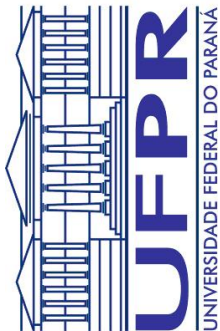


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

BRUNO SERGIO PORTELA

**VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM
MOTORISTAS DE ÔNIBUS: ASSOCIAÇÃO COM
VARIÁVEIS DE APTIDÃO FÍSICA E DOR
LOMBAR**



CURITIBA

2014

BRUNO SERGIO PORTELA

**VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM
MOTORISTAS DE ÔNIBUS: ASSOCIAÇÃO COM
VARIÁVEIS DE APTIDÃO FÍSICA E DOR
LOMBAR**

**Tese apresentada como requisito
parcial para a obtenção do Título de
Doutor em Educação Física do
Programa de Pós-Graduação em
Educação Física, do Setor de
Ciências Biológicas da
Universidade Federal do Paraná.**

Orientador: Prof. Dr.-Ing PAULO HENRIQUE TROMBETTA ZANNIN

TERMO DE APROVAÇÃO

BRUNO SERGIO PORTELA

“Vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus: associação com variáveis de aptidão física e dor lombar”

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação Física – Área de Concentração: Exercício e Esporte; Linha de Pesquisa: Atividade Física e Saúde; do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:



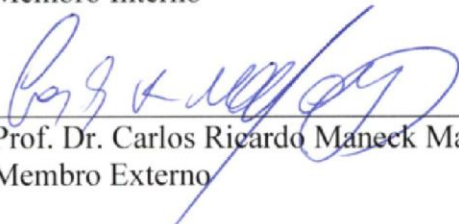
Prof. Dr. Paulo Henrique Trombetta Zannin
Presidente/Orientador – UFPR



Prof. Dr. Paulo Cesar Barauce Bento
Membro Interno



Prof. Dr. Carlos Herold Junior
Membro Interno



Prof. Dr. Carlos Ricardo Maneck Malfatti
Membro Externo



Prof.^a Dr.^a Leandra Ulbricht
Membro Externo

Curitiba, 27 de Março de 2014.

Dedico este trabalho ao meu pai Eduardo Camargo Portela e à minha mãe Ziolé Aparecida Portela (*In Memoriam*), pois me ensinaram o verdadeiro significado da palavra trabalho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por toda a iluminação enviada em minha vida acadêmica.

Ao meu orientador, Prof. Dr.-Ing Paulo Henrique Trombetta Zannin, por me acolher em seu laboratório, confiando em minha competência e pelo seu exemplo profissional e pessoal.

À minha esposa Cíntia Renata Angélico Portela por compreender a minha ausência e por transmitir toda a força e amor necessários para que eu pudesse concluir esta etapa da minha vida.

Aos meus professores que se tornaram meus colegas de trabalho na Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO: Marcos Roberto Queiroga, Larissa Bobroff Daros, Silvano da Silva Coutinho, Deoclécio Rocco Gruppi, José Ronaldo Mendonça Fassheber, Schelyne Ribas da Silva, Carlos Ricardo Maneck Mallfatti e Luiz Carlos de Almeida Lemos.

Aos meus amigos que se tornaram professores: Anderson Vulczak, Juliano de Souza, Marcos Vinícius Martins, Sandra Aires Ferreira, Verônica Volski, Marcus Tartaruga e Wendell Arthur Lopes.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFPR, Rodrigo Waki, por sempre prestar informações importantes no desenvolvimento do curso de Doutorado.

Posso afirmar que todo o conhecimento vem da vibração interna do ser humano, ao entrar em ressonância com a externa que pode ser sensorial, mas muito mais alta com a espiritual, no nível dos anjos e do próprio Ser Divino.

Norberto Keppe

RESUMO

Um fator de risco para dor lombar é a exposição à vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus e o nível de aptidão física é entendido como fator de proteção para trabalhar na posição sentada. Portanto, o presente estudo tem o objetivo de investigar a relação entre a exposição à vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e nível de aptidão física em motoristas de ônibus urbanos da cidade de Curitiba – PR. A medição da vibração de corpo inteiro, transmitida pelo assento, foi medida em 100 ônibus urbanos com diferentes características: convencionais, micro-ônibus, ligeirinhos, articulados e biarticulados. O método de avaliação de vibração foi executado de acordo com a ISO 2631-1 (1997) e ISO 2631-5 (2004). A prevalência de dor na coluna lombar foi avaliada em 200 motoristas com a utilização de questionário de dor e nível de aptidão física obtido com os testes de tração lombar (kgf), flexibilidade isquiotibial (cm), resistência muscular abdominal (rep) e nível de atividade física (IPAQ). Medidas antropométricas de massa corporal (kg) e estatura (cm) foram aferidas, resultando no índice de massa corporal (kg.m^{-2}). A análise dos dados usou estatística descritiva com média e desvio padrão e estatística inferencial com teste de Kurskal-Wallis, teste de comparações múltiplas de Dunn, Regressão de Poisson e nível de significância de $p < 0,05$. Os resultados das medições de vibração de corpo inteiro demonstram diferença significativa entre os modelos de veículos, caracterizando os ônibus convencionais e articulados nos eixos y e z com maiores níveis de vibração. Em relação à prevalência de dor, foi encontrado que os motoristas que trabalham com veículos convencionais e articulados apresentaram maior prevalência de dor lombar com 57,5 e 60%, respectivamente. O nível de aptidão física foi baixo na maior parte da amostra, no entanto, os motoristas de ônibus biarticulados e ligeirinho tiveram maiores níveis. A Regressão de Poisson com o desfecho de dor lombar, mostrou os fatores que apresentaram predição significativa: idade, tempo de trabalho, resistência muscular abdominal, força lombar, RMS_y e RMS_z . Recomenda-se que seja melhorado o nível de aptidão física nos motoristas de ônibus, por meio do incentivo à prática de atividade física com o objetivo de reduzir a prevalência de dor lombar, mesmo em ambientes com alto nível de vibração de corpo inteiro.

Palavras-chave: vibração de corpo inteiro, motoristas de ônibus, dor lombar e aptidão física

ABSTRACT

Risk factor for low back pain is exposure to whole body vibration in bus drivers and physical fitness level is understood as a protective factor to work in seated position. Therefore, this study aims to investigate the relationship between exposure to whole body vibration, low back pain prevalence and level of physical fitness in city bus drivers in the city of Curitiba - PR. The measurement of whole body vibration, transmitted by the seat was measured in 100 buses with different characteristics: conventional, minibuses, speedy buses, articulated and bi-articulated. The vibration evaluation method was executed according to ISO 2631-1 (1997) and ISO 2631-5 (2004). The prevalence of pain low back was assessed in 200 drivers with the use of pain questionnaire and physical fitness tests obtained with lumbar traction (kgf), hamstring flexibility (cm), abdominal muscle endurance (rep) and level of physical activity (IPAQ). Anthropometric measurements of body mass (kg) and height (cm) were measured, resulting in the body mass index ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Data analysis used descriptive statistics with mean and standard deviation and inferential statistics with Kurskal-Wallis test with multiple comparison test of Dunn and Poisson Regression, with significance level of $p < 0.05$. The results of measurements of whole body vibration demonstrate significant differences between vehicle models, featuring conventional and articulated buses in the y and z axes with higher vibration. Regarding the prevalence of pain was found that drivers who work with conventional and articulated vehicles had higher prevalence of low back pain with 57.5 and 60%, respectively. The physical fitness level was low in most of the sample, however, the bi-articulated bus drivers and speedy bus had higher levels. Poisson regression with the outcome of low back pain, showed the factors that showed significant prediction: age, working time, muscular endurance, abdominal strength back, and RMS_y RMS_z . It is recommended to be improved the level of physical fitness in bus drivers, by encouraging the practice of physical activity with the aim of reducing the prevalence of low back pain, even on environments with high levels of whole body vibration.

Key words: whole-body vibration, bus drivers, low back pain and physical fitness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relações para a resposta humana à vibração.....	23
Figura 2. Frequência de ressonância de diversas regiões do corpo humano.....	25
Figura 3. Sistema de coordenadas dos três eixos corporais.	31
Figura 4. Montagem de acelerômetro para medição da vibração de corpo inteiro na posição sentada e em pé.	32
Figura 5. Dispositivo para medição da aceleração na interface entre o assento o corpo humano.	33
Figura 6. Acelerômetro posicionado em medição de vibração de corpo inteiro.	33
Figura 7. Zonas de precaução em relação à saúde.....	35
Figura 8. Resultado de medição de vibração de corpo inteiro.	38
Figura 9. Ônibus interbairro, alimentador e convencional.....	55
Figura 10. Ônibus de linha direta “ligeirinho”.	56
Figura 11. Micro-ônibus.	56
Figura 13. Ônibus biarticulado.	57
Figura 14. Acelerômetro <i>triaxial deltron seal pad accelerometer type 4515-B-002</i> e analisador de vibrações <i>human vibration type 4447</i> montados para medição de vibração de corpo inteiro.	59
Figura 15. Esquema de montagem do acelerômetro no assento sem o motorista.....	59
Figura 16. Esquema de montagem do acelerômetro no assento com o motorista.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos valores de vibração de corpo inteiro em ônibus urbanos, segundo a ISO 2631-1	69
Tabela 2. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos valores de vibração de corpo inteiro em ônibus urbanos, segundo a ISO 2631-5	73
Tabela 3. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos dados de identificação e índices de dor lombar em motoristas de ônibus urbanos	75
Tabela 4. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos valores relativos às variáveis de aptidão física de motoristas de ônibus urbanos	78
Tabela 5. Resultados para a regressão de <i>Poisson</i> binária entre motoristas com e sem dor lombar	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Normas relacionadas à vibração de corpo inteiro.	29
Quadro 2. Aceleração <i>RMS</i> em relação ao conforto.....	34
Quadro 3. Fatores analisados da vibração de corpo inteiro.....	60
Quadro 4. Classificação internacional de adultos para baixo peso, sobrepeso e obesidade de acordo com o índice de massa corporal.....	64

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 JUSTIFICATIVA	17
1.2 OBJETIVOS	18
1.2.1 Objetivo Geral	18
1.2.2 Objetivos Específicos	18
1.3 HIPÓTESES DO ESTUDO	18
1.4 CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR	19
1.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	19
1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	20
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1 ASPECTOS GERAIS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO	21
2.2 NORMATIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO HUMANA À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO	28
2.3 TERMINOLOGIA DA MEDIÇÃO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO	36
2.3.1 ISO 2631-1	36
2.3.1.1 Valor <i>RMS</i>	36
2.3.1.2 Valor de Dose de Vibração	37
2.3.1.3 Fator Crista	37
2.3.1.4 Valor Total Ponderado de Vibração	38
2.3.2 ISO 2631-5	38
2.3.2.1 Dose do Pico de Aceleração	39
2.3.2.2 Média de Dose Diária	39
2.3.2.3 Estresse Compressivo Estático	40
2.3.2.4 Dose de Compressão Estática	40
2.3.2.5 Fator R	41
2.4 DOR LOMBAR EM MOTORISTAS	42
2.5 APTIDÃO FÍSICA EM TRABALHADORES	47
3. MATERIAIS E MÉTODOS	53
3.1 TIPO DE ESTUDO	53
3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA	53

3.2.1	Motoristas de Ônibus Urbanos	53
3.2.2	Tipos de Ônibus.....	54
3.3	COLETA DE DADOS	57
3.3.1	Medição da Vibração de Corpo Inteiro	58
3.3.2	Avaliação da Prevalência de Dor Lombar.....	61
3.3.3	Avaliação da Aptidão Física.....	63
3.3.3.1	Medida de Massa Corporal.....	63
3.3.3.2	Medida de Estatura	64
3.3.3.3	Índice de Massa Corporal.....	64
3.3.3.4	Flexibilidade Isquiotibial.....	65
3.3.3.5	Resistência Muscular Abdominal.....	65
3.3.3.6	Avaliação da Força Lombar.....	65
3.3.3.7	Avaliação do Nível de Atividade Física.....	66
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	67
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1	MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM ÔNIBUS URBANOS	68
4.2	PREVALÊNCIA DE DOR LOMBAR EM MOTORISTAS.....	74
4.3	NÍVEL DE APTIDÃO FÍSICA DE MOTORISTAS.....	77
4.4	RELAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO, DOR LOMBAR E APTIDÃO FÍSICA.....	80
5.	CONCLUSÃO	87
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
	ANEXO I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	106
	ANEXO II – QUESTIONÁRIO DE PREVALÊNCIA DE DOR	109
	ANEXO III – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA	110
	APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	112
	APÊNDICE II – FICHA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA	114

1 INTRODUÇÃO

Com aumento da utilização de veículos automotores, no início do século passado, espera-se um crescimento da produção e utilização destes com o passar dos anos, devido ao aumento da população e a necessidade de locomoção por distâncias maiores e em menores intervalos de tempo. Esse processo de modernização acentuou-se a partir da década de 1950, provocando uma grande demanda de serviços de transporte urbano para pessoas (TANIGUCHI *et al.*, 2006). A utilização de ônibus para o transporte coletivo de superfície tem sido uma das soluções para melhorar a condução das pessoas pelas ruas das cidades.

