

Análise da Exposição a Vibração de Corpo Inteiro em Condutores de Veículos de Passeio

BARBOSA, Emanuella Guntzel¹, NUNES, Maria Alzira de Araújo².

¹Programa de Pós Graduação em Integridade de Materiais de Engenharia, Universidade de Brasília (UnB), Brasil.
E-mail: Emanuella.barbosa@aluno.unb.br

²Programa de Pós Graduação em Integridade de Materiais de Engenharia, Universidade de Brasília (UnB), Brasil
E-mail: maanunes@unb.br

Resumo

A transmissão de vibração de corpo inteiro (VCI) influencia o conforto e desempenho ao longo do prazo da saúde dos motoristas. Parâmetros importantes para alcançar o bem estar dos passageiros nas redes rodoviárias são o controle de vibração do veículo devido à rugosidade nos pavimentos e velocidades adquiridas ao longo do trecho. Com isso, o estudo tem como objetivo medir experimentalmente a vibração de corpo inteiro a que um condutor de veículo de passeio está exposto, diante da variação em dois níveis de três fatores: velocidade do veículo, tipo de pavimento e tamanho da amostra coletada. As análises dos dados serão conduzidas utilizando a norma ISO 2631-1 e a metodologia, com o qual é possível determinar a influência das variáveis consideradas sobre a VCI estimada no condutor.

Palavras chaves: Vibração de Corpo Inteiro . Análise Experimental. VCI .

1. Introdução

Questões relacionadas a vibração Ocupacional no ambiente de trabalho se tornaram importantes após a primeira Revolução Industrial entre 1780 e 1830 [1]. Com a evolução dos meios de transporte a vibração passou a ser um fator importante nos estudos, tendo em vista que os riscos físicos podem afetar negativamente a saúde do trabalhador.

A vibração é considerada um agente físico no qual o efeito produzido pode variar desde uma simples irritação corporal até graves distúrbios musculares. [2] Fatos que devem ser considerados de modo a reduzir os impactos ou, de maneiras extremas, causar o afastamento dos trabalhadores por doenças ocupacionais.

Com ao aumento do uso de veículos de passeio e o tempo de exposição cada vez maiores pelo tempo no trânsito, principalmente em grandes cidades, passageiros tem usado aplicativos privados de transporte como: Uber, Cabify, entre outros. Os serviços de motoristas para curtas e longas viagens, devido a ampliação da demanda, acarretou um aumento significativo no número de motoristas cadastrados nas plataformas. [3]

Os veículos de passeio são conhecidos pela poluição sonora e pela alta liberação de gases tóxicos no meio ambiente e, além disso, também passaram a ser considerados uma fonte de vibração importante tanto a seus passageiros quanto a seus condutores acarretando uma série de danos físicos e mentais.

A Vibração de Corpo Inteiro (VCI) transmitida pelos veículos podem causar fadiga do motorista, lombalgia e até mesmo interferência na visão e no equilíbrio. [4] Mesmo que a vibração não cause problemas de saúde se, usadas por longos períodos, pode ser uma fonte de desconforto para motoristas e passageiros.

As medições efetuadas normalmente não especificam parâmetros importantes que podem alterar os resultados, tais como: velocidades, tempo de exposição e tipo de pavimento que são os principais pontos estudados no artigo.

Embora estudos tenham medido as vibrações em diferentes veículos [5], não foram especificados o tipo de pavimento utilizado e a velocidade do veículo no momento da aquisição dos dados, fatores que interferem nos resultados analisados.

O trabalho mais recente publicado que apresenta a análise do tipo de pavimento relacionado com a velocidade do veículo é de Duarte [4], onde contribui com diferentes tipos de veículos calculando acelerações e valores de VDV relacionados com os limites expostos pelas normas vigentes, principalmente a ISO 2631.

Com isso, estudo de vibração de corpo inteiro (VCI) a que está exposto motorista de veículos de passeio foi feito para determinar a influência das variáveis no condutor, assim como seus valores de VDVR e AREN são objetivos do artigo.

2. Metodologia

2.1. Procedimento Experimental

Para os resultados obtidos, o modelo de carro utilizado foi um SIENA fire, ano de fabricação 2008/08 onde, embora parâmetros como pressão de pneu, suspensão do carro, peso, etc., pudessem interferir nos níveis de vibração, nenhuma dessas características específicas foi pontuada. O carro utilizado estava com a manutenção de fábrica em dia, não apresentando divergências nesses aspectos.

