



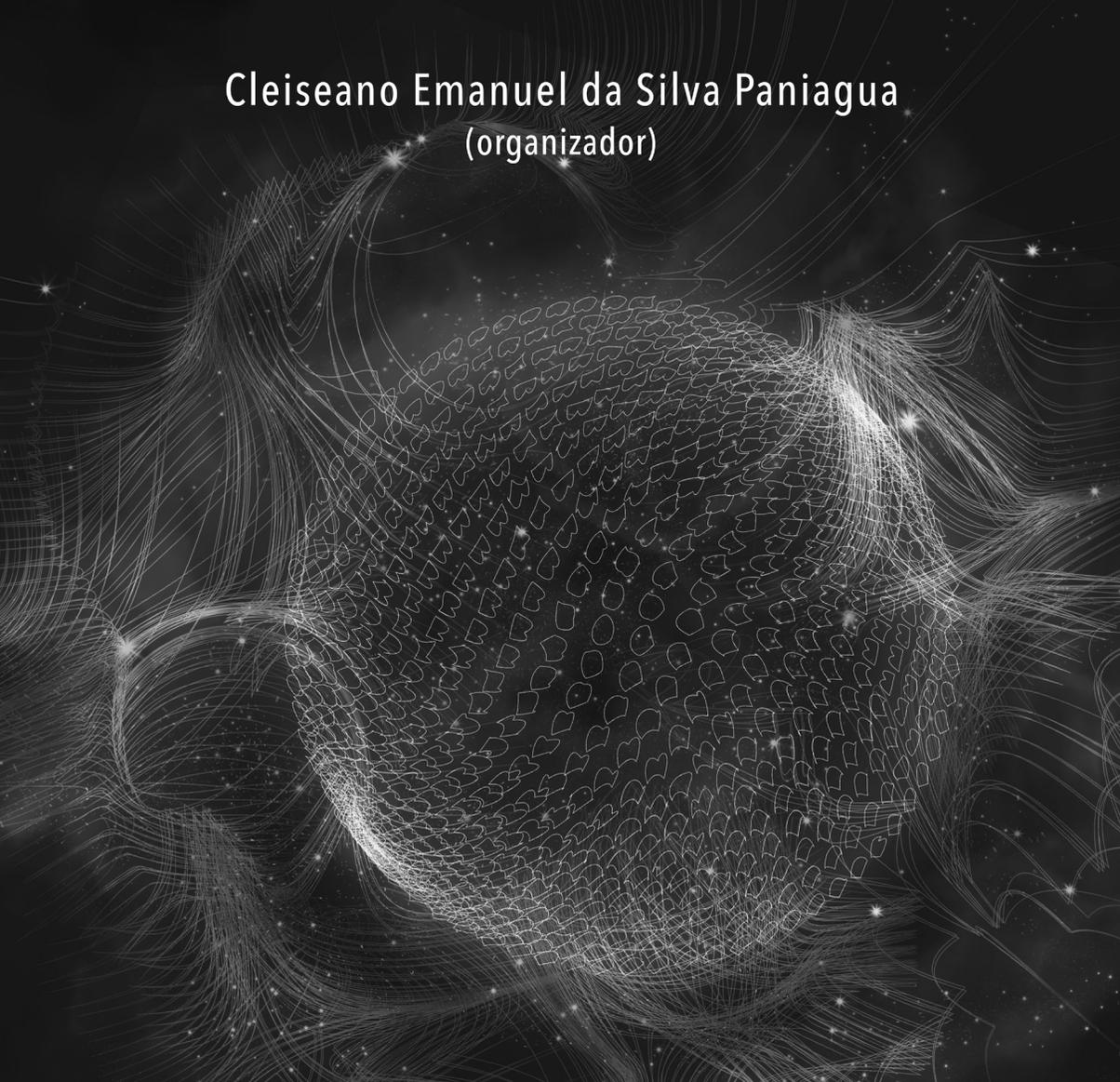
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(organizador)

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(organizador)



CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

 **Atena**
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof^o Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará

Prof^o Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense

Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Prof^o Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Prof^o Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba

Prof^o Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof^o Dr^a Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
C569	Ciências exatas e da terra e engenharias: conhecimento e informação / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-0853-6 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.536220612 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título. CDD 507
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O e-book: “Ciências Exatas, da Terra e Engenharias: Conhecimento e informação” é constituído por doze capítulos de livros que foram organizados em quatro tópicos: *i)* fitoquímica e produtos naturais; *ii)* educação, meio ambiente e sustentabilidade e; *iii)* análise, estudo e desenvolvimento de ferramentas e materiais para diferentes aplicações.