Esta solução simples apontada há vários anos se consolidou como um dos serviços mais essenciais à sociedade, tanto em grandes metrópoles quanto em pequenas cidades brasileiras (VERA; FISCHMAN, 1999). O transporte por meio de ônibus urbano, desta forma, auxilia na movimentação da população em diversas formas, desde a ida para o trabalho ou escola até o uso em atividades de lazer.

Apesar de todo esse crescimento no transporte coletivo, toda a responsabilidade da condução de uma viagem recai sobre uma única pessoa, o motorista. Fatores como condições gerais de vida (origem, grau de instrução, moradia, alimentação), condições gerais de trabalho (assistência médica, características dos ônibus, duração da jornada de trabalho), ambiente de trabalho (ruído, vibração, poluentes químicos) e outros, podem determinar situações adversas à saúde nestes trabalhadores (SANTOS JUNIOR, 2003; SILVA; MENDES, 2005, PORTELA, 2008; PORTELA *et al.*, 2013; ZANNIN *et al.*, 2003, ZANNIN, 2006).

Dentro do ambiente de trabalho do motorista encontra-se um risco ocupacional que é percebido como um possível agravo à saúde do trabalhador, denominado vibração, a qual é produzida pelo motor ônibus e conseqüentemente transmitida ao ser humano. A vibração é apontada como um dos riscos ocupacionais mais comuns na indústria mundial, estando diretamente ligada ao aumento da prevalência de dores nas costas em

motoristas profissionais (HILL *et al.*, 2009; MAGNUSSON *et al.*, 1996; MAGNUSSON *et al.*, 1998).

Os condutores da maior parte dos veículos motorizados estão sujeitos à vibrações de maior ou menor intensidade. As vibrações são transmitidas ao corpo do motorista durante a realização de suas tarefas. Os efeitos dessa exposição podem ser mais ou menos graves, indo desde uma simples sensação de desconforto, até à interferência na capacidade de executar essas tarefas, ou, inclusivamente, até ao aparecimento de diferentes problemas de saúde (CHEN *et al.*, 2003; OKUNRIBIDO *et al.*, 2008;).

É estimado que existam cerca de 7,6 milhões de homens e 1,8 milhões de mulheres expostos a vibrações veiculares, pelo menos uma vez por semana, no Reino Unido (PALMER *et al.*, 1998). Na França, um milhão e meio de pessoas estão sujeitas a vibrações desta natureza diariamente (DONATI, 1996). Na Holanda, cerca de 300 mil motoristas profissionais (aproximadamente 5% da população ativa) estão diariamente expostos a vibrações, enquanto que nos Estados Unidos estima-se que o número esteja próximo a sete milhões (ÖZKAYA *et al.*, 1994; WASSERMAN *et al.*, 1997).

A avaliação do custo global em função das doenças profissionais é de difícil realização. Na maioria dos países em desenvolvimento, as informações são escassas, principalmente devido às limitações sérias no diagnóstico de enfermidades profissionais e dos sistemas de informação. A saúde dos trabalhadores, em um país, tem um impacto imediato e direto nas economias nacionais e mundiais, pois as perdas econômicas devidas às enfermidades profissionais são consideráveis. Em 1994, o custo global de todos os acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, para a economia britânica, foi calculado entre £6 milhões a £12 milhões (BALBINOT, 2001). Segundo o mesmo autor, em 1992 os custos totais e indiretos associados com danos ocupacionais, nos Estados Unidos da América, foram calculados em US\$171 milhões.

No Brasil, não há dados exatos sobre as doenças relacionadas à atividade profissional, mas é possível fazer aproximações. Em 2007, o valor gasto com o auxílio previdenciário chegou a R\$ 16,1 bilhões, o que representou, por exemplo, 84% de todos os investimentos referentes a execução de obras e compra de equipamentos realizados pela União no ano de 2007 (SOARES, 2008).

A sensibilidade à vibração envolve diversos fatores ergonômicos como a postura adotada, tensão muscular desde a região do pescoço até os membros inferiores, além de fatores físicos como frequência, direção e duração do nível de vibração (MANSFIELD *et al.*, 2006). Um modelo biomecânico do corpo humano proposto, indica que cada segmento ou órgão do corpo humano responde de diferentes maneiras ao estímulo vibracional (CHAFFIN *et al.*, 2001). Conforme os autores, a exposição à vibração na direção vertical, na faixa de 5 a 10 Hz, causa ressonância no sistema tórax-abdome e na faixa de 20 a 30 Hz no sistema cabeça-pescoço-ombros. Desta forma, os indivíduos expostos a esses níveis podem vir a sofrer de sintomas de dor, diminuição de atenção, aumento da sensação de fadiga entre outras consequências que ocasionam diminuição da capacidade de trabalho (KJELLBERG, 1990).

O estudo da resposta do corpo humano à vibração tem apresentado que uma região específica deve receber maior atenção, a região da coluna lombar. Tem se verificado que a transmissibilidade sobre a coluna vertebral é dada na faixa de frequência entre 4 e 7 Hz e, que muitos dos veículos a motor apresentam frequências nesta faixa particular (PANJABI *et al.*, 1986; SEIDEL; HEIDE, 1986). Foi verificado que motoristas de tratores, de caminhões de lixo e de veículos fora de estrada, apresentavam uma maior prevalência de problemas na região das costas, do que outros trabalhadores não expostos à vibração ocupacional (DUNDURS, 2001). Estudos tem demonstrado que motoristas de veículos de transporte apresentavam um grande risco de desenvolvimento de hérnia de disco (BATTIE *et al.*, 2002; SEIDEL, 2005).

Especificamente, quando se fala em redução de fatores de risco para alguma patologia laboral, destacam-se aspectos preventivos mais eficientes e eficazes. Desse modo, salientam-se estudos que envolvem a avaliação da aptidão física em trabalhadores, com o objetivo de verificar a relação entre melhores condições físicas e menores prevalências de dor músculo-esquelética (SILVEIRA, 1998; GONÇALVES, 2006; MASCARENHAS, 2010). Estudos com amostras específicas de trabalhadores que atuam dentro de ônibus como motoristas e cobradores, tem revelado baixos níveis de aptidão física e relações significativas com o aumento de dor na região da coluna

lombar (QUEIROGA, 1999, QUEIROGA; MICHELS, 1999; PORTELA, 2005; PORTELA, 2007; SORE *et al.*, 2013; SZETO; LAM, 2013).

1.1 JUSTIFICATIVA

De posse do conhecimento da influência na vibração no corpo humano, com foco especial em trabalhadores que atuam como motoristas, verifica-se que existe na literatura científica contradição em relação à associação do corpo humano com a exposição à vibração. Este estudo é justificado pela necessidade crescente do desenvolvimento de pesquisas que permitam compreender como a vibração interfere na saúde do trabalhador. Salienta-se que a Organização Mundial da Saúde e o Ministério da Saúde do Brasil (PORTARIA 1339, 1999) consideram as vibrações como um agente de risco de natureza ocupacional e que pode afetar adversamente a saúde do trabalhador.

O nível de aptidão física que se encontra abaixo do padrão médio da população é tido como um fator de risco considerável para o desenvolvimento de dor na região da coluna lombar. Tendo em vista que motoristas de ônibus tem uma tarefa predominantemente sedentária durante sua carga horária de trabalho, o nível de aptidão física em melhores condições pode ser um fator modificável que seja responsável por aprimorar o sistema músculo-esquelético e reduzir chances de aparecimento de casos de dor aguda e crônica.

Considerando os apontamentos, citados anteriormente, que evidenciam a importância da saúde ocupacional, este trabalho apresenta um enfoque científico e social, pois, o método experimental desenvolvido e seus resultados podem ser utilizados pelas empresas fabricantes de veículos de transporte coletivo, o que pode levar a melhorias no posto de trabalho e, portanto, no desempenho das atividades profissionais dos motoristas de ônibus. Portanto, a elaboração de trabalhos envolvendo a área da biomecânica ocupacional é extremamente importante, pois somente com a união da engenharia e ciências da saúde é possível atuar em ambientes de trabalho que podem prejudicar a saúde dos trabalhadores em geral.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem por objetivo investigar a relação entre exposição à vibração de corpo inteiro, nível de aptidão física e ocorrência de dor lombar em motoristas de ônibus urbanos.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Mensurar o nível de exposição à vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus urbanos em relação as normas ISO 2631-1 (1997) e ISO 2631-5 (2004);

- ✓ Quantificar as variáveis de aptidão física relacionada à saúde em motoristas de ônibus urbanos, tais como índice de massa corporal, força lombar, flexibilidade isquiotibial, resistência muscular abdominal e nível de atividade física;

- ✓ Avaliar o nível de prevalência de dor músculo-esquelética na região da coluna lombar e,

- ✓ Determinar o nível de influência da vibração de corpo inteiro e nível de aptidão física sobre a possibilidade de ocorrência de dor lombar em motoristas de ônibus urbanos.

1.3 HIPÓTESES DO ESTUDO

Para testar os objetivos do estudo, foram formuladas hipóteses que procuram esclarecer os seguintes aspectos:

H₀ Os motoristas de ônibus urbanos da cidade de Curitiba-PR estão expostos a baixos níveis de vibração de corpo inteiro, os quais não estarão relacionados ao aumento na prevalência de dor lombar e baixos níveis de aptidão física;

H₁ Os motoristas de ônibus urbanos da cidade de Curitiba-PR estão expostos a elevados níveis de vibração de corpo inteiro, os quais estarão relacionados a aumento na prevalência de dor lombar e diminuição dos níveis de aptidão física.

1.4 CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR

Originalmente este trabalho avalia os níveis de vibrações de corpo inteiro que estão sujeitos motoristas curitibanos de ônibus urbano em seu ambiente de trabalho. O método de avaliação da vibração de corpo inteiro foi conduzido de acordo com a norma ISO 2631-1 (1997) em uma amostra de ônibus e motoristas e ISO 2631-5 (2004), norma a qual nunca foi aplicada em medições de vibração de corpo inteiro em ônibus brasileiros. Além disso, o estudo demonstra uma associação inédita da exposição à vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e nível de aptidão física em motoristas de ônibus urbanos.

1.5 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O presente trabalho apresenta algumas limitações: (I) O estudo possui um desenho transversal, o que não permite estabelecer relação de causa e efeito entre exposição à vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e nível de aptidão física, somente pode-se estabelecer o sentido das associações; (II) A utilização de amostra intencional, a qual não tem representatividade estatística em relação à cidade de Curitiba, PR; (III) O uso de questionário para quantificar a prevalência de dor lombar, por ser tratar de uma medida subjetiva, apresenta limitações, podendo apresentar

superestimação ou subestimação da existência ou não de dor, devido ao fato de ser um método que se baseia exclusivamente na memória do indivíduo.

1.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está organizado, para facilitar a leitura, no formato de capítulos, resumidos a seguir:

✓ Capítulo 1: apresenta uma breve descrição da área de estudo e sua importância, ressaltando a justificativa, objetivo geral, objetivos específicos, hipóteses, contribuição do autor e limitações do trabalho;

✓ Capítulo 2: neste capítulo é abordada a área das vibrações no corpo humano, apresentando-se trabalhos anteriores, efeitos da vibração no corpo humano com relação à saúde e conforto, além da apresentação da prevalência de dor lombar em motoristas e a importância da avaliação da aptidão física nestes sujeitos;

✓ Capítulo 3: este capítulo apresenta os materiais e métodos, descrevendo as características do estudo e os procedimentos de medição da vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e nível de aptidão física de motoristas de ônibus urbanos, além da maneira como os dados foram analisados;

✓ Capítulo 4: apresenta os resultados obtidos com as medições de vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e nível de aptidão física, após a apresentação dos resultados, os dados são analisados comparativamente com a literatura científica existente com a discussão dos resultados.

✓ Capítulo 5: nesta parte final é apresentada a conclusão do estudo, bem como a perspectiva de trabalhos futuros;

✓ Referências bibliográficas consultadas;

✓ Apêndices: Questionário desenvolvido para de avaliação da aptidão física e termo de consentimento livre e esclarecido;

✓ Anexos: Questionário para avaliação da prevalência de dor lombar, questionário para avaliação do nível de atividade física e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ASPECTOS GERAIS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO

Atualmente o estudo da vibração de corpo inteiro tem sido destacado na comunidade científica por ser um fator inerente a muitas profissões e estar relacionado a modificações na estrutura do corpo humano. A vibração de origem ocupacional é entendida como uma fator de risco para o desenvolvimento de doenças relacionados ao trabalho, sendo uma possível causa de incapacidade física para trabalhadores, como visto na indústria britânica (PALMER *et al.*, 2000). O levantamento da exposição à vibração experimentado pelo corpo humano em trabalhadores que operam veículos, tal como empilhadeiras, tratores, carros e ônibus evidencia que a exposição regular pode contribuir na geração de dor nas costas em motoristas profissionais (BALBINOT; TAMAGNA, 2002a).