O condutor que conduzia o veículo era do sexo feminino, possui 1,80m de estatura, peso 77,5 kg e 27 anos de idade.

O tipo de pavimento utilizado foi piso intertravado dezesseis faces, formado por blocos de concreto, escolhido por ser amplamente utilizado principalmente em estacionamentos no Brasil e para validar os valores encontrados no processamento de dados.

Como mostra a Figura 1, a pavimentação de bloquetes possui características vantajosas por ter uma instalação rápida, suportar tráfego elevado de veículos sem ceder e facilita a drenagem e escoamento de água em dias de chuva, evitando poças. Apesar disso, a camada do subleito deve ser bem compactada, caso contrário os blocos cedem causando maiores vibrações ao longo das superfícies, o que pode gerar níveis de desconforto negativos aos ocupantes dos veículos



Figura 01. Piso Intertravado UnB.

A mesma pista foi utilizada, onde a velocidade máxima permitida no estacionamento é de 30 km/h, e a velocidade mantida foi de 20 km/h durante todo o período de medição. Havia um ressaltado, na saída do estacionamento de brita do laboratório, que foi atravessado duas vezes durante o experimento e, ao longo do trajeto, algumas reduções de velocidade incluindo placas de pare na saída da faculdade e placas de preferência ao longo do estacionamento. A Figura 2 mostra a pista utilizada (escolhida dentro da universidade). A linha vermelha indica o comprimento do caminho utilizada e o trajeto feito, as setas laranjas são o caminho de ida e as azuis representam o caminho

de volta. Não houve tráfego que intervisse na velocidade do teste descrito.



Figura 02. Trajeto executado estacionamento UnB.

Para avaliar os níveis de vibração a que o motorista está exposto, foram feitos 5 experimentos no mesmo caminho mantendo os mesmos limites de velocidade monitorada através do velocímetro.

A figura 03 representa o fluxograma experimental onde documenta as etapas utilizadas desde o início até a finalização computacional.

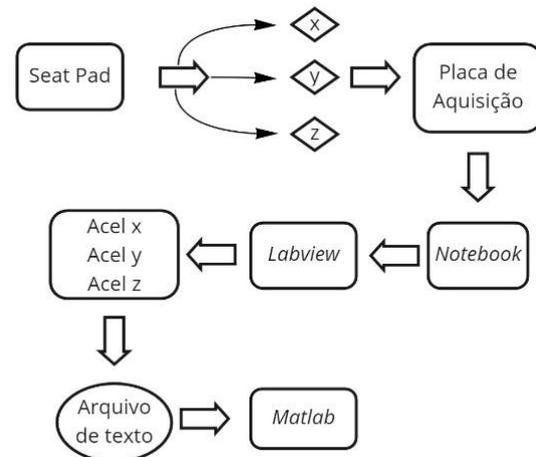


Figura 03. Fluxograma Experimental.

Para a coleta dos dados experimentais de VCI, foi-se utilizado o *Seat Pad* modelo Sem 027, fabricado pela *Larson Davis*, acelerômetro triaxial de assento específico para a aquisição de dados de vibração de corpo inteiro, em conjunto com a placa de aquisição, modelo Ni 9234, fabricado pela *National Instruments*, conforme figura 04.

Todas as recomendações relativas a posicionamento e medições dos acelerômetros seguiram a norma ISO 2631-1, isso significa que o eixo Z mediu a vibração vertical (positiva de baixo para cima), o eixo y mediu a vibração lateral (positiva da direita para a esquerda) e o eixo x mediu a vibração para frente e para trás (positiva de trás para frente).

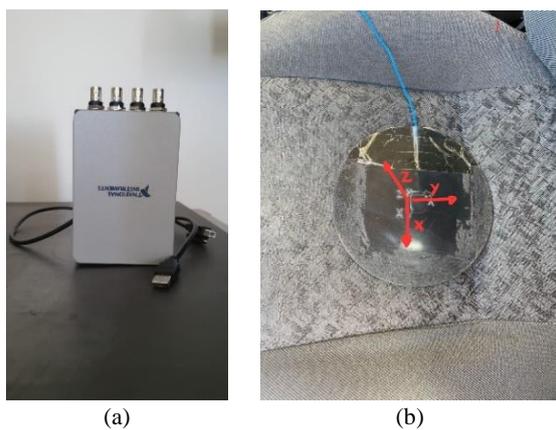


Figura 04. (a) Placa de Aquisição. (b) Seat Pad.