Os capítulos I e II se constituem em trabalhos de revisão da literatura na qual se investigaram, respectivamente, a capacidade antioxidante de inúmeras espécies de plantas e; as inúmeras doenças encontradas em orquídeas causadas por diferentes espécies de fungos e quais as ferramentas disponíveis para uma identificação mais precisa destes micro-organismos.

O terceiro capítulo apresenta um estudo de caso na qual se avaliou a importância do tutor no processo de ensino-aprendizagem no curso de licenciatura em Física, na modalidade de educação à distância (EAD), da Universidade Estadual de Maringá (UEM). O capítulo IV se constitui em um estudo no qual se investigou a forma na qual as cidades da microrregião de Maringá/PR tem realizado os levantamentos de georreferenciamento, bem como os procedimentos e os profissionais que atuam no cadastramento de áreas urbanas. Já o capítulo V apresenta um estudo de análise de consumo de energia na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) por meio de análise quantitativa que envolveu a iluminação e a climatização das dependências internas da instituição. Por fim, o sexto capítulo apresenta um estudo que avaliou a precipitação pluviométrica no período compreendido entre 01/01/1967 a 31/12/2016 na cidade de Belém/PA.

Os capítulos de VII a XII apresenta trabalhos de diferentes natureza e finalidades, entre os quais: *i)* utilização do *software* TQS (*Software* Definitivo para Engenharia de Estruturas) no cálculo estrutural de diferentes lajes convencionais; *ii)* avaliação dos principais fatores que afetam o desempenho e funcionalidade das máquinas rotativas e as possíveis soluções para melhorias; *iii)* utilização da dosimetria termoluminescente como ferramenta de controle de qualidade no tratamento e/ou diagnóstico de pacientes com câncer; *iv)* utilização da técnica de Monte Carlo na descrição da trajetória de elétrons e fótons em intervalos de energia; *v)* utilização de ferramentas para desenvolvimento e criação de ontologias a serem utilizadas de diferentes formas e; *vi)* reutilização e reciclagem de vidros de para-brisas para a produção de vitrocerâmicas com a adição de diferentes concentrações de pentóxido de nióbio (Nb_2O_5).

Nesta perspectiva, a Atena Editora vem trabalhando de forma a estimular e incentivar cada vez mais pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros, capítulos de livros e artigos científicos.

CAPÍTULO 1 1**COMPOSTOS COM CAPACIDADE ANTIOXIDANTE ENCONTRADOS EM PLANTAS MEDICINAIS E SEUS BENEFÍCIOS PARA SAÚDE: UMA REVISÃO**

Sharise Beatriz Roberto Berton

Milena do Prado Ferreira

Jomar Berton Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206121>**CAPÍTULO 2 7****DOENÇAS COM ETIOLOGIA FÚNGICA EM PLANTAS DA FAMÍLIA ORCHIDACEAE**

Taciana Ferreira dos Santos

Jaqueline Figueredo de Oliveira Costa

Tiago Silva Lima

Cecília Hernandez Ramirez

Jackeline Laurentino da Silva

Maria Jussara dos Santos da Silva

Gaus Silvestre Andrade Lima

Iraíldes Pereira Assunção

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206122>**CAPÍTULO 335****PAPEL DOS TUTORES NAS PERSPECTIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE FÍSICA (MODALIDADE A DISTÂNCIA) DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ/PR**

