

INSTITUTO FEDERAL

Sertão Pernambucano

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO
PERNAMBUCANO
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL
CAMPUS SERRA TALHADA**

EMANUELY MICHELY ALENCAR NELO

**IMPACTO DA EXPOSIÇÃO PROLONGADA A VIBRAÇÕES EM
TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

SERRA TALHADA

2025

EMANUELY MICHELY ALENCAR NELO

**IMPACTO DA EXPOSIÇÃO PROLONGADA A VIBRAÇÕES EM
TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Isabel Cavalcanti Cabral

SERRA TALHADA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N419 Nelo, Emanuely Michely Alencar.

Impacto da exposição prolongada a vibrações em trabalhadores da construção civil: revisão bibliográfica / Emanuely Michely Alencar Nelo. - Serra Talhada, 2025.
52 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, 2025.

Orientação: Profª. Msc. Isabel Cavalcanti Cabral.

1. Engenharia civil. 2. Riscos ocupacionais. 3. Vibrações. 4. Construção civil. 5. Medidas preventivas. I. Título.

CDD 624


EMANUELY MICHELY ALENCAR NELO

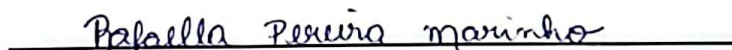
**IMPACTO DA EXPOSIÇÃO PROLONGADA A VIBRAÇÕES EM
TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Serra Talhada, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Aprovado em: 16/12/2025.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Ma. Isabel Cavalcanti Cabral
IFSertãoPE, Campus Serra Talhada


Prof.^a. Ma. Rafaella Pereira Marinho
IFSertãoPE, Campus Serra Talhada


Prof. Esp. Frederico Henrique de Godoy Carvalho
Escola Técnica Estadual Clóvis Nogueira Alves

SERRA TALHADA

2025

Dedico este trabalho a Deus e à minha
mãe, minha base e meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me fortalecido e sustentado ao longo dessa trajetória.

À minha mãe, Edilma Alencar, que sempre esteve ao meu lado me incentivando e me apoiando. Suas orações, seu amor e sua dedicação foram o meu maior suporte nessa caminhada.

Às minhas irmãs, Emandiely e Edinely, que sempre acreditaram em mim, me acolheram e me motivaram mesmo à distância. Sou imensamente grata por toda a ajuda oferecida durante o curso e ao longo da vida.

Ao meu sobrinho, Francisco Neto, que chegou à minha vida como um presente de Deus. Sua doçura, suas brincadeiras e seu jeitinho transformaram meus dias difíceis em dias mais leves.

À memória do meu pai, Francisco Nelo, por sua força e sabedoria. Com saudade e amor, dedico-lhe esta conquista.

À minha amiga especial de curso, Keliene Santos, que sempre me apoiou durante essa jornada acadêmica. Sua amizade me proporcionou acolhimento, boas experiências e muitas risadas.

À minha família e aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo suporte e cuidado durante todo esse período.

À minha orientadora, Isabel Cabral, pelo incentivo, pelos ensinamentos compartilhados e pela contribuição para a realização deste trabalho.

Agradeço a todos que fizeram parte desta jornada e contribuíram para esta conquista.

RESUMO

A vibração de um corpo pode ser definida como um movimento oscilatório periódico em torno de uma posição de equilíbrio. Esse fenômeno pode manifestar-se como vibração de mãos e braços (VMB) ou como vibração de corpo inteiro (VCI), dependendo da região anatômica exposta ao agente vibratório. A avaliação e os limites de exposição são regulamentados no Brasil pela NR-15, Anexo 8, enquanto os métodos de medição e análise seguem as normas técnicas ISO 5349 (vibração em mãos e braços) e ISO 2631 (vibração de corpo inteiro). Desta forma, por meio de uma revisão bibliográfica, o presente estudo visa analisar os impactos da exposição a vibrações dos trabalhadores da construção civil, e apresentar medidas de prevenção e ações de controle como forma de mitigação. A metodologia utilizada consiste na análise de artigos com abordagem sobre fatores de risco ocupacionais no âmbito da construção civil e aplicações de estratégias de segurança. Os resultados evidenciam que equipamentos ou máquinas desencadeiam problemas de saúde dependendo do nível da intensidade da vibração que se encontra, provocando assim desconfortos na lombar, fadiga e complicações musculoesqueléticas, como a DORTs (Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho). O trabalho também ressalta a redução dos impactos da vibração por meio do aperfeiçoamento do assento de máquinas com dispositivos de amortecimento, o uso de luvas antivibração, acompanhamento médico periódico e treinamento sobre o uso adequado dos equipamentos. Sobretudo, é fundamental que sejam realizadas pesquisas e avaliações periódicas, bem como ações de controle a fim de reduzir os impactos da exposição prolongada a vibrações em trabalhadores da construção civil.

Palavras-chave: Riscos ocupacionais; vibrações; construção civil; medidas preventivas.

ABSTRACT

Body vibration can be defined as a periodic oscillatory motion around a position of equilibrium. This phenomenon can manifest as hand-arm vibration (HAV) or whole-body vibration (WBV), depending on the anatomical region exposed to the vibratory agent. In Brazil, exposed assessment and limits are regulated by NR-15, Annex 8, while measurement and analysis methods follow the technical standards ISO 5349 (hand-arm vibration) and ISO 2631 (whole-body vibration). Thus, through a literature review, this study aims to analyze the impacts of vibration exposure on construction workers, and to present preventive measures and control actions as a form of mitigation. The methodology used consists of analyzing articles addressing occupational risk factors in the construction industry and the application of safety strategies. The results show that equipment or machines trigger health problems depending on the level of vibration intensity, causing discomfort in the lower back, fatigue, and musculoskeletal complications such as WRMDs (Work-Related Musculoskeletal Disorders). The work also highlights the reduction of vibration impacts through the improvement of machine seats with damping devices, the use of anti-vibration gloves, periodic medical monitoring, and training on the proper use of equipment. Above all, it is essential that periodic research and assessments be carried out, as well as control measures, in order to reduce the impacts of prolonged exposure to vibrations on construction workers.

Keywords: Occupational risks; vibrations; construction; preventive measures.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Equipamentos relacionados às vibrações em mãos e braços	20
Figura 2 – Equipamentos relacionados às vibrações de corpo inteiro	21
Figura 3 – Frequência mecânica do corpo humano em razão das vibrações	22
Figura 4 – Sistema de coordenadas: vibração em mãos e braços (VMB)	23
Figura 5 – Sistema de coordenadas: vibração de corpo inteiro (VCI)	24
Figura 6 – Doença de Raynaud em trabalhador	39
Figura 7 – Luva anti-vibração	32
Figura 8 – Fluxograma do processo de revisão bibliográfica. 2025.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 : Classificação da insalubridade de acordo com a NR-15 e NHO-10	25
Tabela 2 : Ação diária e limite de exposição à vibração ocupacional em trabalhadores durante uma jornada de 8 horas de trabalho.....	27
Tabela 3 : Fatores de risco coletados referentes à exposição à vibração em trabalhadores na construção civil. 2025.	37
Tabela 4 : Medidas de prevenção e controle da vibração ocupacional em trabalhadores da construção civil. 2024.	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
ISO	Organização Internacional de Normalização
NHO	Normas de Higiene Ocupacional
PAIC	Pesquisa Anual da Indústria da Construção
VCI	Vibração de Corpo Inteiro
VMB	Vibração em Mãos e Braços
AREN	Aceleração de Exposição Normalizada
VDVR	Valor da Dose de Vibração Resultante
NR	Norma Regulamentadora
MPT	Ministério Público do Trabalho
CCOHC	Centro Canadense de Saúde e Segurança Ocupacional
STC	Síndrome do Túnel Carpo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
DORT	Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho
SWS	Stockholm Workshop Scale
DDS	Diálogos Diários de Saúde
SIPAT	Semana Interna de Prevenção de Acidentes de Trabalho
Hz	Hertz

LISTA DE SÍMBOLOS

\leq	Menor ou igual
$>$	Maior
$<$	Menor
$\sqrt{\quad}$	Raiz quadrada
Σ	Soma

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivo Específico	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Vibrações	18
3.2	Tipos de Vibrações	19
3.2.1	Localizadas	19
3.2.2	De corpo inteiro	20
3.3	Características Vibratórias	21
3.3.1	Intensidade e frequência	21
3.3.2	Avaliação da vibração	22
3.4	Normas e Diretrizes	25
3.4.1	Normas nacionais	25
3.4.2	Normas internacionais	26
3.5	Doenças Ocupacionais	27
3.5.1	Doenças vasculares	28
3.5.1.1	Síndrome de Raynaud	28
3.5.2	Distúrbios musculoesquelético	29
3.5.3	Problemas neurológicos	30
3.5.4	Fadiga e estresse	30
3.6	Medidas Preventivas	31
3.6.1	EPIs (Equipamentos de Proteção Individual)	31
3.6.2	Ações de controle	32
4	METODOLOGIA	34
4.1	Tipo de Estudo	34
4.2	Critérios de Elegibilidade dos Estudos	34
4.2.1	Critérios de inclusão	34
4.2.2	Critérios de exclusão	34
4.3	Busca na Literatura	34
4.4	Variáveis Avaliadas	35

4.4.1	Variáveis de abordagem metodológica	35
4.4.2	Variáveis analíticas	35
5	RESULTADOS	36
6	DISCUSSÃO	42
6.1	Impactos na Saúde	42
6.2	Fatores Laborais que Intensificam a Vibração	43
6.3	Medidas de Controle Presentes na Literatura	43
7	CONCLUSÕES	45
8	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A vibração é um fenômeno físico caracterizado pela repetição regular ou irregular transmitida por um corpo em movimento. Segundo a Norma Técnica ISO 2631-1:1997, as vibrações são classificadas em vibrações de corpo inteiro (VCI) e vibrações localizadas, acometendo geralmente as mãos e os braços (VMB).

Quando, em um corpo oscilante, são empregados impulsos de vibrações mecânicas que apresentam frequência próxima da frequência natural, a ressonância pode ser ocasionada, resultando na amplificação da vibração e em deslocamentos elevados (BENTES, 2019). As vibrações são provenientes de diversas fontes mecânicas que estão ao alcance do homem, mediante ferramentas e equipamentos vibratórios (GREGORI, 2017).

O estudo sobre o efeito das vibrações no âmbito do trabalho no Brasil remonta ao início do século XX, com o crescimento industrial e obras de infraestrutura. Relatos sobre doenças ocupacionais aos poucos foram surgindo, o que elevou a preocupação com a saúde e segurança do trabalhador. De acordo com as Normas de Higiene Ocupacional da Fundacentro (NHO 09 e NHO 10), a exposição às vibrações pode afetar negativamente os trabalhadores, provocando efeitos cumulativos a saúde à cada indivíduo. Atualmente, entre profissionais mais impactados pelas vibrações estão aqueles que operam empilhadeiras, equipamentos de mineração e florestais, motoristas e usuários que manuseiam ferramentas manuais vibratórias (FUNDACENTRO, 2013).