O termo físico vibração é definido como uma oscilação mecânica de um corpo sólido em torno de uma posição de referência (KARDELI; GOMES, 2011). Em relação ao corpo humano, a vibração é qualquer movimento que o corpo executa em torno de um ponto fixo, sendo esse movimento regular com repetições ou irregular quando não segue nenhum movimento determinado, tendo como exemplo a trepidação de um carro andando em uma estrada de terra (IIDA, 2005). Mais ainda, a vibração no corpo humano geralmente é produzida por um evento externo, que atua na estrutura corporal, como por exemplo, quando o corpo está sobre uma superfície que está vibrando na posição em pé em um ônibus ou sentado em um banco de carro (BECKER, 2006).

Os efeitos da exposição à vibração e ao choque em seres humanos têm sido relatados à vários séculos por pesquisadores pioneiros no estudo das doenças ocupacionais. No início do século XVIII, o médico italiano Bernardino Ramazzini, considerado o “pai da medicina do trabalho” descreveu em seu livro “*De morbis artificum diatribe - As doenças dos trabalhadores*” os primeiros

relatos sobre os efeitos da exposição à vibração mecânica experimentada por instrutores de cavalo:

As sacudidelas têm o poder de perverter toda a economia do corpo, das partes sólidas como das fluidas; todas as vísceras sacodem pela força do cavalo trotão, torpe e pesado; disse Lucílio, e quase são arrancadas de sua posição natural; toda a massa sanguínea se perturba, de cima a baixo, desviando-se do seu movimento normal; em consequência, produzem-se fluxões, ou seja, estancamento de soro nas articulações, ruturas de vasos nos pulmões e rins, úlceras e varizes nas pernas, ao retardar-se o refluxo do sangue, principalmente naqueles que domam cavalos e necessitam manter em tensão os músculos das coxas e das pernas, para não serem dobrados (RAMAZZINI, 1992).

O estudo dos efeitos da vibração no corpo humano é dividido em dois grandes grupos: avaliação da vibração de corpo inteiro e avaliação da vibração no segmento mão-braço. O primeiro grupo estuda a maneira como o ser humano responde ao estímulo vibracional que é transmitido a todo o corpo, como aquele que provém de veículos motores ou superfícies que estão oscilando, tal como pontes (GRIFFIN, 1990). O segundo grupo estuda a transmissão da vibração emitida por ferramentas manuais aos segmentos da mão e braço de seus operadores. Os dois grupos se distinguem pois o método de avaliação da vibração é diferente, sendo que para cada tipo de medição existe uma série de normas específicas que condicionam o método de medição da vibração.

A vibração, considerada de corpo inteiro, é definida como a vibração mecânica que é transmitida a todo o organismo da pessoa, implicando em possíveis riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores, em especial a ocorrência de lesões e patologias na coluna lombar, conforme a Diretiva 2002/44/CE do Parlamento Europeu de 25 de Junho de 2002. As vibrações de corpo inteiro têm origem no movimento oscilatório das superfícies que suportam o corpo humano, podendo ser transmitidas pelos pés, nádegas e costas em indivíduos que permanecem na posição sentada, posição em pé ou deitado (DUL; WEERDMEESTER, 2004). Com isso, é importante que todos os trabalhadores que atuam com máquinas ou veículos que produzem vibração devem analisar qual o nível dessa transmissão aos seus organismos, com o

objetivo de adequar o posto de trabalho a um melhor ambiente ocupacional que seja possível.

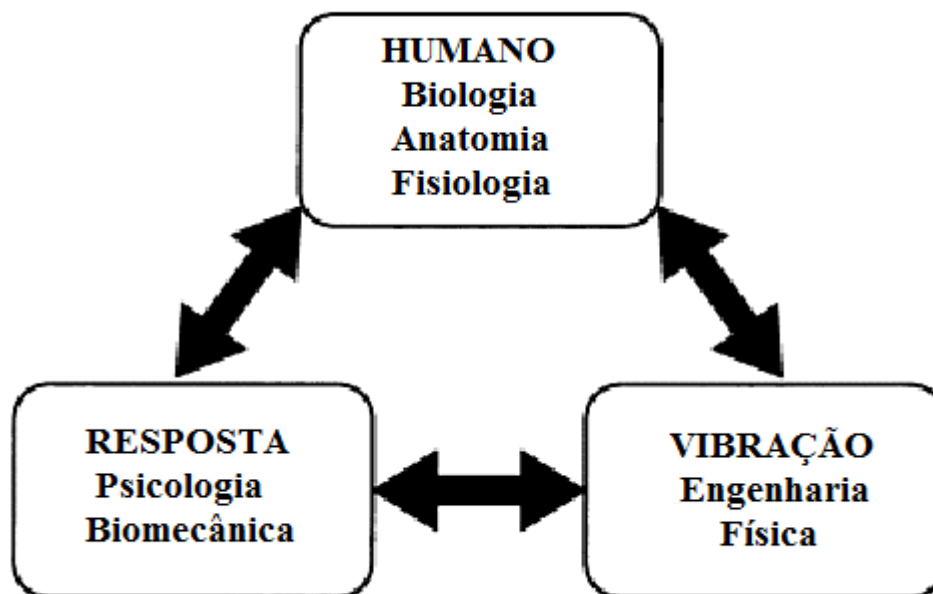


Figura 1. Relações para a resposta humana à vibração.
Fonte: MANSFIELD (2004).

Para analisar a vibração de corpo inteiro é necessário compreender as variáveis que são inerentes ao sinal vibratório, o qual pode ser emitido por um corpo ou por uma máquina. Em relação à análise ocupacional da vibração de corpo inteiro, destacam-se os seguintes fatores: magnitude da vibração, frequência da vibração, direção e duração da vibração. Mais ainda, a vibração de corpo inteiro pode apresentar uma característica regular, a qual representa uma oscilação com trajeto bem definido no tempo ou irregular quando não se segue nenhum padrão determinado, como as que são percebidas nos veículos de transporte (AMANN, 2006).

A frequência do sinal de vibração é definida como a taxa de repetição do movimento durante um período de tempo, sendo medida com o número de repetições de ciclos por segundo, mensurada na unidade chamada Hertz (SALIBA, 2009). A vibração de corpo inteiro sentida em veículos de transporte, pode apresentar duas principais faixas de frequência: a baixa frequência, a qual é emitida por máquinas com movimentos lentos (movimento de balanço de navios ou barcos) e alta frequência, a qual é emitida por motores de máquinas, além da trepidação de veículos em trânsito ao passarem por

estradas e ruas (DUL; WEERDMEESTER, 2004; GERGES, 2005; SEBASTIÃO; MARIZIALE, 2008). Em relação ao método de análise, as vibrações de baixas frequências são importantes para o estudo do sistema nervoso, o qual pode ser afetado pela náusea causada pelo transporte, enquanto que as vibrações de alta frequência estão relacionadas com o desconforto e interferência no desempenho profissional de trabalhadores (QUINTAS, 2009).

Outra característica do estudo da frequência de vibração é a chamada frequência de ressonância. Quando um sistema emite vibração, esta pode ser enquadrada com uma vibração livre, que é quando o sistema oscila sob a ação de forças internas, ou seja, o sistema vibra em sua frequência natural, e a vibração forçada, que é causada por forças externas (ANFLOR, 2003). Se a frequência de excitação coincide com a frequência natural do sistema ocorre a ressonância, que resulta em uma amplificação do movimento (SOUZA, 2002). O resultado disso, são grandes oscilações dentro da estrutura, podendo criar tensões potencialmente prejudiciais para uma máquina ou para o próprio corpo humano (CHAFFIN *et al.*, 2001). Estudos têm sido desenvolvidos com a finalidade de descobrir quais são as frequências naturais das várias partes do corpo humano e quais frequências são emitidas por vários tipos de máquinas e instrumentos (JANG; GRIFFIN, 2000; GUO *et al.*, 2009). Mais ainda, outros efeitos advindos da exposição à vibrações de corpo inteiro de baixa a alta frequências são relatadas (GRIFFIN, 1990):

a) Pessoas expostas à vibração de corpo inteiro na faixa de 1 a 30 Hz podem ter influência em seu sistema nervoso e muscular, o qual pode apresentar a diminuição dos reflexos e dificuldades posturais;

b) Pessoas expostas à vibração de corpo inteiro em frequências inferiores a 20 Hz podem ter influência em seu sistema cardiovascular, o qual pode apresentar um aumento da frequência cardíaca;

c) Pessoas expostas à vibração de corpo inteiro na faixa de 1 a 10 Hz, com magnitudes próximas à $4,9 \text{ m.s}^{-2}$, podem ter influência em seu sistema respiratório, o qual pode alterar o controle da respiração e ventilação pulmonar;

d) Pessoas expostas à vibração de corpo inteiro na faixa de 0,1 a 0,7 Hz podem apresentar influenciar em diversos sistemas, os quais podem causar

enjoo, náuseas, perda de peso, redução da acuidade visual, insônia, desordens no labirinto e cólicas no cólon.

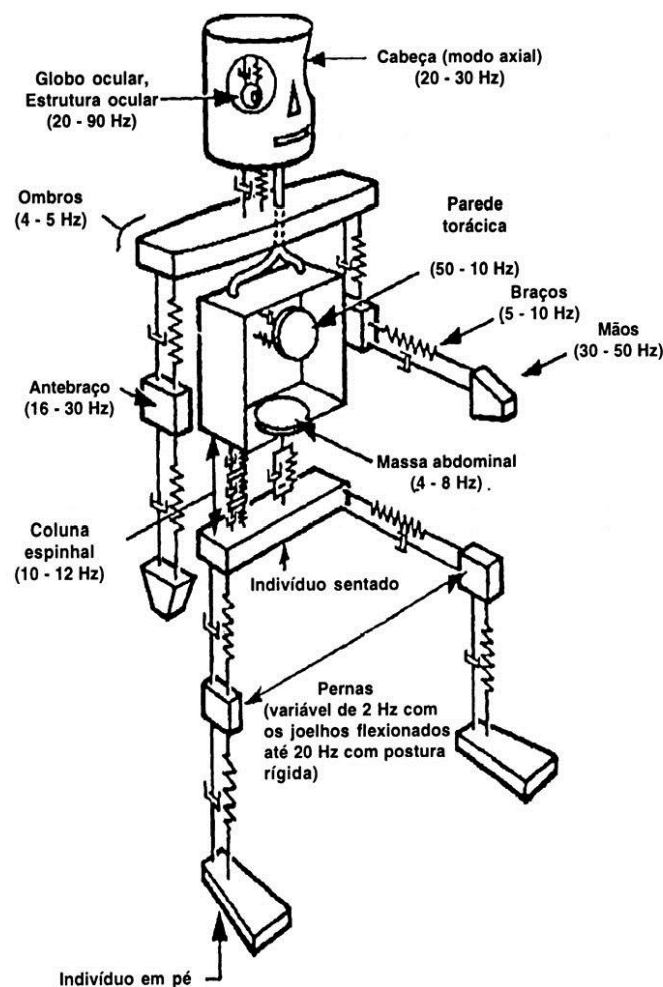


Figura 2. Frequência de ressonância de diversas regiões do corpo humano.
Fonte: GERGES (2005).

A magnitude da vibração de corpo inteiro pode ser definida pelo deslocamento, velocidade ou aceleração. O método de avaliação ocupacional da vibração de corpo inteiro geralmente utiliza acelerômetros para fazer a medição, dessa maneira a magnitude vibracional é comumente descrita em valores de aceleração, sendo mensurada em $m.s^{-2}$. O corpo humano é capaz de perceber movimentos com acelerações próximas de $0,01 m.s^{-2}$ (GRIFFIN, 1998). Por outro lado, as vibrações de corpo inteiro com acelerações próximas a $10 m.s^{-2}$, podem ter um efeito bastante lesivo para o corpo humano (MELO, 2006). No entanto, na condução de veículos rodoviários e ferroviários a

intensidade das vibrações de corpo inteiro pode oscilar em média entre 0,2 e 1,0 m.s⁻² (GRIFFIN, 2004).

A resposta do corpo à vibração de corpo inteiro depende também da direção e da região do corpo atingida. Essas variáveis podem ser quantificadas em relação a um sistema de coordenadas que são definidas por eixos ortogonais: “x” que é o eixo coronal ou frontal, das costas para frente; “y” sendo o eixo sagital, da direita para esquerda e “z” o eixo longitudinal, dos pés à cabeça (ISO 2631-1, 1997). Na maioria dos estudos com vibração de corpo inteiro em ambientes de transporte, a predominância do maior nível de aceleração é encontrado no eixo z, sendo devido ao fato da maior tendência de movimento se dar no sentido vertical (SEIDEL, 2005). Em relação ao corpo humano, este é mais sensível na faixa de 4 a 7 Hz, que corresponde à frequência de ressonância na direção vertical, no eixo z (WALBER, 2009). Nas outras direções dos eixos x e y, as frequências de ressonância ocorrem de 1 a 2 Hz (XIMENES, 2006).

Outro fator importante que influencia na sensibilidade ao estímulo vibracional é a duração da exposição à vibração de corpo inteiro. O aumento da intensidade dos efeitos sentidos pelo corpo humano podem ser advindos de longos tempos de exposição à vibração de corpo inteiro (HULSHOF; ZANTEN, 1987). Estudos tem identificado que um longo período de exposição aliado a uma baixa magnitude de vibração de corpo inteiro estão relacionados ao surgimento de dor nas costas, na maioria dos casos na região da coluna lombar (SEIDEL, 2005; BOVENZI, 2009; BOVENZI, 2010).

