

VIBRAÇÃO INDUZIDA NO SISTEMA MÃO-BRAÇO PELA UTILIZAÇÃO DE UM MARTELO

*Mariana Santos*¹, *Ana Martins Amaro*¹, *Vítor Maranhã*¹ e *Luis Roseiro*^{2,3}

¹ *Universidade de Coimbra, CEMMPRE-ARISE, Departamento de Engenharia Mecânica, 3030-788 Coimbra, Portugal*

² *Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Instituto Politécnico de Coimbra, Rua Pedro Nunes-Quinta da Nora, 3030-199 Coimbra, Portugal*

³ *Centro de Investigação em Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS), Instituto Politécnico de Coimbra, Bencanta, 3045-601 Coimbra, Portugal*

marianacsantos1997@hotmail.com; ana.amaro@dem.uc.pt; vitor.maranhã@isec.pt; lroseiro@isec.pt

PALAVRAS-CHAVE: Biomecânica Ocupacional, Impacto, Vibrações

1 INTRODUÇÃO

A exposição do corpo humano a vibrações está presente em várias atividades quotidianas, tanto em contexto de lazer como em ambiente laboral. Estas vibrações são normalmente classificadas em duas categorias principais: vibrações de corpo inteiro e vibrações no sistema mão-braço. As vibrações induzidas ao sistema mão-braço ocorre devido ao contato direto das mãos com superfícies vibratórias. Este tipo de vibração pode estar associado ao desenvolvimento de várias patologias, e uma exposição prolongada pode provocar sintomas como dormência e dor, podendo evoluir para a perda de função da mão [1], com destaque para a doença de Raynaud. A Diretiva Europeia 2002/44/EC e a Norma ISO 5349 regulamentam a avaliação da exposição a vibrações no sistema mão-braço. Esta diretiva estabelece dois limites críticos: o valor de exposição ação, fixado em 2,5 m/s², cuja superação requer a implementação de medidas de mitigação, e o valor limite de exposição, de 5 m/s², que não pode ser ultrapassado em um período de oito horas de trabalho. A norma define, ainda, o posicionamento do acelerómetro na superfície transmissora de vibração. Contudo, em várias atividades pode não ser possível garantir este tipo de posicionamento que é indicado na norma. Assim, importa perceber a influência que o posicionamento do acelerómetro pode ter nos resultados. O presente trabalho considera uma atividade que mistura profissional com lazer e que envolve a manipulação de um martelo, em particular cravar pregos em madeira. O estudo avaliou as vibrações induzidas no sistema mão-braço durante o martelamento, comparando três diferentes posições do acelerómetro.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A norma ISO 5349 recomenda a aplicação de acelerómetros diretamente na ferramenta vibratória, junto à mão. Além deste posicionamento foram, também, testadas duas outras posições para a avaliação: no dedo médio e no dorso da mão. Para isso foram desenvolvidos um dedal e uma luva para garantir o encaixe, posicionamento e contacto direto do acelerómetro com a pele, tal como se pode visualizar na Figura 1. O estudo foi conduzido utilizando um bloco de madeira (35 * 15 * 10 mm), um martelo profissional da marca STANLEY e pregos com um comprimento de 75 mm, seção quadrada 3,5 * 3,5 mm e ponta perfurante.

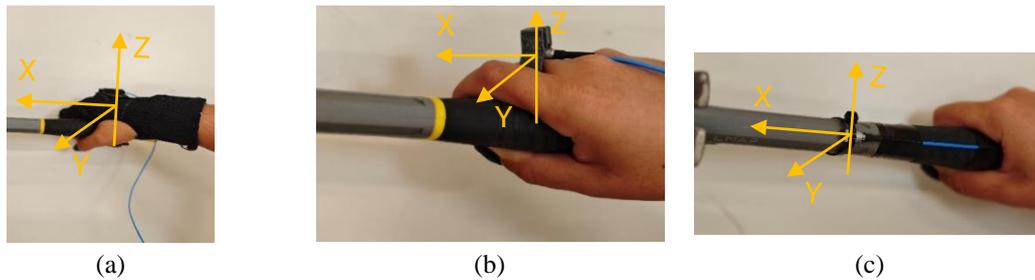


Figura 1 – Posicionamento do acelerómetro: (a) Na luva; (b) No dedo; (c) No cabo do martelo.

O sistema de aquisição de dados recorre a um acelerómetro triaxial (ICPR/IEPE Integrated Circuit Piezoelectric), e o software LabVIEW®, registando o posicionamento em 3 pontos: x - Eixo do cabo do martelo, y - Eixo transversal ao cabo do martelo no plano horizontal e z - Eixo transversal ao plano do martelo no plano vertical, cujo posicionamento relativamente ao cabo do martelo se representa na Figura 1. O estudo contou com a participação de dez voluntários saudáveis, sem experiência prévia no uso de um martelo, selecionados com base em três critérios de elegibilidade: idade mínima de 18 anos; ausência de lesões recentes; ausência de dores. O protocolo experimental incluiu uma fase de familiarização, seguida pela realização da cravação de três pregos, com intervalos de dois minutos de descanso entre cada tentativa. Este procedimento foi considerado para cada posicionamento do acelerómetro.

3 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Nos testes em que o acelerómetro foi posicionado no dedo médio e no dorso da mão os resultados foram mais irregulares e de menor magnitude. O posicionamento na superfície do cabo apresentou os valores mais elevados e estáveis. Em todas as posições do acelerómetro, o eixo dominante da vibração é o eixo perpendicular ao eixo transversal ao plano do martelo no plano vertical, perpendicular ao eixo do cabo e no plano de impacto, estando de acordo com o esperado. A Tabela 1 apresenta a variação percentual nos valores da vibração RMS (Root Mean Square) obtidos a partir da luva e do dedal quando comparados com o posicionamento na superfície do cabo.

Tabela 1 - Comparação percentual dos resultados de acordo com a posição de fixação do acelerómetro tendo por referência a fixação no martelo.

Eixo Dominante	Luva	Dedal
Cabo do martelo	15%	95%
Transversal ao cabo – plano horizontal	54%	53%
Transversal ao cabo – plano vertical	-38%	-30%

Os resultados demonstram que a abordagem recomendada pela norma ISO 5349 é a mais eficaz, uma vez que a fixação do acelerómetro diretamente na ferramenta proporciona medições mais precisas. A proximidade ao ponto de contato minimiza a interferência de vibrações parasitas, assegurando uma análise mais clara e consistente. Assim, em situações que não permitam o posicionamento de acordo com a norma, deverá ser tido em conta as variações existentes, para não subestimar os efeitos da vibração induzida no sistema mão-braço.

AGRADECIMENTOS

Fundos nacionais patrocinaram este trabalho através da FCT- Fundação para a Ciência e Tecnologia, no âmbito da bolsa de doutoramento UI/BD/153693/2022 e também nos projetos UIDB/00285/2020, LA/P/0112/2020 e UIDB/00681/2020.

REFERÊNCIAS

[1] Roseiro L. M.; Paulino M. F.; Neto M. A.; Amaro A. M. Analysis of hand-arm vibration syndrome in drummers. *ScienceDirect* 2018, *Volume 66*, pages 110-118. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2018.02.014>.