Rao (2009) declara que a exposição dos indivíduos a vibrações gera inquietação, dor e capacidade reduzida. Riscos recorrentes à falta de medidas preventivas favorecem impactos no bem-estar e na saúde dos trabalhadores, elevando o índice de fadiga e acidentes e causando danos à prestação de serviços (SOUZA-NASCIMENTO; SANTOS; SAMPAIO, 2021).

Como meio de promover a segurança dos trabalhadores, o Brasil dispõe de técnicas e normas fundamentais, como a NR de número 15. Nesse contexto, ela fornece avaliação quantitativa relacionada a fatores aos quais esses profissionais estão sujeitos, como a vibração (BRASIL, 2014).

O crescimento do setor da construção civil exerce um papel essencial no desenvolvimento socioeconômico de um país. De acordo com os dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC), compartilhada pelo Instituto Brasileiro de

Geografia e Estatística (IBGE), os custos resultantes de obras e de serviços executados nesse âmbito chegaram a mais de 482 bilhões de reais, acarretando um impacto positivo na cadeia produtiva desse setor (IBGE, 2023). Entretanto, o aumento dos trabalhadores em busca desse ramo potencializa a exposição prolongada à vibrações mecânicas, podendo resultar em efeitos nocivos à saúde ocupacional (SOUZA-NASCIMENTO; SANTOS; SAMPAIO, 2021). Nesse sentido, é fundamental a realização de estudos sobre essa temática, visando identificar e reduzir riscos, favorecendo melhores condições de trabalho.

Diante desse contexto, o presente estudo consiste em realizar uma revisão no intuito de apresentar e discutir os desafios da vibração no setor da construção civil, além de ressaltar fundamentos de prevenção e proteção de acidentes.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão bibliográfica no intuito de mapear e resumir evidências disponíveis sobre o impacto das vibrações em trabalhadores da construção civil, além de destacar pontos relevantes relacionados aos fatores associados e a redução desse evento adverso em saúde do trabalhador.

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os principais tipos de estudos desenvolvidos sobre a exposição ocupacional às vibrações em trabalhadores da construção civil;
- Relatar quais os principais fatores de risco associados à exposição às vibrações;
- Descrever quais as principais medidas de intervenção e prevenção destacadas na literatura em razão a essa temática;
- Levantar dados e percentuais de incidência de problemas de saúde dos trabalhadores em pesquisas analisadas;
- Examinar as carências de estudos sobre o assunto no contexto da engenharia civil.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Vibrações

A vibração mecânica é compreendida como todo movimento oscilatório em torno de uma posição de equilíbrio a partir de um corpo ou ponto material (SANTOS, 2016). As vibrações podem ocorrer de forma localizada, oriundas de ferramentas manuais, elétricas ou mecânicas, ou ainda de forma generalizada, afetando todo o corpo daqueles que trabalham com máquinas de grande porte (PELEMBE, 2023).

As vibrações configuram-se como fatores comuns em grande parte dos serviços da construção civil (PEINADO, 2019). Diante disso, são realizados estudos sob a perspectiva das causas e das consequências associadas à exposição. Nesse contexto, a vibração pode resultar em sérios riscos à saúde dos profissionais no ambiente de trabalho, seja por períodos longos de exposição ou pela intensidade, o conforto físico poderá ser comprometido (LEAL; NERY; SILVA, 2021). Verificou-se, com o tempo, sintomas resultantes das altas frequências nos sistemas mão-braço e de corpo inteiro, como distúrbios vasculares, como a síndrome de Raynaud, neurológicos e efeitos musculoesqueléticos (FLORES; VERGARA, 2020; MATOS, 2022).

Em sistemas mecânicos, a vibração é classificada em dois modelos, as chamadas vibrações livres e forçadas (BORGES, 2022). No contexto da construção civil, os profissionais ou operadores de máquinas e equipamentos estão constantemente vulneráveis a sofrer com as vibrações forçadas, o que acaba impactando na saúde mental e física de cada um deles. Segundo Sismanoglu et al. (2024), as vibrações forçadas são forças aplicadas a uma estrutura externamente, como um terremoto vibrando uma mesa, a agitação de janelas de ônibus ou o movimento de uma máquina de lavar roupas.

O impacto das vibrações sobre os trabalhadores é reconhecido como um agente de risco à saúde ocupacional. A exposição prolongada à vibração e aos choques mecânicos podem gerar alterações fisiológicas e desconforto, originando severos danos à saúde do operador (GOMES et al., 2025).

3.2 Tipos de Vibrações

No ambiente laboral, os operadores de equipamentos mecanizados lidam com diversos riscos ergonômicos e de segurança, como sobrecarga de trabalho e movimentos repetitivos, o que pode provocar a ineficiência no desempenho e acidentes de trabalho (BENOS, TSAOPOULOS; BOCHTIS, 2020; PEREIRA et al., 2021). Nesse contexto, as vibrações estão suscetíveis a ocorrerem sem interrupção perceptível ou em intervalos pausados ao longo de execuções de tarefas. Segundo Brito et al. (2017), a vibração do tipo contínua permanece incessante durante um período considerável, enquanto a intermitente são estimuladas por fontes repetitivas ou de forma intercalada, mas que resultaria em uma vibração do tipo contínua se fosse manuseada ou operada de maneira constante (GRUHN; KRIPKA; PALUCH, 2011).

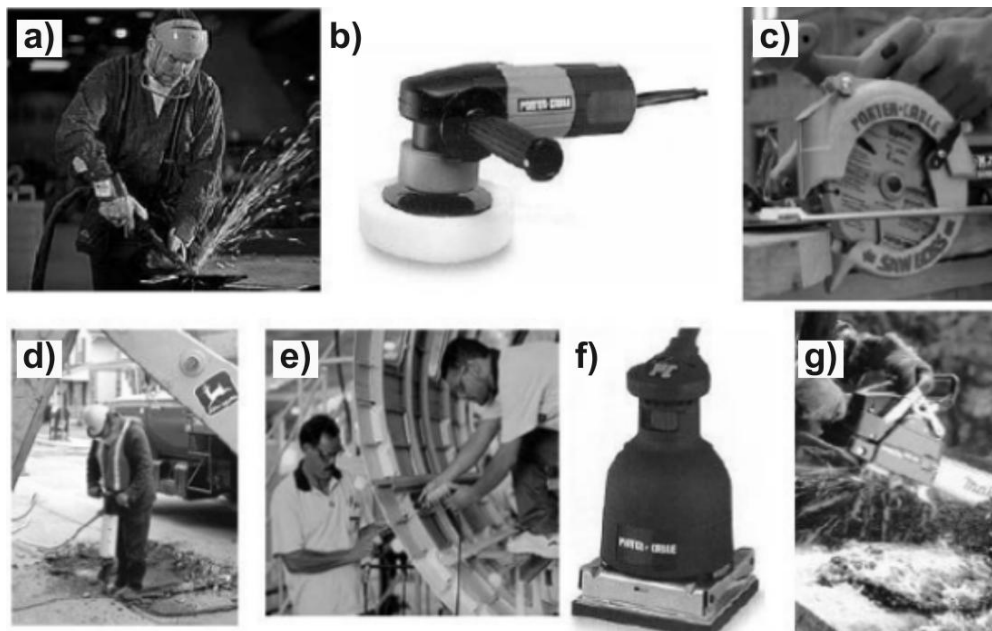
Os impactos na saúde dos trabalhadores devido à exposição a vibrações dividem-se em: vibrações de membros superiores e de corpo inteiro (PEINADO, 2019). As vibrações localizadas atingem principalmente as mãos e os braços, enquanto as vibrações de corpo inteiro afetam todo o organismo do trabalhador, podendo provocar dores e desconfortos.

3.2.1 Localizadas

As vibrações localizadas são aquelas ocasionadas pelo manuseio de ferramentas motorizadas, que transmitem energia principalmente aos membros superiores do corpo humano (SILVEIRA, 2012). Em determinadas atividades, as vibrações localizadas também podem ser sentidas em outros locais do corpo, como os pés, sobretudo em equipamentos com pedal, porém é raro observar efeitos incomuns nesses casos (SILVA et al., 2023).

Conforme destaca Gregório (2017), a vibração de mãos e braços (VMB) é comum no âmbito da construção civil, especialmente em equipamentos que são utilizados constantemente, como serras circulares, furadeiras, serras mármore, martelões e outras ferramentas manuais. Alguns desses exemplos representativos podem ser identificados e analisados na Figura 1, conforme apresentado por Soeiro (2011).

Figura 1 – Equipamentos relacionados às vibrações em mãos e braços
a) Esmerilhadeira angular; b) Lixadeira; c) Serra circular portátil; d) Martetele;
e) Ferramenta manual vibratória; f) Lixadeira orbital; g) Motoserra.



Fonte: Adaptada de Soeiro (2011)

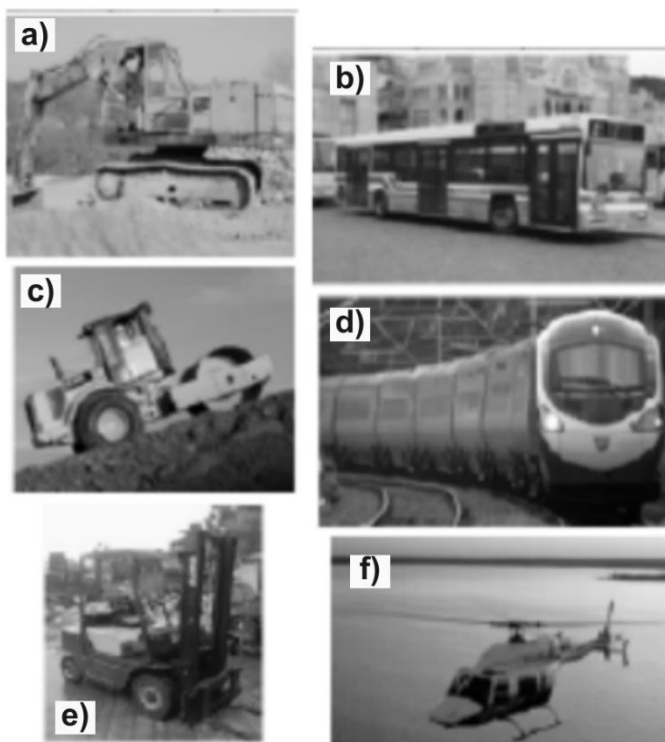
A exposição prolongada a esse tipo de vibração pode acarretar algumas consequências em mãos e braços de trabalhadores ao longo do seu tempo de serviço, como anomalias vasculares, musculares e distúrbios (JUNIOR et al., 2020). Em estágios iniciais, os sinais são poucos perceptíveis e somem rapidamente, porém, com uma exposição intensa, surgem sintomas mais sérios que podem incomodar durante o sono, acarretando dormências passageiras ou irreversíveis (MEDEIROS, 2022).