Outra linha de raciocínio sobre o entendimento do efeitos da vibração do corpo humano propõe que esta oscilação mecânica pode trazer benefícios ao corpo humano, se controlada a sua magnitude e tempo de exposição. Os estudos com o objetivo de verificar a melhora no condicionamento físico de seres humanos iniciam-se na antiga União Soviética, por volta da década de 1970 (CARGNELUTTI *et al.*, 2012). Dessa maneira, surge o conceito de plataforma vibratória para servir como preparação aos astronautas inseridos no programa de exploração do espaço, já que esses apresentavam perda de massa óssea e muscular em resultado da ausência de gravidade (ISSUTIN *et al.*, 1999). Com isso, o treinamento físico desempenhado sobre plataforma vibratória tem sido relacionado com aumento no nível de força e potência

muscular em membros inferiores, além de melhoras significativas na aptidão cardiorrespiratória (MESTER *et al.*, 2006).

No entanto, dentro do ponto de vista da análise ocupacional da exposição humana às vibrações de corpo inteiro, este fator tem sido relacionado com o desenvolvimento de agravos a saúde e ao desempenho de trabalhadores. As vibrações de corpo inteiro possuem sua origem na interface do corpo humano com superfícies que vibram, sendo uma realidade no dia-a-dia de trabalho de uma grande porcentagem da população ativa (DUTRA, 2003). Os trabalhadores afetados pela exposição à vibração de corpo inteiro geralmente atuam na condução de veículos de transporte terrestre, aéreo ou marítimo. Dessa forma, o efeito da vibração de corpo inteiro é avaliado em condutores de ônibus (BALBINOT, 2001; SILVA; MENDES; 2005; MELO, 2006; OKUNRIBIDO *et al.*, 2007; LEWIS; JOHNSON, 2012; SEKULIC *et al.*, 2012; THAMSUWAN *et al.*, 2013), trens (JOHANNING *et al.*, 2002; JOHANNING *et al.*, 2006), caminhões (MAEDA; MORIOKA, 1998; NITTI; SANTIS, 2010), tratores (FAIRLEY, 1995; FRANCHINI, 2007; PARK *et al.*, 2013), colheitadeiras (ALMEIDA, 2011), quadriciclos (MILOSAVLJEVIC *et al.*, 2010; MILOSAVLJEVIC *et al.*, 2011; MILOSAVLJEVIC *et al.*, 2012), motos (CHEN *et al.*, 2009) taxis (CHEN *et al.*, 2003; FUNAKOSHI *et al.*, 2004), empilhadeiras (HULSHOF *et al.*, 2006; BRANDÃO *et al.*, 2008), veículos militares (ROZALI *et al.*, 2009), aviões (PACKER, 2008), helicópteros (BONGERS *et al.*, 1990; OLIVEIRA *et al.*, 2001) e navios (QUINTAS, 2009).

Nos estudos que envolvem a avaliação do ambiente ocupacional dos trabalhadores, a vibração de corpo inteiro tem sido relacionada principalmente com o surgimento de dor nas costas. Dentro dessa perspectiva, existem pesquisas que confirmam uma relação clara entre a exposição à vibração e aumento da prevalência de dor lombar, no entanto, outras são cautelosas com relação ao estabelecimento de causa e efeito e outro grupo de pesquisas não encontra relação alguma entre a exposição e o distúrbio músculo-esquelético na região lombar (OKADA; NAKAMURA, 2013; BIBLE *et al.*, 2012; PALMER *et al.*, 2012).

Possíveis explicações sobre o mecanismo com o qual a vibração afeta a coluna vertebral tem sido relatadas na literatura. A primeira aponta para o possível efeito da vibração na diminuição drástica da altura dos discos

intervertebrais durante e após a exposição diária ao longo da jornada de trabalho (HAMPEL; CHANG, 1999). Dessa forma, evidencia-se que a vibração de corpo inteiro pode interferir no metabolismo de absorção de líquido pelo disco intervertebral, o qual é impedido de reestabelecer a sua altura e manter os espaços intervertebrais adequados para a passagem do estímulo nervoso, ocasionando um processo inflamatório, o qual pode gerar dor na região da coluna lombar (DRERUP *et al.*, 1999). No entanto, existem poucos estudos que testam essa relação sendo que alguns demonstram que há diminuição da altura do disco e outros que a vibração possui um efeito que acentua o aumento da recuperação da altura dos discos intervertebrais (SULLIVAN; MCGILL, 1990; BONNEY; CORLETT, 2003).

Outra teoria que suporta a relação entre a exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro e aumento na prevalência de dor lombar explica que tal período de exposição pode afetar a produção de força para manutenção da estabilidade postural da coluna. A capacidade de geração de força dos músculos eretores da espinha pode ser perturbada durante a exposição à vibração, com isso, causando contrações musculares excessivas e o aparecimento prematuro de fadiga (SLOTA, 2008). A vibração de corpo inteiro parece causar um reflexo de contração nos músculos lombares durante o tempo de oscilação, sendo que este mecanismo seria responsável por fadigar esse grupamento muscular e conseqüentemente iniciar um quadro de lesão, o qual levaria ao surgimento de dor nessa região do corpo (HUBER *et al.*, 2010).

2.2 NORMATIZAÇÃO DA EXPOSIÇÃO HUMANA À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO

A norma do Ministério do Trabalho brasileiro que regulamenta as operações insalubres NR-15 (Norma Regulamentadora 15 – Operações Insalubres), em seu anexo 8, faz referência à necessidade de medição da exposição às vibrações nos trabalhadores e indicando duas normas internacionais como critério de medição: ISO 2631-1 – vibração transmitida

para o corpo inteiro e ISO 5349 – vibrações localizadas em mãos e braços. As atividades que expõem os trabalhadores à vibrações de corpo inteiro, sem o devido uso de equipamento de proteção, podem ser caracterizadas como insalubres. Dessa maneira, a insalubridade se constatada, será de grau médio, correspondendo a um adicional salarial de 20% para o trabalhador exposto.

Os critérios que relacionam limites de exposição à vibração e fatores de saúde e a segurança na população, foram propostos inicialmente em 1967 e então incorporados nas normas ISO - International Standard Organization (BALBINOT, 2001). O Quadro 1, apresenta as principais normas ISO e também as normas britânicas BS (*British Standard*) relacionadas às vibrações no corpo humano.

Denominação (edições)	Objetivos principais
BS 6841 (1987)	Definição de métodos de avaliação relacionados à saúde e conforto humano.
ISO 8041 (1990)	Definição das funções de transferência para as funções de compensação e apresentação da nomenclatura utilizada na área.
BS 7085 (1989)	Apresentação dos aspectos ligados a segurança de experimentos em que pessoas são expostas à vibração mecânica.
ISO 5008 (1979)	Definição de métodos para medição de vibração em operadores de máquinas agrícolas. Apresentação de uma sugestão de desenvolvimento de uma interface para ser colocada entre o banco e a pessoa para posicionamento do acelerômetro.
ISO 2631-1 (1974, 1978, 1985 e 1997)	Definição de métodos de avaliação relacionados à saúde e conforto humano.
ISO 2631-2 (2003)	Definição de métodos de avaliação de vibração de corpo inteiro no interior de edificações (1 a 80 Hz)
ISO 2631-4 (2001)	Definição de métodos de avaliação dos efeitos da vibração de corpo inteiro sobre passageiros em transporte sobre trilhos
ISO 2631-5 (2004)	Definição de métodos de avaliação dos efeitos da vibração e múltiplos choques sobre o corpo humano

Quadro 1. Normas relacionadas à vibração de corpo inteiro.
Fonte: (AUTOR, 2014; BALBINOT, 2001)

A finalidade da Norma ISO 2631-1 (1997) é definir os métodos que quantificam os níveis de vibração de corpo inteiro com relação à saúde humana e conforto, à probabilidade de percepção e à prevalência de doenças ocupacionais. A norma não considera os efeitos vibratórios transmitidos diretamente aos membros (por exemplo, por meio de ferramentas). A última edição de 1997, apresenta discussões a respeito da evolução dos estudos experimentais realizados sobre os efeitos na saúde. Cabe ressaltar que os padrões britânicos (BS) relacionados à vibração do corpo humano são similares aos padrões ISO.

A norma ISO 2631-1 (1997) pode ser utilizada para avaliar vibrações geradas por veículos em ambiente aéreo, terrestre e aquático, além de máquinas na indústria e agricultura, onde pessoas estão expostas às vibrações mecânicas que podem interferir no conforto, nas atividades ocupacionais e na saúde humana (BALBINOT; TAMAGNA, 2002b). Os critérios da norma ISO 2631-1 (1997) estabelecem curvas de limite de aceleração máxima recomendadas para cada tempo de exposição. O corpo pode ser submetido a vibrações em várias direções e posições em pé, sentado ou deitado. Três códigos de severidade são encontrados na norma:

- limite de conforto, aplicável para passageiros de veículos;
- limite de perda de eficiência causado por fadiga, que está relacionado à preservação da eficiência do trabalho e é relevante para operadores de máquinas e motoristas;
- limite de exposição sob condições específicas que oferecem perigo à saúde.

Os anexos da norma fornecem informações sobre os possíveis efeitos vibratórios em relação à saúde (anexo B), conforto e percepção (anexo C) e à prevalência de enjoo relacionado ao movimento (anexo D). Dessa forma, os anexos podem orientar avaliações com o objetivo de quantificar a exposição ocupacional e delimitar a amplitude que pode influenciar negativamente no ambiente de trabalho.

A medida preliminar da amplitude da vibração é avaliada em termos de aceleração *RMS* por faixa de frequência, em ciclos por segundo (Hz). Em caso de frequências muito baixas, por exemplo, em edifícios ou em navios, as

medidas das velocidades podem ser traduzidas em acelerações (WALBER, 2009).

A vibração de corpo inteiro deve ser medida de acordo com um sistema de coordenadas que se origina no ponto em que a vibração se incorpora ao corpo humano. No caso de pessoas sentadas, em pé ou deitadas são avaliados os três eixos anatômicos, designados como eixo x (direção antero-posterior), eixo y (direção lateral) e eixo z (direção longitudinal).

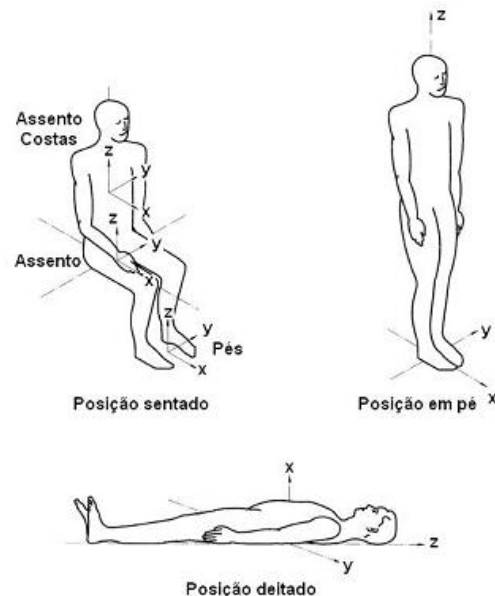


Figura 3. Sistema de coordenadas dos três eixos corporais.
Fonte: ISO 2631-1 (1997).

A vibração transmitida ao corpo humano deve ser medida na interface entre o corpo e a superfície que emite a vibração. A Norma ISO 2631-1(1997) adota três áreas principais para pessoas sentadas: a superfície de assento, o encosto e os pés. As medidas na superfície do assento devem ser feitas abaixo do osso cóccix, as medidas sobre o encosto são feitas nas costas, na área de sustentação principal, nos pés devem ser feitas na superfície mais próxima em que são apoiados.

O transdutor universalmente usado na captação de uma vibração é o acelerômetro piezoelétrico, um dispositivo que capta as oscilações sofridas e transforma em níveis de aceleração. Atualmente tem-se utilizado duas classes de acelerômetros: uni-axiais (fazem a medição em apenas um eixo do sistema

de coordenadas) e tri-axiais (fazem a medição simultaneamente nos três eixos do sistema de coordenadas).

A vibração transmitida ao corpo de um material não rígido (por exemplo, a espuma de um assento) deve ser medida com o acelerômetro posicionado entre a pessoa e as principais áreas de contato da superfície. Para isso, os acelerômetros devem ser fixados com uma montagem apropriada, a fim de impedir que o movimento do acelerômetro seja diferente do movimento do corpo. A Figura 3, apresenta a montagem do acelerômetro para medição na posição sentada e a alternativa para a posição em pé.

