

SEAT parameter assessment in urban buses

Avaliação do parâmetro SEAT em motoristas de autocarros urbanos

[Maria Luisa Matos](#), [Paulo Roberto Da Costa](#) and [J. Santos Baptista](#)

FEUP

Abstract

Whole Body Vibration is a main concern in many working activities. One of those is the urban bus drivers. So, in this study, the main goal is to evaluate the quality of the different seats used in the different bus of an urban transport company, using the SEAT (Seat Effective Amplitude Transmissibility) parameter. For that, the RMS (Root Mean Square) on the seat and on the floor of the bus was evaluated. It was found a decrease in SEAT value between 20% and 35% for seats with regulation's control and a small increase in SEAT value for seats without regulation. However, the smallest RMS values were found in a small bus with no seat regulation. So cannot be established any direct relation between SEAT and the RMS / comfort values for the seat of the urban buses. However, SEAT parameter is an excellent indicator of seats' capacity to reduce the RMS values and, consequently, to analyze the quality of those equipment.

Keywords: Whole Body Vibration, Bus, Urban Bus Driver, SEAT, RMS.

Preferência na Apresentação: Poster

1. INTRODUÇÃO

A exposição ocupacional a Vibrações de Corpo Inteiro (VCI) transmitidas a motoristas de autocarros tem origem nas vibrações mecânicas dos veículos que conduzem durante a realização das suas tarefas diárias. Como consequência desta exposição surgem problemas mais ou menos graves, que podem ir desde a simples sensação de desconforto, até à incapacidade para executar as tarefas diárias. Estes efeitos foram expressos com bastante evidência em diversos estudos direcionados, não só para a avaliação desta exposição ocupacional específica, mas também para a implementação de medidas de prevenção com o objetivo de eliminar ou reduzir os riscos ocupacionais associados a esta atividade laboral (Rehn, 2005; Tiemessen, 2007).

Segundo Paddan e Griffin (2002), a exposição a VCI em pessoas sentadas é altamente influenciada pela dinâmica do assento, considerando-se, em alguns casos, a resposta dinâmica do assento como um fator preponderante para controlar a exposição a vibrações. No entanto, existe ainda algum desconhecimento sobre a magnitude da variação da eficácia do assento dos veículos, seja no sentido da atenuação ou da amplificação das vibrações, exigindo estudos direcionados que identifiquem em que medida é que a dinâmica do assento influencia a exposição ocupacional dos condutores, no que se refere a VCI.

De acordo com muitos autores, a avaliação do parâmetro SEAT (*Seat Effective Amplitude Transmissibility*), permite estimar a atenuação ou amplificação do assento na transmissão das vibrações. Esse valor é obtido pelo cálculo correspondente ao rácio entre a VCI medida na vertical do assento e a VCI na direção vertical medida no piso do veículo, expressando-se em percentagem (Lewis & Johnson, 2012; Nawayseh & Griffin, 2005; Paddan & Griffin, 2002; Thamsuwan, Blood, Ching, Boyle, & Johnson, 2013). No entanto, segundo Melo e Miguel (2000), a quantificação deste parâmetro pode não ser muito fidedigna, uma vez que não traduz completamente o papel do assento na transmissão das vibrações ao condutor. No sentido de contornar este problema, a avaliação da transmissibilidade deve ser realizada por terços de oitava, de modo a que seja possível correlacionar o resultado com frequências de interesse, nomeadamente no que se refere ao fenómeno de ressonância de algumas partes do corpo humano. Deste modo, é possível determinar, para cada banda de terço de oitava, a razão entre os respetivos valores de aceleração eficaz obtidos sobre o assento e no piso do veículo. Esta análise, apesar não possuir o detalhe que permitiria especificar as consequências diretas no corpo humano, possibilita a comparação dos valores encontrados na literatura com os valores obtidos na avaliação levada a cabo neste estudo. Nesse sentido reuniu-se na Tabela 1 uma síntese de resultados do parâmetro SEAT obtidos em alguns desses estudos, considerados na revisão bibliográfica efetuada e que serviram de base a este estudo.

Assim, o objetivo deste estudo é o de analisar o desempenho dos bancos utilizados como meio de transmissão das VCI a motoristas de autocarros de transporte público de passageiros, avaliando o efeito da transmissibilidade pela superfície do assento.

Tabela 1- Estudos que quantificam o parâmetro SEAT.