Glécilla Colombelli de Souza Nunes

Carolina da Silva Gonçalves

Karina Midori Endo

Lilian Felipe da Silva Tupan

Luciano Gonsalves Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206123>**CAPÍTULO 449****CADASTRO TERRITORIAL URBANO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE PROCEDIMENTOS E EXIGÊNCIAS DOS MUNICÍPIOS QUE COMPÕE A MICORREGIÃO DE MARINGÁ, PR**

Adriano Antonio Tronco

Claudia Regina Grégio d'Arce Filetti

Marcelo Luis Chicati

Roney Berti de Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206124>**CAPÍTULO 562****ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE UM PRÉDIO PÚBLICO – UM ESTUDO DE CASO**

Nayra Gomes Neves

Phellipe Tocchetto Dinardi

Vinícius Cabral de Serra
Walter Andrés Vermehren Valenzuela

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206125>

CAPÍTULO 675

ANALYSIS OF PRECIPITATION IN BELÉM-PA CITY (PERIOD 1967-2016)

Ronaldo Rosales Mendoza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206126>

CAPÍTULO 788

ANÁLISE COMPARATIVA ESTRUTURAL ENTRE LAJES MACIÇAS CONVENCIONAIS E LAJES NERVURADAS DE CONCRETO ARMADO POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E O SOFTWARE TQS

João Paulo dos Santos Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206127>

CAPÍTULO 8 105

FALHAS NO COMPORTAMENTO DE SISTEMAS ROTATIVOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Jomar Berton Junior

Sharise Beatriz Roberto Berton

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206128>

CAPÍTULO 9112

DOSIMETRIA TERMOLUMINESCENTE

Luciana Tourinho Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5362206129>

CAPÍTULO 10.....119

CÓDIGO DE MONTE CARLO APLICADO A RADIOTERAPIA

Luciana Tourinho Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061210>

CAPÍTULO 11 129

FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO E CRIAÇÃO DE ONTOLOGIAS

Henderson Matsuura Sanches

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061211>

CAPÍTULO 12..... 135

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE VITROCERÂMICAS OBTIDAS A PARTIR DE PÓ DE VIDRO RECICLADO DE PARA-BRISAS E ADIÇÃO DE Nb₂O₅

Hiasmim Rohem Gualberto

Mônica Calixto de Andrade

Edgard Poiate Júnior

Luiz Carlos Bertolino

Domenio de Souza Faria

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.53622061212>

SOBRE O ORGANIZADOR..... 146

ÍNDICE REMISSIVO..... 147

FALHAS NO COMPORTAMENTO DE SISTEMAS ROTATIVOS E POSSÍVEIS SOLUÇÕES

Data de submissão: 01/10/2022

Data de aceite: 01/12/2022

Jomar Berton Junior

Instituto Federal do Paraná – IFPR
<http://lattes.cnpq.br/4714967818055223>

Sharise Beatriz Roberto Berton

Universidade Estadual de Maringá – UEM
<http://lattes.cnpq.br/4838760783430304>

RESUMO: Máquinas rotativas, tem como característica principal, seu rotor girando ao redor do seu próprio eixo, que é fixo. Estas são muito importantes para diversos ramos industriais, pois a partir do movimento rotativo, estas máquinas podem transformar um modelo de energia em outro. Além da sua enorme eficiência, são menos poluentes quando comparadas com máquinas movidas a óleo diesel. Entretanto, estes sistemas rotativos podem apresentar falhas em seu comportamento. Devido a isso, a presente pesquisa consiste no estudo dos problemas do comportamento de máquinas rotativas (desalinhamento, desbalanceamento, dentre outros), tendo em vista a grande utilização atual destas máquinas em indústrias e a alta tecnologia necessária para o desenvolvimento de alternativas viáveis, além da apresentação de possíveis soluções para tais problemas.

Realizou-se um estudo detalhado sobre estes possíveis problemas causados em máquinas rotativas, assim como suas soluções. Portanto, este trabalho é de fácil entendimento, visando à melhoria deste tipo de máquinas, além da prevenção de problemas futuros, buscando a ampliação do conhecimento sobre uma área que tende a se desenvolver cada vez mais.

