

## DESLOCAMENTOS LOMBARES EM USUÁRIOS DE TRANSPORTE COLETIVO: ESTUDO OBSERVACIONAL

*Lumbar displacements in city collective transport users  
goiânia – goiás: observational study*

**RESUMO: Introdução:** A mobilidade urbana tem enfrentado dificuldades por todo país. A adoção do transporte coletivo, principalmente com ônibus, é a proposta mais utilizada, porém, com escasso investimento acaba oferecendo aos usuários um sistema de baixa qualidade. **Objetivo:** Evidenciar as reações na coluna lombar dos usuários, frente às ações físicas provocadas por um ônibus em movimento, identificando os prejuízos à saúde dos passageiros. **Métodos:** Trata-se de estudo com abordagem metodológica observacional e de corte transversal, desenvolvido na cidade de Goiânia (Goiás) em setembro de 2016. Participou do estudo um usuário do transporte coletivo. Com auxílio de um acelerômetro e em viagens cotidianas do pesquisado, foram colhidos dados dos deslocamentos lombares em diferentes eixos em pé e sentado na frente, no meio e atrás de um ônibus urbano convencional, utilizando as diretrizes da ISO-2631. **Resultados:** Evidenciou-se que a postura sentada atrás possui quantidade significativamente maior de deslocamento lombar ( $p < 0,001$ ), podendo causar malefícios à saúde após o uso de 1 hora no transporte coletivo. O menor índice encontrado foi na posição de pé na frente, podendo o usuário permanecer por até 8 horas sem que haja desconforto causado pelas vibrações. **Conclusão:** Há grande índice de vibrações nos ônibus, podendo causar desconforto durante um trajeto urbano, afetando assim a saúde do usuário do transporte coletivo.

**Palavras-chave:** Postura. Coluna vertebral. Deslocamentos.

**ABSTRACT: Introduction:** Urban mobility has faced difficulties all over the country, the adoption of collective transportation, especially with buses, is a more used proposal, but with little investment has just offered users a low quality system. **Objective:** To demonstrate how reactions in a lumbar spine of the users, in front of physical actions provoked by a bus in movement, identifying the health effects of passengers. **Methods:** This is a cross-sectional observational methodological study developed in the city of Goiânia (Goiás) in September of 2016. Participated in the study a user of public transport, with the aid of an accelerometer and on the traveler's daily trips, the data is shifted on different axes standing and in front, in the middle and behind a conventional urban bus, using the ISO-2631 guidelines. **Results:** It was evidenced that the posture seated behind has a significantly higher amount of lumbar displacement ( $P < 0.001$ ) and could cause health hazards after the use of 1 hour in collective transportation. The lowest index found was in the standing position at the front, and the user could stay for up to 8 hours without any discomfort caused by the vibrations. **Conclusion:** There is a high rate of vibration in bus, which can cause discomfort during an urban journey.

**Keywords:** Stance. Spine. Displacement.

**Cristiano Galindo de Carvalho<sup>1</sup>**  
**Adroaldo José Casa Junior<sup>2</sup>**  
**Vitor Hugo da Silva<sup>3</sup>**  
**Nara Lúcia Leão Casa<sup>4</sup>**

1- Fisioterapeuta pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Pós graduando em Fisioterapia Esportiva pela Universidade Estadual de Goiás – UEG. Pós graduando em Fisioterapia traumato-ortopédica pelo Centro de Desenvolvimento Científico em Saúde e Social - CDCS.;

2- Fisioterapeuta, Doutorando em Ciências da Saúde pela UFG, Mestre em Ciências da Saúde pela UNB, Docente do Curso de Fisioterapia da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Universidade Salgado de Oliveira e das Faculdades Objetivo ;

3- Fisioterapeuta pela Universidade Salgado de Oliveira, Pós graduando em Terapia Intensiva com Ênfase na Funcionalidade pelo Centro de Desenvolvimento Científico em Saúde e Social - CDCS.