Autor/Ano	Tipo de pavimento	SEAT (%)
(Lewis & Johnson, 2012)	Autoestrada	101,7 ($\pm 1,30$)
	Ruas de cidade	106,9 ($\pm 1,68$)
	Lombas	122,8 ($\pm 3,04$)
(Paddan & Griffin, 2002)	-	89,2 (64,0-117,3)
(Thamsuwan, Blood, Ching, Boyle, & Johnson, 2013)	Autoestrada lisa	90 ($\pm 2,5$)
	Autoestrada com irregularidades	86 ($\pm 2,6$)
	Ruas de cidade	88 ($\pm 2,6$)
	Lombas	106 ($\pm 2,6$)

SHO2016

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a concretização dos objetivos, são quantificadas as VCI e avaliada a influência que o tipo de assento pode ter na transmissão das mesmas. Essa avaliação é feita de acordo com as características técnicas de cada assento, podendo a atenuação ou amplificação das VCI ser mais ou menos relevante. (Blood & Johnson, 2012).

Neste artigo a exposição a VCI é avaliada em três modelos de autocarros urbanos (A-standard, B-articulado e C-minibus) conduzidos por dois motoristas profissionais (1 e 2) com alturas e pesos distintos. O trajeto foi previamente definido, por forma a contemplar variação do tipo de pavimento (empedrado e asfalto). Foram utilizadas três regulações diferenciadas do banco em cada tipo de autocarro e para cada motorista.

As viagens no percurso selecionado têm um tempo médio de cerca de 16 minutos, com 25% de piso empedrado e 75% de piso com asfalto. Este percurso de teste inclui três paragens em semáforos, três paragens para entrada e saída de passageiros e duas rotundas.

Foram escolhidos propositadamente dois motoristas entre as várias centenas de motoristas da empresa, pelas suas características pessoais específicas e muito distintas, no sentido de obter a maior diferença possível entre os resultados obtidos e facilitar a análise dos resultados deste teste preliminar. O motorista 1 pesa 68,9 kg e tem 1,86m de altura. O motorista 2 pesa 105,4 kg e mede 1,73m. Foram selecionadas três regulações, das quais, uma corresponde aproximadamente ao peso do motorista e as restantes correspondem a regulações disponíveis neste tipo de banco, uma acima e outra abaixo da regulação recomendada. O resumo da regulação dos bancos para cada tipo de autocarro e para cada um dos motoristas é apresentado na Tabela 1. O banco do autocarro, C-minibus, não possui regulação de rigidez do assento. Foram realizadas 4 viagens (duas de ida e duas de volta) em dois dias distintos.

Tabela 1 - Regulação dos bancos, função do tipo de autocarro e para cada um dos motoristas.

Autocarro A - Banco Esteban FA-416E						
Posição Regulação	Motorista 2			Motorista 1		
		120 Kg	105 Kg	80 Kg	80 Kg	70 Kg
Autocarro B - Banco ISIS 6860/875NTS						
Posição Regulação	Motoristas 1 e 2					
		Macio			Duro	

2.1. Equipamentos de medição utilizados

Foi utilizado um equipamento de seis canais o que permitiu efetuar a medição e quantificação das vibrações, em simultâneo na superfície do assento e no piso do veículo. Foi utilizado um equipamento de medição da marca SVANTEK, modelo SV 106. Na Figura 1 podem ver-se os acelerómetros modelo Svantek SV 100 Human Vibration Meter/Analyser utilizados para recolha de dados devidamente posicionados no assento e no piso da viatura.

Os equipamentos de medição utilizados cumprem os requisitos da normalização e legislação em vigor, concretamente a norma NP ISO 2631:2007. A transferência dos dados recolhidos foi feita utilizando o software SVAN PC ++, versão 2.2.8 da SVANTEK e alguns dos dados foram também trabalhados com o Excel do Microsoft Office.



Figura 1- Acelerómetro utilizado para medição das VCI no assento e no piso, respetivamente.

2.2. Efeito da transmissibilidade pela superfície do assento

A avaliação do comportamento dinâmico do assento, é estudada através da transmissibilidade da vibração com base no parâmetro SEAT. Este representa a razão entre os valores da aceleração ponderada obtidos para o eixo z, respetivamente, sobre o assento e sobre o piso do veículo. O cálculo é feito segundo a equação (1) (Melo, R., 2006):

$$SEAT_{r.m.s}\% = \frac{a_{wz} \text{ assento}}{a_{wz} \text{ piso}} \times 100 \quad (1)$$

Para efeitos de avaliação de resultados, se a relação entre os valores do assento e do piso for superior a 100% significa que a aceleração lida no assento se apresenta superior à aceleração lida no piso, o que significa que o assento amplifica a vibração. Se, pelo contrário, a relação for inferior a 100%, a aceleração medida no piso é superior à aceleração medida no assento, tendo neste caso, o assento um efeito atenuador na transmissão da vibração.

3. RESULTADOS

Na Tabela 3 encontram-se os valores médios obtidos para avaliar a influência do assento na transmissibilidade das VCI.

