

EFEITOS DAS VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO NA COGNIÇÃO HUMANA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Daniel Affonso Vasconcelos, danielvasconcelos@ufmg.br¹

Maria Lúcia Machado Duarte, mlmduarte@ufmg.br²

Lázaro Valentim Donadon, lazaro@demec.ufmg.br³

^{1,2,3} Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG | CEP 31270-901 | +55 (31) 3409-5145, GRAVISH – Grupo de Acústica e Vibrações em Seres Humanos

Resumo: *Esse artigo visa realizar uma revisão bibliográfica da literatura sobre Vibrações de Corpo Inteiro (VCI) e seus efeitos na cognição humana, sobretudo no processo de Atenção. Os efeitos das vibrações de corpo inteiro são os mais variados, desde efeitos deletérios como comprometimento da atenção nas frequências que costumam ser emitidas por veículos, como efeitos benéficos para a cognição em plataformas vibratórias em situações controladas em laboratório. O interesse pela elucidação de tais efeitos vem desde um interesse pessoal, de estudantes e acadêmicos que buscam otimizar seu tempo de estudo, utilizando-se de smartphones em ônibus e carros, até as forças armadas de alguns países que investem fundos nesse tipo de pesquisa visando um aumento da eficiência de soldados que operam veículos em situações onde não deve existir margem para erro. Foi feita uma pesquisa em alguns dos principais bancos de dados online da atualidade, dando preferência para artigos entre o ano de 2014 e 2022, e buscou-se incluir artigos em que se discutem os efeitos deletérios, e aqueles onde se analisam possíveis efeitos benéficos nos índices de atenção dos participantes. A metodologia adotada foi fazer um apanhado dos dados obtidos pelos autores, e comparar os parâmetros vibracionais como frequência, amplitude, e tempo de exposição e os efeitos cognitivos relatados ou mensurados nos participantes. O resultado esperado é encontrar os efeitos deletérios ou prejudiciais em faixas de frequência mais baixas como em 5 Hz e melhorias em frequências por volta de 30 Hz.*

Palavras-chave: *Vibrações de corpo inteiro, cognição, atenção.*

1. INTRODUÇÃO

Os avanços na tecnologia de dispositivos móveis mudaram a forma como as pessoas obtêm acesso à informação atualmente. Segundo o site statcounter-globalStats(gs.statcounter.com, 2016) o acesso à internet por dispositivos móveis ultrapassou o acesso por computadores do tipo desktop em outubro de 2016. Assim sendo esses dispositivos são largamente utilizados em meios de transporte, por estudantes e trabalhadores que desejam aproveitar o tempo de traslado entre suas residências e locais de afazeres. Soldados em veículos militares precisam estar com sua atenção automática na melhor condição possível e ao mesmo tempo serem capazes de ignorar estímulos não diretamente correlacionados com a tarefa em questão. Veículos militares trafegam normalmente fora de estradas e seus usuários são expostos à vibrações de corpo inteiro (VCIs) por longos períodos, conforme Park et al. (2019).

Os efeitos das vibrações sobre o corpo humano têm sido muito estudados há algum tempo, mas muitos desses estudos estavam centrados em efeitos deletérios de vibrações mecânicas oriundas da operação de ferramentas ou uso de veículos (Boerema et al., 2018). Uma revisão da literatura mais contemporânea revela que alguns pesquisadores já se interessam por, e relatam efeitos cognitivos positivos devido a exposição à vibração humana (principalmente aquela de corpo inteiro), como diminuição do tempo de resposta em testes e aumento da concentração.

O termo cognição é um termo abrangente que:

Se refere coletivamente a uma variedade de processos mentais superiores como pensar, perceber, imaginar, falar, agir e planejar. A neurociência cognitiva é uma disciplina que engloba ciência cognitiva e psicologia cognitiva por um lado, e por outro lado biologia e neurociência. (WARD, 2015, p.2)

Nesse trabalho de revisão será investigado sobretudo o processo cognitivo de atenção, que por sua vez é composto de subtipos, como atenção seletiva, concentrada, sustentada, automática, e outros, dependendo do autor ou abordagem, pois termos e construtos psicológicos não possuem definições exatas e fechadas como parâmetros físico-matemáticos.