4- Fisioterapeuta, Mestre em ciências da Saúde pela UFG, Docente das Faculdades Objetivo.

E-mail: cristiano.fisio@hotmail.com

**Recebido em:** 22/10/2017  
**Revisado em:** 14/11/2017  
**Aceito em:** 04/01/2018

## INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana tem enfrentado dificuldades por todo país, as cidades adotam o transporte coletivo como a melhor opção para reduzir os impactos deste problema<sup>1</sup>. No entanto, o alto custo e o baixo investimento, na maioria das vezes, oferecem aos usuários do transporte coletivo um sistema com baixa qualidade, podendo até gerar desconforto à população<sup>2</sup>.

Segundo o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) o transporte coletivo é amplamente utilizado em todas as capitais do Brasil, sendo que 65% da população os utilizam<sup>3</sup>. Especificamente na região metropolitana de Goiânia, de acordo com a Rede Metropolitana de Transportes Coletivos (RMTC), são 800 mil usuários de ônibus diariamente<sup>4</sup>.

Em um percurso no ônibus, várias forças físicas aplicam-se nos usuários, dentre elas, as vibrações, que podem afetar a saúde, principalmente, quando em frequências prejudiciais<sup>5</sup>. A Comunidade Européia foi uma das pioneiras no estudo desse tipo de interferência, estabelecendo normas para empresas que trabalhassem com esse tipo de força cotidianamente<sup>6</sup>. No Brasil, a Norma Regulamentadora 15 (NR-15) dita que a exposição às vibrações sem a adequada proteção caracteriza condição insalubre de trabalho.

A Organização Mundial de Saúde (OMS) e o Ministério da Saúde do Brasil, por meio da Portaria nº1339 de 1999, classificam as vibrações como um agente de risco que afeta milhões de pessoas em todo mundo. O Ministério da Saúde relaciona mais de 10 distúrbios à

vibração, contudo ações que visam diminuição desse impacto são pouco estudadas<sup>7</sup>.

Para impor alguns limites, a Comunidade Européia desenvolveu a diretiva 2002/44/EC, para determinar os índices de normalidade para a vibração em trabalhadores<sup>6</sup>. E por meio da Norma Internacional ISO 5349<sup>8</sup> e da ISO 2631/1<sup>9</sup> foi possível quantificar a exposição limite dos segmentos corpóreos. Com a classificação das vibrações associadas à aceleração por elas causadas, podendo ser divididas como sendo confortável quando  $<0,315 \text{ ms}^{-2}$ ; um pouco desconfortável  $0,315 - 0,63 \text{ ms}^{-2}$ ; desconfortável  $0,80 - 1,6 \text{ ms}^{-2}$ ; muito desconfortável  $1,25 - 2,5 \text{ ms}^{-2}$  de acordo com o tempo de exposição<sup>9</sup>; contudo, ainda se explora pouco essas informações no meio científico, limitando-se a área de prevenção trabalhista<sup>7-9</sup>.

Há poucos estudos que buscam associar as vibrações multifatoriais com dores corporais, portanto, são necessárias investigações mais aprofundadas para comprovar essa correlação. Assim será possível a aplicação de intervenções no intuito de minimizar fatores que possam provocar desconforto osteomuscular. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi evidenciar as reações na coluna lombar dos usuários, frente às ações físicas provocadas por um ônibus em movimento, na cidade de Goiânia, Goiás, identificando os prejuízos à saúde dos passageiros.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado conforme a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (Brasil). Trata-se de um estudo

observacional, transversal e analítico, cuja coleta de dados foi realizada em 2016.

Participou do estudo um único voluntário, em conformidade com os seguintes critérios de inclusão: homem com idade igual ou superior a 18 anos, universitário, em situação normal de saúde e capaz de executar os afazeres normais da vida, com Índice de Massa Corporal (IMC) normal de acordo com a OMS (18,5 e 24,99 kg/m<sup>2</sup>), que utiliza transporte coletivo há mais de 1 ano e sem alterações musculoesqueléticas significativas. Foram adotados como critérios de exclusão para o estudo indivíduos com indisponibilidade e que se submeteram à cirurgia nos últimos 6 meses.