3.2.2 De corpo inteiro

Vibrações de corpo inteiro (VCI) afetam grande parte do corpo exposto e podem provocar danos à coluna vertebral, afetando o sistema nervoso central, neurológico e circulatório (OLIVEIRA, 2021). A VCI normalmente se propaga por meio de superfícies como assentos ou pisos, sendo possível ocorrer também em passageiros em pé, como é visto em trens e ambulâncias com transporte de pacientes (SILVA et al., 2023).

Na construção civil, essas vibrações estão diretamente relacionadas com os meios de transporte (conforme Figura 2), como em equipamentos pesados ou operação de máquinas, como empilhadeiras, tratores e caminhões (SILVEIRA, 2012).

Figura 2 – Equipamentos relacionados às vibrações de corpo inteiro
a) Escavadeira hidráulica; b) Ônibus urbano; c) Rolo compactador; d) Trem;
e) Empilhadeira; f) Helicóptero.



Fonte: Adaptada de Soeiro (2011)

Segundo Leal et al. (2021), mesmo com a modernização dos instrumentos de trabalho, alguns desses maquinários passaram a contribuir para o aparecimento de riscos ocupacionais ligados às vibrações, impactando, assim, na estabilidade postural dos operadores. De acordo com o que é abordado na norma ISO 2631-1, a qual se refere particularmente às vibrações e aos efeitos da exposição no corpo humano, deve ser estabelecida a necessidade de monitoramento e controle em relação aos níveis e tempo submetido às agitações no ambiente de trabalho, para garantir uma série de problemas irreversíveis, como comprometimento do sistema nervoso e circulatório.

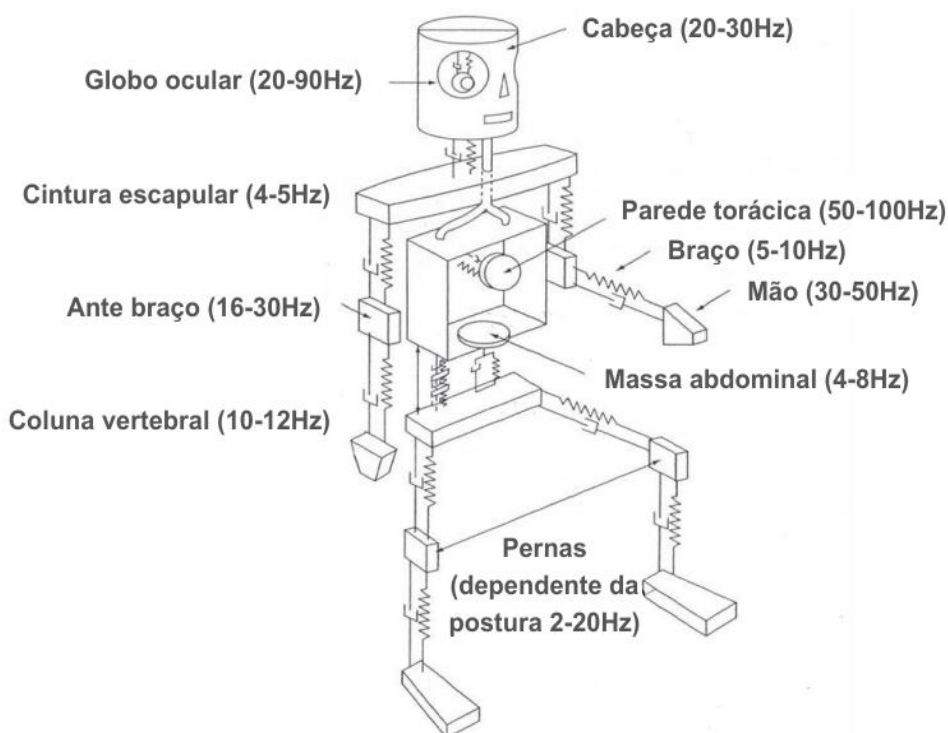
3.3 Características Vibratórias

3.3.1 Intensidade e frequência

No ambiente industrial, equipamentos e maquinários quando submetidos diretamente às forças dinâmicas, reagem de maneira a produzir vibrações como forma de resposta. Este tipo de oscilação pode acontecer em múltiplas frequências, espalhando-se por toda estrutura e alcançando os componentes ao seu redor, o que prejudica a estabilidade e desempenho do sistema (DA SILVA; ABREU; DUARTE, 2023).

Ao analisar e estudar a vibração com base em suas frequências, pode-se observar e identificar pontos que apresentam maior intensidade, possibilitando a localização de níveis maiores de vibração (LIMA, 2019). Ou seja, devido à massa e à flexibilidade, o corpo humano contém frequências diversas para cada parte do corpo (SANTOS, 2016), assim como é mostrado na Figura 3.

Figura 3 – Frequência mecânica do corpo humano em razão das vibrações



Fonte: Adaptada de Matos (2022)

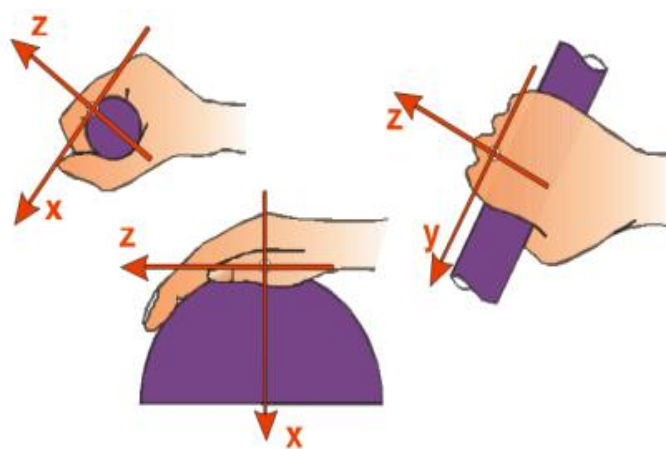
Quando a vibração forçada acontece, a frequência natural de um sistema e a frequência de uma força externa se combinam, gerando o fenômeno chamado de ressonância. Nesse caso, a vibração é amplificada, podendo ocasionar movimentos mais intensos (BOTELHO, 2023).

3.3.2 Avaliação da vibração

O corpo humano responde à exposição vibratória de diferentes maneiras, dependendo da área afetada. Com isso, a análise ocupacional da exposição à vibração no ambiente de trabalho é apresentada em três eixos ortogonais, chamados de x, y e z (GREGORI, 2017).

De acordo com a Norma NHO 10, preparada pela Fundacentro (2013), a medição deve ser realizada através do acelerômetro (dispositivo capaz de captar as vibrações ou a aceleração dos movimentos de um corpo) e seguida conforme seus critérios. Dessa forma, para a avaliação da exposição às vibrações em mãos e braços (VMB), é solicitado ao trabalhador manter o acelerômetro em posição estável e controlada para evitar distorções na medição, mantendo o equipamento ligado de forma constante (DA SILVA; MORO, 2024). Ou seja, a avaliação é realizada a partir de um ponto fixo que indica a intensidade da vibração em função dos três eixos ortogonais, x, y e z, conforme é mostrado na Figura 4.

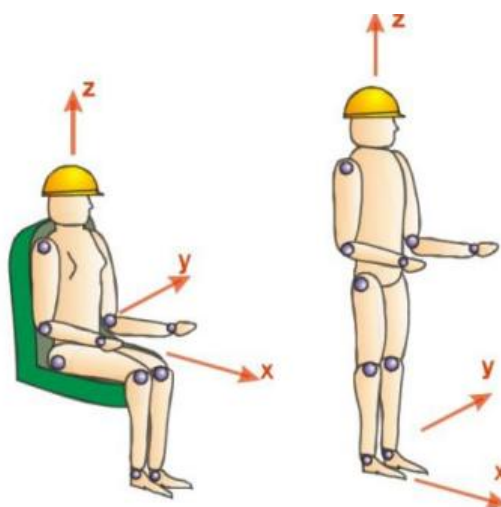
Figura 4 – Sistema de coordenadas: vibração em mãos e braços (VMB)



Fonte: Matos (2022)

Já a avaliação da vibração de corpo inteiro (VCI), segue os parâmetros e diretrizes da Norma NHO 09, também concebida pela Fundacentro (2013). Durante a medição, a aceleração deve ser detectada na interface com o operador, utilizando a superfície do assento para trabalhadores sentados e a área dos pés para aqueles que atuam em pé (SILVA et al., 2023). Com isso, é levado em consideração que x é o movimento frontal, y é o movimento lateral e z o movimento vertical, como é mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Sistema de coordenadas: vibração de corpo inteiro (VCI)



Fonte: Matos (2022)

Segundo a NHO 09, para a avaliação da VCI são utilizados conceitos da AREN (Aceleração de Exposição Normalizada) e do VDVR (Valor da Dose de Vibração Resultante). O limite de exposição, que indica o valor seguro máximo, é $AREN = 1,10 \text{ m/s}^2$ e $VDVR = 21 \text{ m/s}^{1,75}$, enquanto o nível de ação, correspondente ao índice para adoção de estratégias de prevenção, é $AREN = 0,5 \text{ m/s}^2$ e $VDVR = 9,1 \text{ m/s}^{1,75}$.

A AREN é determinada pela equação 1:

$$AREN = ARE \sqrt{T/T_0} [m/s^2] (1)$$

Onde:

ARE = aceleração resultante de exposição (diária);

T = tempo trabalhado por dia, podendo ser em horas ou minutos;

$T_0 = 8$ horas e 480 minutos.

Já para o cálculo do VDVR, é considerada a resultante da quantidade de exposição ocupacional diária dos três eixos de medição, conforme a expressão 2:

$$VDV_{expj} = \sqrt[4]{\sum_{i=1}^m (VDV_{expji}) [m/s^{1,75}]} \quad (2)$$

Onde:

VDV_{expj} = valor de dose de vibração no eixo j (x, y ou z);

m = número de elementos de exposição diária.

3.4 Normas e Diretrizes

3.4.1 Normas nacionais

No Brasil, a normatização do risco ocupacional em relação às vibrações é aplicada dentro de diretrizes e critérios implementados pela NR-15 (Norma Regulamentadora nº 15). O objetivo dessa norma é abordar parâmetros para a avaliação da situação de trabalho insalubre proveniente da exposição às vibrações de corpo inteiro (VCI) e vibrações de mãos e braços (VMB).