O objetivo desse estudo é investigar os parâmetros vibracionais usados pelos pesquisadores da área e compará-los com os efeitos cognitivos encontrados nos participantes desses estudos.

2. METODOLOGIA

Neste estudo foi realizada uma revisão bibliográfica com o objetivo da obtenção de informações e dados e a síntese do mesmo para o leitor interessado em se informar sobre a atualidade das pesquisas na área.

2.1. Pesquisa Nos Principais Bancos de Dados Científicos Da Área

A busca por artigos foi realizada nos bancos de dados Elsevier, PubMed, PLOS ONE, e SAGEpub. Os termos utilizados nas buscas foram Whole-Body vibrations, Cognition, Attention. Dependendo do mecanismo de busca, foram utilizados termos lógicos ou booleanos, como “AND” ou o operador “+”, pois com apenas as palavras-chave os mecanismos de busca de sites tendem a ser muito abrangentes e trazer como resultado dezenas de milhares de artigos que não necessariamente são pertinentes. Apenas uma pessoa realizou o levantamento dos artigos e o número inicial de documentos foi de 604 no total proveniente da soma de artigos encontrados nas plataformas citadas.

2.2. Critérios De Exclusão e Inclusão

O primeiro critério para a redução na quantidade de artigos foi selecionar apenas aqueles com data de publicação posterior a 2014. Após esse processo iniciou-se a leitura individual dos títulos e resumos para excluir aqueles que apesar de conter as palavras não possuíam um mínimo necessário de relevância, bem como artigos focados no aspecto fisiológico sem relatar parâmetros vibracionais ou mesmo os construtos cognitivos de uma forma prática suficiente para que fosse possível inferir conclusões aplicáveis. Outro critério de inclusão foi o artigo tratar de vibrações de corpo inteiro, pois apesar da precisão dos mecanismos de busca muitas vezes artigos sobre vibrações de membros específicos ou apenas de mãos e braços aparecem como resultado. Finalmente, foram lidos apenas artigos em língua portuguesa e inglesa. O número final de artigos selecionados para análise foi de 9 artigos, 4 artigos investigando efeitos negativos na cognição, 4 artigos investigando efeitos benéficos e 1 artigo reportando os dois tipos de efeito.

3. RESULTADOS

3.1. Artigos Analisados

Os artigos selecionados para leitura completa conforme os critérios descritos anteriormente seguem na tabela 1, abaixo.

Tabela 1. Autores, data e país.

Autores	Ano	País
Costa, N.; Arezes, P.M.; Melo, R.B.	2014	Portugal
Zamanian, Z. et al.	2014	Irã
Ishimatsu, K et al.	2015	Japão
Park, D et al.	2019	Coreia Do Sul
Fuermaier,A et al.	2014	Holanda
Regterschot,G et al.	2014	Holanda
Heijer,A et al.	2015	Holanda
Fereydownnia,S. ,Shadmehr,A.	2019	Irã
Firmino,S et al.	2020	Brasil