PALAVRAS-CHAVE: Problemas relacionados aos rotores, desbalanceamento, máquinas rotativas, prevenção de acidentes.

FAILURES IN ROTATING SYSTEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS

ABSTRACT: Rotating machines have as their main feature, their rotor rotating around its own axis, which is fixed. These are very important for several industrial branches, because from the rotary movement, these machines can transform one energy model into another. In addition to their enormous efficiency, they are less polluting when compared to diesel-powered machines. However, these rotating systems may have flaws in their behavior. Due to this, the present research consists in the study of the problems of the behavior of rotating

machines (misalignment, unbalance, among others), in view of the great current use of these machines in industries and the high technology necessary for the development of viable alternatives, in addition to the presentation of possible solutions to such problems. A detailed study was carried out on these possible problems caused in rotating machines, as well as their solutions. Therefore, this work is easy to understand, aiming to improve this type of machines, in addition to preventing future problems, seeking to expand knowledge about an area that tends to develop more and more.

KEYWORDS: Problems related to rotors, unbalance, rotating machines, accident prevention.

1 | INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, muitas das mais valiosas empresas entraram no conceito de 'Indústria 4.0', devido a tecnologia avançada, além de seus modelos de negócios e cadeias de suprimentos (CHOÍ *et al.* 2019). As aplicações de máquinas rotativas fazem parte desta nova era, e são consideradas muito importantes para a indústria, pois com o crescimento da competição do mercado, grandes companhias estão procurando novos caminhos para o desenvolvimento de tecnologias (KUMAR *et al.* 2022).

Com este grande crescimento tecnológico, é possível observar inúmeras modificações e aperfeiçoamentos em projetos antigos, além da constante criação de novas máquinas e ferramentas de alto desempenho, e através desta nova fase da tecnologia, grandes mudanças nas já seculares máquinas rotativas são vistas. Uma máquina rotativa, não é um simples projeto, pois o mesmo possui uma enormidade de novos equipamentos, além de um grande campo em que se podem introduzir conceitos básicos a fim de economizar recursos naturais e financeiros (VANCE; ZEIDAN; MURPHY, 2010).

Devido a isso, uma definição clara de máquinas rotativas seria que todos os tipos de máquinas que possuam um eixo sobre o qual é rotacionado ao redor de si mesmo, são consideradas máquinas rotativas. Outra definição importante é a de rotor; um rotor nada mais é que a parte rodante do sistema rotativo (geralmente um eixo cilíndrico) (FRISWELL *et al.* 2010). Ainda de acordo com o mesmo autor, toda máquina rotativa é formada por três componentes principais: o rotor, os mancais e a estrutura de suporte.

Exemplos comuns de máquinas rotativas são ventiladores e bombas centrífugas, as quais são máquinas de fluxo motoras que transferem energia mecânica a gases e líquidos, respectivamente, através da ação de um rotor.

Um dos principais problemas relacionado a este tipo de máquina, é o desbalanceamento, pois um rotor em rotação gera esforços dinâmicos que se propagam às partes da máquina que o suportam. As forças que são geradas no desbalanceamento, mesmo sendo pequenas, aumentam o trabalho de certas partes da máquina, ocasionando no mínimo, uma redução de sua vida útil, causando assim prejuízos ao empreendedor. Além do prejuízo causado, outra consequência do desbalanceamento é a perda da qualidade, aumento de refugos, vibrações, ruídos, entre outros (GÓZ; SILVA, 2002).

Sendo assim, os fabricantes de máquinas rotativas estão continuamente enfrentando novos desafios em relação ao ambiente competitivo, segurança operacional, melhora do desempenho, qualidade do produto produzido, confiança no sistema, entre outros desafios, além da busca incessante por solução, que é considerado o fator chave (MANHERTZ e BERECZKY, 2021).

Portanto, diante do exposto, o objetivo do trabalho foi realizar um levantamento de falhas e possíveis causas relacionadas a este tipo de máquinas, além de aceitáveis soluções destes, por meio de pesquisa teórica, a fim de apresentar uma reflexão sobre o tema. Este trabalho é um suporte para futuros e atuais empreendedores, além de pesquisadores do tema, para que possam minimizar ou excluir imprevistos relacionados a máquinas rotativas.