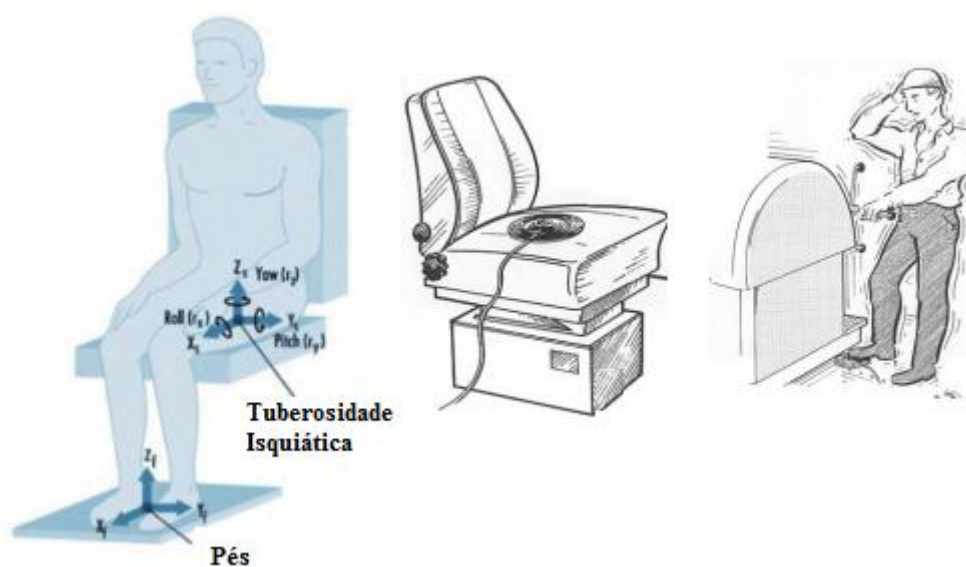


Figura 4. Montagem de acelerômetro para medição da vibração de corpo inteiro na posição sentada e em pé.

Fonte: BRUEL e KJAER (2009).

Para medição da vibração de corpo inteiro advinda da exposição ocupacional na posição sentada, foi desenvolvido um acelerômetro específico para esta finalidade, sendo produzido pela SAE (*Society of Automotive Engineers*) a partir de 1974 (GRIFFIN, 1990). O referido acelerômetro é preso a uma base circular semirrígida, a qual tem a função de adaptar-se a interface do assento e a região de contato do corpo humano. A seguir na Figura 4 e 5, são exemplificados os modelos de acelerômetro para medição de vibração de corpo inteiro, com especial fôca na posição sentada.

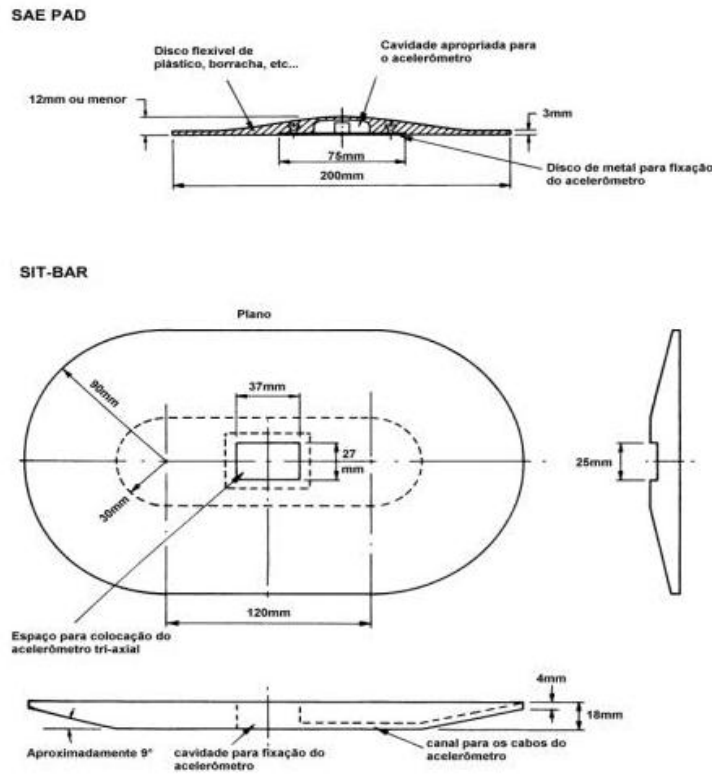


Figura 5. Dispositivo para medição da aceleração na interface entre o assento o corpo humano.

Fonte: GRIFFIN (1990).



Figura 6. Acelerômetro posicionado em medição de vibração de corpo inteiro.

Fonte: (BRUEL e KJAER; 2009; MANSFIELD, 2004).

As medições podem ser feitas em faixas de terço de oitava ou medições ponderadas em frequência. A Norma ISO 2631-1 (1997) estabelece limites de acelerações máximas recomendadas para cada tempo de exposição: de 1 minuto à 24 horas. Desta forma, determinando três grupos de severidade:

- limites para conforto;
- limites para perda de eficiência causada por fadiga (percepção);
- limites de exposição máxima que, se ultrapassados, podem oferecer riscos à saúde humana.

A Norma ISO 2631-1 (1997) apresenta valores de aceleração *RMS*, indicando a reação das pessoas expostas a efeitos vibratórios em relação ao conforto. Os valores mostrados no Quadro 2 mostram indicações aproximadas de prováveis reações das pessoas expostas.

Classificação	Aceleração <i>RMS</i> (m.s ⁻²)
Confortável	< 0,315
Um pouco desconfortável	0,315 a 0,63
Desconfortável	0,8 a 1,6
Muito desconfortável	1,25 a 2,5
Extremamente desconfortável	>2

Quadro 2. Aceleração *RMS* em relação ao conforto.
Fonte: ISO 2631-1 (1997)

O gráfico mostrado na Figura 6 determina uma zona de cuidado em relação à saúde para um período entre 4 e 8 horas, no qual ocorre a maioria das exposições ocupacionais. A zona hachurada indica o potencial risco à saúde.

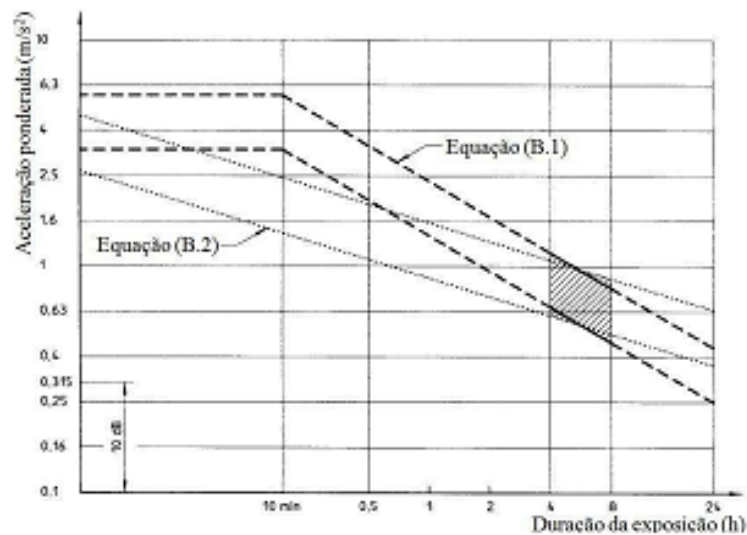


Figura 7. Zonas de precaução em relação à saúde.
Fonte: ISO 2631-1 (1997).

De acordo com a norma ISO 2631-1 (1997), a leitura do gráfico deve ser feita da seguinte maneira:

- a região A (até $0,43 \text{ m.s}^{-2}$) da curva significa que os efeitos à saúde não tem sido claramente documentados ou observados objetivamente;
- a região B (área hachurada da curva $0,43 \text{ m.s}^{-2}$ a $0,78 \text{ m.s}^{-2}$) significa precauções em relação aos riscos potenciais a saúde;
- a região C (acima de $0,78 \text{ m.s}^{-2}$) significa riscos prováveis à saúde.

No ano de 2002, a Comunidade Europeia estabeleceu na diretiva 2002/44/EC de 25 de junho, as prescrições mínimas em matéria de proteção dos trabalhadores contra os riscos para a sua segurança e saúde, resultantes ou advindos da exposição às vibrações mecânicas (MELO, 2006). Deste modo, a diretiva estabelece um valor de exposição diária, que deve desencadear alguma ação, fixado em $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ e um valor limite de exposição diária fixado em $1,15 \text{ m.s}^{-2}$, ambos normalizados para um período de referência de 8 horas de exposição diária.

Segundo a Norma Britânica BS 6841 (1987), valores altos de dose de vibração causam mal-estar intenso, dores e lesões. Os valores das doses de vibrações indicam também a intensidade das exposições às vibrações produzidas. Contudo, atualmente não existe opinião unânime sobre a relação precisa entre valores de dose de vibração e risco de lesão. As magnitudes e

durações de vibrações que produzem valores de dose de vibração na região de $15 \text{ m.s}^{-1,75}$ causam mal-estar intenso, caracterizando severo desconforto, valores entre $8,5 \text{ m.s}^{-1,75}$ até aproximadamente $15 \text{ m.s}^{-1,75}$, desconforto médio e valores abaixo de $8,5 \text{ m.s}^{-1,75}$, desconforto mínimo.

2.3 TERMINOLOGIA DA MEDIÇÃO DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO

2.3.1 ISO 2631-1

A medição da intensidade da exposição humana à vibração está relacionada com a extensão da oscilação e pode ser quantificada mediante a verificação do deslocamento induzido, velocidade imprimida ou aceleração transmitida (ISO 2631-1; 1997). No entanto, esta última grandeza física parece traduzir mais fidedignamente a severidade da vibração em termos de intensidade, do que as duas primeiras (SALIBA, 2009). Desta forma, a medição é analisada com base nos dados de aceleração, expressados em m.s^{-2} .

Para avaliação da vibração de corpo inteiro a norma ISO 2631-1 (1997) apresenta os parâmetros que devem ser aferidos pelos acelerômetros. Em uma medição pode-se verificar primeiramente o valor de pico de vibração, o qual representa a aceleração máxima em um intervalo de 1 segundo, medido em m.s^{-2} . A seguir, são apresentados os principais descritores usados na medição da vibração de corpo inteiro.

2.3.1.1 Valor *RMS*

Representa o valor da média de energia do movimento vibratório.

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

Onde:

a_w é a aceleração como função do tempo em $[m.s^{-2}]$ e

T é a duração da medição em $[s]$.

2.3.1.2 Valor de Dose de Vibração

O valor de dose de vibração, medido em $m.s^{-1,75}$ é uma medida cumulativa, utilizada para refletir a exposição total de um trabalhador exposto à vibração. Com isso, calcula-se baseado em um período de tempo (normalmente 8 horas) o nível vibracional máximo para determinada exposição. A fórmula a seguir, apresenta a formulação do VDV:

$$VDV = \left[\int_0^T a_w(t)^4 dt \right]^{\frac{1}{4}}$$

Onde:

$a_w(t)$ é a aceleração instantânea em $[m.s^{-2}]$ e

T é a duração da medição em $[s]$.

2.3.1.3 Fator Crista

É definido como a relação entre o valor de pico de aceleração e o valor *RMS*, medido na mesma direção, em um período de 1 minuto. Caso o fator crista esteja acima de 9, recomenda-se métodos adicionais para avaliação, pois a medição é caracterizada com uma ocorrência muito grande de choques.

$$FC = \frac{\text{Pico}}{RMS}$$

Onde:

Pico é o máximo valor instantâneo de pico de aceleração em $[m.s^{-2}]$ e

RMS é o valor da aceleração durante o período de tempo em [m.s⁻²].

A figura 8 a seguir, representa o gráfico de uma medição de vibração de corpo inteiro, são apresentados os valores *RMS*, *MVVT* e pico (m.s⁻²) para avaliação do eixo z, em um intervalo de tempo.

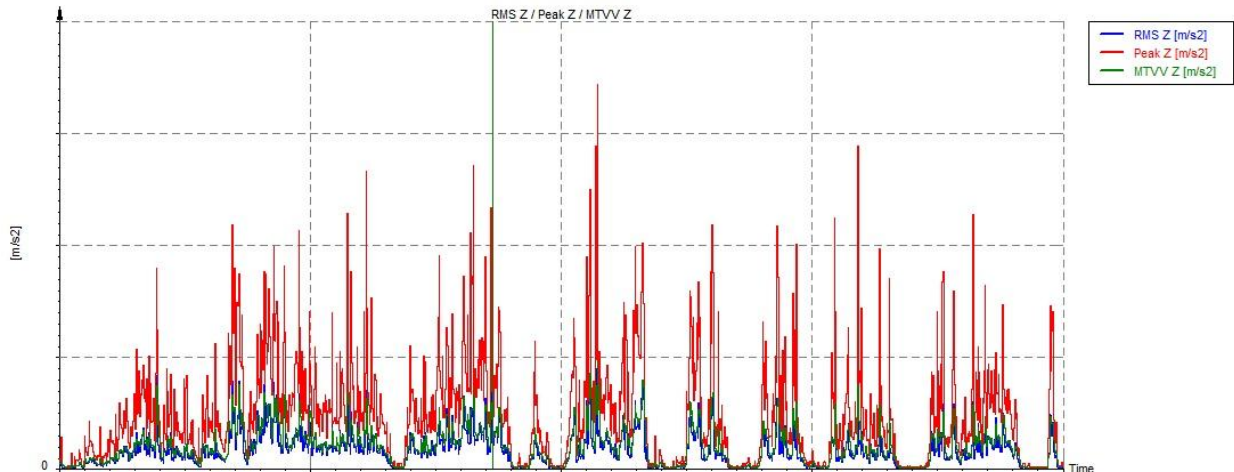


Figura 8. Resultado de medição de vibração de corpo inteiro.
Fonte: PORTELA e ZANNIN (2013)

2.3.1.4 Valor Total Ponderado de Vibração

Os valores de aceleração *RMS* ou dose obtidos nos três eixos podem ser somados, de forma a se obter o valor total ou resultante de vibração. Para fins de normatização, a ISO 2631-1 (1997) utiliza este descritor como o principal indicador para avaliação da exposição do corpo humano a um determinado nível vibracional dado em um intervalo de tempo.

$$VTV = (k_x^2 \cdot a_{wx} + k_y^2 \cdot a_{wy} + k_{xz}^2 \cdot a_{wz})^{\frac{1}{2}}$$

Onde:

a_{wx} , a_{wy} e a_{wz} são as acelerações *RMS* com respeito aos eixos ortogonais x, y, z e

k_x , k_y e k_z são fatores de multiplicação, $x = 1,4$, $y = 1,4$ e $z = 1$

2.3.2 ISO 2631-5

A ISO 2631-5 (2004) é indicada para a exposição humana a múltiplos impactos mecânicos medidos no assento quando a pessoa está sentada. Segundo esta norma, os efeitos adversos à saúde pela exposição prolongada estão relacionados com medidas de dose de vibração, obtidas a partir de picos de aceleração (PORTELA; ZANNIN, 2013). Desta forma, utiliza-se um método de 6ª potência para sua determinação, verificando que picos com magnitudes inferiores a 1/3 do máximo pico não influenciam significativamente o valor da dose.