Ainda segundo a NR-15 (BRASIL, 2021), atividades ou práticas nas quais os trabalhadores estão sujeitos a vibrações, sem a devida proteção, devem ser avaliadas por meio de procedimentos técnicos reconhecidos. Dessa forma, a caracterização acontece devido às condições de insalubridade do meio, classificadas conforme o limite de exposição ocupacional diária (BRASIL, 2021). Na Tabela 1, é possível analisar esses limites com base no tipo de vibração transmitida ao corpo humano.

Tabela 1: Classificação da insalubridade de acordo com a NR-15 e NHO-10

Classificação de Risco	Aceleração Resultante (m/s^2)	Situação
Baixo	$0 < a_{ren} \leq 2,5 \text{ m/s}^2$	Aceitável
Intermediário	$2,5 < a_{ren} \leq 5,0 \text{ m/s}^2$	Incerteza
Alto	$a_{ren} > 5,0 \text{ m/s}^2$	Insalubre

Fonte: Adaptada da Fundacentro (2013)

No contexto brasileiro, tanto a NR-09 quanto a NR-15 têm evoluído em etapas de atualização com passar dos anos. O anexo I - Vibração, da Norma Regulamentadora nº 09, foi submetido a modificações conforme a Portaria MTP nº 426, de 07 de outubro de 2021, o que reforça a atenção e fiscalização em razão da aplicação exigida (BRASIL, 2021).

De acordo com a NR-15, a VMB e a VCI, quando apresentam condições superiores aos “limites de tolerância”, são caracterizadas como insalubres em grau médio, o que assegura um adicional de 20% (vinte por cento) incidente sobre o salário mínimo do trabalhador exposto a níveis não aceitáveis de vibração, dependendo ainda da região que se encontra. A insalubridade é comprovada a partir de avaliações contendo aspectos organizacionais e ambientais aos quais o trabalhador está inserido, registrados assim em um laudo técnico que contempla o objetivo, os resultados da avaliação, a metodologia, os instrumentos operados, as medidas preventivas presentes e a conclusão da situação (BRASIL, 2014).

Além disso, as Normas de Higiene Ocupacional de nº 09 e 10, publicadas pela Fundacentro em 2013, também têm por objetivo determinar diretrizes e mecanismos para analisar os riscos ocupacionais provenientes das vibrações. A NHO 09 é aplicada a qualquer condição em que o trabalhador esteja sujeito a vibrações que afetem as mãos e os braços (VMB), já a NHO 10 vale para vibrações de corpo inteiro (VCI). Essas normas abordam variados procedimentos de avaliação e gerenciamento dos riscos ocupacionais, com o objetivo de promover um conjunto de medidas preventivas e corretivas necessárias no ambiente de trabalho (FUNDACENTRO, 2013).

3.4.2 Normas internacionais

A ISO (Organização Internacional de Normalização) é uma entidade que elabora normas técnicas que visam assegurar a segurança, a qualidade e a eficiência dos bens e serviços, sendo assim amplamente utilizada como alicerce em vários países, inclusive no Brasil.

De acordo com a ISO 2631-1:1997 (com emenda de 2010), as vibrações podem impactar o corpo humano em geral, em partes específicas ou localizadas. A ISO 2631-1:1997 define requisitos de caracterização das vibrações de corpo inteiro (VCI), nas quais são adotadas frequências para avaliação em intervalos de 0,5 Hz a

80 Hz, com efeitos que mudam conforme cada ciclo (SOUSA, 2021).

A norma ISO 5349-2:2001 visa avaliar as vibrações que atingem as mãos e braços dos trabalhadores ao utilizarem ferramentas e máquinas que geram esse fenômeno dentro do ambiente de trabalho. Segundo a norma, as vibrações de menor frequência são consideradas as mais danosas para a estrutura corporal humana (MEDEIROS, 2022).

Segundo a norma ISO 5349-1:2001, que fornece recomendações práticas para efetuar o monitoramento das medições e avaliações, as vibrações transitórias e de alta frequência são capazes de comprometer os sistemas nervoso e vascular das mãos, exigindo atenção especial (GERHARDSSON, 2024).

Na Europa, há diretrizes criadas visando a prevenção do contato dos trabalhadores com a vibração no ambiente de trabalho. Com isso, adotam-se limites de ação e exposição associados às vibrações em mãos e braços e de corpo inteiro com base na diária de 8 horas, conforme previsto na Diretiva 2002/44/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, e apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Ação diária e limite de exposição à vibração ocupacional em trabalhadores

Forma de Exposição	Ação Diária	Limite de Exposição
Corpo Inteiro	0,5 m/s ²	1,15 m/s ²
Mãos e Braços	2,5 m/s ²	5,0 m/s ²

Fonte: Adaptada de União Europeia (2002)

O limite de exposição deve ser contido, correspondendo à faixa que a maioria dos trabalhadores pode estar sob influência das vibrações, sem sofrer danos nas mãos e braços ou na saúde em geral (MEDEIROS, 2022).

3.5 Doenças Ocupacionais

A exposição ocupacional a vibrações é uma das variáveis que mais representam um risco a saúde e segurança pública, especialmente no ramo da construção civil. De acordo com o Centro Canadense de Saúde e Segurança Ocupacional (CCOHC), os altos índices de vibração podem desencadear mudanças nas articulações, ossos, tendões e músculos, o que compromete a integridade física e limita a aptidão para o trabalho (CCOHC, 2024).

A intensidade dos efeitos gerados pela exposição é agravados conforme o

tempo, de modo que quanto mais prolongada é a exposição, mais elevados serão os riscos de danos funcionais e fisiológicos (PADILHA; CATAI, 2017). Pesquisas recentes revelam que as vibrações além de ocasionar desconforto e dores de modo imediato, podem resultar em efeitos a longo prazo (LIMA, 2020).

Somado a isso, a ausência de orientações, a fragilidade das condições de trabalho e a execução de atividades repetitivas impulsionam para o desenvolvimento de patologias ocupacionais (ROTTENSTEINER et al., 2013; KIM; MARIN; DENNERLEIN, 2018).

Dentre as doenças ocupacionais, destacam-se as doenças vasculares, como a síndrome de Raynaud, os distúrbios musculoesqueléticos, os problemas neurológicos, a fadiga e o estresse.

3.5.1 Doenças vasculares

Os movimentos vibratórios ocupacionais representam uma ameaça ao sistema vascular dos trabalhadores. Estudos demonstram que o manuseio de ferramentas ou equipamentos vibratórios enfraquece o fluxo sanguíneo nas mãos e pés, o que ocasiona sintomas temporários ou crônicos (PALMER; BOVENZI, 2015; LIMA, 2020). Dentre essas manifestações, destaca-se a Síndrome de Raynaud, responsável por causar modificações nas extremidades superiores do corpo.

3.5.1.1 Síndrome de Raynaud

Os canteiros de obra são locais que apresentam alto índice de riscos ocupacionais relacionados à vibração (PEINADO, 2019). No contexto dos efeitos mais significativos, sobressaltam-se os distúrbios osteoarticulares, que se manifestam no ombro, cotovelo e punho, desencadeados por baixas frequências vibratórias (< 30 Hz), e as alterações vasculares, conhecidas como Síndrome de Raynaud, associadas a frequências elevadas (40 < x > 125 Hz) (GONÇALVES, 2015).

Em termos clínicos, a doença de Raynaud, também conhecida como a síndrome do dedo branco, ocorre em consequência de obstrução significativa em pequenas artérias, predominantemente nos dedos das mãos e dos pés, ocasionando formigamento, palidez (cianose) e dormência (KOON, 2023), conforme

Figura 5. De acordo com a ISO 5349, parâmetros de aceleração diária de exposição indicam que 10% dos operadores submetidos por longos períodos de práticas ininterruptas, podem desencadear essa síndrome, tornando necessário a realização de ações de prevenção e fiscalização (ISO 5349).

Figura 6 – Doença de Raynaud em trabalhador



Fonte: Adaptada de Miranda et al. (2020)

A progressão da doença afeta diretamente o tecido nervoso e os vasos sanguíneos, levando à perda da capacidade manual e sensorial (SILVA; SANTOS; OLIVEIRA, 2023). A maior ocorrência está entre trabalhadores que operam dispositivos vibratórios, quando confrontados aos que não são expostos a essas circunstâncias (DINIZ et al., 2024).

3.5.2 Distúrbios musculoesqueléticos

As lesões musculoesqueléticas relacionadas ao trabalho são condições que afetam estruturas do corpo humano como tendões, músculos, nervos e articulações, desencadeando dor e déficit funcional (DA CRUZ, 2024). No setor da construção civil, é recorrente que os trabalhadores não identifiquem os sintomas iniciais, podendo evoluir para doenças persistentes e licença médica (MORAIS et al., 2016; KIM; DENNERLEIN; JOHNSON, 2018; MINEMATSU et al., 2019; NAWAYSEH;

HAMDAN, 2019).

Em especial, fatores como sobrecarga física, longas jornadas de trabalho, alinhamento postural incorreto e torções que surgem de forma associada com a exposição a vibração, intensificam a ocorrência de acidentes de trabalho (NGUYEN et al., 2018; IFTIME et al., 2020). As consequências mais comuns são dores nas regiões das costas e do pescoço, o que reforça a necessidade de acompanhamento e monitoramento no ambiente de trabalho (BASRI; GRIFFIN, 2013; BEARD; GRIFFIN, 2016; CHARLES et al., 2018; DU et al., 2018).

3.5.3 Problemas neurológicos

Apesar da escassez sobre essa temática no Brasil, as vibrações laborais configuram um grande desafio para o surgimento de problemas neurológicos (PADILHA, 2017). O corpo humano exibe uma frequência de 1 a 80 Hz para sensibilidade intensificada, podendo ocorrer comprometimentos arteriais e neurológicos, como formigamento, dormência e perda de cor (SOLANE et al, 2019).

A síndrome do túnel carpo (STC) é um exemplo de neuropatia periférica, que se manifesta pela pressão sobre o nervo mediano, ocasionando dor e fraqueza nos três primeiros dedos da mão. Essa condição é acentuada por movimentos repetitivos e pela flexão prolongada do punho (DA CRUZ, 2024), apresentando a compressão das estruturas nervosas, a fragilidade vascular e efeitos contínuos da vibração como elementos patogênicos do avanço da doença (GÖKTÜRK et al., 2025).

