



As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2022



As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

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

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

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
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª 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
Profª Drª 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
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª 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



As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

Diagramação: Daphynny Pamplona
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0141-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.414222104>

1. Engenharia. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 620

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



Atena
Editora
Ano 2022

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.



APRESENTAÇÃO

Na sociedade atual, onde cada vez mais se necessita de informações rápidas e eficientes, o repasse de tecnologias é uma das formas mais eficazes de se obter novas tendências mundiais. Neste cenário destaca-se as engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor empresarial. Analisar os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria contínua de processos.

Estudar temas relacionados a engenharia é de grande importância, pois desta maneira pode-se aprimorar os conceitos e aplicar os mesmos de maneira mais eficaz. O aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

MINIATURIZAÇÃO DE UM ARRANJO LOG-PERÍODICO QUASE-FRACTAL DE ANTENAS DE MICROFITA PARA APLICAÇÕES EM REDES DE COMUNICAÇÃO SEM FIO NA FAIXA DE 2,44 GHZ

Elder Eldervitch Carneiro de Oliveira

Pedro Carlos de Assis Júnior

Vinícius Nunes de Queiroz

Marcos Lucena Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221041>

CAPÍTULO 2..... 14

A NORMATIZAÇÃO COMO MEIO DE INCENTIVO A DISSEMINAÇÃO DAS MICRORREDES ATRAVÉS DE POLÍTICA DE IMPOSTO E TARIFAÇÃO

Kelda Aparecida Godói dos Santos

Pedro André Zago Nunes de Souza

André Nunes de Souza

Haroldo Luiz Moretti do Amaral

Fábio de Oliveira Carvalho

Pedro da Costa Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221042>

CAPÍTULO 3..... 27

ESTUDO DO CONSUMO RESIDENCIAL DE ÁGUA VIA IOT EM RESERVATÓRIO COM CONTROLE DE NÍVEL AUTOMATIZADO

Eduardo Manprin Silva

Luís Miguel Amâncio Ribeiro

Selton de Jesus Silva da Hora

Rogério Luis Spagnolo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221043>

CAPÍTULO 4..... 34

SISTEMA SUPERVISÓRIO E CONTROLE MIMO ATRAVÉS DE LÓGICA

Márcio Mendonça

Gilberto Mitsuo Suzuki Trancolin

Marta Rúbia Pereira dos Santos

Carlos Alberto Paschoalino

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Francisco de Assis Scannavino Junior

José Augusto Fabri

Edson Hideki Koroishi

André Luís Shiguemoto

Celso Alves Corrêa

Kazuyochi Ota Junior

Odair Aquino Campos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221044>

CAPÍTULO 5..... 50

EMPILHADEIRA AUTOMÁTICA

Camila Baleiro Okado Tamashiro

Edison Hernandez Belon

Gabriel Pucharelli Molina

Filipe Cortez

Joao Victor de Elmos da Silva

Joao Vitor da Silva Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221045>

CAPÍTULO 6..... 53

INTENSIVE RAINFALLS AND IONIZING RADIATION MEASUREMENTS IN FEBRUARY 2020 IN SÃO JOSÉ DOS CAMPOS BRAZIL REGION

Inacio Malmonge Martin

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221046>

CAPÍTULO 7..... 62

ANÁLISE DE FALHA DE QUEBRA DE MANCAL SNH517 EM FERRO FUNDIDO CINZENTO EN GJL-200 (EN 1561) EM REGIME DE TRABALHO

Cristofer Vila Nova Fontes

Marcelo Bergamini de Carvalho

João Mauricio Godoy

Sérgio Roberto Montoro

Amir Rivaroli Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221047>

CAPÍTULO 8..... 71

PULSE TRANSIT TIME DETECTS CHANGES IN BLOOD PRESSURE IN RESPONSE TO GALVANIC VESTIBULAR STIMULATION AND POSTURE

Adriana Pliego Carrillo

Rosario Vega

Daniel Enrique Fernández García

Claudia Ivette Ledesma Ramírez

Enrique Soto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221048>

CAPÍTULO 9..... 78

EVIDENCIA INICIAL DE LAS ACCIONES DE ADAPTACIÓN DE EMPRESAS COLOMBIANAS A LA PANDEMIA CAUSADA POR EL SARS-COV2

Lucas Adolfo Giraldo-Ríos

Jenny Marcela Sanchez-Torres

Diana Marcela Cardona Román

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4142221049>

CAPÍTULO 10..... 85

AVALIAÇÃO DO CONFORTO HUMANO DE PISOS MISTOS (AÇO-CONCRETO)

SUBMETIDOS A CARGAS DINÂMICAS RÍTMICAS

Elisângela Arêas Richter dos Santos

Karina Macedo Carvalho

Miguel Henrique de Oliveira Costa

José Guilherme Santos da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210410>

CAPÍTULO 11..... 100

PANORAMA DAS POLÍTICAS DE PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS (PPP'S) EM AEROPORTOS BRASILEIROS

Débora Comin Dal Pozzo

Caroline Miola

Humberto Anselmo da Silva Fayal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210411>

CAPÍTULO 12..... 112

ENCERRAMENTO DE ATIVIDADE INDUSTRIAL: DIRETRIZES PARA DESENVOLVIMENTO DE PLANOS DE DESATIVAÇÃO

Loiva Zukovski

Marlene Guevara dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210412>

CAPÍTULO 13..... 125

USO DE INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS PARA ANÁLISE DOS IMPACTOS DO USO PÚBLICO NO PARQUE NACIONAL DO PAU BRASIL, PORTO SEGURO - BA

Bianca Rocha Martins

Michele Barros de Deus Chuquel da Silva

Gabriela Narezi

Valter Antonio Becegato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210413>

CAPÍTULO 14..... 138

AVALIAÇÃO DE NÍVEL DE MATURIDADE DE CULTURA DE SEGURANÇA EM ORGANIZAÇÃO DO TERCEIRO SETOR

Rodrigo Ferreira de Azevedo

Gilson Brito Alves de Lima

Licínio Esmeraldo da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210414>

CAPÍTULO 15..... 152

THE EVOLUTION OF REGULATION OF THE AIR NAVIGATION ACTIVITY IN BRAZIL

Marcus Vinicius do Amaral Gurgel

Jefferson Luis Ferreira Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210415>

CAPÍTULO 16..... 169

ESTUDO DE *BACKGROUND* GEOQUÍMICO ambiental em ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (aid) DA MINERAÇÃO

Flávio de Moraes Vasconcelos
Gabriel Melzer Aquino
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
João Santiago Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210416>

CAPÍTULO 17..... 183

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE DRENAGEM ÁCIDA E LIXIVIAÇÃO DE METAIS EM PILHAS DE ESTÉRIL E BARRAGEM DE REJEITOS DE MINERAÇÃO

Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
Flávio de Moraes Vasconcelos
Hairton Costa Ferreira
Marcos Rogério Palma
Denner Dias Ribeiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210417>

CAPÍTULO 18..... 197

ESTUDO DE TRATABILIDADE DA ÁGUA DA CAVA DA MINERAÇÃO RIACHO DOS MACHADOS PARA DESCARTE DO EFLUENTE

Flávio de Moraes Vasconcelos
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
Igo de Souza Tavares
Ernesto Machado Coelho Filho
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210418>