3.2. Vibrações de Corpo Inteiro

A norma regulamentadora de qualquer estudo de medição de vibrações de corpo inteiro é a ISO 2631-1 (1997) e seu adendo de 2010 e a maioria dos estudos analisados recorre a suas diretrizes. Essa norma define um sistema de coordenadas ortogonais para a medição das vibrações em suas diferentes direções. O eixo x é considerado como a direção que vai das costas de uma pessoa até o peito. A direção do eixo y é definida como um vetor que vai do braço direito até o braço esquerdo com a pessoa analisada como referencial, e finalmente a direção do eixo z dada como indo dos pés até a cabeça. Como veremos em vários dos estudos desse trabalho e é informação recorrente na literatura dessa área, o eixo onde ocorrem as vibrações mais intensas em veículos e o qual apresenta maior transmissibilidade para a cabeça é o eixo z, e os pesquisadores tendem a dar ênfase à análise das vibrações nesse eixo. Esses eixos são definidos com o corpo da pessoa analisada como referencial, por exemplo, mesmo se a pessoa estiver deitada, o eixo x continua sendo na direção das costas ao peito da pessoa. A figura 1 ilustra os eixos basicêntricos utilizados para efeito da medição da vibração de corpo inteiro, em pessoas sentadas como é a forma adotada pela maioria desses estudos, pois

peessoas que praticam atividades que exigem de suas cognições em veículos geralmente estão sentadas, de acordo com o adendo da norma ISO2631-1 (1997) e seu adendo de 2010.

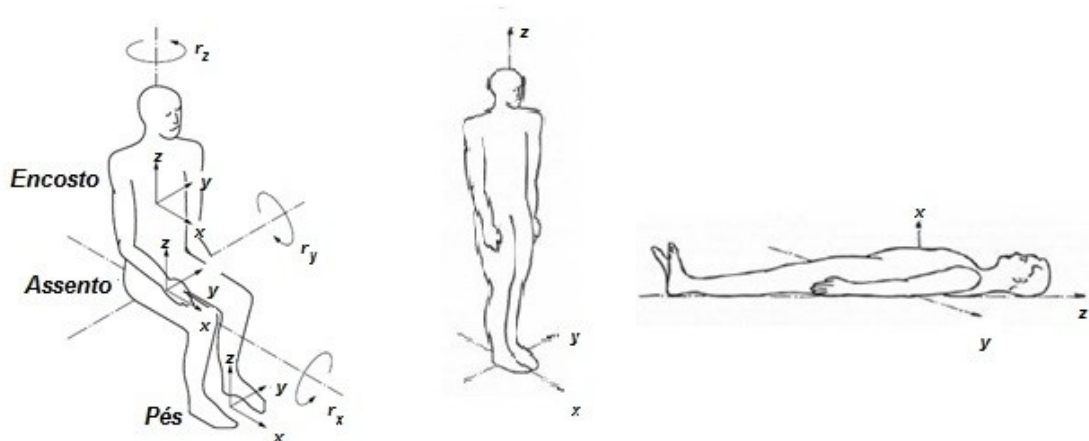


Figura 1. Eixos basicêntricos do corpo humano. Fonte: ISO2631-1(1997), ISO2631-1(2010)

O método de avaliação dos efeitos das vibrações de corpo inteiro na cognição humana, envolve quantificar os parâmetros vibracionais das plataformas vibratórias ou veículos usados nos experimentos, e comparar com a variação dos parâmetros cognitivos dos participantes, geralmente quantificados com o uso de testes psicológicos que tem como resultados um número de acertos e tempo de reação do participante. Os parâmetros vibracionais são frequência, amplitude, aceleração, e tempo de exposição do participante à vibração, sendo amplitude e aceleração geralmente intercambiáveis.

3.3. Efeitos Negativos ou Deletérios Das Vibrações de Corpo Inteiro Na Cognição Humana

Atividades humanas são complexas e envolvem muitos processos, e as vibrações podem “perturbar qualquer componente entre a entrada e a saída de uma função, e somado a isso pode alterar a ‘motivação’ ou ‘excitação’ da pessoa exposta ou sua percepção da importância da tarefa em si ou no desempenho que deve ser alcançado” (Griffin, 1990).