Quando conectado a placa de aquisição para processar os sinais, o software *Labview*, conforme figura 5, da *National Instrument*, foi instalado no notebook para possibilitar o experimento dentro do carro.

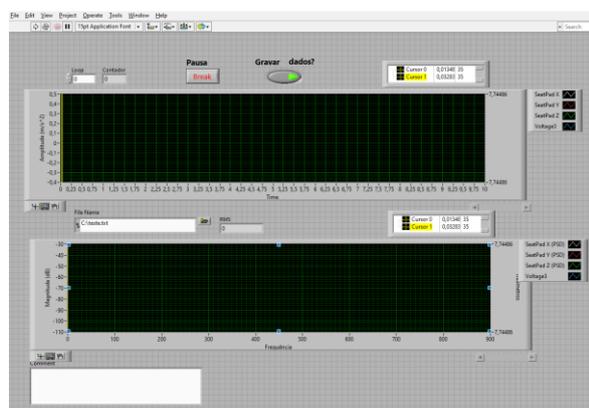


Figura 05. Plataforma Labview®.

Os parâmetros de entrada informados no *software Labview*® foram tempo e frequência de aquisição. O tempo de medição foi de 8,33 minutos que corresponde a 500 segundos e a frequência de aquisição foi de 1652 Hz adquirindo 16.520 pontos. Os valores definidos para a placa NI 9234 são fornecidos pela *National Instruments* de acordo com a máxima frequência da norma, 80 Hz, multiplicada por 2 para garantir a frequência de Nyquist. Como os quantitativos são pequenos, foram utilizados os menores valores da tabela fornecida.

A figura 6 demonstra a instrumentação utilizada no interior do veículo durante os experimentos, incluindo o *seat pad* e o sistema de aquisição de dados. Não houve atenção quanto a inclinação da superfície do assento e o piso, gerando valores reais de direção.



Figura 06. Instrumentação montada no interior do veículo.

Todo o experimento foi realizado com apenas dois ocupantes dentro do carro, sendo um motorista e outro caroneiro, também no banco dianteiro e sem cargas extras, além da instrumentação. A primeira pessoa era o motorista, responsável por manter a velocidade média permitida e, intuir o outro ocupante a iniciar a medição de dados durante o procedimento experimental. Os dados foram adquiridos iniciando-se na pista indicada pelo número 1 na figura 2, seguindo para a pista de piso intertravado.

Seguir os mesmos procedimentos foi considerado extremamente importante para minimizar os erros nos cálculos. Assim, todos os experimentos foram conduzidos pelos mesmos pesquisadores. O procedimento adotado para correta aquisição dos dados foi: (1) Posicionamento do veículo na posição 1 da figura 2. (2) Posicionamento do acelerômetro no assento do condutor. (3) Configuração dos parâmetros no software, como: quantidade de loops e o tempo de cada experimento. (4) Mover o carro para atingir a velocidade estabelecida. (5) Início da aquisição dos dados. (6) Parada do carro. (7) Fim da aquisição de dados e conferência de salvamento do arquivo.

2.2. Tratamento dos dados

A partir dos dados de aceleração coletados de acordo com o processo descrito na seção anterior, pode-se processá-los nas Normas ISO – 2631-1 e NHO 09 para obtenção da aceleração média resultante (*amr*) e valor dose de vibração (*VDV*) de acordo com as equações (1) e (2), a seguir:

$$amr = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5} \quad (1)$$

$$VDV = \left[\int_0^T a_w^4(t) dt \right]^{0.25} \quad (2)$$

onde T é o tamanho do intervalo de amostragem e $a_w(t)$ é o sinal de aceleração ponderado.