3.5.4 Fadiga e estresse

O cenário, associado à constante exposição a vibrações, influencia diretamente o bem-estar físico e estrutural dos trabalhadores, contribuindo no surgimento da fadiga e na redução da eficiência nas atividades (SOUZA-NASCIMENTO; SANTOS; SAMPAIO, 2021).

Segundo Caldwell et al. (2019), a fadiga pode ser caracterizada como uma sensação de sonolência ou cansaço, decorrente da falta de sono, do esforço físico ou mental prolongado e de extensos períodos de ansiedade ou estresse. Com isso, a ausência do descanso adequado prejudica a recuperação efetiva do trabalhador (ANTUNES, 2024). Fatores como esse acarretam o aumento de faltas e atrasos em

seu local de trabalho, diminuição da produtividade e capacidade do trabalhador (PINHO, 2014; REINHARDT; FISCHER, 2021).

Dependendo do nível da intensidade e da duração das vibrações intensas, o quadro pode se agravar, provocando impactos físicos e psicológicos (JUNIOR, 2023). Nessas condições, quando o estresse se torna corriqueiro, o resultado são manifestações psicofisiológicas e psicossomáticas (VANILOTE, 2014).

3.6 Medidas Preventivas

A exposição às vibrações é bem comum em áreas da engenharia pesada e da construção civil, influenciando construtores, soldadores, metalúrgicos e operários (PALMER; BOVENZI, 2015). As Normas de Higiene Ocupacional (NHO 09 e NHO) 10 definem como nível de ação valores a partir dos quais devem ser adotadas medidas de prevenção para reduzir o contato com a vibração e os riscos à saúde dos trabalhadores, além de evitar que seja ultrapassado o limite de exposição (FUNDACENTRO, 2013).

O contato com a vibração é constante em operações envolvendo máquinas, sendo assim quase inevitável (DANTAS, 2021). Dessa forma, as medidas de prevenção desempenham uma função crucial na vida do trabalhador dentro do campo da construção civil.

3.6.1 EPIs (Equipamentos de Proteção Individual)

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) são destinados aos trabalhadores para realização de suas atividades laborais, visando à segurança e qualidade de vida. A NR-06 (Norma Regulamentadora de nº 6), validada pela portaria 3.214/78 e revisada em 2020, define como responsável a organização ou empresa por orientar, treinar o funcionário e exigir a utilização do EPI (BRASIL, 2020; OLIVEIRA et al., 2020).

Dessa forma, passa a ser importante verificar regularmente a situação do EPI, prática que algumas empresas da construção civil ainda não cumprem, tornando-se necessário à substituição para evitar deformações e acidentes. Devem ser custeados, por meio dos gestores, equipamentos de marca autorizada e com garantia de durabilidade para a empresa, cabendo ao trabalhador o uso adequado

do EPI evitando assim falhas ou infrações (SILVA et al, 2022).

No setor da construção civil, local comum de se observar a exposição à vibração, à medida que não se torna eficaz outros métodos de prevenção, o uso de equipamentos como luvas antivibração (Figura 6) se torna adequado principalmente na redução de impactos danosos às mãos e braços (BERNARDI et al., 2018; GONÇALVES, 2015). Contudo, este EPI deve ser integrado às medidas de prevenção, dependendo assim do baixo nível de Limite de Exposição Ocupacional (LEO) para se tornar funcional (GONÇALVES, 2015; OLIVEIRA et al., 2020).

Figura 7 – Luva antivibração



Fonte: Gonçalves (2015)

3.6.2 Ações de controle

De acordo com a NHO 09, as medidas de prevenção são estratégias que têm como objetivo proteger a saúde do trabalhador e executar corretamente o limite de exposição. Ações como essas são obrigatórias sempre que for observado dano à saúde (GONÇALVES, 2015).

Dentre as estratégias, atualmente, na compra de equipamentos ou ferramentas, os fabricantes comunicam sobre o nível de vibração permitindo que profissionais de Saúde e Segurança do Trabalho (SST) estabeleçam tempos seguros de exposição diária conforme a NHO 09 e NHO 10 (PEINADO, 2019). A

adoção de medidas também inclui o monitoramento dos trabalhadores, a manutenção das ferramentas de trabalho e a alternância de atividades (SANTOS et al., 2020).

Para mitigar os riscos, torna-se necessário a redução da duração da exposição, a diminuição da intensidade na fonte e o uso de EPIs (DA CUNHA et al., 2012). Além disso, a ergonomia é um fator essencial como manutenção preventiva, apresentada pela NR-17 do Ministério do Trabalho, na qual define parâmetros de ajuste das condições de trabalho às características dos trabalhadores. Tais como assentos com boas características dinâmicas favorecem um melhor conforto, principalmente daqueles que operam veículos e máquinas (DA SILVA et al., 2023). Somado a isso, são indispensáveis a reorganização das atividades, o planejamento para o treinamento dos trabalhadores e a alteração do tempo de exposição à vibração (SOEIRO, 2011; MIZUSHIMA et al., 2022).

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de Estudo

Trata-se de uma revisão bibliográfica, com abordagem analítica, do impacto das vibrações sobre trabalhadores da construção civil e variáveis citadas como fatores de risco e medidas de intervenção sobre essa condição.

4.2 Critérios de Elegibilidade dos Estudos

4.2.1 Critérios de inclusão

Os termos de busca foram inseridos nas bases de dados, analisando os seguintes critérios de inclusão: público trabalhadores da construção civil (envolvendo indivíduos de ambos os sexos), idioma de publicação português e inglês, disponíveis na íntegra, publicados entre os anos de 2016 a 2025, dentro do tema sobre o impacto da exposição prolongada a vibrações em trabalhadores da construção civil.

4.2.2 Critérios de exclusão

Após a análise do título, resumo e conteúdo, foram excluídos artigos que não se relacionavam com o tema e com as variáveis em estudo.

4.3 Busca na Literatura

Para a condução da pesquisa, foram escolhidas as seguintes bases de dados para as buscas: PubMed, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e Portal de Periódicos da CAPES. Para os descritores, foram selecionados os termos: “Vibrações”, “Vibração”, “Trabalhadores da Construção”, “Doenças Ocupacionais” e “Vibrações Ocupacionais”.

A revisão considerou artigos observacionais, analíticos e experimentais. Primeiramente, foi realizada uma busca nos bancos de dados escolhidos, empregando os descritores pré-definidos. Posteriormente, aplicaram-se os filtros relacionados a alguns critérios de inclusão, como: pesquisas publicadas entre 2016

e 2025, com textos disponíveis e nos idiomas português e inglês.

4.4 Variáveis Avaliadas

4.4.1 Variáveis de abordagem metodológica

Extraíram-se as informações referentes aos estudos escolhidos, incluindo:

- a) Autor(es) e ano de publicação;
- b) Tipo de vibração (mão-braço e de corpo inteiro)
- c) Estratégia de controle.

4.4.2 Variáveis analíticas

- Impactos na saúde:

Manifestações de problemas neurológicos, vasculares, fadiga, estresse e outros efeitos associados à exposição prolongada à vibração.

- Determinantes de risco coletados:

Equipamentos e máquinas utilizadas, focando na duração e intensidade, além dos procedimentos laborais.

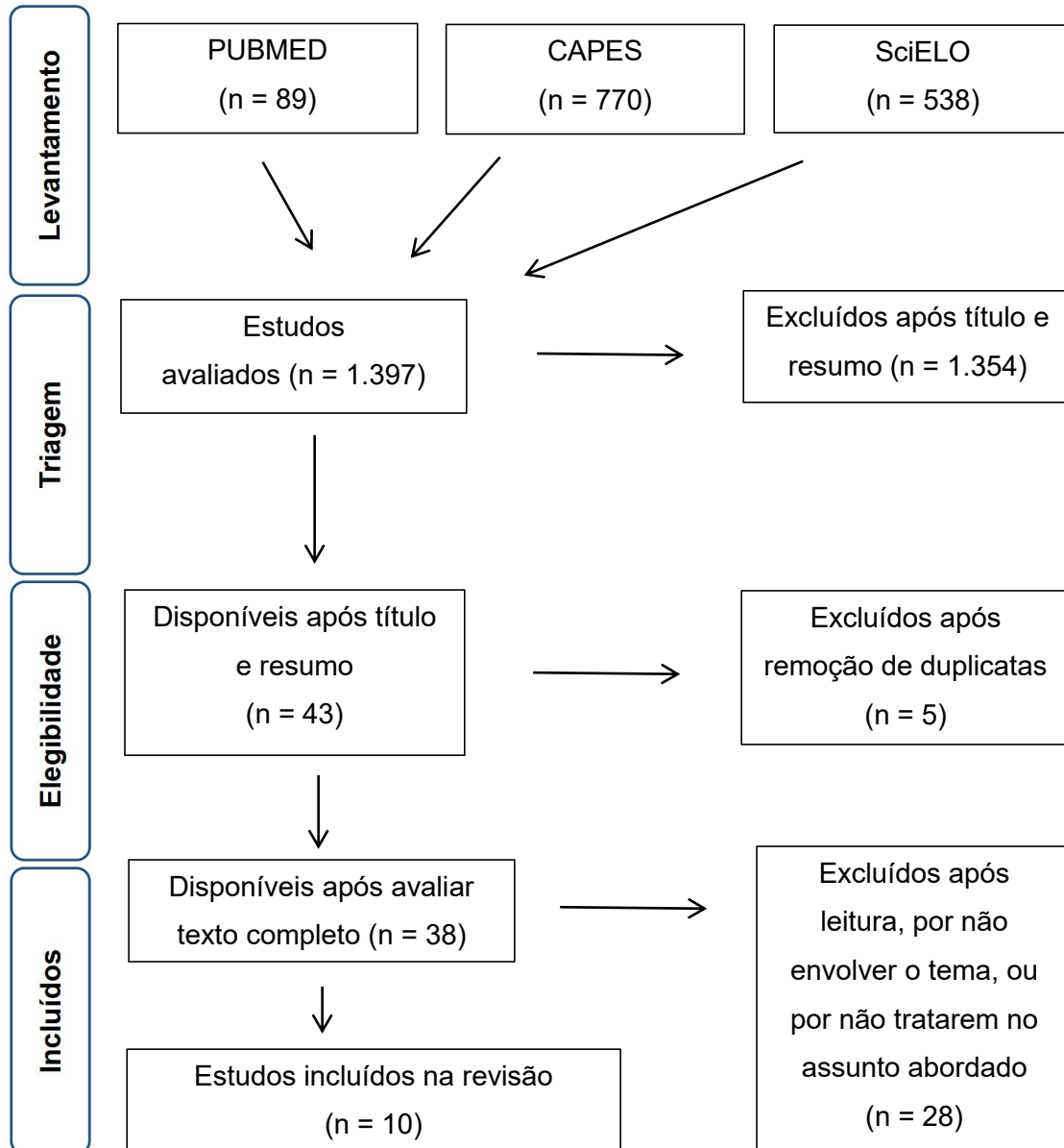
- Medidas de intervenção:

A utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) e ações de controle a vibração.