Costa, Arezes e Melo (2014) realizaram um estudo para avaliar o efeito das vibrações de corpo inteiro na cognição e habilidades motoras de 45 voluntários. Seu estudo teve como único parâmetro vibracional a aceleração, e foi executado em duas partes. Primeiro os pesquisadores analisaram os níveis vibracionais de 29 veículos normalmente utilizados em ambiente de trabalho, como escavadeiras, tratores, empilhadeiras, caminhões de lixo etc. Nesse estudo não foi utilizada uma plataforma vibracional em uma configuração de laboratório, em vez disso os pesquisadores se utilizaram de uma van, em uma pista fechada com diferentes tipos de pavimentos e com o veículo em velocidade constante o que dava origem a diferentes acelerações de acordo com as condições do solo. Ficaram dessa forma definidas 3 condições de testagem, o veículo parado, uma velocidade de 30 km/h em asfalto regular, e uma velocidade de 20 km/h em solo de paralelepípedos.

Os resultados encontrados nessa primeira etapa foram que como já é de conhecimento nessa área, o eixo z foi o que apresentou maiores valores de aceleração em todas as condições de solo, e tais valores estão dentro da faixa de valores obtidos por outros autores em estudos similares, entre $0,07 \text{ m/s}^2$ e $0,44 \text{ m/s}^2$ no terreno de asfalto regular e entre $0,17 \text{ m/s}^2$ e $1,56 \text{ m/s}^2$ no terreno de paralelepípedos. Ambas as tarefas aplicadas aos participantes medem atenção e controle motor preciso. A tarefa que media atenção distribuída e reação a mudanças chamada em inglês de “*Action judgment test*” consistia em usar um volante para guiar agulhas de modo a passar por setas desenhadas em um disco que se rotacionava em velocidade constante conforme figura abaixo.



Figura 2. **Disco do teste de atenção distribuída.** Fonte: Costa, Arezes e Melo (2014)

A outra tarefa aplicada nesse estudo teve o intuito de medir atenção e um controle motor mais preciso e era chamada “*Omega test*” e sua ferramenta de teste consiste em dois botões giratórios que movem um cursor diagonalmente dentro de um espaço com o formato da letra grega ômega, mostrada abaixo. O teste consiste em mover o cursor de um lado até o outro da figura. Tocar as extremidades é considerado erro, que são computados com o tempo que um participante leva para percorrer a figura com o cursor.

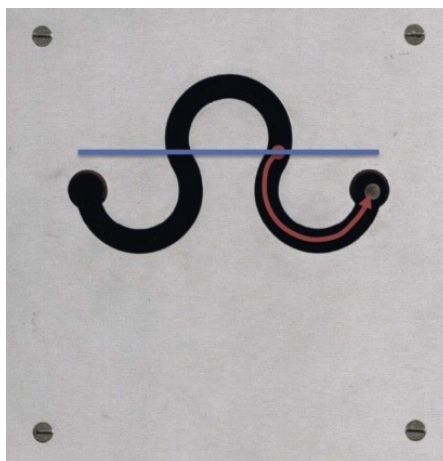


Figura 3. **Detalhe do teste Ômega.** Fonte: Costa, Arezes e Melo (2014)

Os resultados encontrados na etapa de medições com os testes cognitivos foram que, a quantidade de erros aumentou em ambas as tarefas, e o tempo aumentou na tarefa ômega, quando comparado o desempenho dos participantes submetidos a vibrações e ausência de vibrações bem como comparando-se as vibrações no asfalto e terreno de paralelepídeos.

No estudo de Zamanian et al. (2014) duas modalidades de atenção foram avaliadas, atenção seletiva e atenção dividida. A primeira sendo a capacidade de ignorar estímulos ambientais não relevantes a uma dada tarefa, e a segunda sendo a capacidade de reagir de forma diferente em uma tarefa dependendo da natureza do estímulo. Os parâmetros vibracionais foram simulados em uma plataforma em laboratório e consistiam em 3 níveis de aceleração: baixo ($0,53 \text{ m/s}^2$), médio ($0,81 \text{ m/s}^2$), alto ($1,12 \text{ m/s}^2$), e nenhuma exposição configurando a fase controle do experimento. A frequência era uma faixa fixa com valores entre 3 e 7 Hz. Os testes cognitivos consistiam em usar um computador para reagir a estímulos usando-se um teclado e eram computados o número de acertos e tempo de resposta. Foi encontrado pelos autores que em relação a atenção seletiva o número de respostas corretas foi menor, mas não houve mudança no tempo de reação dos participantes. Em relação a atenção dividida o tempo médio de reação foi inferior nos 3 níveis de vibração em comparação com uma situação sem vibração, o que indica um aumento na impulsividade.