CAPÍTULO 19..... 204

MEDIÇÃO DE DESCARGA LÍQUIDA: MÉTODO DO MOLINETE NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ (RONDÔNIA)

Renato Billia de Miranda
Frederico Fábio Mauad
Denise Parizotto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210419>

CAPÍTULO 20..... 218

APLICAÇÃO DE MATRIZ FILTRANTE DESFLUORETADORA, COMPOSTA POR SISTEMA CÉRIA/CARVÃO ATIVADO DE COCO (*Coccus nucifera* L.), EM ÁGUAS COMPLEXAS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

Carlos Christiano Lima dos Santos
Poliana Sousa Epaminondas Lima
João Jarllys Nóbrega de Souza
Tainá Souza Silva
Rodrigo Lira de Oliveira
Carlo Reillen Lima Martins

Ilauro de Souza Lima
Ana Sabrina Barbosa Machado
Maria Soraya Pereira Franco Adriano
Alexandre Almeida Júnior
Isabela Albuquerque Passos Farias
Fabio Correia Sampaio

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210420>

CAPÍTULO 21.....233

RESPONSIBLE MANAGEMENT OF XANTHATES TO ENSURE THE SUSTAINABILITY OF MINING INDUSTRIES IN LATIN AMERICA

Maria Andrea Atusparia Cierro
Fredy Castillejo
Gloria Valdivia
María Atusparia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210421>

CAPÍTULO 22.....251

COBERTURA DE PILHA DE ESTÉRIL EM CLIMAS SEMI-ÁRIDOS

Flávio de Moraes Vasconcelos
Nathália Augusta Ferreira Sales Coutinho
Michael Milczarek
Rodrigo Dhryell Santos
Luiz Lourenço Fregadolli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210422>

CAPÍTULO 23.....258

SÍNTESE E QUEBRA DE EMULSÃO ÓLEO EM ÁGUA (O/A) VIA AQUECIMENTO E ADITIVAÇÃO COM NONILFENOL POLIETOXILADO

Heithor Syro Anacleto de Almeida
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega
Diego Ângelo de Araújo Gomes
Rafael Stefano Costa Mallak,
Francisco Klebson Gomes dos Santos
Alyane Nataska Fontes Viana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210423>

CAPÍTULO 24.....268

DESESTABILIZAÇÃO DE EMULSÃO (O/A) DO PETRÓLEO BRUTO UTILIZANDO ÁLCOOL LAURÍLICO ETOXILADO ALIADO A VARIAÇÃO DA TEMPERATURA

Rafael Stefano Costa Mallak
Heithor Syro Anacleto de Almeida,
Geraldine Angélica Silva da Nóbrega
Francisco Klebson Gomes dos Santos
Alyane Nataska Fontes Viana
Diego Angelo de Araujo Gomes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210424>

CAPÍTULO 25.....	280
ESTUDIO PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN POR MEDIO DELA COMBUSTIÓN DEL GAS METANOS IN REALIZAR UNA RECUPERACIÓN ENERGÉTICA Vilma Del Mar Amaya Gutiérrez  https://doi.org/10.22533/at.ed.41422210425	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	285
ÍNDICE REMISSIVO.....	286

AVALIAÇÃO DO CONFORTO HUMANO DE PISOS MISTOS (AÇO-CONCRETO) SUBMETIDOS A CARGAS DINÂMICAS RÍTMICAS

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 28/02/2022

Elisângela Arêas Richter dos Santos

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
(UERJ)
Rio de Janeiro/RJ
<http://lattes.cnpq.br/2687197198246017>

Karina Macedo Carvalho

Universidade Estácio de Sá (UNESA)
Rio de Janeiro/RJ
<http://lattes.cnpq.br/8864137247599342>

Miguel Henrique de Oliveira Costa

Universidade Estácio de Sá (UNESA)
Rio de Janeiro/RJ
<http://lattes.cnpq.br/5458765513072880>

José Guilherme Santos da Silva

Universidade do Estado do Rio de Janeiro
(UERJ)
Rio de Janeiro/RJ
<http://lattes.cnpq.br/4422797300106230>

RESUMO: Nos últimos anos, vários pesquisadores têm relatado um número crescente de problemas estruturais associados às vibrações excessivas de pisos em edifícios de estrutura mista devido a atividades humanas rítmicas. Nesse sentido, a representação de atividades humanas não é tarefa fácil. Para tanto, foram utilizadas formulações matemáticas para representar o carregamento dinâmico (modelos de “força dura”); e, também, considerando-se o emprego

de modelos biodinâmicos associados a sistemas do tipo “massa-mola-amortecedor”, com um grau de liberdade (S1GL), objetivando representar o comportamento dinâmico das pessoas. Assim sendo, este trabalho de pesquisa objetiva o estudo de um piso misto (aço-concreto), com dimensões 10 m x 10 m ($A = 100 \text{ m}^2$), submetido a cargas dinâmicas oriundas de vinte indivíduos praticando atividade aeróbica sobre a estrutura. Por conseguinte, foi realizado o estudo da resposta dinâmica do piso com base nos valores dos deslocamentos, acelerações de pico (a_p), RMS ($a_{w,rms}$) e valores de doses de vibração (VDV), comparando os resultados obtidos entre os modelos matemáticos tradicionais de “força dura” e biodinâmico, objetivando avaliar o conforto humano da estrutura. A modelagem numérica foi desenvolvida com base no uso do programa de elementos finitos ANSYS (2012). Os resultados alcançados ao longo desta investigação apontam discrepâncias quanto aos limites de projeto recomendados, resultando em desconforto humano.

PALAVRAS-CHAVE: Pisos mistos de edificações / Ações humanas rítmicas / Análise de conforto humano.

HUMAN COMFORT ASSESSMENT OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE FLOORS SUBJECTED TO RHYTHMIC ACTIVITIES

ABSTRACT: In recent years, several researchers have reported a number of structural problems associated with excessive floor vibrations in steel-concrete composite buildings due to

rhythmic human activities. In this sense, the representation of human activities is not an easy task. This way, mathematical formulations were used to represent the dynamic loading (“only force” models); and considering the use of biodynamic models associated with “mass-spring-damper” systems, with one degree of freedom (S1GL), aiming to represent the dynamic behaviour of people. Therefore, this research work aims to study a steel-concrete composite floor (steel-concrete) with dimensions of 10 m x 10 m ($A = 100 \text{ m}^2$) subjected to dynamic loads related to twenty individuals practicing aerobics on the floor. Therefore, a study of the floor dynamic response was carried out based on the values of displacements, peak accelerations (a_p), RMS ($a_{w,rms}$) and values of vibration doses (VDV), comparing the obtained results calculated based on the use of “only force” and biodynamic models, aiming to evaluate the human comfort of the structure. The numerical modelling was developed based on the use of the finite element program ANSYS (2012). The results achieved throughout this investigation point out to discrepancies regarding the recommended design limits, resulting in human discomfort.