A metodologia computacional utilizada no artigo é representada no fluxograma da figura 7 de acordo com o passo a passo utilizado no *software matlab*. Compreende-se inicialmente as acelerações obtidas em campo (valores determinados em arquivo de texto), aplicação dos valores em suas devidas curvas de ponderação e obtenção dos valores referentes a norma NHO 09 e ISO 2631-1. Esse sinal ponderado é definido pela Norma ISO 2631-1 como sendo o sinal de aceleração obtido experimentalmente submetido a uma família de filtros de 1/3 de oitava, sendo a seleção do filtro a ser aplicado feita de acordo com o descrito na Tabela 01 e pela Figura 08.

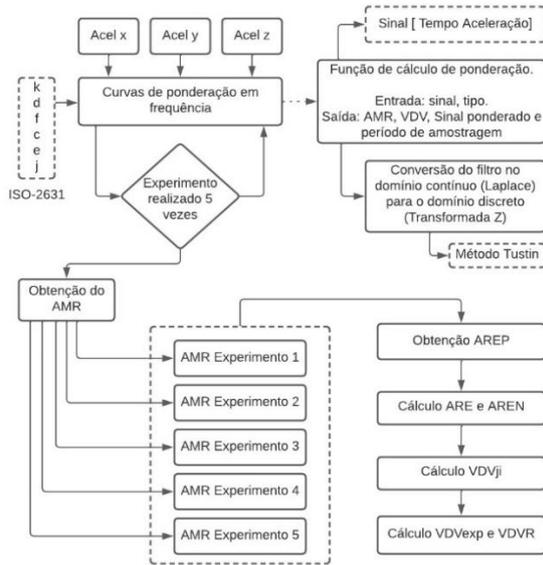


Figura 07. Fluxograma computacional.

Tabela 01. Seleção do filtro de 1/3 de oitava.

Fator de ponderação	Conforto
W_k	Eixo z – superfície do assento
W_d	Eixo x – superfície do assento Eixo y – superfície do assento
W_f	-

Fonte: ISO 2631-1.

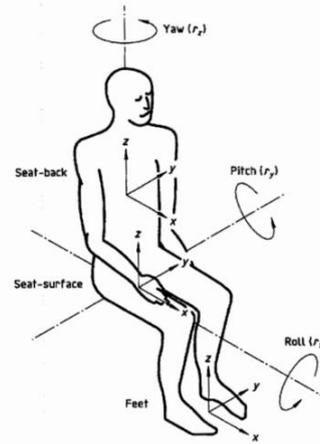


Figura 08. Posição sentada. Fonte: ISO – 2631-1.

As curvas de ponderação são utilizadas pois não é possível quantificar de maneira direta as vibrações sem levar em conta os possíveis efeitos das frequências. Assim, para correção do problema são usadas as curvas de ponderação apresentando melhores respostas quanto a vibração em corpo humano.

A construção dos filtros de 1/3 de oitava é definida com base na composição de 4 outros filtros: um filtro passa-alta ($H_h(s)$), eq. 3, um passa-baixa ($H_l(s)$), eq. 4, filtro para transição aceleração- velocidade ($H_t(s)$), eq. 5, e um degrau para cima ($H_s(s)$), eq. 6. Cada um desses filtros é definido em função das suas frequências características e de limitações de banda, tendo suas funções de transferência descritas por:

$$H_h(s) = \frac{1}{1 + \frac{2\pi f_1 \sqrt{2}}{s} + \frac{4\pi^2 f_1^2}{s^2}} \quad (3)$$

$$H_l(s) = \frac{1}{1 + \frac{s\sqrt{2}}{2\pi f_2} + \frac{s^2}{4\pi^2 f_2^2}} \quad (4)$$

$$H_t(s) = \frac{1 + \frac{s}{2\pi f_3}}{1 + \frac{s}{2\pi f_4 Q_4} + \frac{s^2}{4\pi^2 f_4^2}} \quad (5)$$

$$H_s(s) = \left(\frac{f_5}{f_6}\right)^2 \left(\frac{1 + \frac{s}{2\pi f_5 Q_5} + \frac{s^2}{4\pi^2 f_5^2}}{1 + \frac{s}{2\pi f_6 Q_6} + \frac{s^2}{4\pi^2 f_6^2}} \right) \quad (6)$$

Tabela 02. Parâmetros para as funções de transferência para as principais ponderações de frequência