Em 2015 Ishimatsu et al, publicaram um estudo onde foram investigados pequenos erros de ação (“Action slips”) ou lapsos de atenção que podem levar a acidentes em veículos. O construto cognitivo por eles estudados foi a atenção sustentada ou contínua, por meio de um teste onde são possíveis erros por comissão e omissão, ou seja, agir quando não se deve, e não agir quando é necessário, respectivamente. Os parâmetros vibracionais desse estudo visavam simular uma viagem de helicóptero, e foi decidido pelos autores através de medições, utilizar uma frequência de 17 Hz no eixo ‘z’ em 19 voluntários atletas de um esporte conhecido como corrida de orientação, que exige bastante das habilidades cognitivas da pessoa. Foi encontrado como resultado dos testes, um aumento na quantidade de erros por comissão e diminuição do tempo de reação, o que sugere aumento de impulsividade e diminuição da capacidade de inibição de estímulos externos. A quantidade de erros por omissão, não teve diferença estatisticamente significativa, o que sugere que as vibrações de corpo inteiro têm efeitos mais pronunciados na inibição de resposta do que na queda de atenção sustentada em si.

Park et al (2019) investigaram a diminuição da atenção de soldados em veículos militares em terra, para determinar os parâmetros vibracionais a serem usados na plataforma de seu laboratório. Esses pesquisadores solicitaram que um voluntário dirigisse um pequeno veículo tático em uma pista de terra de 3 km a uma velocidade aproximadamente constante de 20 km/h e mediram as vibrações. Os valores encontrados nesse teste e usado nos experimentos, foi uma frequência de 1.7 Hz e 1.37 m/s² de aceleração. Foram avaliados os construtos cognitivos de atenção perceptual, que é a capacidade de uma pessoa notar se algo mudou no ambiente, a atenção seletiva, e memória de trabalho. O teste de atenção perceptual mede a capacidade do participante de notar estímulos em sua visão periférica, já o teste de atenção seletiva mede o controle cognitivo e inibição do processamento automático de estímulos desnecessários, nele o participante deve dizer a quantidade de números que aparece em uma tela de computador. Finalmente o teste de memória de trabalho exige uma série de letras ou números na tela de um computador e o participante é solicitado a responder se um determinado caractere já apareceu antes, e a quantas posições atrás ele apareceu. Nesse estudo aparece como parâmetro ou variável, o tempo de exposição do voluntário. Como resultados, os pesquisadores não encontraram diferenças significativas na atenção perceptiva comparando vibração e não-vibração, além disso também não foram encontradas diferenças na mesma no que diz respeito ao tempo de exposição. No teste de atenção seletiva foi encontrado uma variação significativa no tempo de reação proporcional ao tempo de exposição apenas para o caso de estímulos incongruentes, que são estímulos onde a resposta correta exige que a pessoa seja capaz de inibir um outro estímulo secundário ou de perturbação. O teste de memória de trabalho mostrou que o desempenho caía quando se comparava vibração e não vibração em um percentual cada vez maior de acordo com a complexidade cognitiva da tarefa, mas não foi encontrado queda no desempenho em relação ao tempo de exposição.