5 RESULTADOS

Inicialmente, foram encontrados 1.397 artigos e após a análise do título, resumo e disponibilidade do artigo na íntegra, foram excluídos 1.354 artigos. A partir da leitura mais detalhada, foram selecionados 10 artigos ao final (Figura 8).

Figura 8: Fluxograma do processo de revisão bibliográfica. 2025.



As informações sobre os estudos relacionados aos fatores de risco encontrados estão contidas na Tabela 3. Em relação aos estudos referentes às medidas de prevenção e controle da vibração ocupacional, estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3: Fatores de risco coletados referentes à exposição à vibração em trabalhadores na construção civil. 2025.

Autor / Ano de publicação	Equipamento ou máquina / Intensidade média (m/s ²)	Tipo de vibração	Abordagens laborais e posturais	Riscos associados
SILVA, R. L. A., ALVES K. G. B., et al. / 2023	Contêiner e trator / 0,36 - 0,77	Corpo inteiro (VCI)	Movimentação intensa no manuseio de equipamentos; exposição persistente na posição sentada; complicações em intervalos para descanso; a falta de um sistema de elevação.	Desconforto na região lombar; exposição elevada a vibração em razão ao limite de ação segundo a NHO 09; vulnerabilidade a fadiga; sobrecarga física; mal-estar no sistema musculoesquelético.
LIMA K., MATOS M. L., SOARES M., et al. / 2020	Pá giratória, dumper e carro de perfuração / 25,36 - 65,72	Corpo inteiro (VCI)	Exposição incessante na posição sentada; atividades ininterruptas em máquinas robustas; impactos mecânicos constantes à coluna do trabalhador.	Alto risco de doenças que ocasionam o desgaste na coluna e tensão lombar; dependendo do equipamento executado (apresentando maior gravidade em pás giratórias), os danos a coluna chegam a variar entre 6,1% a 88,1%.
LEAL S. B., NERY J., SILVA R. L. A. / 2021	Elevador de construção (cremalheira) / 0,40 - 0,67	Corpo inteiro (VCI)	Execução na posição em pé e sentado; movimentos repetitivos e alta exposição a vibração.	Dores na região lombar e tronco; susceptibilidade a fadiga e desconforto.

EGWUONW U et al. / 2016	Equipamentos de construção de rodovia (carpintaria, sinalizadores, concretagem)	Corpo inteiro (VCI) e mão-braço (VMB)	Inclinação do tronco torção; execução de atividades repetitivas; sobrecarga intensa e elevação irregular.	Complicações na região lombar (sendo uma das mais afetadas com 55%); riscos de fadiga; elevado índice de DORT (Distúrbio Osteomuscular Relacionados ao Trabalho), atingindo 66% dos casos.
GOMES L. O. S., ENES A. M., et al. / 2025	Retroescavada / 1,4 - 4,23	Corpo inteiro (VCI)	Desenvolvimento de atividades em configurações distintas: utilizando a pá carregadora, usando o braço mecânico e com o trator inativo; exposição na posição sentada com medições por meio de um sensor de aceleração sob o assento.	Aceleração vertical elevada (3,5 - 5,1 Hz) próxima a frequência natural do corpo humano; sobrecarga ao sistema músculo- esquelético; riscos a fadiga e incômodo na lombar.

Tabela 4: Medidas de prevenção e controle da vibração ocupacional em trabalhadores da construção civil. 2024.

Autor / Ano de publicação	Estratégia de controle	Ações de gerenciamento e treinamento
FLORES C., VERGARA E. F. / 2020	Revisão para prevenção de riscos e calibração do maquinário; avaliação do estado ou condição do equipamento pelo próprio operador.	Implementação de diálogos diários de saúde (DDS); treinamento para orientação quanto à realização correta das tarefas.

<p>DINIZ H. A. G., RAMOS J. S., BRANDÃO J. C., et al. / 2016</p>	<p>Melhoria e revisão das lixadeiras; adoção de luvas antivibração; alternância dos trabalhadores em atividades com exposição a vibração; redução do período de exposição.</p>	<p>Acompanhamento médico periódico; treinamento sobre o uso adequado dos equipamentos.</p>
<p>LEAL S. B., NERY J., SILVA R. L. A. / 2021</p>	<p>Promover medições com o propósito de ratificar os dados coletados; monitoramento periódico da exposição, assim como recomenda a NHO 9.</p>	<p>Aperfeiçoamento do assento com dispositivos de amortecimento; acompanhamento médico; manutenção do elevador; treinamento dos trabalhadores em razão aos riscos.</p>
<p>GERHARDSSON L. / 2024</p>	<p>Remanejamento de trabalhadores com manifestações ou alterações físicas; fiscalização contínua das atividades; diminuição das vibrações com elevada frequência em torquímetros e chaves pneumáticas.</p>	<p>Execução da Escala de Estocolmo e SWS - avaliar o desconforto do trabalhador e mapear riscos ergonômicos, como sintomas musculoesqueléticos; investigação dos pontos críticos da vibração e níveis de sensibilidade; cooperação e orientação dos trabalhadores.</p>
<p>SANTOS J. R., FRANCATO A. L., MARIOTTONI C. A., LAMIN FILHO P. C. M., et al. / 2020</p>	<p>Uso de luvas antivibração; rodízio de tarefas entre os trabalhadores; redução do tempo diário de exposição; manutenção do maquinário e fiscalização.</p>	<p>Instrução sobre medidas de prevenção e riscos ocupacionais; busca e análise dos níveis de vibração para remanejamento de tarefas.</p>

SCHETTINO S. C., et al. / 2017	Ajuste e melhoria dos assentos; controle das vibrações; controle da intensidade; manutenção e monitoramento; conscientização dos operários.	Incentivar o uso de EPIs; instalar assentos com sistema de amortecimento e que permitem possibilidades de ajuste; promover treinamentos sobre os fatores de riscos da vibração; Realizar inspeções.
--------------------------------	---	---

Em relação aos 10 artigos analisados, foi possível identificar os riscos associados à exposição à vibração em trabalhadores da construção civil, além das estratégias de controle e prevenção mais empregadas. Entre os estudos, observa-se que a intensidade média, em m/s^2 , da vibração de corpo inteiro (VCI) apresenta uma variação de 0,36 a 65,72 m/s^2 .

Os estudos que descrevem os fatores de risco como desconforto na região lombar, suscetibilidade a fadiga e desconforto e mal-estar no sistema musculoesquelético, destacam que os principais elementos condicionantes estão associados à execução de tarefas realizadas na posição sentada ou intercaladas entre em pé e sentada. Dentre os principais tipos de equipamentos e máquinas envolvidas estão os tratores, contêineres, pás giratórias, dumpers, carros de perfuração, retroescavadeiras, equipamentos de construção de rodovias e cremalheiras.

No que diz respeito aos altos níveis de intensidade, Lima et al. (2020) efetuaram avaliações e medições em pás giratórias, dumpers e carros de perfuração alcançando valores entre 25,36 e 65,72 m/s^2 , o que constata um elevado risco de doenças que ocasionam o desgaste na coluna e tensão lombar, com prejuízos que alcançam resultados entre 6,1% a 88,1% de ocorrerem em trabalhadores. Sob outra perspectiva, baixas intensidades, variando entre 0,36 e 0,77 m/s^2 como observado, apresentam relação ocupacional com a posição em pé e sentada, e com movimentos repetitivos, desencadeando maior vulnerabilidade à fadiga e sobrecarga física (SILVA et al., 2023; LEAL; NERY; SILVA, 2021).

Já em relação à sobrecarga ao sistema musculoesquelético, parece haver concordância de pensamentos e resultados associados à falta de intervalos para descanso e repetitividade de tarefas entre os operários. No levantamento realizado por Gomes et al. (2025), a aceleração vertical elevada, entre 3,5 e 5,1 Hz, acaba desencadeando danos principalmente ao sistema musculoesquelético, por se aproximar da frequência natural do corpo humano.

Observando as indicações de caráter estratégico de controle da exposição à vibração, foi possível analisar que em 4 estudos o alinhamento das ideias quanto ao aperfeiçoamento e revisão do maquinário utilizado foi o mesmo, trazendo assim a importância das avaliações e manutenções rotineiras. Nessa mesma lógica, pesquisas realizadas por Diniz et al. (2016) e Santos et al. (2020) ressaltaram que uma das melhores ferramentas já criadas é a luva antivibração para a redução da transmissão das vibrações em operadores.

No que se refere à prevenção, é reforçado que o aperfeiçoamento do assento com sistemas de amortecimento (SCHETTINO et al., 2017) e o acompanhamento médico se tornam fundamentais em ações de gerenciamento da exposição à vibração. É acrescentado ainda a implementação de diálogos diários de saúde (DDS) e intervenções como a Execução da Escala de Estocolmo e SWS (Stockholm Workshop Scale), com foco no uso correto do equipamento de proteção individual e em desconfortos e condições ergonômicas prejudiciais à saúde, como distúrbios musculoesqueléticos (GERHARDSSON, 2024; FLORES; VERGARA, 2020).

Em estudos como o de Diniz et al. (2016), apresentou-se como necessário o revezamento dos trabalhadores entre as atividades que envolvam a exposição às vibrações como forma de prevenir problemas futuros, já, para Gerhardsson (2024), a prática do remanejamento de trabalhadores é realizada na presença de manifestações ou alterações físicas.

Sobretudo, dentre os principais impactos da exposição prolongada às vibrações em trabalhadores da construção civil estão os distúrbios musculoesqueléticos, a fadiga e o incômodo na lombar, condicionantes da elevada intensidade dos meios de operação e de movimentos repetitivos.

6 DISCUSSÃO

6.1 Impactos na Saúde

A VMB e VCI são consideradas como os tipos de vibrações mais relevantes, capazes de provocar efeitos negativos sobre a saúde dos trabalhadores no âmbito da construção civil. Desse modo, alguns dos resultados são convergentes, evidenciando que a elevada exposição a essas vibrações representa um alto risco ocupacional, especialmente ao sistema musculoesquelético (SILVA et al., 2023; EGWUONWU et al., 2016; GOMES et al., 2025).