Ponderações	Limitação de banda (Hz)		Aceleração da Velocidade de Transição (Hz)			Passo para cima			
	f_1	f_2	f_3	f_4	Q_4	f_5	Q_5	f_6	Q_6
W_k	0,4	100	12,5	12,5	0,63	2,37	0,91	3,35	0,91
W_d	0,4	100	2,0	2,0	0,63	∞	---	∞	---
W_f	0,08	0,63	∞	0,25	0,86	0,0625	0,80	0,1	0,80

Fonte: ISO 2631-1.

sendo o filtro a ser aplicado dado por:

$$H(s) = H_h(s)H_i(s)H_t(s)H_s(s) \quad (7)$$

O diagrama de magnitude para os filtros descritos utilizando o equacionamento exposto para os parâmetros referidos na Tabela 2 está exposto na Figura 9.

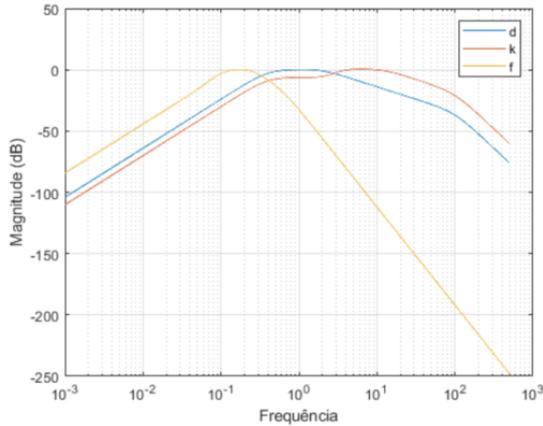


Figura 09. Magnitude dos filtros d, k e f.

Na aplicação do filtro surge o conflito entre uma função de transferência descrita no domínio contínuo e um sinal a ser analisado descrito através de um conjunto de amostras temporais dele, ou seja, um sinal discretizado. Portanto, se faz necessário converter o filtro do domínio de Laplace para o domínio discreto através da Transformada Z, no qual poderá ser criada uma equação de recorrência para a implementação do filtro. A discretização das funções de transferência será feita de através da aproximação bilinear ou Tustin, onde a variável s de Laplace é mapeada no domínio da Transformada Z através da relação:

$$s = \frac{2}{T_s} \frac{z - 1}{z + 1} \quad (8)$$

onde T_s é o período de amostragem e z é a variável do domínio discreto. Aplicando-se esta transformação, chega-se a uma fração racional na forma:

$$H(z) = \frac{b(1) + b(2)z^{-1} + \dots + b(n_b + 1)z^{-n_b}}{1 + a(2)z^{-1} + \dots + a(n_a + 1)z^{-n_a}} \quad (9)$$

onde n_b e n_a são respectivamente constantes que representam a ordem do numerador e denominador da fração obtida. Ao se aplicar a Transformada Z inversa, obtém-se a equação de recorrência do filtro que relaciona a saída do termo n em função das entradas e saídas anteriores na seguinte forma:

$$y(n) = b(1)x(n) + b(2)x(n - 1) + \dots + b(n_b + 1)x(n - n_b) - a(2)y(n - 1) - \dots - a(n_a + 1)y(n - n_a) \quad (10)$$

onde $y(n)$ e $x(n)$ representam os sinais de saída e entrada do filtro, respectivamente. Toda a metodologia descrita foi implementada em ambiente *MATLAB*, incluindo o processo de conversão dos filtros analógicos em filtros digitais.

Conhecidos os valores das acelerações ponderadas pode-se calcular o valor aceleração média resultante da amostra e do Valor de Dose de Vibração equivalente através dos valores de amr e VDV obtidos para cada direção (x, y e z) através das seguintes equações 11 e 12:

$$amr = \sqrt{1.4^2 amr_x^2 + 1.4^2 amr_y^2 + amr_z^2} \quad (11)$$

$$VDV = [VDV_x^4 + VDV_y^4 + VDV_z^4]^{0.25} \quad (12)$$

O procedimento até o momento descrito serve para análise de uma única componente de vibração analisada somente uma vez. Para os casos onde diversas componentes de vibração são analisadas através de mais de uma medição, para poder concluir sobre o conforto do operador são utilizadas a aceleração resultante exposição (are) a aceleração resultante exposição normalizada ($aren$) e a valor de dose de vibração resultante ($VDVR$). Esses parâmetros combinam as todas as medidas das diversas componentes em um escalar que serve como medida comparativa para definição do nível de conforto vibracional a que o operador está sujeito.