2.3.2.1 Dose do Pico de Aceleração

A dose de aceleração D_k em $m.s^{-2}$, na direção k é definida como:

$$D_k = \left[\sum_i A_{ik}^6 \right]^{\frac{1}{6}}$$

Onde:

A_{ik} é o i ésimo pico de resposta da aceleração [$m.s^{-2}$] e

$k = x, y$ ou z .

2.3.2.2 Média de Dose Diária

Para determinação dos efeitos sobre a saúde, é utilizada a média da dose diária, D_{kd} em $m.s^{-2}$, a qual uma pessoa pode ser exposta usando a seguinte equação:

$$D_{kd} = D_k \cdot \left[\frac{t_d}{t_m} \right]^{\frac{1}{6}}$$

Onde:

t_d é a duração da exposição diária em [s] e

t_m é o período sobre o qual D_k foi medido em [s].

2.3.2.3 Estresse Compressivo Estático

De acordo com um modelo biomecânico proposto pela ISO 2631-5 (2004), elaborado a partir de dados experimentais, tem sido apresentado que existe uma relação linear entre o estresse compressivo sobre a coluna lombar e o pico de aceleração da vibração. O estresse compressivo estático S_{ed} em megapascais é demonstrado a seguir:

$$S_{ed} = [(m_k D_k)^6]$$

Onde:

D_k é a dose de aceleração na direção k em $[m \cdot s^{-2}]$.

Valores recomendados de m_k são:

$m_x = 0,015$ em $[MPa/m \cdot s^{-2}]$,

$m_y = 0,035$ em $[MPa/m \cdot s^{-2}]$ e

$m_z = 0,032$ em $[MPa/m \cdot s^{-2}]$.

2.3.2.4 Dose de Compressão Estática

A dose de compressão estática equivalente diária S_{ed} , é obtida da fórmula:

$$S_{ed} = \left[\sum_{k=x, y, z} (m_k D_k)^6 \right]^{\frac{1}{6}}$$

O valor equivalente da dose de compressão estática S_{ed} que ultrapassa o valor de 0,5 pode ser considerado fator de risco para problemas na coluna. Caso o valor encontrado seja acima de 0,8, a norma ISO 2631-5 (2004) adverte que existe um risco potencial de surgimento de distúrbios degenerativos principalmente na região da coluna vertebral.

2.3.2.5 Fator R

Para avaliação dos efeitos adversos à saúde relacionados ao estímulo de dose de exposição vibracional em consequência do tempo acumulado de exposição, calcula-se o fator R, como mostrado na fórmula a seguir:

$$R = \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{S_{ed} \cdot N^{\frac{1}{6}}}{S_{ui-c}} \right)^6 \right]^{\frac{1}{6}}$$

Onde:

N é o número de dias expostos por ano [dias],

i é o ano de contagem,

n é o número de anos de exposição (anos),

c é a constante que representa o estresse estático devido a força gravitacional, para a postura sentada $c = 0,25$ em [MPa];

S_{ui} é a mais alta força da coluna lombar para uma peso de idade (b+1) anos;

b é a idade na qual a exposição inicia (anos).

O valor de S_{ui} em MPa, varia com a diferente densidade das vértebras, o qual normalmente diminui com a idade. A fórmula a seguir, demonstra a relação entre S_{ui} e $b+1$ (em anos):

$$S_{ui} = 6,75 - 0,066(b+i)$$

Onde:

i é o ano de contagem em [anos] e

b é a idade na qual a exposição inicia em [anos].

A norma ISO 2631-5 (2004) demonstra que valores de $R < 0,8$ indicam uma baixa probabilidade de efeitos adversos à saúde, enquanto que $R > 1,2$ indica uma alta probabilidade de serem notados efeitos negativos sobre a saúde. Dessa maneira, a ISO 2631-5 (2004) oferece um método complementar à norma ISO 2631-1 (1997) relacionando a dose vibracional com o tempo anual de exposição e estabelecendo um valor normativo para quantificar os possíveis efeitos da vibração sobre o organismo humano.

2.4 DOR LOMBAR EM MOTORISTAS

A definição de dor lombar é um desconforto localizado abaixo da margem inferior das costelas e acima da prega glútea, com ou sem irradiação para as regiões anatômicas próximas (AIRAKSINEN *et al.*, 2006). Em muitos casos a dor lombar é apresentada como termo sinônimo de lombalgia, no entanto o último é tido como o diagnóstico clínico do quadro que apresenta manifestação dolorosa na região da coluna lombar com causa bem definida.

A dor na região da coluna lombar é um dos sintomas que ocorre mais comumente na população em geral e tem sido foco de estudo em diversas profissões (MAGORA, 1973). Dentre as doenças músculo-esqueléticas relacionadas ao trabalho, a dor na coluna lombar tem demonstrado causar perdas econômicas significativas para os trabalhadores, bem como para a comunidade em geral (SAUDEK; PALMER, 1987; ALPEROVITCH-

NAJENSON *et al.*, 2010). Motoristas profissionais são um grupo de trabalhadores que tem sido largamente relacionados ao aumento do risco de desenvolver dor nas costas, em especial na região lombar (MEHTA; TEWARI, 2000; OKUNRIBIDO *et al.*, 2007). A direção de veículos envolve fatores de risco ocupacional tal como a manutenção da postura sentada por longos períodos de tempo, horários de itinerários com tempo reduzido, diminuição nas paradas para descanso, rotações do tronco, tráfego congestionado, além da natureza sedentária da profissão (WILDER, 1993; BOVENZI *et al.*, 2006; BORLE *et al.*, 2012).

O desempenho da tarefa de direção de veículos executado pelo motorista de transporte coletivo, está diretamente condicionado ao ambiente no qual o mesmo é realizado. Diferente das pessoas que desempenham suas atividades profissionais em ambientes fechados como salas ou lojas, algumas vezes climatizados e relativamente confortáveis, esse profissional desempenha suas atividades num ambiente público, o trânsito. Dessa maneira, este profissional possui um local definido para realizar sua tarefa ocupacional, trabalhando fora dos portões da empresa, estando sujeito a intercorrências climáticas, condições de tráfego, trajeto das vias, condições do veículo que guia, além do relacionamento com o público em geral (BATTISTON *et al.*, 2006; MILOSEVIC, 1997). Essa tarefa solicita a permanência prolongada na mesma postura e pode estressar regiões corporais envolvidas devido à maior contração de grupos musculares, a ponto de produzir sensações dolorosas (EKLUND *et al.*, 1994; COOPER *et al.*, 1996; ACHOUR JÚNIOR, 1999). Essas sensações podem acarretar alteração na realização das atividades cotidianas, sendo causa comum de afastamento do trabalho e com consequências financeiras significativas devido ao absenteísmo destes trabalhadores (CARNEIRO *et al.*, 2007; CONWAY *et al.*, 2007; WIDANARKO *et al.*, 2012).

Os fatores que contribuem para o aparecimento da dor lombar podem ser de diversos aspectos, ocasionam situações mais problemáticas quando são somados, além da interação com o ambiente de trabalho (RIIHIMÄKI, 1991; KUMAR, 2001). É destacado que os principais fatores que se relacionam com alterações dolorosas crônicas na coluna lombar são de natureza ocupacional, antropométrica, psicossocial, demográfica e comportamental

(FRYMOYER; CATS-BARIL, 1987; ANDERSEN, 2007; SHIRI *et al.*, 2010). Para outros pesquisadores, os fatores de risco associados com a dor lombar tem característica constitucional (que inclui a capacidade aeróbia, idade, aptidão física e força muscular), característica ambiental (fumaça de cigarros), ocupacional (levantamento de cargas, vibração, tipo de trabalho), recreacional (participação em atividades esportivas) e psicossocial (ansiedade e depressão) (JACKSON *et al.*, 1998; QUEIROGA, 1999).

A constituição do corpo humano e o desempenho funcional do indivíduo são denominados fatores antropométricos e fatores de aptidão física, os quais são enquadrados também como fatores de risco para a dor lombar (MELLIN, 1987). Tem sido relatado que as variáveis de massa corporal e estatura, em conjunto, denominando-se índice de massa corporal, estando acima dos limites recomendáveis, apresentam associação com o surgimento de dor lombar. Em uma meta-análise proposta com o objetivo de associar a prevalência de dor nas costas em sujeitos com sobrepeso, foi determinado que estes tinham 1,4 vezes mais chances de desenvolver a dor (Razão de Chances 1,43; I.C. 95%: 1,28 -1,60), em comparação com indivíduos eutróficos (SHIRI *et al.*, 2010). Com isso, indicando que o sobrepeso e obesidade aumentam significativamente o risco de dor lombar crônica.

A dor lombar, quando diagnosticada como lombalgia, pode ser classificada do ponto de vista do comprometimento dos tecidos de origem muscular e ligamentar: lombalgia por fadiga da musculatura paravertebral e lombalgia por distensão muscular e ligamentar; de origem no sistema de mobilidade e estabilidade da coluna: lombalgia por torção da coluna lombar ou ritmo lombo-pélvico inadequado e lombalgia por instabilidade articular; de origem no disco intervertebral: lombalgia por protrusão intradiscal do núcleo pulposo e lombalgia por hérnia de disco intervertebral; e como predominantemente psíquica: lombalgia como uma forma de conversão psicossomática (HELFENSTEIN JUNIOR *et al.*, 2010). Em relação ao ambiente de trabalho, a lombalgia pode estar relacionada à ocupação da pessoa. Em 1984, foi proposta uma classificação para as doenças relacionadas ao trabalho (SCHILLING, 1984):

- I. Doenças na qual a ocupação profissional é comprovadamente a fonte de ocorrência, tal como os acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais claramente definidas pela legislação;
- II. Doenças na qual a ocupação profissional é considerada um fator de risco;
- III. Doenças na qual a ocupação profissional pode ser um fator agravante ou provocador de distúrbios latentes ou pré-existentes.

De acordo com essa proposta de classificação, pode-se enquadrar a lombalgia ocupacional como Schilling II, entendendo-se que o trabalho é considerado como um fator de risco para o aparecimento da dor ou Schilling III em uma situação na qual o trabalho pode ser uma fonte de agravo de um distúrbio ou de alguma patologia que já esteja instalada (RIBEIRO, 2010). Com isso, é demonstrada uma relação entre a ocupação profissional e o desencadeamento de desordens corporais que podem influenciar no desempenho laboral.

A manifestação da dor lombar em motoristas pode ser resultado não apenas de sintomas inespecíficos, mas de ocorrências traumáticas sobre a coluna vertebral do indivíduo (MILLER *et al.*, 1988). A análise da degeneração do disco intervertebral de motoristas, carpinteiros e trabalhadores de escritórios com 40 a 45 anos de idade, revelou que os condutores de veículos tinham aumento do risco de degeneração da parte anterior do disco intervertebral, sendo que aqueles sujeitos com dor lombar apresentavam alterações significativas na forma do disco (LUOMA *et al.*, 1998). Destaca-se ainda, segundo os autores, que a degeneração do disco intervertebral não foi relacionada a estatura, sobrepeso, fumo e frequência de atividade física. Com isso, a profissão de motorista, com sua tarefa de condução de veículos, pode acarretar alterações anatômicas significativas sobre a coluna vertebral, necessitando nessas situações procedimentos de tratamento cirúrgico para reparação.

Estudos com a associação entre a dor lombar e fadiga em motoristas comerciais, tem verificado que a dor lombar é uma variável significativa para o aumento na sensação de fadiga durante o trabalho (SADRI, 2002; CHRISTENSEN *et al.*, 2013). Com isso, verifica-se que a dor lombar pode interferir no desempenho profissional dos motoristas, aumentando não apenas

a incapacidade para o trabalho mas, também aumentando o risco de ocorrência de acidentes nas estradas.