KEYWORDS: Steel-concrete composite floors of buildings / Rhythmic human actions / Human comfort analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, muitos dos problemas associados à vibração excessiva de estruturas têm ocorrido em espaços destinados à atividade humana rítmica, especialmente na cidade do Rio de Janeiro (CAMPISTA, 2019; GASPAS, 2016). Este fato pode estar relacionado a diversos fatores, como o impacto dos avanços tecnológicos (materiais mais leves e resistentes) e a adaptação de estruturas originalmente projetadas para outros fins. Como resultado desses avanços tecnológicos temos estruturas mais esbeltas, flexíveis e com baixo amortecimento estrutural, que geram nesses sistemas frequências naturais menores.

A utilização de pisos mistos (aço-concreto) para a prática de atividades humanas rítmicas (ginástica aeróbica) tais como academias e ginásios esportivos, consiste em um problema complexo. Assim sendo, este tipo de situação ocorre devido estas atividades apresentarem as frequências dos harmônicos relativamente próximos das frequências naturais da maioria dos pisos de edifícios com grandes vãos (4 a 8 Hz).

Desta maneira, esta combinação propicia a ocorrência do fenômeno de ressonância, ocorrendo, portanto, a amplificação das vibrações e causando mal-estar e desconforto aos usuários (CAMPISTA, 2019; GASPAS, 2016). Ademais, os seres humanos apresentam grande sensibilidade às vibrações na faixa de frequência mencionada (BACHMANN et al., 1995; MURRAY et al., 2003; SMITH et al., 2009, GASPAS, 2013). Destaca-se, ainda, que estes sistemas atendem aos estados limites de utilização (ELU), no entanto devem ser investigados quanto aos estados limites de serviço (ELS), com o objetivo de assegurar os critérios de conforto dos usuários e de vibrações excessivas.

Considerando-se a relevância do problema em questão, neste estudo as ações

dinâmicas humanas são consideradas com base no emprego dos seguintes modelos de carregamento: modelos tradicionais de “força dura” (AISC, 2016; SCI, 2009; FAISCA, 2003) e os modelos biodinâmicos, desenvolvidos no trabalho de pesquisa de CAMPISTA (2019), que consideram as características dinâmicas de cada indivíduo.

Assim sendo, este trabalho de pesquisa objetiva o estudo do comportamento dinâmico de um piso misto (aço-concreto), com dimensões de 10 m x 10 m ($A = 100 \text{ m}^2$), submetido a cargas dinâmicas oriundas de vinte indivíduos praticando atividade aeróbica sobre a estrutura. Deste modo, os valores máximos da resposta estrutural dinâmica da estrutura (deslocamentos e acelerações), foram avaliados e comparados com os limites recomendados para o estudo do conforto humano. Após a análise dos resultados obtidos nesta investigação, foi observado que os limites de projeto não são obedecidos em determinadas situações de projeto, e a estrutura pode vir a apresentar níveis de vibração excessiva e desconforto humano.

2 | METODOLOGIA DE ANÁLISE

2.1 Modelagem das atividades humanas rítmicas

Considerando-se os impactos das ações humanas rítmicas sobre pisos de edifícios, foram utilizados três modelos matemáticos tradicionais de “força dura”: AISC (2016), SCI (2009) e FAISCA (2003). Assim sendo, o modelo matemático presente no guia AISC (2016) representa os harmônicos da excitação, ao longo do tempo, considerando a frequência do passo dos indivíduos, conforme a Equação (1). Onde $F(t)$ representa a força dinâmica em (N); Q é o peso do indivíduo em (N); α_i é o coeficiente dinâmico; i é o número do harmônico; f_{step} é a frequência de passo em (Hz) e t é o tempo em (s).

$$F(t) = P \alpha_i \cos(2\pi i f_{\text{step}} t) \quad (1)$$

Com referência ao guia SCI (2009), leva-se em consideração a diferença de fase adotada para os três primeiros harmônicos, considerando-se os saltos regulares realizados pela multidão foi tomada como sendo $p/6$, $-p/6$ e $p/2$ (ELLIS e JI, 2004 apud SCI, 2009), respectivamente. Além disso, a base desse modelo foi inspirada pela série de Fourier definida com base no número de indivíduos e nas características da estrutura. Conforme apresentado na Equação (2), onde $F(t)$ representa a força dinâmica em (N); G é o peso da pessoa em (N); n é o número de Fourier prazo; n é o número das pessoas; $r_{n,n}$ é o coeficiente de Fourier induzido por n pessoas; f_n é a diferença de fase; f_p é a frequência de carga e t é o tempo em (s).

$$F(t) = G \left\{ 1 + \sum_{n=1}^{\infty} r_{n,v} \sin(2n\pi f_p t + \phi_n) \right\} \quad (2)$$

O terceiro modelo de carregamento utilizado trata da formulação associada às ações dinâmicas rítmicas induzidas por ginástica aeróbica e saltos à vontade. Para tal, a função Hanning, muito utilizada em processamentos de sinais, foi proposta por FAISCA (2003) para descrever matematicamente esses carregamentos. Esta modelagem é respaldada por parâmetros experimentais também realizados por FAISCA (2003). O carregamento foi aplicado diretamente sobre as lajes de concreto. Conforme apresentado na Equação (3), onde o $F(t)$ é a força dinâmica em (N); CD é o coeficiente de atraso; K_p é o coeficiente de impacto; T_c é o período de contato da atividade em (s); T é o período de atividade em (s) e t é o tempo em (s).

$$F(t) = CD \left\{ K_p P \left[0,5 - 0,5 \cos \left(\frac{2\pi}{T_c} t \right) \right] \right\} \quad \text{Para } t \leq T_c$$

$$F(t) = 0 \quad \text{Para } T_c \leq t \leq T \quad (3)$$

Objetivando-se representar as ações dinâmicas humanas considerando-se o caráter individual de cada pessoa, de maneira mais realista, o modelo matemático biodinâmico proposto por CAMPISTA (2019) foi utilizado e os resultados produzidos pela adoção deste modelo serão comparados com aqueles fornecidos pelos modelos tradicionais de carregamento (“força dura”).

O modelo desenvolvido por CAMPISTA (2019) envolve o uso de um sistema biodinâmico do tipo “massa-mola-amortecedor” com um grau de liberdade (S1GL), com o objetivo de representar de maneira mais realista as ações humanas sobre pisos, pois considera as características dinâmicas (massa; amortecimento e rigidez) de cada indivíduo. Este modelo matemático foi desenvolvido através da combinação de uma série extensa de testes experimentais e a resolução de um problema clássico de otimização, com base no uso de Algoritmos Genéticos (AG), via emprego do software MATLAB (2017). O modelo biodinâmico proposto por CAMPISTA (2019) é ilustrado de acordo com a Figura 1.