2 | REFERENCIAIS TEÓRICO-METODOLÓGICOS

As máquinas rotativas ditas como 'ideias', são projetadas para operar de forma que o seu eixo de rotação coincida com o seu eixo principal de inércia, que se estende na direção axial do rotor. Porém, esta condição não pode ser inteiramente atendida na prática, dando origem a forças centrífugas e momentos que resultam na transmissão de grandes esforços aos mancais e a estrutura de suporte das máquinas (FRISWELL *et al.* 2010).

O desbalanceamento excessivo do rotor pode ocasionar grandes amplitudes de movimento, gerando altos níveis de vibração, que se traduzem em danos a vários componentes do sistema. Verificando-se na prática, o desbalanceamento e o desalinhamento estão entre as duas principais causas de mau funcionamento e de falhas catastróficas em máquinas rotativas, e isso compromete a segurança e a confiabilidade das instalações industriais, além dos riscos de danos causados ao meio ambiente (FRISWELL *et al.* 2010).

Este desbalanceamento em máquinas rotativas, ocorre quando uma distribuição desigual de massa em torno de um eixo de rotação, isto é, seu eixo de inércia (centro de massa) está desalinhado ou desbalanceado em relação ao seu eixo geométrico (centro de rotação) (GÜZELEL *et al.* 2022). Um exemplo claro e didático em relação a este tema, seria quando se adiciona elevada carga de peso em apenas um dos lados de uma máquina centrífuga, ela não irá cumprir o seu papel devido a seu desbalanceamento de peso.

O desbalanceamento em uma máquina rotativa pode ser causado por vários fatores, como por exemplo, pelo próprio processo de manufatura devido às tolerâncias de fabricação e a heterogeneidade do material. O desbalanceamento pode ser provocado ainda por fatores relacionados à operação da máquina, tais como o acúmulo de partículas indesejáveis como, por exemplo, gelo, sujeira, resinas, ou ainda nas pás do rotor quando o fluido de trabalho possui partículas sólidas que ficam presas, causando assim um desbalanceamento (FRISWELL *et al.*, 2010).

Outro problema muito comum (estima-se que cause mais de 70% dos problemas de vibração) em relação a este tipo de máquina é o desalinhamento de eixos, isto é, quando

as linhas centrais de rotação dos dois eixos da máquina não estão alinhadas corretamente. Isso pode ocasionar um aumento da quantidade de desgastes dos componentes, levando assim um aumento da vibração de máquinas e rolamentos, quebras mais frequentes, redução de potência transmitida, aumento do risco de falha do eixo e principalmente é possível causar insegurança para o operador do sistema (FANG *et al.* 2006).

O desalinhamento pode ser de dois tipos, paralelo ou angular (SZYMON; PIETA, 2011). O paralelo ocorre quando as linhas do centro de dois eixos são paralelas, mas não se encontram no ponto de transferência de carga (Figura 1).

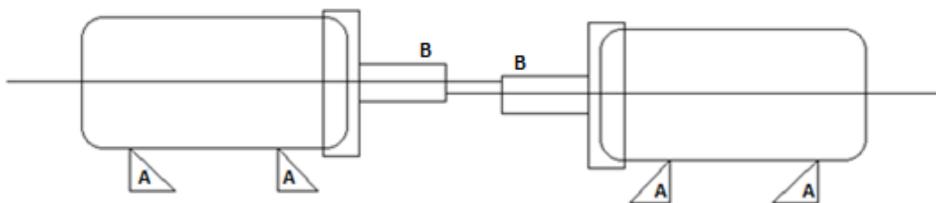


FIGURA 1. Desalinhamento paralelo de máquinas rotativas, onde os elementos são (A) apoio e (B) eixo.

Fonte: Autoria própria (2022).

Já o desalinhamento angular, ocorre quando a linha de centro de dois eixos se cruza no ponto de transferência de carga, mas não são paralelas entre si (Figura 2) (SZYMON; PIETA, 2011).