A manifestação da dor lombar em motoristas é estudada em diversos países, com diferentes realidades econômicas e sociais. Em motoristas da cidade de Ibatan na Nigéria, a ocorrência de músculo-esquelética chegou a uma porcentagem de 89,3% em uma amostra de 159 motoristas de ônibus, sendo que 64,8% destes trabalhadores apresentavam queixa de dor na região lombar (AKINPELU *et al.*, 2011). Os autores destacam que os motoristas nigerianos tem o costume cultural de tratar a dor com métodos não medicamentosos, tal como o uso de terapias alternativas com plantas medicinais e utilização de massagens, métodos esses que podem não ser eficazes na atenuação específica da dor.

As pesquisas brasileiras tem abordado o tema de prevalência de dor lombar em motoristas de diversos tipos de veículos, bem como os fatores que podem influenciar no surgimento do quadro doloroso. Em estudo realizado com 40 motoristas e 39 cobradores de ônibus de viagens intermunicipais da cidade de Jequié – BA, foi verificado uma prevalência de dor em alguma região do corpo nos últimos 12 meses de 70,0% e 76,9%, respectivamente (CARNEIRO *et al.*, 2007). De acordo com os autores, 26,6% de motoristas e 33,3% de cobradores tiveram que evitar o trabalho devido à dor e que o local que representava a maior parte dos casos era a coluna lombar, sendo em 48,7% da amostra.

Outro estudo, associou o impacto da lombalgia na qualidade de vida de motoristas de ônibus urbano, na cidade de Londrina – PR (MACEDO; BATTISTELLA, 2007). Os motoristas com lombalgia apresentaram diferença significativa nos parâmetros de dor, estado geral de saúde e vitalidade em relação a cobradores com lombalgia. A análise da correlação da dor lombar com os parâmetros da qualidade de vida apresentou resultado positivo para a vitalidade ($r = 0,73$), para os aspectos sociais ($r = 0,77$) e para a saúde mental ($r = 0,74$). Com isso, pode-se estabelecer que a lombalgia tem impacto nos parâmetros dor e vitalidade nos motoristas, os quais podem afetar o seu desempenho profissional.

A estimativa da prevalência de dor lombar em 130 motoristas de caminhões transportadores de madeira e sua relação com os processos de

trabalho foi conduzida em profissionais de Cambará do Sul - RS (MACEDO; BLANK, 2006). A prevalência de dor lombar foi de 73,1% (IC 95%: 64,6 – 80,5), sendo que 31,5% (IC 95%: 23,7- 40,3) também referiram dor na região glútea. No entanto, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com ou sem dor lombar em relação às variáveis investigadas (características individuais, comportamentais e ocupacionais). Destaca-se que a prevalência da dor lombar nos motoristas de caminhões pode estar vinculada ao processo de trabalho e a maneira de o trabalhador executar suas atividades, pois além da tarefa de condução do veículo, os motoristas acumulavam a função de carregadores da madeira no caminhão.

2.5 APTIDÃO FÍSICA EM TRABALHADORES

Os estudos científicos tem reconhecido as vantagens da prática de atividade física regular para melhorar o nível de qualidade e expectativa de vida, sendo dada enorme atenção quanto à complexa relação entre os níveis de prática de atividade física, os índices de aptidão física e o estado de saúde das pessoas (GUEDES; GUEDES, 1995). Dessa forma, o indivíduo que tem regularmente a prática de atividade física tende a melhorar a sua qualidade de vida e com isso melhora a disposição e capacidade para o trabalho, impactando positivamente no absenteísmo e a rotatividade nas empresas (DEUS, 2005).

Com o objetivo de prevenção e tratamento dos sintomas de dor músculo-esquelética, existem vários estudos que apresentam vantagens e benefícios da atividade física e do aumento da aptidão física como fator protetor à saúde e a redução de faltas e acidentes de trabalho (PROPER *et al.*, 2006; TAECHASUBAMORN *et al.*, 2010). No entanto, apesar da maioria da literatura corrente apresentar evidências a favor, também se fazem presentes estudos que não confirmam tais achados (NACHEMSON, 1990; JACKSON *et al.*, 1998).

A aptidão física relacionada à saúde é definida como a capacidade de realizar as atividades do cotidiano sem cansaço excessivo, apresentando

associação com um baixo risco para o desenvolvimento de doenças crônico-degenerativas (PITANGA, 2004). Os componentes da aptidão física devem condicionar um estado de vitalidade que permita a cada um a realização das tarefas do cotidiano, as ocupações ativas das horas de lazer e o exercício da ocupação profissional, além de enfrentar emergências imprevistas sem cansaço excessivo (BOUCHARD *et al.*, 1993). A definição de aptidão física relacionada à saúde humana, é representada pelos componentes de resistência cardiorrespiratória, composição corporal, força/resistência muscular e flexibilidade (PATE, 1988).

Os estudos com a avaliação da aptidão física em trabalhadores tem ganhado destaque na comunidade científica atualmente, principalmente aqueles que apresentam os efeitos de programas de intervenção que diminuem a prevalência de dor músculo-esquelética e aumentem a expectativa de vida de diversas profissões. Como exemplo, a aptidão cardiorrespiratória pode estar em níveis inadequados em pessoas que apresentam dor lombar. A avaliação de 101 pacientes com idade de $29,8 \pm 7,5$ anos e diagnóstico clínico de dor crônica lombar apresentaram valor de $VO_{2m\acute{a}x}$ com $30,0 \pm 7,27$ $ml.kg^{-1}.min^{-1}$ (DUQUE *et al.*, 2009). Os sujeitos quando comparados com tabelas normativas, estavam situados em uma categoria abaixo da média esperada para o sexo e para a idade.

O efeito da composição corporal sobre o relato de dor lombar foi investigado em homens e mulheres, os resultados apontam para a relação existente entre uma maior porcentagem de massa magra, menor adiposidade central no tronco e membros inferiores com menores taxas de prevalência de dor lombar (TODA *et al.*, 2000). Outro estudo feito com 25 mulheres americanas, verificou que o aumento do índice de massa corporal e decréscimo da força muscular do tronco foi diretamente associado com a dor lombar crônica (BAYRAMOGLU *et al.*, 2001). O pressuposto que está por traz da intervenção com exercício físico é reforçar os músculos abdominais, para reduzir a anteroversão do quadril, que ocasiona a postura lordótica, e aliviar a carga nos discos intervertebrais (ACHOUR JÚNIOR, 1996).

Um estudo com fazendeiros tailandeses coletores de arroz revelou que a resistência muscular dos músculos extensores do tronco foi menor em sujeitos que apresentavam dor lombar, no entanto não sendo encontrada

diferença significativa para outros grupos musculares (TAECHASUBAMORN *et al.*, 2010). Com isso, percebe-se uma variável que pode interferir na regulação da sensação de dor na região lombar é a força extensora do tronco (STROYER; JENSEN, 2008).

A avaliação ergonômica do envolvimento da força muscular estática de tração lombar, preensão manual e movimento de pinça em operadores de vídeo, trabalhadores industriais e inspetores de segurança foi examinada, tendo como resultados os menores índices nos operadores de vídeo (CHANDRA *et al.*, 2007). Destaca-se que a tarefa da operação de vídeos tem a manutenção da postura sentada por longos períodos de tempo, com isso é possível relacionar a posição adotada para o trabalho e a diminuição de níveis de força muscular, devido à sobrecarga estática da musculatura lombar nesta postura. Mais ainda, outros locais do corpo podem ser afetados pela manutenção da posição sentada ou pela repetição de movimento, tal como a força de preensão manual e a força de pinça.

A avaliação da aptidão física relacionada com o surgimento de dor na coluna lombar foi realizada em 96 pessoas com diagnóstico definido, os resultados apontam para maiores níveis de aptidão física (capacidade aeróbia, força e flexibilidade) em indivíduos que apresentavam menor nível de dor ($R = -0,48$), sendo a aptidão física responsável por explicar 23% da variação da intensidade da dor (MCQUADE *et al.*, 1988). Ainda segundo os autores, a força muscular comparada à capacidade aeróbia e flexibilidade, foi a variável de aptidão física que mais contribuiu com as associações observadas.

Um fator que vem sendo discutido como possível interveniente no surgimento de dor lombar é a participação da força/resistência da região abdominal. Essa relação foi investigada em homens e mulheres com e sem histórico de dor lombar, os resultados demonstram que houve diferença significativa para a ativação dos músculos do abdome inferior e transversos abdominal entre o grupo com e sem dor (CARDOSO *et al.*, 2004). Em uma amostra de 1562 trabalhadores em Ontário no Canadá, também foi verificado que a fraqueza da região do abdome foi relacionada ao surgimento de dor lombar (LEE *et al.*, 2001). No entanto, essa relação não é clara, pois em uma amostra de 2747 homens não foi encontrada essa relação, sendo que foram

utilizados testes calistênicos de resistência muscular abdominal em indivíduos saudáveis e que apresentavam dor lombar (JACKSON *et al.*, 1998).

A avaliação da flexibilidade em relação ao surgimento de lombalgia foi testada em 200 mulheres e 128 homens, por meio do uso de regressão logística. Foi demonstrado que havia associação significativa ($p < 0,05$; $R = 0,29$; $R^2 = 0,09$) entre a prevalência de lombalgia e os índices de flexão do quadril (Razão de chances = 2,2) e flexão anterior do tronco, com razão de chances de 0,5 (POLITO *et al.*, 2003). De acordo com os autores, é recomendado que os exercícios de flexibilidade no movimento de flexão anterior de tronco devem ser priorizados e que a flexibilidade na flexão do quadril não interfere na redução da intensidade da lombalgia.

Um estudo com costureiras da de indústria apontou melhorias na flexibilidade do quadril após a implantação de um programa de seis meses de ginástica laboral (REIS *et al.*, 2003). Os autores demonstram que houve diminuição expressiva das queixas de dor lombar, passando de 100% para 10%, além disso, verificou-se que o número de atestados médicos com afastamentos caiu de seis para dois. Destaca-se que a relação entre a atrofia da musculatura isquiotibial e a dor lombar, tem uma ligação forte com a atividade laboral que permanece longos períodos de tempo na postura sentada.

O estudo da intervenção ocupacional com objetivo de aumentar o nível de atividade física de trabalhadores tem apresentado melhoras na prevenção e também no tratamento da dor lombar. Resultados de pesquisas com intervenções no ambiente de trabalho tem afirmado que o aumento do nível de atividade física tem efeito significativo sobre o decréscimo da prevalência de dor lombar (TVEITO *et al.*, 2004). Outro estudo apresenta uma relação fraca entre atividade física e incapacidade em uma quadro de dor aguda ($r = -0,08$, I.C. a 95%: - 0,17 a 0,002), mas um moderada associação negativa com a dor lombar crônica ($r = -0,33$, I.C. a 95%: -0,51 a -0,15) (LIN *et al.*, 2011). Com isso, os autores concluíram que as pessoas com dor crônica lombar tinham altos níveis de incapacidade e as duas variáveis estavam associadas a baixos níveis de atividade física.

O aumento do nível de atividade física dentro do ambiente de trabalho pode ser proporcionado pelo implementação de programas de ginástica

laboral. A análise do efeito de um programa de ginástica laboral em 30 trabalhadores da cidade de Portão – RS apresentou melhoras significativas na intensidade e frequência de dor músculo-esquelética (CANDOTTI *et al.*, 2011). É destacado que tratamento para a dor lombar crônica ou aguda mais eficaz ainda é a utilização de exercícios físicos terapêuticos, sendo o tratamento conservador mais usado no mundo todo (LIZIER *et al.*, 2012; SEDREZ *et al.*, 2012). Mais ainda, o exercício físico pode ser tão eficaz quanto alguns medicamentos para reduzir o risco de morte em pessoas com derrame cerebral ou com doença cardíaca, reduzindo assim os custos com compra de medicamentos (NACI; IOANNIDIS, 2013).

Em uma amostra de 659 motoristas de ônibus interestaduais foi verificado vários fatores de risco para a saúde, tal como a alta frequência de doenças cardiovasculares, obesidade, hipertensão, hiperlipidemia, hiperglicemia, além de baixos níveis de atividade física e alto nível de comportamento sedentário (HIRATA *et al.*, 2012). Ressalta-se que esses fatores de risco não são apenas responsáveis pelo aumento em nível de absenteísmo e incapacidade física, mas colaboram para o surgimento de doenças mais graves (doenças cardíacas, neoplasias, diabetes, hipertensão, doenças arteriais cerebrais) e que podem evoluir para o quadro de aumento de mortalidade em motoristas de veículos.

A investigação das condições de trabalho, saúde e indicadores de vida em 227 trabalhadores do transporte coletivo urbano da cidade de Pelotas – RS (MOURA NETO; SILVA, 2012). Quase 40% dos trabalhadores não atingiram o mínimo de atividade física recomendada para promoção da saúde e 3/4 foram classificados nas categorias de sobrepeso/obesidade pelo índice de massa corporal. A maior prevalência de dor foi encontrada na região lombar (48,4%), além disso, os motoristas e cobradores apresentam prevalências preocupantes de fatores de risco para doenças crônicas (diabetes e doenças cardiovasculares). A adequação das rotinas de trabalho e a adoção de hábitos saudáveis, com melhores níveis de aptidão física são pontos fundamentais para melhora da qualidade de vida e trabalho dessa categoria ocupacional, destacam os autores.