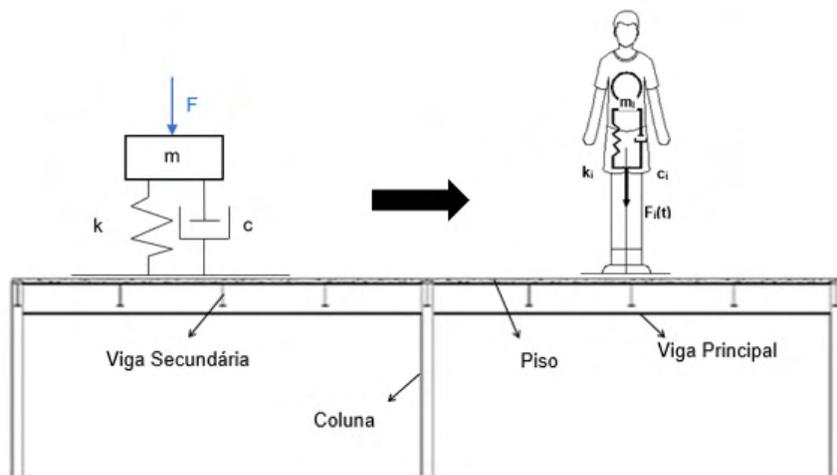


Figura 1 - Representação do modelo matemático biodinâmico (CAMPISTA, 2019).

$$F_i(t) = k_i x_i(t) + c_i v_i(t) + m_i a_i(t) \quad (4)$$

$$k_i = 4p^2 f_i^2 m_i \quad (5)$$

$$c_i = 4pm_i \xi f_i \quad (6)$$

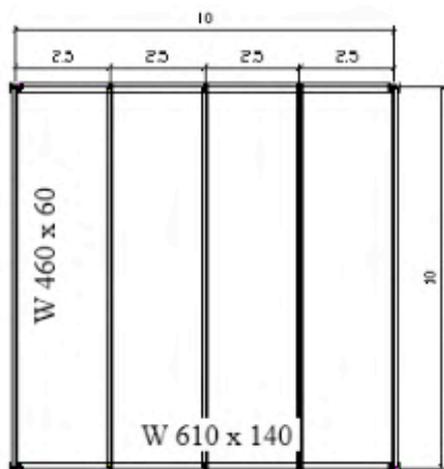
Onde $F_i(t)$ é a força dinâmica produzida pelo indivíduo em (N); k_i é a rigidez em (N/m); m_i é a massa em (kg); c_i é o amortecimento em (N.s/m); $x_i(t)$ é o deslocamento em (m); $v_i(t)$ é a velocidade em (m/s); $a_i(t)$ é a aceleração em (m/s²); f_i é a frequência em (Hz), t é o tempo em (s), e ξ é o coeficiente de amortecimento, considerado igual a 0,25 nesta investigação (DOUGILL, 2008). Estes parâmetros foram determinados para cada indivíduo, conforme proposto no modelo matemático desenvolvido por CAMPISTA (2019).

3 I MODELO ESTRUTURAL E MODELO EM ELEMENTOS FINITOS

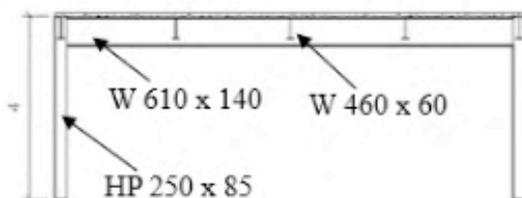
Neste trabalho investiga-se a resposta dinâmica de um piso misto (aço-concreto) composto por uma laje de concreto armado e com vigas e pilares formados por perfis de aço. A laje possui dimensões de 10 m x 10 m ($A = 100 \text{ m}^2$). O espaçamento entre as vigas secundárias é igual a 2,5 m com pilares de 4 m de altura. A visualização da vista superior do piso misto e da seção transversal do painel, respectivamente, está ilustrados na Figura 2.

Os perfis metálicos utilizados são compostos por vigas principais W 610 x 140 e W 460 x 60, enquanto os pilares são perfis HP 250 x 85. Estes perfis possuem tensão de escoamento de 345 MPa, módulo de elasticidade (E) de 205 GPa e massa específica de 7.850 kg/m³. A laje possui espessura de 10 cm, resistência característica à compressão (f_{ck}) de 30 MPa, módulo de elasticidade secante (E_{cs}) de 34 GPa e massa específica de

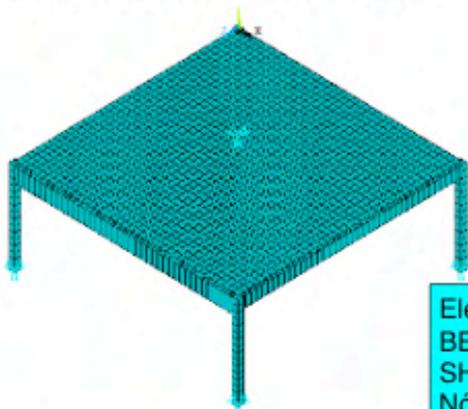
2500 kg/m³. O coeficiente de Poisson (ν) para o aço é 0,3 e para o concreto é de 0,2.



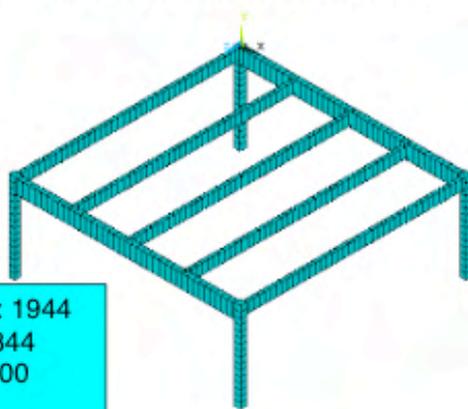
(a) Vista superior do piso misto.



(b) Seção transversal genérica.



(c) Modelo em elementos finitos.



(d) Colunas e vigas de aço.

Elementos: 1944
BEAM44: 344
SHELL: 1600
Nós: 1745
GL: 10458

Figura 2 - Modelo estrutural e modelo em elementos finitos (dimensões em metros).

No desenvolvimento do modelo numérico (Figura 2), foram empregadas técnicas usuais de discretização, via Método dos Elementos Finitos (MEF), por meio do uso do programa ANSYS (2012). Os elementos definidos para representar as colunas e vigas são do tipo pórticos espaciais (BEAM44); e para representar a laje de concreto armado foram utilizados elementos de casca (SHELL63). No que diz respeito à modelagem dos indivíduos foram utilizados elementos de mola-amortecedor (COMBIN14) associados aos elementos de massa (MASS21), para a simulação de um sistema com um grau de liberdade (S1GL: sistema massa-mola-amortecedor), representativo das pessoas.

4 | ANÁLISE ESTRUTURAL DINÂMICA

Ao longo da análise dinâmica, considerou-se um caso real de projeto para o piso em estudo. Sobre as lajes da estrutura, foram dispostos vinte indivíduos praticando atividade aeróbica em um piso de academia (Figura 3), com taxa de distribuição igual a 0,25 pessoas/m² (BACHMANN et al., 1995). Além disso, considera-se que o peso de cada indivíduo é igual a 800N e o coeficiente de amortecimento estrutural é igual a $\xi = 1\%$ ($\xi = 0,01$), de acordo com recomendações da norma ISO 10137 (2007). A resposta dinâmica do modelo estrutural foi obtida no nó localizado no centro da laje (seção A), como mostrado na Figura 4.

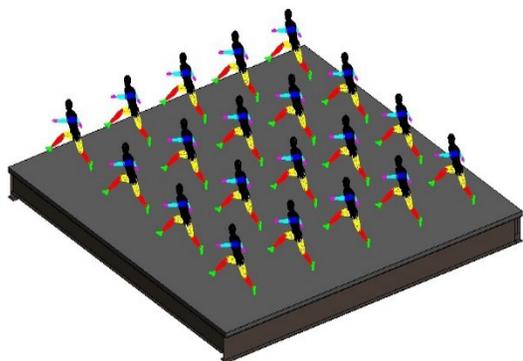


Figura 3 - Atividade aeróbica.