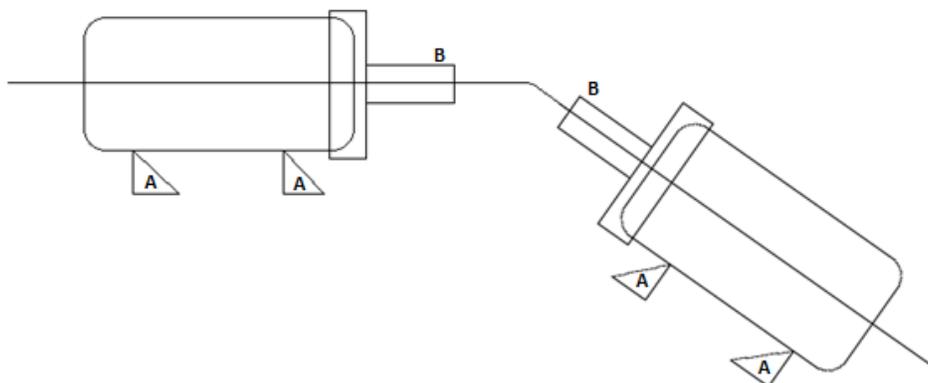


FIGURA 2. Desalinhamento angular de máquinas rotativas, onde os elementos são (A) apoio e (B) eixo.

Fonte: Autoria própria (2022).

Geralmente a condição real de desalinhamento que ocorre entre máquinas rotativas, é uma combinação de ambos os tipos de desalinhamentos, o qual é designado

por desalinhamento misto ou combinado.

Um método de monitoramento deste tipo de problema seria utilizar o método de laser sem contato, que pode ser usado para verificar mudanças de posição de um eixo rotativo em tempo real durante a operação. Para isso, se utiliza de uma bancada de teste experimental que é projetada para medir o desalinhamento do eixo angular utilizando este método (SIMM *et al.* 2016).

Outro problema causado em máquinas rotativas, seria quando as mesmas são montadas próximas umas das outras, isto é, quando ocorre um compartilhamento de base (apoio) ou ainda em sistemas mecânicos que possuem eixos de rotação que compartilham mesmo rolamentos, é comum que as vibrações sofram interferência (WANG; JIANG, 2018).

Por este motivo, se faz necessário compreender concretamente as características de tais vibrações, dependendo o tipo de aplicação (MIYASHIRO *et al.* 2022). Neste sentido, para detectar este tipo de desalinhamento, utiliza-se uma ferramenta chamada análise de vibrações mecânicas, que permite determinar as deficiências existentes em máquinas acopladas através da identificação da frequência de origem dos problemas e/ou parte dos equipamentos associada (MARÇAL; SUSIN, 2005).

Na literatura é possível encontrar também, outros estudos relacionados a análise de vibrações mecânicas em diferentes equipamentos não apenas em rotores, como por exemplo, em nanotubos de carbono de parede simples, em diferentes comprimentos de nanobelts de carbono, formados com elementos de feixe, onde foi possível calcular com precisão a sua frequência natural por meio da análise modal (MIYASHIRO *et al.* 2022).

Esta análise modal é o estudo das propriedades dinâmicas de um sistema sob vibração e é muito usada para determinar os modos de vibração, frequências naturais além de fatores de amortecimento em máquinas e em estruturas (MIYASHIRO *et al.* 2022)

Além disso, por meio de transdutores como os acelerômetros e sensores de deslocamento, é possível medir e analisar as vibrações estabelecendo sua origem, identificando cada componente e o tipo de falha que está gerando. Também é possível avaliar o estado mecânico do componente que a produz e a gravidade da deficiência detectada (MARÇAL; SUSIN, 2005).