Ressalta-se que a pesquisa foi realizada com apenas um usuário do transporte público, visto que as forças físicas resultantes do movimento do ônibus são as mesmas para quaisquer usuários que estejam na mesma condição.

Na presente pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos de coleta:

- Ficha de Anamnese: a fim de obter dados pessoais, antropométricos e socioeconômicos, bem como, frequência do transporte público, tempo gasto na locomoção, tempo que usa o transporte público, presença de doenças musculoesqueléticas, prática de atividade física, uso de medicamentos, dentre outros.

- Acelerômetro: trata-se de um equipamento capaz de mensurar as acelerações<sup>10</sup>. A tecnologia de sistemas microeletromecânicos (SMEM), atualmente, é bastante avançada, pois os acelerômetros possuem sensibilidade em 2 e 3 eixos, o que implica em quantificação de mais variáveis<sup>11</sup>. A confiabilidade é bastante precisa, quando

manuseado com métodos adequados e calibrados de medição e instrumentação<sup>11</sup>. Para garantir bons resultados no que tange a confiabilidade utiliza-se a norma ISO-2631<sup>10, 12-14</sup>. Pela grande capacidade de mensuração de acelerações, vem sendo utilizado em grande escala na produção científica<sup>10, 13-15</sup>. A própria ISO-2631 classifica-o como uma das formas adequadas para se mensurar os deslocamentos físicos<sup>9</sup>.

A fixação do acelerômetro obedeceu a Norma Internacional ISO- 2631-1<sup>8</sup>, em que uma cinta não flexível foi colocada na lombar do voluntário.

As acelerações foram detectadas usando um acelerômetro triaxial (modelo HVM100, LARSON DAVIS, PCB PIEZOTRONICS Inc.). Os dados do acelerômetro foram tabulados posteriormente, sendo os valores obtidos de aceleração na direção anteroposterior (eixo X), látero-lateral (eixo Y) e craniocaudal (eixo Z), desconsiderando o tempo gasto para entrar e sair do ônibus, conforme definido na ISO 2631-1<sup>9, 10, 12</sup>.

O participante do estudo foi recrutado, informado sobre a pesquisa e, ao concordar em participar, assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e respondeu à anamnese. A data e horário da coleta de dados foram estabelecidos a partir do uso cotidiano do transporte coletivo pelo participante.

O participante recebeu instruções para agir naturalmente dentro do ônibus, sendo-lhe informado que o pesquisador permaneceria ao seu lado para eventuais dúvidas. Este foi acompanhado durante 6 vezes em seu percurso natural, sendo que na primeira viagem o participante foi observado em pé na parte

anterior do ônibus. Na segunda o participante foi observado em pé na parte central do ônibus, sendo a terceira realizada no fundo do veículo. A quarta, quinta e sexta viagens foram acompanhadas com o voluntário sentado nas respectivas posições do ônibus, anterior, centro e fundo.

O pesquisador permaneceu ao lado do participante, porém não houve intervenções durante o trajeto. A coleta durou 5 horas divididas nos 6 dias, sendo a linha escolhida composta por 7 trechos de aclave, 8 de declive, 12 lombadas, 13 curvas à direita com angulação maior que 75°, 14 curvas para a esquerda com angulação maior que 75° e até 15 pontos de parada. O trajeto completo apresentou 10,5 km e o ônibus usado foi um Urbano Caio VW, Motor Man 17-230, Ano e Modelo 2012, de carroceria simples.

Previamente às análises foi realizado o teste de Shapiro-Wilk, a fim de se verificar a normalidade das variáveis contínuas. Não sendo verificado esse pressuposto, foram realizados testes não paramétricos. A análise comparativa dos valores do Eixo x, y e z entre as posições foi realizada com base no teste não paramétrico Kruskal-Wallis, seguido do teste de múltiplas comparações *PostHoc*. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p < 0,05$ ).