Para o cálculo da are é necessário primeiramente calcular a aceleração resultante de exposição parcial de cada componente ($arep_i$), equação 13, dada por:

$$arep_i = \frac{1}{s} \sum_i amr_{ki} [m/s^2] \quad (13)$$

onde amr_{ki} é a aceleração média resultante relativa a cada amostra (k) de cada componente (i). Com os valores de $arep$, pode-se obter o valor da are através da equação 14, representada pela seguinte relação:

$$are = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_i n_i arep_i^2 T_i} [m/s^2] \quad (14)$$

onde n_i é o número de vezes em que o operador foi sujeito a componente de vibração durante o período de observação do experimento T_i e T o tempo total da jornada de trabalho. Para o cálculo da aceleração relativa de exposição normalizada calcula-se a $aren$, equação 15, em relação a uma jornada de trabalho de 8h, ou seja:

$$aren = are \sqrt{\frac{T}{T_0}} \left[\frac{m}{s^2} \right] \quad (15)$$

$$T_0 = 480 \text{ minutos ou } 8h$$

Partindo para o cálculo do $VDVR$, deve-se primeiro calcular o VDV_{ji} , dado pela equação 16, sendo:

$$VDV_{ji} = \left[\sum_k VDV_{jik}^4 \right]^{\frac{1}{4}} [m/s^2] \quad (16)$$

Onde VDV_{jik} é o VDV na direção j , da amostra k , da componente de vibração i . Conhecidos os VDV_{ji} calculam-se os $VDVexp_{ji}$, descrito na equação 17 como:

$$VDVexp_{ji} = f_j VDV_{ji} \left(\frac{T_{exp}}{T_{amos}} \right)^{\frac{1}{4}} [m/s^2] \quad (17)$$

Sendo f_j igual a 1,4 se j representar a direção x e y e igual a 1 se j representar a direção z , T_{exp} o tempo total de exposição a componente de vibração i ao longo de toda a jornada de trabalho e T_{amos} o tempo total de medição de todos os experimentes que observaram a essa componente i . Assim define-se o valor de dose de vibração de exposição na direção j ($VDVexp_j$) como sendo representado pela equação 18.

$$VDVexp_j = \left[\sum_i VDVexp_{ji}^4 \right]^{\frac{1}{4}} [m/s^2] \quad (18)$$

Assim pode-se calcular o $VDVR$ como na equação 19:

$$VDVR = \left[\sum_j VDVexp_j^4 \right]^{\frac{1}{4}} [m/s^2] \quad (19)$$

3. Resultados e Discussões

Para avaliar os níveis de exposição a VCI, foram realizadas medições in loco em motorista de automóvel. Os dados de exposição foram coletados de acordo com a metodologia imposta pela Norma de Higiene Ocupacional (NHO) 09 – Avaliação da Exposição Ocupacional a Vibrações de Corpo Inteiro, assim como suas recomendações técnicas.

A medição de exposição à vibração teve origem ao sair do estacionamento perto do laboratório FGA e contemplou todo o período que o motorista manteve contato com o assento durante o trajeto. Cada percurso efetuado foi analisado e medido, analisando a exposição diária AREN e VDVR obtidas.

As amostras possuem um tempo de vibração de 500 segundos, correspondente a 8,33 minutos. Todos os cálculos respeitaram a metodologia imposta na normativa NHO 09, onde informa o critério de julgamento e tomada de decisão por faixa de valor da exposição. Já os valores de VDVR são complementos ao valor de AREN e possuem uma importância mais relevante quando há registros de choques ou solavancos mais significativos durante toda a exposição do motorista.

Os valores das acelerações nos eixos são demonstrados nas figuras 10, 11 e 12 como sendo nos eixos x , y e z , respectivamente. É possível analisar os trechos com maiores acelerações, incluindo as paradas realizadas ao longo dos trajetos para o retorno. No final, é analisada perda de aceleração do veículo devido a parada e desligamento dos motores para finalização dos trajetos.