Estes problemas apresentados quando presentes em uma máquina rotativa, causa diversas anomalias nas mesmas, e isso resultam em perdas para a empresa. Entre essas anomalias podemos citar: o aumento de temperatura, ruído e vibração. Estas situações dissipam parte da energia que deveria ser convertida em trabalho, ou seja, temos uma perda de eficiência, gerando gastos aumentados em energia. Além de perda de eficiência, estas condições ainda podem levar a falhas prematuras de diversos componentes, entre eles cita-se, os rolamentos, acoplamentos, vedações, entre outros (ROQUE *et al.* 2022).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, apresentou-se um estudo sobre os principais problemas relacionados a máquinas rotativas e suas possíveis soluções. Com isso, pode-se perceber que qualquer fator que altere a simetria do rotor em relação a seu eixo principal de inércia, pode causar o desbalanceamento; e este desbalanceamento pode acarretar uma série de perdas, dentre elas, é possível citar a principal, que é a segurança dos trabalhadores. Por estes motivos, é necessário realizar o balanceamento do rotor utilizando algum método conhecido e adequado à situação.

Outra falha causada em sistemas é o desalinhamento devido à presença de folgas, trincas, desalinhamento de rolamentos, mancais entre outros, resultando assim na alteração ou aparecimento de novas frequências associadas aos problemas. Sendo assim, este desalinhamento pode ser solucionado através da realização do alinhamento, no qual o método mais comum é através da utilização de um feixe de laser sem contato.

REFERÊNCIAS

CHOÍ, T. M., WEN, X., SUN, X., CHUNG, S. H. The mean-variance approach for global supply chain risk analysis with air logistics in the blockchain technology era. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 127, p. 178-191, 2019.

FRISWELL, M. I.; PENNY, J. E.; GARVEY, S. D.; LEES, A. W. Dynamics of Rotating Machines. *New York: Cambridge University Press*, 2010.

FANG, Y. H. CHO, M. JEONG, H. Health monitoring of a shaft transmission system via hybrid models of PCR and PLS, in: J. Ghosh, D. Lambert, D. Skillicorn, J. Srivastava (Eds.), *Sixth SIAM International Conference on Data Mining*, Bethesda, Maryland, 2006.

GÓZ, R. D.; SILVA, T. C. da. Balanceamento de Rotores. *R & T Análise de Vibrações e Balanceamento*. 2002.

Güzelel, Y. E., Olmuş, U., Çerçi, K. N., Büyükalaca, O. New multiple regression and machine learning models of rotary desiccant wheel for unbalanced flow conditions. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, v. 134, 2022.

KUMAR, B. K., YADAVALLI BASAVARAJ, N., KUMAR, KEERTHI, N., SANDEEP, M. J. Vibration based condition monitoring of rotating part using spectrum analysis: A case study on milling machine. *Materials Today: Proceedings*, v. 49, p. 744 – 747, 2022.

MARÇAL, R.F.M.; SUSIN, A. A. Detectando Falhas Incipientes em Máquinas Rotativas. 2005. Disponível em <<http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/revista/>>. Acesso em setembro de 2021.

MANHERTZ, G., BEREZKY, A. STFT spectrogram based hybrid evaluation method for rotating machine transient vibration analysis. *Mechanical Systems and Signal Processing*, v. 154, 2021.

MIYASHIRO, D., TAIRA, H., HAMANO, R., RESERVA, R. L., UMEMURA, K. Mechanical vibration of single-walled carbon nanotubes at different lengths and carbon nanobelts by modal analysis method. *Composites Part C: Open Access*, v. 2, 2020.

ROQUE, A. S., KREBS, V. W., FIGUEIRO, I. C. JAZDI, N. Na analysis of machine learning algorithms in rotating machines maintenance. *IFAC conference paper archive*, v. 55, p. 252 – 257, 2022.

SZYMON, A. A.; PIETA, F. Bancada Didática de Alinhamento de Máquinas Rotativas. 2011. 55f. Monografia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SIMM, A., WANG, Q., HUANG, S., ZHAO, W. Laser based measurement for the monitoring of shaft misalignment. *Measurement*, v. 87, 2016.

WANG, N., JIANG, D. Vibration response characteristics of a dual-rotor with unbalance-misalignment coupling faults: Theoretical analysis and experimental study, *Mech. Mach. Theory*, v. 125 p. 207–219, 2018.

