das causas raízes das constantes quebras do ventilador e perda de confiabilidade do equipamento estava ligada à amplitude da vibração mecânica do equipamento.

Assim, o trabalho foi dividido em etapas, sendo elas:

- Levantamento das especificações dos elementos mecânicos (rolamentos, buchas e mancais) utilizados no ventilador;
- Análise de vibração do equipamento;
- Especificação de novos elementos mecânicos (rolamentos, buchas e mancais) para o ventilador;
- Substituição dos elementos mecânicos no ventilador;
- Acompanhamento dos resultados.

3.1 Especificação dos Elementos Mecânicos

As análises da causa das falhas de rolamentos bem como de outros elementos mecânicos podem ser bastante facilitadas utilizando-se guias desenvolvidos pelas próprias empresas fabricantes dos mesmos. Nestes guias, pode-se encontrar figuras que ilustram a falha ocorrida, bem como as prováveis causas e as formas de evitar os danos. No entanto, é interessante que se identifique quais são as especificações dos elementos mecânicos utilizados. A Fig. (3) apresenta as especificações do rolamento utilizado no ventilador.

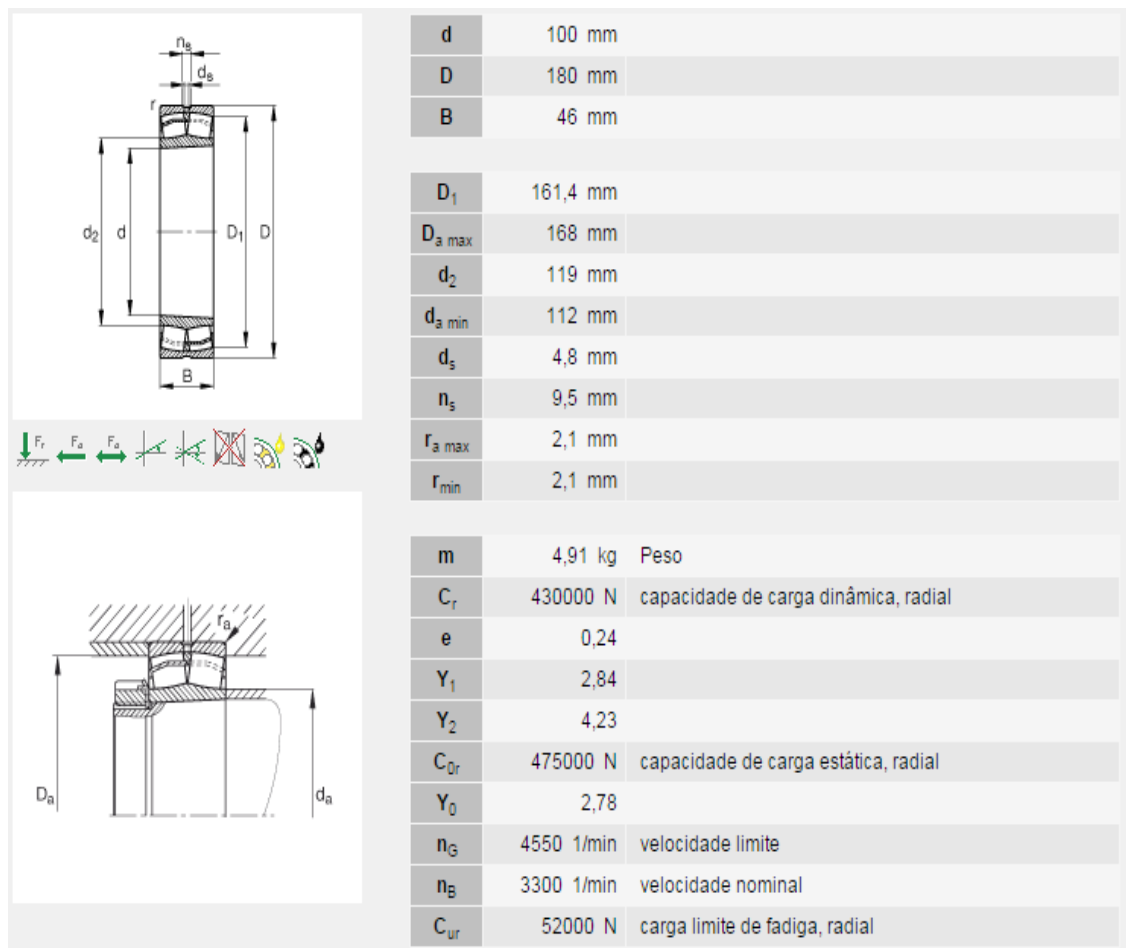


Figura 3: Especificação do rolamento a ser substituído (SKF, 2015)

3.2 Análise de Vibração do Rolamento

O próximo passo foi a realização da análise de vibração no ventilador em questão, utilizando-se um aparelho específico para tal estudo. O equipamento usado foi do fabricante SKF, modelo Microlog Analyzer GX. Este tipo de analisador permite, a partir da coleta de dados, analisar variáveis dinâmicas e estáticas. A coleta das informações é feita a via acelerômetros instalados estrategicamente em diversas posições do equipamento. A Fig. (4) apresenta os gráficos em frequência obtidos na análise de vibração para o rolamento autocompensador.