Firmino, et al (2020) investigou efeitos deletérios e benéficos das vibrações de corpo inteiro nos processos cognitivos de trocadores de ônibus, simulando os parâmetros vibracionais em laboratório com uma plataforma vibratória. Nesse estudo foram usados como parâmetros dois níveis de aceleração para cada frequência, para simular a vibração de um ônibus parado e em movimento. Como instrumento de avaliação cognitiva foi usado um aplicativo para tablets que consiste em um jogo de raciocínio onde o participante deve contar moedas. Apesar da exposição a dois níveis de aceleração, o jogo era realizado apenas durante a aplicação da menor das acelerações, que era de 0,2 m/s², e todos os participantes eram expostos aos dois níveis em etapas alternadas durante o experimento. Como resultado foi encontrado uma queda no número de respostas corretas em experimentos realizados na frequência de 5 Hz, o que corresponde a um resultado esperado. Foi observado também que a permanência dos efeitos seja negativa ou positiva são proporcionais ao tempo de exposição.

3.4. Efeitos Positivos ou Benéficos Das Vibrações de Corpo Inteiro Na Cognição Humana

Fuermaier, et, al (2014), estudaram os efeitos positivos na atenção seletiva de 17 estudantes de graduação diagnosticados com Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade, e 83 estudantes que não apresentavam esse diagnóstico. Foi escolhida uma frequência de 30 Hz para o experimento, um valor já conhecido na literatura como causador de efeitos positivos na cognição. O teste utilizado para medição da atenção seletiva foi o teste Stroop um teste onde o participante deve ser capaz de inibir estímulos incongruentes de modo a responder corretamente. O teste consiste normalmente em duas etapas, na primeira o participante deve nomear cores que aparecem na tela de um computador apenas, e na segunda etapa nomear cores que aparecem em palavras que são nomes de outras cores, e constituem dessa forma o estímulo incongruente que deve ser inibido. O escore avaliativo desse teste é o chamado “quociente de interferência” e consiste na razão dos tempos de reação obtidos na primeira etapa e da segunda. Como resultado, esses pesquisadores encontraram uma diferença positiva no escore tanto dos participantes diagnosticados com TDAH quanto naqueles que não apresentam esse transtorno. A diferença foi maior ainda para os participantes que apresentavam TDAH do tipo combinado, que é caracterizado por distúrbios na atenção e por comportamento hiperativo. Esse estudo levanta a hipótese de que o tempo de permanência dos efeitos tanto negativos quanto positivos são proporcionais ao tempo de exposição dos participantes, questão que começa a aparecer com mais frequência na literatura da área em estudos posteriores.

O teste Stroop também foi utilizado por Regterschot, et, al. (2014) juntamente ao teste de tarefa de retrocesso de intervalo de dígitos, em inglês *Digit Span Backward Task* (DSBT) para investigar a atenção seletiva e no caso desse estudo, também a memória de trabalho ou de curto prazo. O DSBT mede a capacidade do participante de repetir uma sequência numérica de trás para a frente, e sua complexidade varia com a quantidade de números nesta sequência. Os

pesquisadores utilizaram a frequência de 30 Hz já conhecida como benéfica para a atenção na literatura, mas também realizaram um estudo piloto que confirma essa hipótese. Seus achados foram que as vibrações de corpo inteiro na frequência de 30 Hz aumentaram o escore no teste Stroop, e conforme a hipótese de Fuermeier, et al (2014) a duração dos efeitos é curta se o tempo de exposição dos participantes é também curto. Não foram encontradas diferenças significativas nos escores do teste DSBT o que não quer dizer que as vibrações de corpo inteiro não afetam a memória de trabalho, e o artigo em questão sugere testes com maior duração do tempo de exposição para futuras investigações.

Heijer, et al, (2015) novamente utilizaram o teste Stroop de inibição de estímulos, e 30 Hz como parâmetro vibracional para investigar os efeitos das VCIs em 55 crianças entre 8 e 13 anos de idade saudáveis no que diz respeito a atenção, e como esperado obteve aumento nos escores de atenção seletiva enquanto o processo de atenção “automática” não apresentou mudanças. Esses autores realizaram também uma testagem do Quociente Intelectual (Q.I) das crianças e encontram uma correlação positiva entre Q.I e aumento dos efeitos positivos das VCIs, ou seja, as crianças com maior escore de Q.I se beneficiaram dos efeitos cognitivos das vibrações ainda mais do que o esperado. Foi sugerido também que a repetibilidade da aplicação de vibrações aumenta os efeitos positivos delas, o que reforça a teoria da proporcionalidade entre efeitos e exposição.