Nos primeiros 50 segundos há, em todos os eixos, um pico de aceleração devido a um solavanco relacionado a descida de um meio fio saindo de uma via de brita e entrando no estacionamento de piso intertravado gerando uma aceleração menor no restante do trecho.

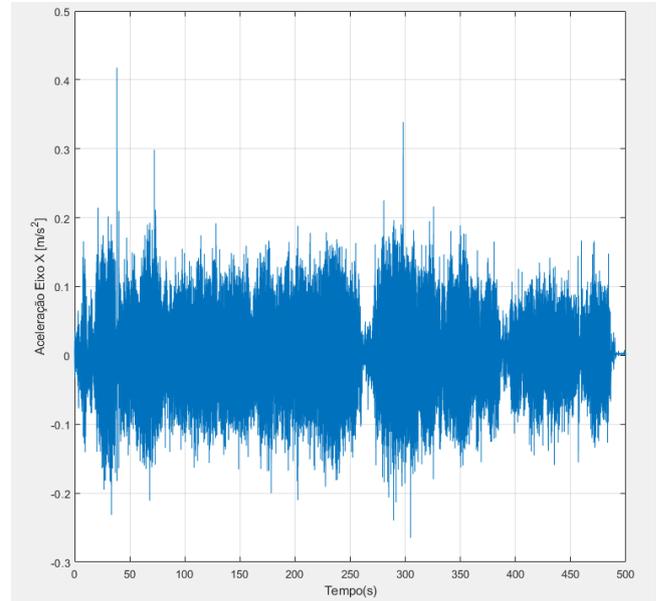


Figura 10. Aceleração em x.

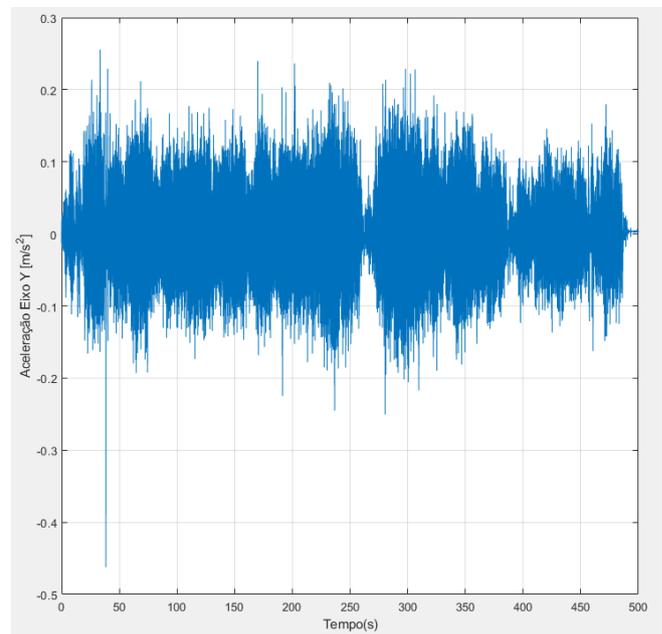


Figura 11. Aceleração em y.

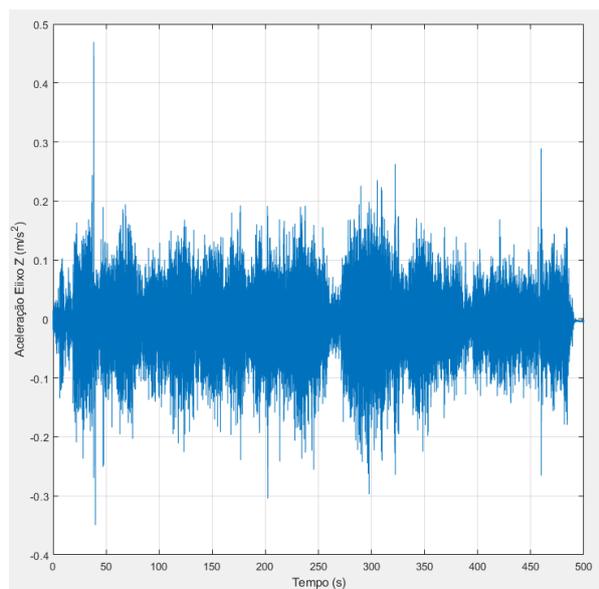


Figura 12. Aceleração em z.