Nos estudos analisados, aparelhos de menor porte, como equipamentos para a construção de rodovias (carpintaria, sinalizadores, concretagem), elevadores e contêineres, sujeitam os trabalhadores a frequências também menores, trazendo assim riscos com baixo potencial de dano, a exemplo da fadiga e desconfortos lombares (EGWUONWU et al., 2016; LEAL; NERY; SILVA, 2021; SILVA et al., 2023). Já quando se manuseia um maquinário mais robusto, como pás giratórias, dumpers e carros de perfuração, as intensidades podem ser registradas entre 25,36 a 65,72 m/s^2 , o que intensifica os riscos ocupacionais, favorecendo assim problemas graves como distúrbios musculoesqueléticos (LIMA; MATOS; SOARES et al., 2020). Essas condições patológicas são acumulativas, o que significa que com o passar do tempo e com o nível de exposição do trabalhador, este pode apresentar sequelas durante toda a vida.

Tratando-se de doenças ocupacionais mais frequentes relacionadas a vibração, Egwuonwu et al. (2016) apresentam em sua pesquisa que o DORT (Distúrbio Osteomuscular Relacionado ao Trabalho) possui elevado índice de dano e acomete mais da metade dos trabalhadores expostos a estes estímulos, atingindo 66% dos casos, o que o torna um estudo particularmente relevante. Assim, a execução de atividades repetitivas gera impactos tanto do tipo VMB como VCI. Esse estudo reforça a importância da análise do movimento vertical e da frequência das vibrações transmitidas ao trabalhador em relação à frequência natural do corpo humano, podendo sobrecarregá-lo e elevar o risco de desenvolver DORTs (EGWUONWU et al., 2016).

6.2 Fatores Laborais que Intensificam a Vibração

Essas exposições adversas em atividades laborais comprovam que vários fatores correspondem ao nível de impacto, ou seja, a causa não está apenas nos equipamentos ou máquinas, mas na intensidade que se encontra, na duração em que o trabalhador está submetido, na falta de EPIs, na postura empregada na execução das tarefas e em movimentos repetitivos (LEAL; NERY; SILVA, 2021; EGWUONWU et al., 2016; LIMA; MATOS; SOARES et al., 2020).

Algumas máquinas geram níveis elevados de vibração em comparação com outras, como apresentado por Lima et al. (2020), que relatou, em seus estudos, intensidades chegando a $65,72 \text{ m/s}^2$, o que é justificado pelo desempenho do motor, problemas de engrenagem, como desgastes ou imperfeições, ou em razão do atrito com o condutor. Tais achados corroboram os resultados de Silva et al. (2023), ao indicar que equipamentos de maior porte apresentam frequências capazes de induzir sobrecarga musculoesquelética, reforçando a necessidade de estratégias de mitigação específicas para estes cenários.

6.3 Medidas de Controle Presentes na Literatura

É abordada na literatura estratégias de controle e ações de gerenciamento e treinamento dos trabalhadores em razão do risco ocupacional da exposição prolongada à vibração. Dentre os artigos separados, foram sugeridas intervenções como revisões para prevenção de riscos e calibração do maquinário, alternância dos trabalhadores em atividades laborais e redução do período de exposição (FLORES et al., 2020; DINIZ et al., 2016; SANTOS et al., 2020). Trabalhadores com menos sobrecargas em regiões do corpo e redução do cansaço e desconfortos tendem a apresentar um melhor desempenho nas tarefas executadas, além de uma maior proteção aos fatores de risco (GERHARDSSON, 2024). No entanto, as pesquisas analisadas evidenciaram restrições em identificar informações relacionadas aos trabalhadores em campo, como suas características físicas e mentais.

Sobretudo, alguns estudos se destacam ao sugerir ainda o aperfeiçoamento do assento com dispositivos de amortecimento, o que absorveria energias dissipadas pelo maquinário e reduziria a transmissão da vibração para o trabalhador (LEAL; NERY; SILVA, 2021; SCHETTINO et al., 2017). A utilização de EPIs, como

luvas antivibração, também é abordada e vista como um procedimento importante para o controle da exposição em mãos e braços (DINIZ et al., 2016; SANTOS JUNIOR et al., 2020).

Como recomendado por Flores et al. (2020) e Gerhardsson (2024), a realização de programas de treinamento é essencial, uma vez que auxilia na análise e descoberta de doenças ou desconfortos, permitindo um tratamento seguro. Na literatura ainda é abordado o monitoramento, busca e análise dos pontos críticos da vibração e níveis de sensibilidade, remanejamento de trabalhadores com manifestações ou alterações físicas e acompanhamento médico periódico (GERHARDSSON, 2024; DINIZ et al., 2016).

7 CONCLUSÃO

Diante do presente estudo, foi possível desenvolver uma revisão a respeito dos impactos da vibração em trabalhadores da construção civil, além das principais medidas de intervenção e prevenção associadas. Os fatores referentes a esse caso, como foi identificado nos estudos, são relacionados a repetitividade de movimentos, a negligência no uso de equipamentos de proteção individual e a falta de fiscalização ou monitoramento.

Verificou-se que o nível de intensidade é um dos principais condicionantes para doenças ocupacionais, variando conforme o tipo de maquinário e a postura na execução das atividades. Para a redução desse evento adverso, medidas de prevenção como o aperfeiçoamento do assento com dispositivos de amortecimento, o uso de luvas antivibração, acompanhamento médico periódico e treinamento sobre o uso adequado dos equipamentos, destacaram-se como fundamentais para diminuir os impactos da exposição a vibrações em trabalhadores.

Sobretudo, sugerimos assim, como nos estudos analisados, que sejam realizadas pesquisas e avaliações periódicas, bem como a implementação obrigatória de treinamentos de ergonomia e de vibração e a adoção sistemática de medições conforme a NHO 09 e NHO 10, a fim de reduzir os impactos da exposição prolongada a vibrações. Os achados reforçam a necessidade de continuidade das medidas preventivas sob supervisão e alinhadas à gestão de segurança, a fim de evitar efeitos cumulativos e assegurar condições adequadas de trabalho.

8 REFERÊNCIAS

ANTUNES, Gabriela Góis Campedelli. **Benefícios da implantação da gestão de fadiga nos indicadores de segurança da operação de mina.** Monografia (Graduação em Engenharia de Minas) — Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Minas. 2024.

BASRI, Bazil; GRIFFIN, Michael J. **Predicting discomfort from whole-body vertical vibration when sitting with an inclined backrest.** Applied Ergonomics, v. 44, n. 3, p. 423–434, May 2013.

BEARD, George F.; GRIFFIN, Michael J. **Discomfort of seated persons exposed to low frequency lateral and roll oscillation: Effect of backrest height.** Applied Ergonomics, v. 54, p. 51–61, May 2016.

BENTES, Flavio Maldonado. **Comparação de valores de frequência natural obtidos em diferentes sistemas.** Revista Tecnológica da Universidade de Santa Úrsula, Rio de Janeiro, v. 2, n. 2, p. 150 - 155, julho/dezembro, 2019.

BENOS, L.; TSAOPOULOS, D.; BOCHTIS, D. **A Review on Ergonomics in Agriculture. Part II: Mechanized Operations.** Applied Sciences, Cranfield, v. 10, n. 10, p. 3484, jan. 2020.

BERNARDI, Bruno; QUENDLER, Elisabeth; BENALIA, Souraya; MANTELLA, Antonio; ZIMBALATTI, Giuseppe. **Occupational risks related to vibrations using a brush cutter for green area management.** Annals of Agricultural and Environmental Medicine, v. 25, n. 2, p. 255–258, 2018.

BORGES, Arthur Curry Carneiro. **Utilização de vídeos animados na aprendizagem de vibrações mecânicas.** Universidade Federal do Espírito Santos, Vitória, 2022.

BOTELHO, Matheus Eiji Toriy. **Análise de vibração de rolamentos em uma motobomba BCA-1 1/2 usando sensor Fluke 810.** Guarapuava: Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, 2023.

BRITO, Halane Maria Braga; OLIVEIRA, Julyanna Bezerra de. **Procedimento de medida da vibração de corpo inteiro via programação MATLAB de acordo com a ISO 2631.** Revista InterScientia, v. 5, n. 2, p. 136-146, 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 15 - Atividades e operações insalubres.** Anexo n.º 8: Vibração. Redação dada pela Portaria MTE n.º 1.297, de 13 de agosto de 2014. Brasília, DF. 2014.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n.º 09 - Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químico e biológicos.** Anexo I: Vibração. Inserido dada pela Portaria MTE n.º 426, de 7 de outubro de 2021. Brasília, DF. 2021.

BRASIL. **Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora nº 17 - Ergonomia.** Atualizada em 2022.

CCOHS. **Canadian Centre for Occupational Health and Safety.** Vibration – Health Effects. Hamilton, CCOHS, 2024.

CALDWELL, John A.; CALDWELL, J. Lynn; THOMPSON, Lauren A.; LIEBERMAN, Harris R. **Fatigue and its management in the workplace.** Neuroscience & Biobehavioral Reviews, v. 96, p. 272–289, 2019.

CHARLES, Luenda E. et al. **Vibration and ergonomic exposures associated with musculoskeletal disorders of the shoulder and neck.** National Library of Medicine, v. 9, n. 2, p. 125–132, jun. 2018.

DANTAS, Júlio César Barboza. **Fatores que influenciam a vibração ocupacional de corpo inteiro em tratores agrícolas.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, 2021.

DA CRUZ, Dinis Ameni. **Sintomas de lesões músculo-esqueléticas em trabalhadores industriais: o caso da montagem de componentes de contadores de água.** 5 curso de Mestrado em Saúde Ocupacional. out. 2024.

DA CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues; DUARTE, Marcus Antonio Viana; SOUZA, Cristiano Márcio Alves de. **Vibração e ruído emitidos por dois tratores agrícolas.** IDESIA, Chile, v. 30, n. 1, p. 25–34, jan./abr. 2012.

DA SILVA, Davi Avelino; MORO, Antônio Renato Pereira. **Ruído e vibração ocupacional: o conforto acústico em uma central de material esterilizado – um estudo de caso.** Studies in Engineering and Exact Sciences, Curitiba, v. 5, n. 1, 2024.

DA SILVA, Diego Luiz Ferreira Fernandes; ABREU, Thiago Carvalho de; DUARTE, João Paulo Bittencourt da Silveira. **Análise de vibração e os seus benefícios no ambiente industrial.** Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação – REASE, v. 9, n. 10, 2023.

DINIZ, Juliane Siqueira et al. **Síndrome de Raynaud como uma doença ocupacional: riscos, prevenção e manejo.** Congresso Brasileiro de Ciências e Saberes Multidisciplinares, n. 3, UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, RJ, 2024.

DINIZ, Hélio Augusto Goulart et al. **Impacto da vibração de mãos e braços sobre o trabalhador na utilização de lixadeiras.** Anais do Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016.