Fereydounnia e Shadmehr realizaram em 2019 um estudo sobre efeitos positivos das VCIs em parâmetros neuro-cognitivos em 15 mulheres portadoras de hiperlordose lombar e 15 mulheres sem problemas nas costas. Foram medidos os tempos de reação para estímulos visuais e auditivos, e a plataforma vibratória usada no experimento foi configurada novamente para 30 Hz de frequência e 5 mm de amplitude. Os resultados encontrados foram melhorias no tempo de reação para estímulos auditivos em mulheres sem problemas nas costas, e melhoria no tempo de reação para estímulos visuais em mulheres portadoras de hiperlordose lombar.

Firmino, et al, (2020) investigaram no mesmo estudo citado anteriormente, também efeitos cognitivos benéficos, se utilizando de uma plataforma vibratória configurada para vibrar na frequência de 30 Hz, utilizando um jogo de contagem de moedas em um aplicativo de tablet. Foi encontrado um aumento no escore nessa frequência, mas não o suficiente para ser estatisticamente significativa, e novamente uma correlação entre tempo de exposição e efeitos cognitivos.

4. CONCLUSÃO

Através dessa revisão bibliográfica foi possível identificar parâmetros recorrentes de vibrações de corpo inteiro que tendem a gerar efeitos deletérios e aqueles que tendem a gerar efeitos benéficos na cognição humana, ainda que os efeitos benéficos geralmente sejam menos intensos do que os deletérios. Esses artigos levantaram hipóteses interessantes para serem investigadas por pesquisadores da área, principalmente a questão do tempo de exposição e duração e magnitude de efeitos em seres humanos.

Pesquisadores futuros poderiam também se juntar a outros pesquisadores em estudos interdisciplinares sobretudo com pesquisadores da área de neurociência para um maior entendimento dos mecanismos fisiológicos dos efeitos das VCIs no cérebro e suas conexões. Estudos dessa natureza são importantes para responder questões como o porquê de vibrações terem efeitos positivos em um processo como atenção seletiva ou inibição de estímulos, mas não apresentarem efeitos em outros processos como a memória de trabalho, e outras questões que ainda não foram feitas, mas que certamente surgiriam com o aprofundamento dos estudos na área.

5. REFERÊNCIAS

- Boerema, A. S., et. al. Beneficial Effects of Whole-Body Vibration on Brain Functions in Mice and Humans. Biological Consequences of Exposure to Mechanical Vibration: Original Research. (2018). DOI: 10.1177/1559325818811756.
- Costa, N., Arezes, P. M., Melo, R. B. "Effects of Occupational Vibration Exposure on Cognitive/motor Performance." International Journal of Industrial Ergonomics 44.5 (2014): 654-61. Web.
- Fereydounnia, S., Shadmeh, A. Efficacy of whole-body vibration on neurocognitive parameters in women with and without lumbar hyper-lordosis, Journal of Bodywork and Movement Therapies, Volume 24, Issue 1, (2020), Pages 182-189.
- Firmino, S. G., Duarte M. L. M., Neves J. A. B., Viana P. A. X., de Araújo F. S. B. Whole body vibration influence on bus fare collectors evaluated by using a brain training mobile app. Int Arch Occup Environ Health. (2021) Apr;94(3):495-501. doi: 10.1007/s00420-020-01601-x. 2021. PMID: 33156391.
- Fuermaier, A. B. M., Tucha L., Koerts J., van Heuvelen M. J. G., van der Zee E. A., Lange K. W., et al. (2014) Good Vibrations – Effects of Whole-Body Vibration on Attention in Healthy Individuals and Individuals with ADHD. PLoS ONE 9(2): e90747. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090747>
- Griffin, M. J., (1990), *Handbook of Human Vibration*. Ed. Academic Press, California, United States of America, 125 p.
- den Heijer A. E, Groen Y., Fuermaier A. B. M., van Heuvelen M. J. G., van der Zee E. A, Tucha L., et al. (2015) Acute Effects of Whole-Body Vibration on Inhibition in Healthy Children. PLoS ONE 10(11): e0140665. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0140665>
- Ishimatsu, K., Meland, A., Hansen, T. A. S., Kåsin, J. I., Wagstaff, A. S., "Action Slips during Whole-body Vibration." Applied Ergonomics 55 (2016): 241-47. Web.