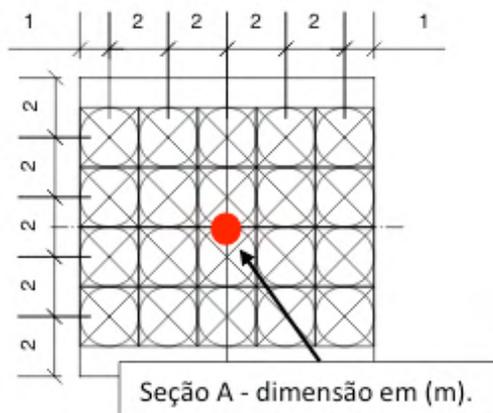


Figura 4 - Posição das pessoas.

5 | FREQUÊNCIAS NATURAIS E MODOS DE VIBRAÇÃO

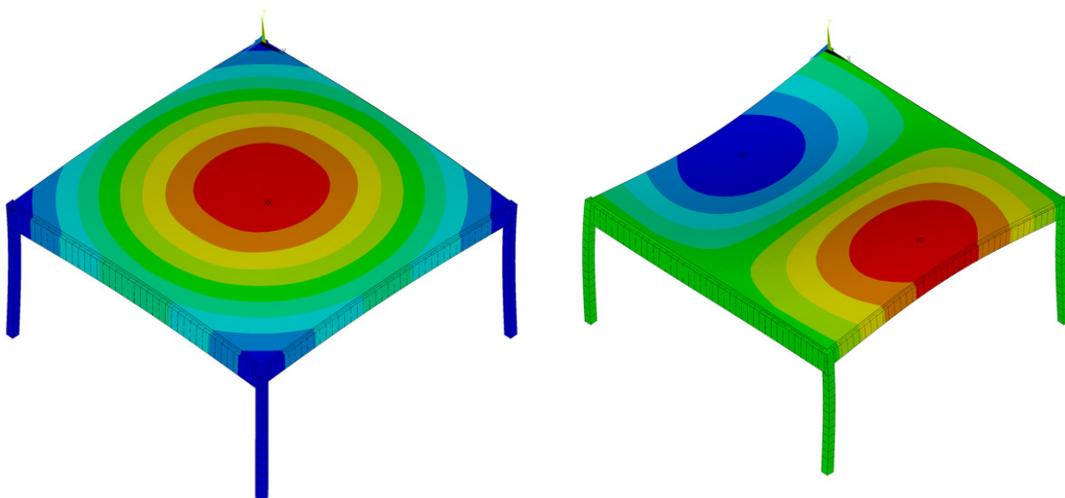
As frequências naturais e os modos de vibração do piso misto (aço-concreto) investigado foram determinados via análise modal, com base no programa ANSYS (2012). Os autovalores (frequências naturais) encontram-se descritos na Tabela 1, enquanto os dois primeiros modos são mostrados na Figura 5.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que a frequência fundamental do piso ($f_{01}=6,60$ Hz) encontra-se na faixa de frequência da atividade aeróbica. Em outras palavras, o terceiro harmônico da frequência de excitação (entre 5,66 e 8,57 Hz) pode igualar-se a frequência fundamental do piso e, portanto, conduzir a um estado de ressonância (BACHMANN et. al., 1995).

Frequência (Hz)	Massa modal (kg)	Rigidez modal (N/m)	Amortecimento modal (N.s/m)	Período natural (s)
-----------------	------------------	---------------------	-----------------------------	---------------------

f01	6,60	1.0510,13	1,81x10 ⁷	20.189,06	0,15
f02	10,28	8.655,93	3,61x10 ⁷	39.254,51	0,10
f03	13,37	5.282,54	3,73x10 ⁷	40.185,49	0,07
f04	14,18	8.180,63	6,49x10 ⁷	69.861,82	0,07
f05	19,87	4.313,58	6,72x10 ⁷	71.982,67	0,05
f06	22,93	6.580,37	1,37x10 ⁸	146.083,59	0,04

Tabela 1 - Características modais da estrutura.



(a) 1° Modo (flexão da laje): $f_{01} = 6,60\text{Hz}$.

(b) 2° Modo (flexão da laje): $f_{02} = 10,28\text{ Hz}$.

Figura 5 - Modos de vibração do piso.

6 I ANÁLISE DO CONFORTO HUMANO

Inicialmente, cabe ressaltar que após o cálculo das frequências naturais e modos de vibração do piso em estudo, e tendo em mente o projeto final da estrutura, todos os casos investigados (ginástica aeróbica: 20 pessoas) foram sintonizados com uma frequência de excitação igual 2,20 Hz ($f = 2,20\text{ Hz}$), de tal modo que o terceiro harmônico da atividade rítmica estivesse em ressonância com o modo de vibração fundamental do piso ($f_{01} = 6,60\text{ Hz}$). O tempo total de análise numérica, no qual a atividade aeróbica foi realizada pelas pessoas, foi considerado igual a 10 s, suficiente para que a fase permanente da resposta da estrutura (deslocamentos e acelerações) fosse alcançada.

6.1 Análise dos deslocamentos translacionais verticais

O nível de vibração excessiva e de conforto humano do piso misto (aço-concreto) em investigação foi avaliado por meio da análise dos valores dos deslocamentos translacionais

verticais máximos, de acordo com as diretrizes da ABNT (NBR 8800, 2008), e a partir do estudo dos valores das acelerações máximas.

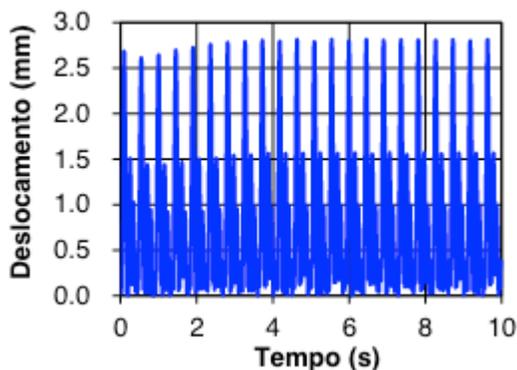
Deste modo, inicialmente, com base nos valores dos deslocamentos translacionais verticais máximos obtidos mediante o emprego dos modelos de carregamento dinâmico, representativos das pessoas praticando ginástica aeróbica sobre o piso, cabe ressaltar que o sistema não apresenta riscos quanto ao estado limite de vibração excessiva (Tabela 2).

AISC (2016)	SCI (2009)	FAISCA (2003)	Biodinâmico (CAMPISTA, 2019)
2,81 mm	3,13 mm	2,08 mm	0,50 mm
Valor Limite [NBR 8800 (2008)]: 5 mm			

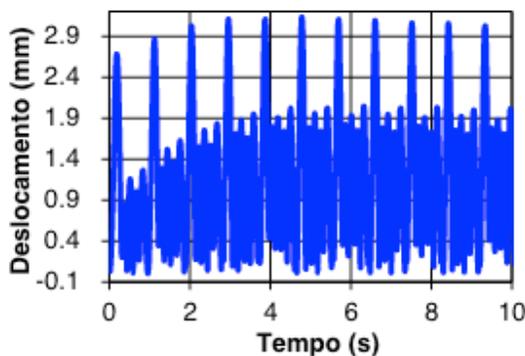
Tabela 2 - Deslocamentos translacionais verticais máximos [Seção estrutural A (Figura 4)].