VANCE, J., Zeidan, F., and Murphy, B. *Machinery Vibration and Rotordynamics*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010.

A

Alcalóides 3

Anti-inflamatórias 4

Antioxidantes 1, 2, 4

Armadilhas 114, 115, 116

Átomos excitados 120

AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) 38, 39, 40, 45, 46

B

Banda de condução 114

Banda de valência 113, 114

Bio-climatic zone 75

Biodiversity 75, 87

BlackBoard 44

Buraco 114

C

Cadastros urbanos 49, 50, 59

Código de Monte Carlo 119, 120

Colisões inelásticas 120

Compostos fenólicos 2, 3

Concreto armado 88, 89, 90, 103, 104

CONFEA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) 50, 51, 52, 57, 60

D

Desalinhamento angular 108

Desalinhamento paralelo 108

Desbalanceamento 105, 106, 107, 110

Desvanecimento 115, 116

Diagnose 7, 8, 9

Difração de Raios X (DRX) 135, 136, 138, 139, 141

Discente 38

Dosimetria 112, 113, 115, 118, 119

E

Ecosystems 75, 85

Eficiência energética 62, 63, 64, 65, 66, 74

EGSnrc (*Electron Gamma Shower of National Research Council Canada*) 120, 121, 124, 125, 126, 127

Eixos de rotação 109

Elétrons 112, 113, 114, 115, 116, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126

Emissão de luz 113, 114, 116

F

Feedback 45

Ferramentas 5, 8, 16, 106, 129, 130, 132, 133, 134

Fitopatógenos 8, 9, 28

Fitoquímicos 3, 4

Flavonóides 1, 3, 4

Forças centrífugas 107

Fóton 120, 121, 123

Frenamento 120, 121, 123, 124, 125

Fungos 7, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 30, 31, 32

G

Georreferenciamento 49, 50, 56, 58, 59, 60

Google for Education 44

Guamá River 78

H

Hazard 76

I

Indústria 4.0 106

L

Lajes maciças 88, 89, 90, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 102, 103, 104

Lajes nervuradas 88, 89, 96, 101, 103, 104

Lâmpada fluorescente 70

Logística reversa 136

M

Máquinas rotativas 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111

MEC (Ministério da Educação) 36, 37, 48

Meio ambiente 29, 31, 107

Micrografias 142

Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) 135, 139

MOODLE 44

Multifinalitário 50, 51, 52, 57, 58, 60, 61

N

Nb₂O₅ (Pentóxido de nióbio) 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

NEAD (Núcleo de Educação a Distância) 37, 42

O

Ontologia 129, 130, 131, 132, 133

Orchidaceae 7, 8, 10, 12, 14, 15, 17, 23, 25, 30, 32, 33, 34

Orquídeas 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 28, 30, 31, 32, 33

Orquidicultura 11

OWL (*Ontology Web Language*) 129, 130, 132, 133

P

Pará River 78

Plano diretor 50

Plantas medicinais 1, 2, 3, 4

Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) 136, 144

R

Reciclagem 135, 136, 144

Resíduos 135, 136, 144, 146

Resource Description Framework (RDF) 130

Reutilização 135

Rotor 105, 106, 107, 110, 111

S

Sistemas energéticos 62, 63

Sustentabilidade 63, 144

T

Taninos 3

Termoluminescente 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118

TQS (*Software Definitivo para Engenharia de Estruturas*) 88, 89, 91, 92, 93, 94,

95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103

Tutor 35, 36, 38, 39, 40, 42, 45, 46, 47, 48

U

UAB (Universidade Aberta do Brasil) 36, 37, 38, 39, 42, 46, 48

UEM (Universidade Estadual de Maringá) 1, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 47, 105

V

Vibrações mecânicas 109

Vidro 135, 136, 137, 139, 140, 143, 144

Vitrocerâmicas 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144

W

Water 76, 77, 84, 85, 86

Web Semântica 129, 130, 131, 132, 133

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA E ENGENHARIAS:

Conhecimento e informação

-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br