- ISO 2631-1. (1997) Mechanical vibration and shock – evaluation of human exposure to whole body vibration – part 1: general requirements. International Organization for Standardization.
- ISO 2631-1. (2010) Mechanical vibration and shock – evaluation of human exposure to whole body vibration – part 1: general requirements. Amendment 1 International Organization for Standardization.
- StatCounter Global Stats. Mobile and tablet internet usage exceeds desktop for first time worldwide. (2016). Disponível em <<https://gs.statcounter.com/press/mobile-and-tablet-internet-usage-exceeds-desktop-for-first-time-worldwide>>. Acesso em 7 de Fevereiro de 2022.
- Park, D. J., Choi, M.G., Song, J. T., Ahn, S. J., Jeong, W. B. Attention decrease of drivers exposed to vibration from military vehicles when driving in terrain conditions, International Journal of Industrial Ergonomics, Volume 72, (2019), Pages 363-371, ISSN 0169-8141.
- Regterschot, G. R. H., Van Heuvelen M. J. G., Zeinstra E. B., Fuermaier A. B. M., Tucha L., Koerts J., et al. (2014) Whole Body Vibration Improves Cognition in Healthy Young Adults. PLoS ONE 9(6): e100506. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100506>
- Ward, J. The student's guide to cognitive neuroscience. 3^aed, p.2, (2015).
- Zamanian Z, Nikraves A, Monazzam M. R., Hassanzadeh J., Fararouei M. Short-term exposure with vibration and its effect on attention. J Environ Health Sci Eng. (2014) Nov 13;12(1):135. doi: 10.1186/s40201-014-0135-1. PMID: 25419464; PMCID: PMC4241223.

6. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

LITERATURE REVIEW: INFLUENCE OF WHOLE-BODY VIBRATIONS IN THE ATTENTION FUNCTION OF HUMAN COGNITION

Daniel Affonso Vasconcelos, danielvasconcelos@ufmg.br¹

Maria Lúcia Machado Duarte, mlmduarte@ufmg.br²

Lázaro Valentim Donadon, lazaro@demec.ufmg.br³

^{1,2,3}Post-Graduation Program in Mechanical Engineering, Universidade Federal de Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – Minas Gerais – Brazil | ZIP CODE 31270-901 | +55 (31) 3409-5145, GRAVISH Group of Acoustics and Vibration in Human Beings.

Abstract. *This paper is a literature review about the cognitive effects of Whole-Body Vibrations (WBV) on humans with focus on the attention process. The effects of Whole-Body vibrations are varied, they can be negative, making activities like reading and studying harder, or positive, enhancing focus and selective attention. The interest in understanding those effects comes from a personal interest from students and members of academia in general, who want to make better use of the time they spend commuting using smartphones to study. Also, governments and the military spend lots of resources to optimize the work of soldiers in military vehicles. Research was made using the most prominent online databases today, one of the criteria was selecting articles post 2014. Both types of effects, negative and positive, were researched. The methodology used was to analyze the data regarding effect and vibration parameters, like frequency, amplitude, and time of exposition. The expected results are to find that lower frequencies like 5 Hz have negative effects and frequencies at the 30 Hz band will present positive effects.*

Keywords: whole-body vibrations, cognition, attention

7. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001