Assim sendo, a partir dos gráficos representativos dos deslocamentos translacionais verticais no domínio do tempo, apresentados na Figura 6, pode-se verificar o comportamento estrutural do modelo quando submetido ao carregamento dinâmico imposto (vinte pessoas: ginástica aeróbica). Desta forma, é possível verificar, em termos quantitativos, que os valores de pico dos deslocamentos verticais (Figura 6) não ultrapassam o valor limite de 5 mm recomendado pela NBR 8800 (2008).

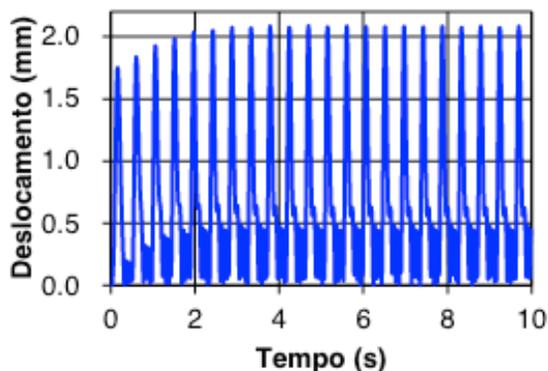
Considerando-se, agora, a resposta da estrutura no domínio da frequência (Figura 7), verifica-se que as maiores amplitudes associadas aos deslocamentos verticais ocorrem na faixa do terceiro harmônico, sendo possível verificar que as funções de carregamento do AISC (2003) e do SCI (2009) apresentaram valores com maior transferência de energia, de acordo com o gráfico da Figura 7.



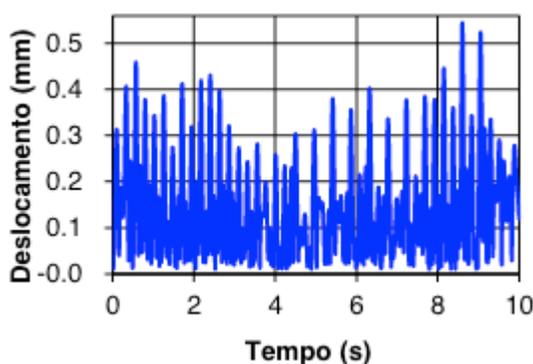
a) Modelo AISC (2016).



b) Modelo SCI (2009).



c) Modelo FAISCA (2003).



d) Modelo Biodinâmico (CAMPISTA, 2019).

Figura 6 - Resposta dinâmica: deslocamentos no domínio do tempo.

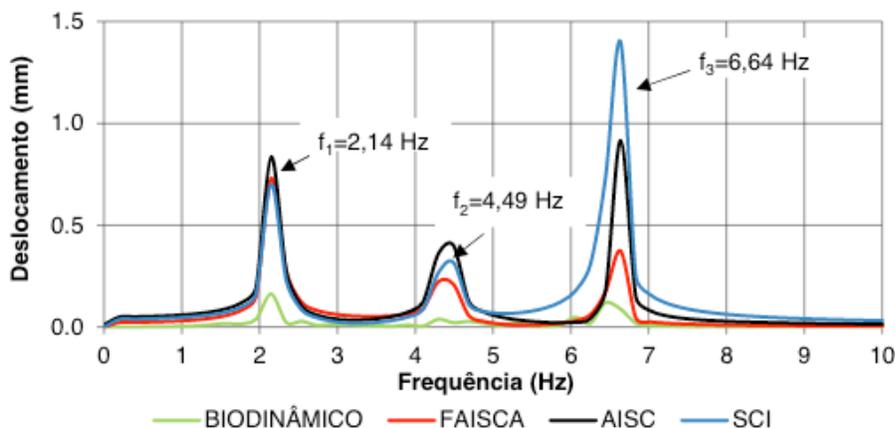


Figura 7 - Resposta dinâmica: deslocamentos no domínio da frequência.

6.2 Análise das acelerações (valores de pico; RMS e VDV)

No que tange ao critério de análise do conforto humano, é importante ressaltar, que ainda não há consenso, dentre os autores, no que diz respeito aos critérios de aceitação (valores limites) para atividades humanas rítmicas (SMITH et al., 2009). Inúmeros pesquisadores (BACHMANN et al., 1995; MURRAY et al., 2003; ELLIS e LITTLER, 2004; SMITH et al., 2009; SETAREH, 2012) têm estabelecido limites de conforto em função dos métodos de avaliação das acelerações.

Deste modo, as acelerações foram calculadas mediante a utilização de modelos de carregamento dinâmico, representativos dos indivíduos praticando ginástica aeróbica sobre o piso misto (aço-concreto), e avaliadas com base nas acelerações de pico, a_p , acelerações filtradas RMS, $a_{w,rms}$, e valores de dose de vibração, VDV. A Tabela 3 apresenta os valores

limites RMS ($a_{w,rms}$) e VDV. O limite recomendado para as acelerações de pico (a_p) é igual a $0,5 \text{ m/s}^2$ (5%g), associado a atividades aeróbicas (AISC, 2016). Em seguida, a Tabela 4 apresenta os resultados referentes à resposta dinâmica do piso misto (aço-concreto) investigado.

SCI (2009)	Ellis e Littler (2004)	Setareh (2012)	Reação das pessoas
$a_{w,rms}$ (m/s^2)	VDV ($\text{m/s}^{1,75}$)	VDV ($\text{m/s}^{1,75}$)	
< 0,35	< 0,66	< 0,50	Limite aceitável
0,35 - 1,27	0,66 - 2,38	0,50 - 3,50	Perturbador
1,27 - 2,47	2,38 - 4,64	3,50 - 6,90	Inaceitável
> 2,47	> 4,64	> 6,90	pânico

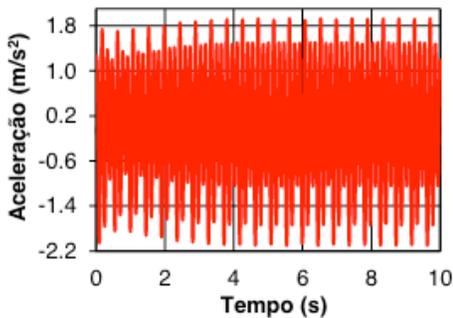
Valor limite para a aceleração de pico: $a_p = 0,5 \text{ m/s}^2$ (AISC, 2016).

Tabela 3 - Critérios de conforto humano para atividades humanas rítmicas.

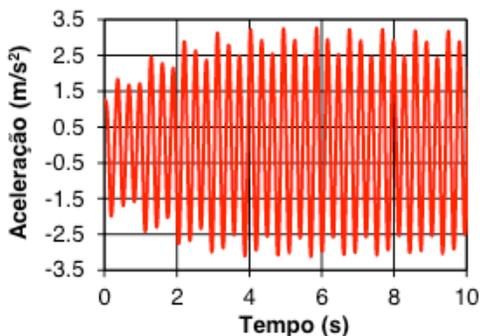
Modelos	Valores da resposta ($\xi = 1\%$)			
	Reação	a_p	$a_{w,rms}$	VDV ($\text{m/s}^{1,75}$)
AISC (2003)	Perturbador	1,92	1,21	2,40
SCI (2009)	Inaceitável	3,25	2,05	4,06
FAISCA (2003)	Perturbador	1,02	0,64	1,27
BIODINÂMICO	Perturbador / Aceitável	0,53	0,33	0,66

Tabela 4 - Resposta estrutural dinâmica do piso misto (aço-concreto).