As variáveis analisadas foram à amplitude de movimento, entendida pela diferença do eixo de normalidade e a crista da onda, e a quantidade de deslocamento, compreendida como frequência com que o movimento se repete.

## RESULTADOS

Participou do estudo um voluntário, do sexo masculino, universitário, com 22 anos de idade, 1,82 metros de altura, 61,5 quilos e IMC de 18,6 kg/m<sup>2</sup> (eutrófico). Faz uso do transporte coletivo regularmente há 5 anos, sendo escolhido para análise o trajeto cotidiano do participante, com tempo médio gasto de 38 minutos e 40 segundos por viagem.

A Tabela 1 revela as variações encontradas no eixo Z (craniocaudal), com os deslocamentos lombares ocorridos no participante em pé e sentado na frente, no meio e atrás no ônibus. A postura sentada atrás se mostrou com quantidade significativamente maior de deslocamento lombar ( $p < 0,001$ ), sendo que o menor índice encontrado foi na postura em pé na frente. Identificou-se elevada amplitude de movimento em todas as posições.

**Tabela 1.** Resultado da comparação do Eixo Z (craniocaudal) entre as posições dadas em m/s<sup>2</sup>.

Grupos	Eixo Z	Z	p*
Em pé atrás	1,05 ± 1,05		
Em pé na frente	0,48 ± 0,52		
Em pé no meio	0,72 ± 0,69		
Sentado atrás	1,42 ± 1,28	24,26	<0,001
Sentado na frente	0,88 ± 0,86		
Sentado no meio	0,79 ± 0,85		

\*Kruskal-Wallis

\*\*Valores entre 1 (um) a 4 (quatro) = dor leve, valores de 5 (cinco) a 7 (sete) = dor moderada, e valores de 8 (oito) a 10 (dez) = dor intensa ou severa.

A Tabela 2 revela as variações encontradas no eixo Y (látero-lateral), utilizando-se as mesmas variáveis citadas anteriormente. A postura sentada atrás se mostrou com quantidade significativamente maior de deslocamento lombar ( $p < 0,001$ ), sendo essa

postura com maior amplitude de movimento. O menor deslocamento lombar encontrado foi nas posturas: em pé na frente, em pé no meio, e sentado no meio, sem diferenças significativas entre si, tanto em amplitude de movimento quanto em seu deslocamento.

**Tabela 2.** Resultado da comparação do Eixo Y (Látero-lateral) entre as posições dadas em  $m/s^2$ .

Posições	Eixo Y	Z	p
Em pé atrás	0,55 ± 0,58		
Em pé na frente	0,35 ± 0,38		
Em pé no meio	0,35 ± 0,40	35,86	<0,001
Sentado atrás	1,21 ± 1,22		
Sentado na frente	0,64 ± 0,66		
Sentado no meio	0,37 ± 0,45		

\*Kruskal-Wallis

Estes mesmos resultados foram encontrados no eixo X (anteroposterior), conforme explicitado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Resultado da comparação do Eixo X (Anteroposterior) entre as posições dadas em  $m/s^2$ .

Posições	Eixo X	Z	p
Em pé atrás	0,48 ± 0,49		
Em pé na frente	0,25 ± 0,27		
Em pé no meio	0,32 ± 0,33	51,64	<0,001
Sentado atrás	1,42 ± 1,43		
Sentado na frente	0,80 ± 0,83		
Sentado no meio	0,44 ± 0,47		

\*Kruskal-Wallis

Os resultados encontrados no eixo Z apontam que o passageiro em pé na frente demoraria 8 horas de viagem para ter classificação de um pouco desconfortável, entretanto, com os usuários sentados na frente, em pé no meio e atrás, com 2,5 horas já entrariam em desconforto, por fim quando sentado atrás após 1 hora à classificação já seria de desconforto segundo a ISO2631/1.