Os valores de AREN mantiveram-se muito próximos por serem amostras de estudos parecidas e com trajetos iguais. Os valores de AREN dos 5 trajetos pode ser verificado na tabela 03, com seus respectivos valores de VDVR.

Tabela 03. Valores de AREN e VDVR.

Experimento	AREN (m/s ²)	VDVR
1	0.0023	0.3126
2	0.0023	0.3156
3	0.0022	0.3206
4	0.0022	0.3094
5	0.0023	0.3282

Para todas as amostras coletadas, a média do valor de AREN foi de 0.00226 m/s² e o desvio padrão, que representa o quanto os dados são uniformes, foi de 5,2915e⁻⁵.

De acordo com a normativa brasileira, para os valores de exposição obtidos, os valores de AREN são considerados aceitáveis mas, mesmo diante disso, a adoção de medidas que venham a reduzir os níveis de exposição, caso seja disponível e viável, deve ser considerado uma alternativa a ser analisada.

Os valores de VDVR analisados foram satisfatórios de acordo com as normas vigentes, possuindo uma média de, aproximadamente, 0,32 m/s^{1,75} e um desvio padrão de 0,066. Com isso, os valores recomendados como aceitáveis pela norma se encontram na faixa de 0 a 9,1 indicando, no mínimo, uma manutenção na condição existente.

4. Conclusão

A caracterização a exposição ocupacional envolvendo vibração de corpo inteiro (VCI) foi apresentado em motorista de veículo de passeio. As medições foram realizadas de acordo com as normas NHO 09 e ISO 2631-1, utilizando um sensor do tipo *seatpad* triaxial e um acelerômetro triaxial, in situ, com rota determinada. Buscando a menor interferência possível do usuário, foi utilizado o mesmo indivíduo sobre os sensores na posição de motorista.

Os resultados foram analisados para os 5 experimentos realizados e observados de acordo com cada exposição se necessário a tomada de alguma medida preventiva. Para todos os casos os valores das acelerações foram considerados aceitáveis comparados com os valores da norma NHO 09. Vale ressaltar que isso se dá devido ao tempo de exposição a este tipo de vibração ser baixo.

Através das figuras 10, 11 e 12 foi possível determinar qual posição o usuário estaria menos exposto a vibração e, também, ao que expõe o usuário aos maiores níveis de vibração conforme o trajeto informado na figura 2.

Importante destacar que a influência do tipo de pavimento e do tempo de percurso, visto que como os níveis de exposição são baixos, seria interessante em trabalhos futuros uma identificação mais real para identificação das vibrações na qual os motoristas estão expostos no dia a dia.

5. Referencias

[1] MOORE, H. F. (2017). DESENVOLVIMENTO DE UMA BANCADA DE TESTES EXPERIMENTAIS PARA ESTUDOS SOBRE VIBRAÇÕES DE CORPO INTEIRO EM ASSENTO VEICULAR. Dissertação de Mestrado em Integridade de Materiais da Engenharia. Faculdade Unb Gama/ Faculdade de Tecnologia/ Universidade de Brasília, DF. N°. p. 213.

[2] SANTOS, M. V. (2021). AVALIAÇÃO DO RÚIDO OCUPACIONAL E VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM MOTORISTAS DE CAMINHÃO BETONEIRA. Dissertação de Mestrado em Integridade de Materiais da Engenharia, Faculdade UnB Gama/FT/Universidade de Brasília, DF, 109p.

[3] RAMOS, L, L, L. (2018) Quantificação da Vibração em Motoristas de Passageiros de Veículos Automotivos de Passeio. Trabalho de Conclusão de Curso Engenharia Automotiva. Faculdade Unb Gama. Universidade de Brasília, DF. 71p.

[4] DUARE, M, L, M. (2018). Influence of pavement type and speed on whole body vibration (WBV) levels measured on passenger vehicles. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and

Engineering. Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), MG.

[5] PADDAN, G, S. GRIFFIN. M, J. (2002) Evaluation of whole body vibration in vehicles. *J Sound Vibration (JSV)* 195-213.

ISO. Mechanical Vibration and Shock: Evaluation of Human Exposure to Whole-body Vibration. Part 1, General Requirements: International Standard ISO 2631-1: 1997.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. NR-09 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. 2017.