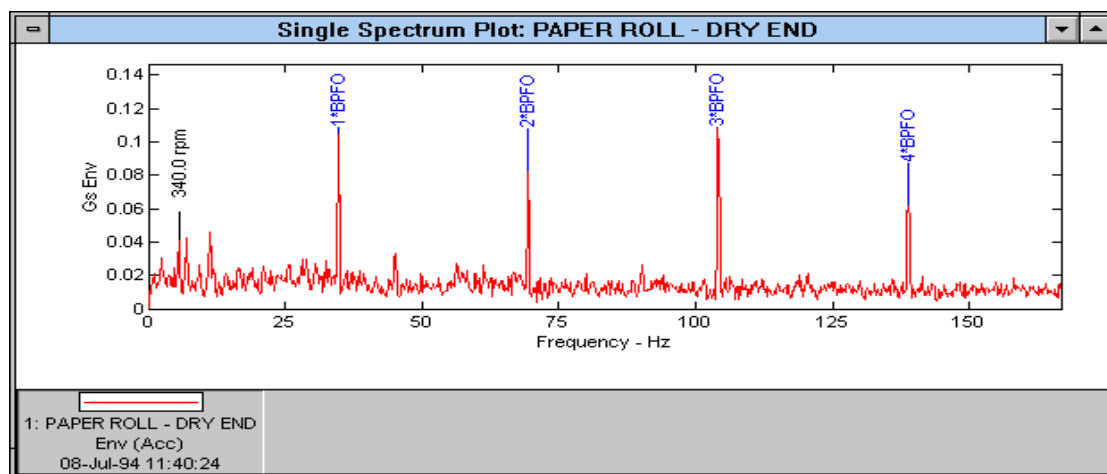


Figura 4: Gráfico do rolamento autocompensador de rolos com dupla carreira

O eixo das ordenadas do gráfico apresenta as unidades em envelopes de aceleração, que corresponde a múltiplos da aceleração g da gravidade (valor aproximado de $9,80665 \text{ m/s}^2$). Esta unidade é muito comumente utilizada para se avaliar o comportamento vibratório de rolamentos e outros componentes mecânicos. O eixo das abscissas apresenta as unidades em Hz, ou seja frequência. O cruzamento entre amplitude de vibração (eixo das ordenadas) e frequência onde ocorre a vibração (eixo das abscissas) permite a interpretação dos dados e a consequente análise do comportamento vibratório do elemento.

Observa-se, pelo gráfico, que existem picos de vibração no equipamento, o que pode danificá-lo. Assim, conclui-se que, a partir da condição de vibração do rolamento em questão, devem ser especificados novos elementos mecânicos que visem minimizar os impactos de vibração no ventilador.

3.3 Especificação de Novos Elementos Mecânicos

A partir da condição de trabalho do equipamento, pesquisou-se sobre um rolamento que compensasse o desalinhamento radial, porém sendo axialmente livre. Exemplos de rolamentos que podem atender a esta condição são os de rolos cilíndricos ou de agulhas.

Espera-se, como resultados da substituição do rolamento, atingir menores temperaturas de operação e reduzir os níveis de vibração. Como consequência, serão atingidos ainda aumento de confiabilidade e da vida útil do rolamento e do equipamento.

Neste contexto, o rolamento selecionado foi o rolamento de rolos toroidais CARB. A Fig. (5) apresenta o rolamento com as setas indicativas da capacidade de autocompensação radial e deslocamento axial do rolamento.

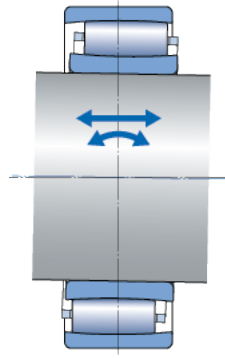


Figura 5: Rolamento CARB (SKF, 2015)

A substituição dos rolamentos demanda também a substituição das buchas e mancais, pelo fato de existir incompatibilidade entre os mancais e buchas. Os mancais e buchas compatíveis com o rolamento CARB são:

- Mancal SNL K7;
- Bucha específica para rolamentos CARB.

A Fig. (6) apresenta o mancal do tipo SNL K7.



Figura 6: Mancal SNL K7 (SKF, 2015)

O custo total da implementação da solução desenvolvida foi de R\$ 3.750,00. Portanto, um valor reduzido em comparação ao prejuízo anual de paradas não programadas que a empresa vinha sofrendo.