SHO2016

Fazendo uma análise aos dados apresentados na Tabela 3, verifica-se que não há uma relação direta entre um menor valor do parâmetro SEAT e um menor valor de RMS no assento. Este facto ocorreu com o assento do autocarro A, para o motorista 1, em que o menor valor de RMS no assento ocorre para a regulação 70 kg e o menor valor de SEAT para 60 kg. No mesmo sentido, para o autocarro C (sem regulação do assento) o menor valor de RMS ocorre para o motorista 2, enquanto o menor valor de SEAT é encontrado para o motorista 1.

Também de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, é possível afirmar que a um menor valor de SEAT não corresponde necessariamente um menor valor de RMS no assento. Os menores valores deste parâmetro ocorrem para o autocarro C, o qual apresenta, em simultâneo, os maiores valores de SEAT.

Tabela 2 - Quantificação do parâmetro SEAT.

Autocarro	Motoristas	Regulação do Banco	RMS assento (m/s ²)	RMS piso (m/s ²)	SEAT (%)
A	1	80kg	0,302	0,406	74,5
		70kg	0,279	0,374	74,6
		60kg	0,285	0,393	72,4
	2	120kg	0,300	0,420	71,5
		105kg	0,287	0,416	68,9
		80kg	0,273	0,417	65,5
B	1	Macio	0,279	0,352	79,3
		Duro	0,323	0,374	86,4
	2	Macio	0,283	0,376	75,2
		Duro	0,300	0,366	82,0
C	1	Sem Regulação	0,267	0,264	101,1
	2	Sem Regulação	0,264	0,261	101,5

RMS - raiz quadrática média.

4. CONCLUSÃO

Perante a análise aos resultados apresentados na Tabela 3, pode-se concluir que embora o parâmetro SEAT seja um bom indicador da capacidade de absorção de vibrações por parte do assento, isso não significa que, a um menor valor desse parâmetro corresponda um menor valor de RMS para o motorista. Assim, de acordo com os resultados obtidos, não ficou estabelecida uma relação direta entre o valor do parâmetro SEAT e o parâmetro RMS/Conforto do motorista.

Com uma suspensão adequada, é possível mesmo com um assento sem regulação e, consequentemente com valores de SEAT mais altos, obter valores de RMS muito baixos como ocorrem no autocarro C.

Nos autocarros A e B, o assento pode proporcionar uma atenuação de RMS entre 20% e 35 %, medidos pelo SEAT, o que são valores significativos. De acordo com os resultados obtidos, um maior peso por parte do motorista parece melhorar os resultados obtidos, os seja, um motorista mais pesado estará sujeito a menores valores de RMS. Outra conclusão interessante, é que nem sempre a regulação recomendada pelo fabricante corresponde à regulação da qual resultam melhores condições de trabalho para o motorista. Daqui se conclui a necessidade de solicitar aos fabricantes um maior cuidado nas indicações de regulação fornecidas e da necessidade de efetuar a medição do parâmetro SEAT e das vibrações nos assentos das viaturas da empresa.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio do governo brasileiro fornecido através da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES /DGU proc. BEX 7300/14-0.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Blood, R. P., & Johnson, P. W. (2012). Quantifying whole body vibration exposures in metropolitan bus drivers: an evaluation of three seats. *Noise notes*, 11(1), pp. 61-70.
- Lewis, C. A., & Johnson, P. (2012). Whole-body vibration exposure in metropolitan bus drivers. *Occupational Medicine*, 62(7), pp. 519-524.
- Melo, R. B., & Miguel, A. S. (2000). Occupational exposure to whole-body vibration among bus drivers. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.*, (pp. 177-180).
- Melo, R. M. (2006). *Exposição Ocupacional a Vibrações Transmitidas ao Corpo Inteiro: Fatores Condicionantes na Condução de Autocarros Urbanos*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa.
- Nawayseh, N., & Griffin, M. J. (2005). Effect of seat surface angle on forces at the seat surface during whole-body vertical vibration. *Journal of Sound and Vibration*, 284(3), pp. 613-634.
- Paddan, G., & Griffin, M. (2002). Effect of seating on exposures to whole-body vibration in vehicles. *Journal of Sound and Vibration*, 253(1), pp. 215-241.
- Rehn, B. L. (2005). Variation in exposure to whole-body vibration for operators of forwarder vehicles—aspects on measurement strategies and prevention. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(3), 831-842.
- Thamsuwan, O., Blood, R. P., Ching, R. P., Boyle, L., & Johnson, P. W. (2013). Whole body vibration exposures in bus drivers: A comparison between a high-floor coach and a low-floor city bus. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 43(1), pp. 9-17.
- Tiemessen, I. J.-D. (2007). An overview of strategies to reduce whole-body vibration exposure on drivers: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics.*, 37(3), 245-256.