Apresentam-se os resultados do eixo Y que apenas quem está sentado na frente e atrás estão na zona de desconforto, sendo com 4 horas e 1 hora respectivamente, com as demais posições classificadas como um pouco desconfortável com até 8 horas segundo a ISO2631/1.

No eixo X as posições de pé e sentada no meio mostraram-se confortáveis (8 horas),

enquanto que sentado na frente (4 horas) e sentado atrás (1 hora) foram desconfortáveis.

## DISCUSSÃO

No nosso estudo encontramos maior prevalência de deslocamento da coluna lombar quando o indivíduo encontrava-se na postura sentada. Isso devido ao maior nível de transferência de efeitos vibratórios aos assentos<sup>16</sup>, visto que, a estrutura é fixada ao chassi com cinco partes, que são: estrutura soldada, acabamento lateral, encosto para o braço, encosto lombar e assento inferior<sup>9</sup>. A maior parte dos ônibus utilizados no transporte coletivo de Goiânia não possui estofamento no encosto lombar e no assento inferior, apresentando uma configuração rígida, o que maximiza os efeitos vibratórios<sup>4, 16</sup>.

No estudo de Walber e Tamagna<sup>11</sup>, com o objetivo de quantificar os níveis de vibração a que o passageiro de ônibus está submetido e também conhecer o comportamento da carroceria em relação aos efeitos vibratórios, revelou-se que o passageiro sentado na parte de trás do veículo alcançou um índice que supera os limites estabelecidos pela diretiva Europeia 2002/44/EC<sup>6</sup> e a ISO 5349<sup>8</sup>, apresentando quadro de desconforto aos usuários. No entanto, a análise foi realizada unicamente no eixo craniocaudal, com o passageiro sentado e o ônibus utilizado de modelo intermunicipal, tendo uma poltrona com estofamento no encosto lombar e no assento inferior, com viagens de médias e longas durações, distinguindo-o da realidade cotidiana dos passageiros de ônibus da cidade de Goiânia.

Contudo, os dados no nosso estudo corroboraram com Walber e Tamagna<sup>11</sup>

referente ao maior índice de vibração, localizado no passageiro sentado na parte de trás. Em nossa análise, a postura sentada atrás foi maior mesmo quando comparado com o de pé na mesma posição. Avaliamos ainda os eixos Y e X, mantendo o caráter de maior deslocamento na porção traseira do veículo nos eixos látero-lateral e anteroposterior.

Concordando com Figueiredo, Silva e Barnabé<sup>16</sup>, analisaram os índices de vibração em motoristas, cobradores e passageiros, e encontraram descolamento excessivo e desconfortável nos passageiros sentados no assento localizado no centro.

Entretanto o estudo de Figueiredo, Silva e Barnabé<sup>16</sup> limitou-se a avaliar apenas passageiros sentados na frente e no centro do veículo, sendo que segundo os nossos resultados e o de outros estudos<sup>11, 14, 17</sup> houve maior vibração na parte de trás do ônibus.

O transporte coletivo é apontado como uma solução sustentável globalmente<sup>2</sup>, porém segundo Antunes<sup>18</sup> no Brasil a baixa qualidade ainda é uma grande barreira a ser superada, prova disso é que no estado do Paraná o nível de satisfação do atributo características dos veículos, vinculado ao estado de conforto dos veículos, indica que nenhuma das cidades estudadas atingiu a pontuação mínima para ser classificada como satisfatório 45% dos usuários em Ponta Grossa, 41% em Londrina e 47% em Cascavel estão insatisfeitos plenamente. Apenas 11% dos usuários de Cascavel e Ponta Grossa e 10% dos usuários de Londrina responderam que estão satisfeitos.