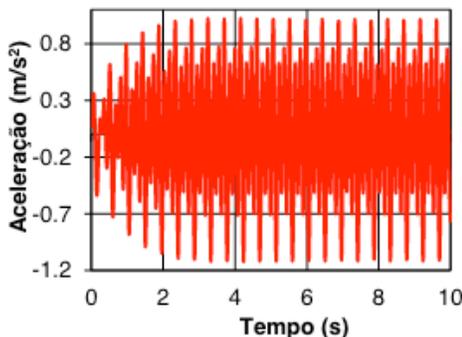
Considerando-se os resultados apresentados na Tabela 4, verifica-se que os modelos de carregamento produzem valores de resposta (acelerações) que basicamente violam os critérios de conforto humano (Tabela 3) para o piso em análise, de acordo com os parâmetros avaliados (acelerações de pico, a_p ; acelerações filtradas RMS, $a_{w,rms}$, e valores de dose de vibração, VDV), exceto para o critério de avaliação das acelerações RMS, as quais se encontram em um nível aceitável quando o modelo biodinâmico (CAMPISTA, 2019) é considerado na investigação. Em seguida, a Figura 8 apresenta a resposta estrutural dinâmica do piso misto investigado no domínio do tempo. Desta forma, é possível verificar, em termos quantitativos, que os valores de pico das acelerações (Figura 8) ultrapassam, por exemplo, o valor limite de $0,5 \text{ m/s}^2$ recomendado pelo AISC (2016).



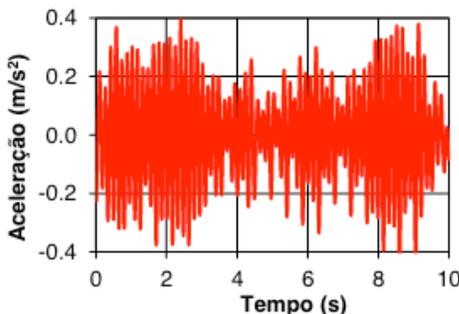
a) Modelo AISC (2016).



b) Modelo SCI (2009).



c) Modelo FAISCA (2003).



d) Modelo Biodinâmico (CAMPISTA, 2019).

Figura 8 - Resposta dinâmica: aceleração no domínio do tempo.

Convém ressaltar que as resposta estrutural dinâmica referente às acelerações máximas da estrutura no domínio da frequência apresenta comportamento qualitativo bastante similar aquele investigado para os deslocamentos translacionais verticais. Em resumo, observando-se a Figura 9, verifica-se que as maiores amplitudes associadas aos deslocamentos translacionais verticais ocorrem na faixa do terceiro harmônico ($f = 6,60$ Hz), sendo possível verificar que a função de carregamento dinâmico proposta pelo SCI (2009) resulta no valor com maior taxa de transferência de energia da resposta dinâmica do piso.

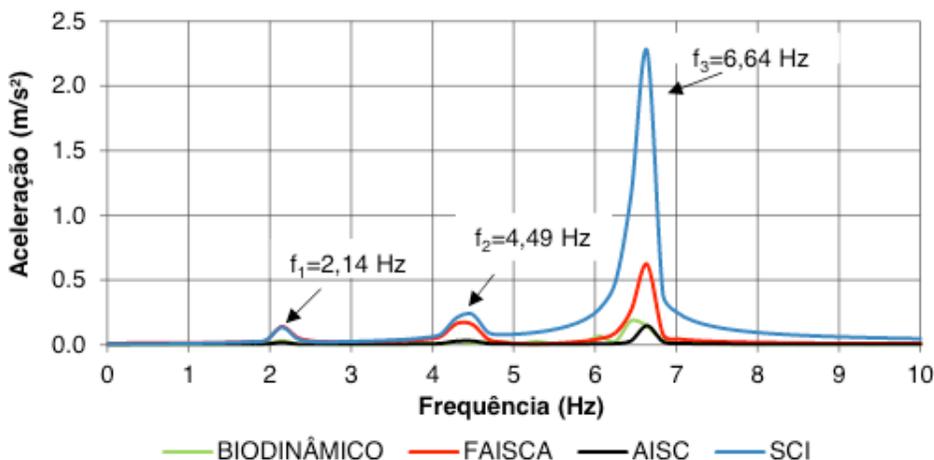


Figura 9 - Resposta dinâmica no domínio da frequência.

71 CONCLUSÕES

A análise de conforto humano dos usuários sobre os pisos mistos (aço-concreto), quando submetido a atividades rítmicas (ginástica aeróbica), tem sido cada vez mais necessária ao longo dos anos, devido ao aumento no número de problemas construtivos relacionados às vibrações excessivas. Portanto, este trabalho de pesquisa analisou a resposta dinâmica de um piso misto típico de academia, com dimensões de 10 m x 10 m ($A = 100 \text{ m}^2$), quando submetido a cargas dinâmicas geradas por vinte pessoas praticando ginástica aeróbica.

Inicialmente, foi determinada a frequência fundamental da estrutura ($f_{01} = 6,60 \text{ Hz}$) via análise modal. Cabe ressaltar que esta frequência encontra-se dentro da faixa para atividades aeróbicas, podendo conduzir a estrutura ao estado de ressonância. Após o que, objetivando de avaliar as vibrações do piso foram utilizados os modelos de carregamento propostos pelo AISC (2016), SCI (2009), FAISCA (2003) e biodinâmico (CAMPISTA, 2019) para análise dos deslocamentos translacionais verticais, acelerações de pico, a_p , acelerações RMS, $a_{w,rms}$, e valores de dose de vibração, VDV. Em seguida, os resultados obtidos da análise dinâmica (vibração forçada) foram confrontados com os valores limites estabelecidos em normas e recomendações de projeto.

Observando-se a resposta estrutural dinâmica do piso misto, em termos dos valores dos deslocamentos e acelerações no domínio da frequência, o sistema estrutural apresentou um quadro de ressonância em função da proximidade entre a frequência do terceiro harmônico da excitação (ginástica aeróbica), e frequência natural associada ao modo de vibração fundamental do piso em estudo (6,60 Hz).

Assim sendo, ao longo das análises, foi constatado que o modelo de carregamento dinâmico que produziu os maiores impactos sobre a resposta dinâmica do piso foi aquele

proposto pelo SCI (2009). Nesta situação, a análise de vibração forçada indicou os valores máximos de $3,25 \text{ m/s}^2$ para as acelerações de pico (a_p), $2,05 \text{ m/s}^2$ para as acelerações RMS ($a_{w,rms}$) e $4,06 \text{ m/s}^{1,75}$ para os valores de dose de vibração (VDV).