DU, B. B.; BIGELOW, P. L.; WELLS, R. P.; DAVIES, H. W.; HALL, P.; JOHNSON, P. W. 2018. **The impact of different seats and whole-body vibration exposures on truck driver vigilance and discomfort.** Ergonomics, Abingdon, v. 61 n. 4, p. 528-537, maio 2018.

EGWUONWU, Afamefuna Victor et al. **Prevalence and associated risk factors of**

work-related musculoskeletal disorders among road construction workers in a Nigerian community. East African Journal of Public Health, v. 28, n. 1, 2016.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – Procedimento Técnico: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro (NHO 09).** São Paulo: Fundacentro, 2013.

FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – Procedimento Técnico: Avaliação da exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços (NHO 10).** São Paulo: Fundacentro, 2013.

FLORES, Cibele; VERGARA, Erasmo Felipe. **Exposição do risco ocupacional às vibrações mão-braço na operação de lixadeiras orbitais em marcenarias.** Atos de Engenharia, v. 35, n. 52, 2020.

GERHARDSSON, Lars. **A follw-up study of vibration-induced injuries in workers exposed to transient and high frequency vibrations.** BioMed Central, v. 19, n. 1, 2024.

GONÇALVES, Felyppe Blum. **Avaliação da vibração e ruído ocupacionais no fresamento de pisos industriais.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GOMES, Lucas Oliveira de Sousa; ENES, Adilson Machado; GAZZOLA, Jonathan; RODRIGUES, Silvestre. **Impacto da vibração em operador de tratores.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v. 22, n. 5, 2025.

GÖKTÜRK, Şule; GÖKTÜRK, Yasin; ORAL, Belgin; BAŞMISİRLI, Eda. **Demonstração da relação entre características sociodemográficas e depressão em pacientes com síndrome do túnel do carpo.** Revista Brasileira de Ortopedia, v. 60, n. 2, 2025.

GREGORI, Janice Mello Mattos Habib. **Análise da vibração ocupacional e de ruído na utilização de furadeiras na construção civil.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

GRUHN, Simone; KRIPKA, Moacir; PALUCH, Mario José (in memoriam). **Critérios de avaliação do conforto humano em edifícios submetidos à ação dinâmica do vento.** Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, v. 11, n. 1, p. 90, 2011.

IBGE. **PAIC - Pesquisa Anual da Indústria da Construção: obras e/ou serviços da construção executados.** Rio de Janeiro, 2023.

IFTIME, I.; et al. **An investigation on major physical hazard exposures and health effects of forestry vehicle operators performing wood logging processes.** Journal of Safety Research, v. 73, p. 1–12, 2020.

ISO 5349-1. **Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 1: General requirements.** 2001.

ISO 5349-2. **Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace.** 2001.

ISO 2631-1. **Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements.** 1997.

JUNIOR, Joubert Rodrigues dos Santos; FRANCATO, Alberto Luiz et al. **Exposição ocupacional a vibrações em mãos e braços.** Brazilian Journal of Development, v. 2, n. 4, 2020.

KIM, Jeong Ho; DENNERLEIN, Jack T.; JOHNSON, Peter W. **The effect of a multi-axis suspension on whole body vibration exposures and physical stress in the neck and low back in agricultural tractor applications.** Applied Ergonomics, v. 68, p. 80-89, Apr. 2018.

KOON, T. K. **Síndrome de Raynaud.** MSD Manual, 2023.

LEAL, Brenda Santana; NERY, José; SILVA, Ricardo Luís Alves da. **Exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro (VCI) nos operadores de elevadores de obras tipo cremalheira.** SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Caruaru, 2021.

LIMA, Kemislani de Souza. **Avaliação de Vibrações Ocupacionais em Manobreadores de Equipamentos Pesados com Análises em Frequências, Segundo as Normas NP ISO 2631-1 e ISO 2631-5:2018.** Universidade do Porto (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses, 2020.

LIMA, Alisson Bruno Gomes de. **Análise de vibração em mancais de rolamento de motores e bombas.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Engenharia Mecânica, Recife, 2019.

LIMA, Kemislani; MATOS, Maria Luisa; SOARES, Marcelo. **Exposição a vibrações de corpo inteiro: análise segundo a ISO 2631-5:2018.** Faculdade de Engenharia do Porto (FEUP), Portugal, 2018.

MATOS, Maria Luísa. **Vibrações ocupacionais: riscos, avaliação e consequências.** LNEG - UCTM - Lab S. Mamede de Infesta, 2022.

MEDEIROS, João Marcos. **Avaliação da vibração em mãos e braços no corte de materiais de construção com ferramentas elétricas.** Curitiba. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR., 2022.

MINEMATSU, Akira et al. **Possible effects of whole body vibration on bone properties in growing rats.** Osteoporosis and Sarcopenia, v. 5, n. 3, p. 78–83, sept. 2019.

MIZUSHIMA, André Jun; GOMES, Herbert Martins; FEDATTO NETO, Mário. **Níveis**

de riscos e vibração mão-braço (VMB) em máquinas de corte de grama. Revista Liberato, v. 23, n. 40, 2022.

MORAES, Geraldo Fabiano de Souza; SAMPAIO, Rosana Ferreira; SILVA, Luiz Felipe; SOUZA, Mariana Angélica Peixoto. **Vibração de corpo inteiro e distúrbios musculoesqueléticos em motoristas de caminhão.** Curitiba, v. 29, n. 1, p. 159-172, 2016.

NGUYEN, Thi-Hai-Yen et al. **Multiple exposures and coexposures to occupational hazards among agricultural workers: a systematic review of observational studies.** Safety and Health at Work, v. 9, n. 3, p. 239-248, sept., 2018.

NAWAYSEH, F.; HAMDAN, M. **Apparent mass of the standing human body when using a whole-body vibration training machine: Effect of knee angle and input frequency.** Journal of Biomechanics, v. 82, p. 29 -298, 2019.

OLIVEIRA, Filipe Sanches de. **Efeitos da exposição ocupacional à vibração de mãos e braços: aplicação de medidas de controle.** Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2021.

PADILHA, Ricardo Antonio Bettinelli; CATAI, Rodrigo Eduardo. **Análise experimental de vibração ocupacional de mãos e braços na utilização de ferramentas pneumáticas em montadora.** Revista Espacios, v. 38, n. 22, 2017.

PALMER, K; BOVENZI, E. **Rheumatic effects of vibration at work.** Trieste: Università degli Studi di Trieste, 2015.

PEINADO, Hugo Sefrian. **Segurança e saúde do trabalho na indústria da construção civil.** São Carlos, Editora Scienza, 432 p, 2019.

PELEMBE, Leonésia Marta Afonso. **Avaliação dos parâmetros ocupacionais de risco: ruído, vibrações, poeiras e gases.** Faculdade de Engenharia, Universidade Eduardo Mondlane, Maputo, 2023.

PEREIRA, Aline Soares, et al. **Mapeamento cognitivo sobre ergonomia e segurança em tratores agrícolas utilizados na agricultura familiar.** Revista de la Facultad de Agronomía, v. 120, n. 1, 2021.

PINHO, Marivan da Silva et al. **Acelerações eficazes na interface assento-operador de um trator.** Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 10, p. 1797-1803, out. 2014.

RAO, Singiresu S. **Vibrações mecânicas.** 4. ed. São Paulo: Pearson, 2009.

ROTTENSTEINER, C.; TSIORAS, P.; NEUMAYER, H.; STAMPFER, K. **Vibration and noise assessment of tractor-trailer and truck-mounted chippers.** Helsinki-FI: Silva Fennica, v. 47, n. 5, p. 1–14, nov, 2013.

REINHARDT, Lui; FISCHER, Frida Marina. **Sonolência e fadiga em trabalhadores diurnos e noturnos.** Trabalhos e Educação, v. 30, n. 1, p. 53-67, jan./abr. 2021.

SANTOS, Viviane Castro dos. **Vibração ocupacional em trator 4x2 TDA em função da pressão interna dos pneus e da superfície de rolamento.** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2016.

SISMANOGLU, Bogos Nubar; BARROS ARAGÃO, Eduardo Cesar Barbosa de; GOMES, Marcelo Pego; MATTOS, Delmo. **Oscilações e vibrações mecânicas: abordagem teórica e simulações.** Latin American Journal of Physics Education, v. 18, n. 2, p. 1–8, jun. 2024.

SILVEIRA, Jorge William Pedroso. **Saúde, segurança e qualidade de vida no trabalho na construção civil: um estudo de revisão.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

SILVA, Ricardo Luís Alves da; ALVES, Kleber Gonçalves Bezerra et al. **Gestão da exposição ocupacional a vibrações de corpo inteiro em operadores de máquinas portuárias de movimentação de contêineres.** Revista GeSec, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 6042–6070, 2023.

SILVA, Henrique Terêncio de Souza e; SANTOS, Kelmer Mateus de Souza; OLIVEIRA, Paulo Henrique Celestino de. **Desenvolvimento de protótipo de luva instrumentada para mensurar níveis de vibrações a que operadores de máquinas são expostos.** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas, 2023.

SILVA, Thiago Vinicius Romão Batista da et al. **Uso de EPI na construção civil: aplicação do procedimento FMEA para verificação de inconformidades em uma obra no município de Imperatriz-MA.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 3, n. 5, 2022.

SOUZA-NASCIMENTO, J. W.; SANTOS, S. G. M.; SAMPAIO, A. T. **Variação dos riscos ergonômicos no ambiente de trabalho em um canteiro de obras.** CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO, Londrina, p. 138–141, 2021.

SOEIRO, A. **Vibrações e o corpo humano: uma avaliação ocupacional.** In: I Workshop de Vibração e Acústica da Região Norte, 2011.

SOUSA, Valdiney Camargos de. **Limites de vibração de corpo inteiro no mundo.** Dossiê Fórum Social Mundial Justiça e Democracia, Contagem: Faculdade Una, v. 4, n. 7, 2021.

SOLANE, R. B.; BOAVENTURA, A. I.; CAZANI, A. C.; SANTOS, J. E. G. **Análise de vibração emderriçadora de café portátil.** GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, n.3, p. 234 - 247, 2019.

SCHETTINO, Stanley; CAMPOS, Julio Cesar Costa; MINETTE, Luciano José; SOUZA, Amaury Paulo de. **Work precariousness: ergonomic risks to operators of machines adapted for forest harvesting.** Revista Árvore, 2017.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2002/44/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002.** Relativa às prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (vibrações). EUR-Lex, 2002.

VALINOTE, H. C., PACHECO, L. F., VIANA, F. P., & FORMIGA, C. K. M. R. **Análise da qualidade de vida, capacidade para o trabalho e nível de estresse em trabalhadores da construção civil.** Revista Brasileira De Ciências Ambientais, 115–126. 2014.