O estudo de Tsujimura, Taoda e Kitahara<sup>19</sup> objetivou verificar os níveis de vibração de todo corpo à exposição de uma

variedade de máquinas agrícolas de um agricultor produtor de arroz durante um ano, como resultado encontram um índice 90% maior aos aceitáveis pelo Japão. Nesse estudo, o agricultor ainda possuía uma poltrona acolchoada que ajudou a reduzir os efeitos deletérios das vibrações, assim como nos estudos de Walber e Tamagna<sup>11</sup>, Balbion<sup>13</sup>, Figueiredo, Silva e Barnabé<sup>16</sup> Walber<sup>17</sup>, no entanto a configuração rígida das poltronas encontrada nos ônibus da cidade Goiânia é um fator que aumenta a preocupação diante a nossa realidade<sup>16</sup>.

Os animais também podem sofrer com os efeitos das vibrações, o estudo de Miranda, Villarroel e María<sup>20</sup> revelou que há impacto no transporte de gado pré-abate. As especificações dos caminhões e tempo de transporte causam aumento de morbidade, mortalidade e diminuição no peso dos animais. Porém, para passageiros humanos, temos estudos escassos, segundo Litman<sup>1</sup> os investimentos ao transporte coletivo ainda são insuficientes, e cabe à ciência trazer elementos que possibilitem a melhora do transporte mesmo.

Estudou-se ainda a influência dos deslocamentos para os filhotes bovinos<sup>21</sup> e aviários<sup>22</sup> em ambos revelou-se um resultado semelhante, em que as vibrações no transporte podem provocar estresse nos animais, resultando em perda de peso, mal estar dos animais e prejuízo aos produtores.

Evidenciando os prejuízos causados pelas vibrações produtores do agronegócio estabeleceram padrões para o transporte de animais pré-abate, principalmente em países da Europa e dos Estados Unidos<sup>20, 21, 22</sup>. Contudo,

para os passageiros de ônibus urbano não foram estabelecidos limites de exposição<sup>11, 13, 16</sup>.

Para Curtis, Nicholas<sup>2</sup> o transporte coletivo tem grande importância na mobilidade urbana, para Walber e Tamagna<sup>11</sup> são necessárias mudanças no que tange ao conforto do passageiro. Figueiredo, Silva e Barnabé<sup>16</sup> defendem que os estudos não devem se limitar apenas aos trabalhadores do transporte, visto que os efeitos vibratórios causam prejuízos à saúde de todos os que o utilizam. Antunes e Simões<sup>18</sup> evidenciaram que os usuários estão frequentemente insatisfeitos com o conforto dos ônibus, portanto, são necessários investimentos para a melhoria do transporte público, sendo que as barreiras econômicas não podem superar os malefícios causados à saúde.

## CONCLUSÃO

Constatamos que o maior índice de vibração encontrado em todos os eixos foi na posição sentada atrás, podendo causar malefícios à saúde após o uso de 1 hora no transporte coletivo, sendo o menor índice encontrado na posição de pé na frente, podendo o usuário permanecer por até 8 horas sem que haja desconforto causado pelas vibrações.

A qualidade do transporte coletivo poderia ser melhorada com uma mudança ergonômica nos ônibus, a modificação do assento rígido para um com estofamento no encosto lombar e no assento fato que poderia atenuar os efeitos das vibrações. Além disso, os usuários do transporte coletivo que necessitassem de uma viagem com maior duração poderiam alternar as posições,

diminuindo o risco de repetição de estímulo vibratório por longos períodos.

Recomenda-se a realização de estudos visando o passageiro em virtude do grande impacto que os resultados podem alcançar, visto que grande parte da população brasileira utiliza o transporte coletivo. Cabe ainda ressaltar que de acordo com nossa busca esse estudo se mostra pioneiro no que tange ao estudo de usuários do transporte coletivo urbano sentado e de pé em diferentes posições (na frente no meio e atrás). Portanto, é necessária uma maior extensão e profundidade na abordagem desse tema, com a finalidade de contribuir para um transporte público com maior conforto e menor estresse musculoesquelético aos usuários.