Por outro lado, foi observado com clareza que o modelo de carregamento biodinâmico proposto por CAMPISTA (2019), produz respostas dinâmicas menos elevadas, pelo fato de que considera a ação dinâmica de maneira mais realista, levando em conta possíveis defasagens de movimento, além das características dinâmicas distintas de cada indivíduo, especialmente no que tange ao amortecimento das pessoas. Assim sendo, os valores máximos da resposta do piso, com base no uso do modelo biodinâmico, foram os seguintes: $0,53 \text{ m/s}^2$; $0,33 \text{ m/s}^2$ e $0,66 \text{ m/s}^{1,75}$ para as acelerações de pico (a_p), RMS ($a_{w,rms}$) e valores de dose de vibração (VDV), respectivamente.

Finalmente, de acordo com a análise da resposta dinâmica do piso investigado, destaca-se que os valores dos deslocamentos translacionais verticais máximos determinados foram inferiores ao limite de 5 mm conforme sugere a ABNT NBR 8800 (2008), satisfazendo o critério inicial de estado limite utilização (ELU). Por outro lado, devido ressonância entre a frequência de excitação (ginástica aeróbica) e a frequência natural da estrutura (modo fundamental), além, evidentemente, da baixa inércia do sistema estrutural, foi verificada a ocorrência de problemas relacionados a vibrações excessivas e desconforto humano, em determinadas situações de projeto, para os usuários do piso.

REFERÊNCIAS

ANSYS. Swanson Analysis Systems Inc. (2009), Theory Reference (R. 12.1).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014. 238p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios**. Rio de Janeiro, 2008. 237 p.

BACHMANN et al. **Vibration problems in structures - practical guidelines**, Basel (Switzerland):Institut für Baustatik und Konstruktion, Birkhäuser; 1995.

CAMPISTA, F. F. **Análise de vibrações e estudo de conforto humano sobre pisos mistos (aço-concreto) submetidos a ações humanas rítmicas**, 117f. Dissertação de mestrado, PGECIV, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2015.

CAMPISTA, F. F. **Modelagem de sistemas biodinâmicos para avaliação do comportamento estrutural dinâmico de pisos mistos (aço-concreto) de edifícios submetidos a atividades humanas rítmicas**, 245f. Tese de Doutorado, PGECIV, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2019.

DOUGILL, J.W. et al. Joint Working Group IStructE / DCLG / DCMS. **Dynamic performance requirements for permanent grandstands: recommendations for management design and assessment**. The Institution of Structural Engineers. ISBN: 978-1-906335-12-0, London, UK, 2008.

ELLIS, B.R, LITTLER J.D. Response of cantilever grandstands to crowd loads. Part I: Serviceability evaluation, Structures and Buildings, 157(4): 235-241, 2004.

FAISCA, R. G. Caracterização de Cargas Dinâmicas Geradas por Atividades Humanas, 230f. Tese de Doutorado - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, BRASIL, 2003.

GASPAR, C.M.R. **Análise dinâmica e controle de vibrações de pisos de edificações submetidos a atividades humanas rítmicas**, 151f. Dissertação de mestrado, PGE CIV, Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2013.

INTERNACIONAL STANDARD ORGANIZATION, ISO 10137. **Bases for design of structures. Serviceability of buildings and walkways against vibrations**, 2007.

MATLAB. Versão R2017a. MathWorks, 2017.

MURRAY, T.M., ALLEN, D.E., UNGAR, E.E., DAVIS, D.B. **Vibrations of Steel-Framed Structural Systems Due to Human Activity**, 2nd Ed., Design Guide 11, AISC, Chicago, IL, 2016.

RICHTER, E.A. **Análise Dinâmica de Edificações Mistas (Aço-concreto) de Múltiplos Andares Submetidos a Atividades Rítmicas**, 139 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Estácio de Sá (UNESA), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2019.

SETAREH, M. **Evaluation and assessment of vibrations owing to human activity**. Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Structures and Buildings, 165 (SB5): pp. 219-23, 2012.

SMITH A.L., HICKS S.J, DEVINE P.J. **Design of floors for vibrations: A new approach**. The Steel Construction Institute (SCI). SCI Publication P354, Silwood Park, Ascot, Berkshire SL5 7QN, 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ações humanas rítmicas 85, 87, 98

Aeroporto 100, 103, 104, 106, 107, 108, 110

Água 15, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 103, 115, 122, 124, 169, 170, 171, 172, 174, 180, 181, 184, 194, 195, 197, 198, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 209, 210, 216, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 229, 230, 231, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 274, 275, 276, 277, 279

Análise de conforto humano 85, 97

Análise de vibração 62, 63, 64, 65, 66, 98

Áreas contaminadas 112, 114, 115, 116, 117, 120, 122, 123, 124, 170, 181

B

Background geoquímico 169, 170, 171, 172, 173, 176, 178, 180, 181, 182

Banho termostático 258, 259, 262, 269, 274

C

Cobertura de pilha de estéril 251

Comunicação sem fio 1

Concessões 100, 108, 109, 110, 135

Consumo de água 27, 28, 29, 30, 32, 220

Controle de nível 27, 28, 29, 30, 31

Controle Fuzzy-PID 35

Cultura 27, 61, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 150, 151, 168, 232

Curva de koch 1

D

Desativação de atividades 112

Desativação De Atividades 112, 113, 119

Descarte emergencial 197, 198

Desemulsificação 258, 259, 266

Desestabilização da emulsão 269, 273

Desfluoretação 219

Drenagem ácida de mina 184, 252

E

Emulsão O/A 258, 259, 269

Energias renováveis 14, 15, 16, 17, 20, 232

F

Fermentação alcoólica 35, 36, 39, 41, 44, 48

Ferro fundido cinzento 62, 64

Fluorose 219, 220

I

IoT 2, 27, 28, 29, 33

L

Lixiviação de metais 183, 185, 186, 187, 193, 194, 195, 252

M

Mancal 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Maturidade 138, 139, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 149, 150

Medição de grandes rios 204

Método do molinete 204, 205, 215

Microrredes 14, 15, 21, 23, 24

Mineração de ouro 197, 251

N

Normas 13, 24, 79, 97, 98, 102, 105, 112, 113, 115, 116, 117, 119, 122, 134, 139, 141, 142, 181, 195, 203, 281

Normatização 14, 15, 17, 18, 20, 24

O

Organização 15, 28, 128, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 220

P

Parcerias público-privadas 100, 102, 103, 104, 109, 110

Pisos mistos de edificações 85

Q

Qualidade da energia 14, 19, 20

Quebra da emulsão 258, 259, 261, 264, 265, 269, 273, 274

R

Recirculador 62, 63, 69, 70

Residencial 27, 29, 31

S

Segurança 18, 20, 21, 39, 43, 50, 106, 118, 120, 133, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 149, 150, 151

Separação O/A 269

Setor aeroportuário 100, 101, 109

Sistema multivariável 35

Sistemas supervisórios 35, 36

Sustentabilidade 17, 20, 102, 116, 123, 219

T

Tensoativos 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 268, 269, 270, 271, 272, 274, 275, 276, 277, 278, 279

V

Vazão 27, 31, 172, 198, 204, 205, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216



As engenharias agregando conhecimento em setores emergentes de pesquisa e desenvolvimento 2

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



As **engenharias** agregando conhecimento em setores emergentes de **pesquisa e desenvolvimento 2**

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