3.4 Substituição dos elementos mecânicos

O próximo passo do projeto foi substituir os elementos mecânicos pelos novos especificados.

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a substituição dos elementos mecânicos, realizou-se a análise de vibração para verificar de forma quantitativa os resultados obtidos. A Fig. (7) apresenta os resultados obtidos com a análise de vibrações do ventilador.

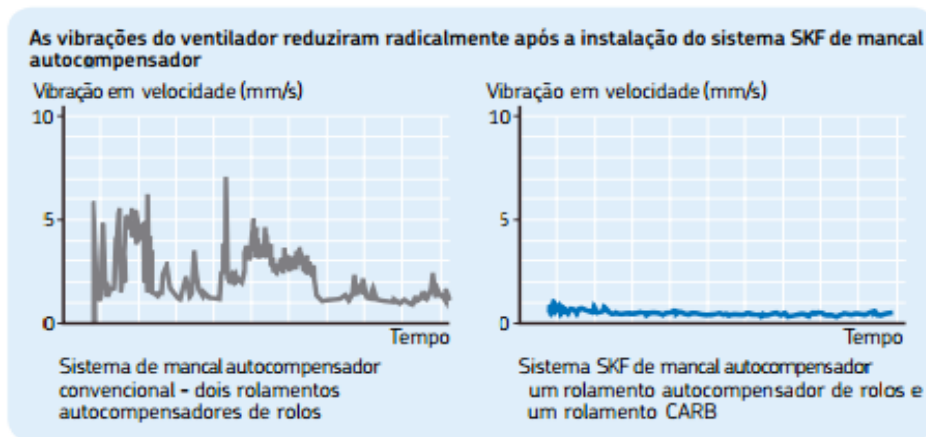


Figura 7: Gráfico comparativo da vibração antes e depois

Percebe-se, pelo gráfico, que existe uma melhoria no comportamento vibratório do rolamento.

Destaca-se ainda, como resultado do estudo, uma redução significativa no orçamento padrão da empresa. Um dos principais ganhos conseguidos com o trabalho em questão foi o aumento do tempo médio entre falhas de 3 para 26 meses. Quantificando-se esse ganho, foram obtidos os seguintes resultados:

- Redução do trabalho da manutenção (mão de obra): R\$ 3.600,00 anuais;
- Redução do custo com sobressalentes de manutenção (rolamentos, buchas e mancais): R\$ 14.000,00 anuais;
- Aumento de produção de 1500 toneladas por ano.

O trabalho apresentado considerou a substituição dos elementos mecânicos para somente um dos ventiladores da empresa. Os resultados podem ser ainda mais significativos com a extensão da solução proposta para todos os ventiladores da empresa.

Assim, os resultados obtidos com a substituição dos rolamentos, mancais e buchas são:

- Aumento do tempo médio entre falhas de 3 meses para 26 meses;
- Maior confiabilidade do equipamento;
- Maiores intervalos de lubrificação;
- Aumento da vida útil;
- Redução da influência de vibrações;
- Aumento do controle de riscos de incêndio no processo produtivo.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento estratégico da atividade de manutenção consiste em buscar a eliminação das falhas, por meio da aplicação de técnicas que visem garantir que o equipamento cumpra sua função com confiabilidade e disponibilidade.

Os rolamentos representam uma causa significativa de gastos de manutenção nas indústrias. Assim, a redução de falhas neste elemento mecânico representa uma oportunidade significativa de redução de custos da manutenção com os componentes mecânicos.

Mediante as circunstâncias apresentadas no trabalho, pode-se afirmar que atendeu às expectativas, sendo possível fazer a padronização da solução proposta para todos os ventiladores da empresa. A eficiência da solução proposta foi verificada a partir do acompanhamento do aumento do tempo médio entre falhas para o equipamento.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN. “**Documento nacional 2009 - A situação da manutenção no Brasil**”. Acesso: 23 de Maio de 2015. <<http://www.abraman.org.br>>.

Arcuri Filho, R. **Manutenção é coisa séria**. Revista de Mantenimiento Mundial. n.5, 2001.

Duffua, S.O., Raouf, A, Campbell, J.D. **Planning and control of maintenance systems: modeling and analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1999.

Guelbert, M. **Estruturação de um sistema de manutenção em uma empresa do segmento automotivo**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

Kardec, A.P.; Nascif, J.X. **Manutenção: função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.

Nunes, E.L. **Manutenção centrada em confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada**. Dissertação (Mestrado Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

Slack, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SKF - SKF DO BRASIL. “**Tabela interativa de especificação de rolamentos**”. Acesso: 21 de Setembro de 2015. <<http://www.skf.com/br/products/product-tables/index.html>>.

Xenos, H.G.P. **Gerenciando a Manutenção Produtiva**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

6 | AUTORIZAÇÃO / RECONHECIMENTOS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Henrique Ajuz Holzmann - Professor assistente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

João Dallamuta - Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-246-3