## REFERÊNCIAS

1. Litman T. Evaluating public transit benefits and costs. Victoria Transport Policy Institute. 2015.
2. Curtis C, Nicholas L. Institutional barriers to sustainable transport. Routledge. 2016.
3. Alencar P. Metropolização e normatização institucional: O caso da região metropolitana de Goiânia entre. Rev. Geo. UEG – Anapólis. 2014; 3(1).
4. RMTc. www.rmtcgoiania.com.br. [Online]. 2013 [Acesso em 2015 outubro 10]. Disponível em: <http://www.rmtcgoiania.com.br/sobre/informacoes-institucionais>.
5. Santos AP. Ergonomia dos ônibus urbanos- estudo de caso na cidade de Santos, SP. [Tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Carlos. 2004.
6. DIRECTIVE 2002/44/EC. On the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration). The European Parliament and the Council of the European Union. Official Journal of the European Communities, L177/13-19. Jornal Oficial das Comunidades Europeias. 2002.
7. Portaria: Brasil, Portaria nº 1339, de 18 de novembro 1999. Doenças relacionadas ao trabalho [Internet]. Ministério da Saúde portaria 1339. [Online].; [acesso 2015 outubro 12]. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1999/prt1339\\_18\\_11\\_1999.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1999/prt1339_18_11_1999.html).
8. International organization for standardization. ISO 5349-2:2001. Mechanical vibration – Measurement and evaluation of human exposure to handtransmitted vibration – Part 2: Practical guidance for measurement at the workplace. 2001.
9. International organization for standardization. ISO 2631: Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements. Draft International. 1997.
10. Santos AF, Duarte MA, Arencibia RV, Marques VA. Aplicação de acelerômetros de baixo custo em sistemas automatizados de medição. Simpósio do programa de pós-graduação em engenharia mecânica universidade Federal de Uberlândia. 2007.
11. Walber M, Tamagna A. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. Revista Liberato. 2010; 1(1): 11-5.
12. Vendrame AC. Vibrações ocupacionais. [Online]. [acesso 2015 novembro 23]. Disponível em: [http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibracoes\\_vendrame.pdf](http://www.higieneocupacional.com.br/download/vibracoes_vendrame.pdf)
13. Balbinot A. Caracterização dos níveis de vibração em motoristas de ônibus: um enfoque no conforto e na saúde. [tese] Porto Alegre: Universidade federal do Rio Grande do Sul. 2001.
14. DIN. Deutsches Institut für Normung, DIN EN 13059. Safety of industrial trucks - Test methods for measuring vibration 2009-06. 2002.
15. Zanol EJ. Avaliação dos níveis de vibração de corpo inteiro sofridos por motoristas de ônibus urbanos em diferentes tipos de pistas. [tese] Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2014.
16. Figueiredo MADM, Silva LF, Barnabé TL. Transporte coletivo: vibração de corpo-inteiro e conforto de passageiros, motoristas e cobradores. Journal of Transport Literature. 2016; 10(1): 35-9.
17. Walber M. Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual. [tese] Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.
18. Antunes EM, Simões FA. Engenharia urbana aplicada: um estudo sobre a qualidade do transporte público em cidades médias. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana. 2013; 5(2): 51-62.
19. Tsujimura H, Taoda K, Kitahara T. A field study of exposure to whole-body vibration due to agricultural machines in a full-time rice farmer over one year. Journal of occupational health. 2015; 0.

20. Miranda L.L.G.C.; Villarroel M; María GA. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Science*. 2014; 98(1): 9-20.
21. Water VG, Heylen T, Swinnen K, Geers R. The impact of vertical vibrations on the welfare of calves. *DTW. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*. 2003; 110(3): 111-4.
22. Donofre AC.; Silva DIJ; Nazareno AC. Mechanical vibrations: a stressor in the transport of chicken. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 2014; 18(4): 454-8.