A avaliação de 470 motoristas de caminhão com o objetivo de relacionar dados sociodemográficos, atividade física e frequência alimentar foi realizada

nas cidades de Campinas – SP, São Paulo – SP, Americana – SP, Rio de Janeiro – RJ, Belo Horizonte – MG, Vitória – ES, e Curitiba – PR (CODARIN *et al.*, 2010). Os resultados para a razão de chances (R.C.), indicaram que a prática de atividade física está associada ao maior nível de escolaridade (R.C. = 1,84; I.C. = 1,22-2,76), menor consumo de bebidas alcoólicas (R.C. = 1,59; I.C. = 1,04 - 2,45) e maior ingestão de cereais integrais (R.C. = 1,63; I.C. = 1,08 - 2,46). Na conclusão, o estudo corrobora com outros trabalhos relativos à população de motoristas na qual se verifica alta prevalência de atividade física insuficiente, o que inclui o sedentarismo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo foi desenvolvido em forma de pesquisa descritiva, a qual apresenta o estado de uma amostra de motoristas em relação à exposição vibracional, prevalência de dor lombar e nível de aptidão física. Uma pesquisa correlacional, pois é analisada a associação entre as variáveis de vibração, aptidão física e prevalência de dor lombar em motoristas urbanos. E por último, uma pesquisa transversal, a qual implica a avaliação das variáveis em apenas um momento do tempo (THOMAS *et al.*, 2012).

Como primeiro passo do estudo, o projeto de pesquisa foi enviado ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, dessa maneira, a pesquisa foi aprovada mediante o relato do parecer consubstanciado 135.936/2012 COMEP-UNICENTRO (ANEXO I). A partir da aprovação pelo COMEP, foi iniciado o procedimento de coleta de dados que foi compreendido de novembro de 2012 a fevereiro de 2013.

3.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

3.2.1 Motoristas de Ônibus Urbanos

Inicialmente, para começar o procedimento de seleção dos sujeitos de pesquisa foi realizado um contato prévio com o gerente operacional de uma empresa de transporte coletivo urbano da cidade de Curitiba – PR. Após o gestor da referida empresa dar o consentimento para a pesquisa, deu-se início o processo de seleção da amostra.

Para o estudo foram avaliados os funcionários que desempenhavam a atividade de motorista de ônibus urbano e estavam empregados em uma empresa de transporte público da cidade de Curitiba-PR. Antes do início da coleta de dados, foram feitas reuniões com os possíveis participantes da pesquisa com a finalidade de explicar os procedimentos a serem tomados e esclarecer dúvidas em relação ao transcorrer das avaliações.

Portanto, foram requisitados a serem avaliados os motoristas que trabalham com ônibus urbano e que estavam em pleno exercício da função. Não foram considerados aqueles sujeitos que estavam por algum motivo afastados ou impossibilitados da condução de ônibus. Este estudo procurou incluir motoristas que conduziam especificamente cada um dos tipos de ônibus que a empresa possuía: ônibus convencionais, ônibus linha direta “ligeirinhos”, micro-ônibus, ônibus articulados e ônibus bi-articulados. Dessa forma, a amostra de motoristas constou de um total de 40 sujeitos que trabalhavam especificamente com um dos cinco tipos de ônibus, perfazendo um total de 200 indivíduos avaliados. No momento da avaliação na empresa o total de funcionários motoristas era de 361 homens, não existindo motoristas do sexo feminino.

O processo de seleção dos motoristas foi realizado de maneira a obter uma amostra não probabilística por conveniência. No entanto, acredita-se que o grupo de motoristas avaliados (200 sujeitos) permite representar as características destes funcionários na empresa de transporte coletivo.

3.2.2 Tipos de Ônibus

A amostra de ônibus urbanos foi selecionada também de maneira não probabilística e por conveniência com um total de 100 ônibus avaliados. A amostra foi estratificada pelo tipo de carroceria e função de itinerário do veículo, perfazendo um grupo de 5 tipos de 20 ônibus com características diferentes e que podem influenciar na emissão de vibração de corpo inteiro. A seguir são descritos os tipos de ônibus avaliados:

Ônibus convencionais (figura 9): são veículos de cor amarela, laranja ou verde que tem o itinerário convencional que passa por determinados pontos de parada na cidade. Outros ônibus desse mesmo modelo tem a função de alimentadores, os quais fazem o itinerário entre os terminais da cidade de Curitiba e também parando em pontos de parada específicos. Os veículos verdes são ônibus de linha interbairros, os quais fazem longos trajetos percorrendo vários bairros da cidade. Estes carros possuem entrada de passageiros pela frente e duas saídas no lado direito do mesmo. Dentro deles dois funcionários trabalham, um motorista e um cobrador. Percorrem itinerários fixos juntamente com o tráfego normal de carros de passeio, caminhões e motos. Na maior parte dos ônibus, o motor do veículo está localizado na frente do carro, muito próximo ao motorista.



Figura 9. Ônibus interbairro, alimentador e convencional.
Fonte: <http://www.onibusdecuitiba.com.br> (2013).

Ônibus de Linha Direta “Ligeirinhos” (figura 10): são veículos na cor cinza e não possuem cobradores em seu interior, pois os mesmos trabalham dentro de estações-tubo destinadas ao embarque e desembarque de passageiros e tem as portas de entrada no lado esquerdo do ônibus. Percorrem rotas nas ruas comuns, mas, em geral, a distância entre as paradas é bem maior do que no caso dos alimentadores, convencionais ou bi-articulados. Esses veículos, em sua totalidade, possuem o motor na parte traseira do ônibus. No entanto, alguns carros novos são classificados como articulados, pois possuem duas composições em um mesmo veículo.



Figura 10. Ônibus de linha direta “ligeirinho”.
Fonte: <http://www.onibusdecuritiba.com.br> (2013).

Micro-ônibus (figura 11): seguem as características dos convencionais sendo na cor amarela, laranja ou branca, mas são em tamanho menor e não possuem posto para cobrador. A localização do motor está na parte da frente do veículo.



Figura 11. Micro-ônibus.
Fonte: <http://www.onibusdecuritiba.com.br> (2013).

Ônibus Articulados (figura 12): tem características parecidas aos ônibus convencionais na cor amarela, laranja, verde e cinza, diferenciando-se apenas na carroceria que possui uma articulação dividindo o veículo em duas composições. Em sua maioria, possuem o motor localizado na parte da frente do veículo, porém, alguns modelos mais recentes possuem o motor localizado na parte traseira do último carro. Dessa forma, nesses veículos o motor fica distante do motorista em uma média de 15 metros.



Figura 12. Ônibus articulado interbairros e linha direta “ligeirão”.
 Fonte: <http://www.onibusdecuritiba.com.br> (2013).

Ônibus Biarticulados (figura 13): transitam somente dentro de canaletas especiais, exclusivas para este tipo de ônibus e param em suas respectivas estações-tubo. São muito maiores que os “ligeirinhos”, pois possuem duas articulações e três blocos, enquanto que os ligeirinhos são de bloco único. Todos os veículos da empresa são na cor vermelha. Dentro destes ônibus também não trabalham cobradores, pois o local de trabalho destes é dentro das estações-tubo. Nestes veículos, em sua maioria o motor está posicionado na parte central do primeiro carro, sendo enquadrado como veículos com motor dianteiro.



Figura 13. Ônibus biarticulado.
 Fonte: <http://www.onibusdecuritiba.com.br> (2013).

3.3 COLETA DE DADOS

Antes do início da coleta de dados com os motoristas, foi recolhido o consentimento dos mesmos, por meio do Termo de Consentimento Livre e

Esclarecido (TCLE) APÊNDICE I. O estudo foi composto de três momentos de avaliação, com as distintas variáveis: em um primeiro momento foi feita a medição da vibração de corpo inteiro em rota usual nos grupos de motoristas com os cinco tipos de ônibus; no segundo momento foi aplicado aos motoristas um questionário de identificação e questionário sobre prevalência de dor músculo-esquelética e no final a avaliação antropométrica e aplicação da bateria de testes de aptidão física. Para o segundo momento e terceiro momento da pesquisa os motoristas foram avaliados em horários nos quais não estavam em situação de trabalho, desta forma, não interferindo na organização de sua atividade profissional.

3.3.1 Medição da Vibração de Corpo Inteiro

Para avaliação do nível vibracional a que estavam expostos os motoristas, foi medida a vibração de corpo inteiro transmitida pela interface do assento do ônibus ao corpo dos funcionários em um itinerário usual de trabalho. Antes do início da medição foi coletado o número de identificação funcional do motorista e do veículo, para análise posterior e controle dos sujeitos avaliados.

A avaliação da vibração de corpo inteiro foi realizada pelo pesquisador, com uso de um acelerômetro tri-axial *Triaxial DeltaTron Seat Pad Accelerometer Type 4515-B-002 – Bruel & Kjaer* ligado ao analisador de vibrações *Human Vibration Analyzer Type 4447 – Bruel & Kjaer* (Figura 14). O acelerômetro foi instalado sobre o assento e o analisador foi colocado em uma superfície sólida atrás do banco do motorista.

As medições de vibração de corpo inteiro foram realizadas em conformidade com a norma ISO 2631-1(1997), que define os padrões de medição para vibração ocupacional de corpo inteiro. Toda medição da vibração, foi realizada em situação usual de trabalho do motorista, reproduzindo o percurso no qual o ônibus transita. O período de tempo de cada medição foi de aproximadamente 30 minutos, reproduzindo uma rota completa

do itinerário que o motorista percorre. A Figura 15 mostra a montagem do sistema de medição e a Figura 16 mostra a instalação do sistema de medição de vibração de corpo inteiro.



Figura 14. Acelerômetro *triaxial deltron seal pad accelerometer type 4515-B-002* e analisador de vibrações *human vibration type 4447* montados para medição de vibração de corpo inteiro.

Fonte: AUTOR (2014).



Figura 15. Esquema de montagem do acelerômetro no assento sem o motorista.

Fonte: AUTOR (2014).



Figura 16. Esquema de montagem do acelerômetro no assento com o motorista.
Fonte: AUTOR (2014).

Posteriormente, as medições realizadas foram analisadas no *Vibration Explorer Software BZ-5623* da *Bruel & Kjaer* que apresentou todos os resultados obtidos pelas medições do equipamento para consequente análise estatística. Também foi feita a utilização da norma ISO 2631-5 (2004), a qual abrange a avaliação da exposição ocupacional as vibrações com múltiplos choques e efeitos sobre a saúde.

Norma	Valores	Definição
ISO 2631-1 (1997)	Valor de aceleração <i>RMS</i> (x, y e z)	Valor médio da vibração para os três eixos (x, y e z)
	Valor Total de Vibração	Valor total ponderado de vibração
	Valor de Dose de Vibração	Valor de vibração equivalente ao tempo de exposição
	Fator Crista	Relação entre o Pico de vibração e <i>RMS</i>
ISO 2631-5 (2004)	Dose de Compressão Estática	Valor do estresse compressivo suportado pela coluna
	Fator R	Efeito do tempo e dose de compressão estática sobre a saúde

Quadro 3. Fatores analisados da vibração de corpo inteiro.
Fonte: AUTOR (2014).

Para completar a avaliação da vibração de corpo inteiro, os resultados foram comparados com valores de referência encontrados na Diretiva da Comunidade Europeia 2002/44/EC. A diretiva estabelece um valor de exposição diária, que se deve desencadear alguma ação, fixado em $0,5 \text{ m.s}^{-2} \text{ RMS}$ ou $9,1 \text{ m.s}^{-1.75} \text{ VDV}$ (Valor de Dose de Vibração) e um valor limite de exposição diária fixado em $1,15 \text{ m.s}^{-2} \text{ RMS}$ ou $21,0 \text{ m.s}^{-1.75} \text{ VDV}$, ambos normalizados para um período de referência de 8 horas de exposição diária.

O valor equivalente da dose de compressão estática, que ultrapasse o valor de 0,5 pode é considerado como fator de risco para problemas na coluna vertebral. Caso o valor encontrado seja acima de 0,8, a norma ISO 2631-5 (2004) adverte que existe um risco potencial de surgimento de distúrbios degenerativos principalmente na região da coluna lombar. A norma ISO 2631-5 (2004) demonstra que valores do Fator $R < 0,8$ indicam uma baixa probabilidade de efeitos adversos à saúde, enquanto que o Fator $R > 1,2$ indica uma alta probabilidade de serem notados efeitos negativos sobre a saúde.

2.3.2 Avaliação da Prevalência de Dor Lombar

Com a finalidade de verificar a prevalência de dor na coluna lombar nos motoristas de ônibus urbanos foi aplicado um questionário avaliativo sobre sintomas de dor músculo-esquelética. Inicialmente, os motoristas responderam a um questionário referente à existência de sinais dolorosos em qualquer parte do corpo.

O instrumento utilizado no estudo foi o diagrama de Corlett e Manenica (1980) (ANEXO II), o qual consiste na ilustração do corpo humano, visto de forma posterior e dividido em 22 segmentos corporais, sendo 6 segmentos únicos e 16 segmentos duplos (direito e esquerdo), tendo o segmento perna subdividido em 4 partes. Os segmentos são indicados por:

- Pescoço (0);
- Região cervical (1);
- Costas, posição superior (2);

- Costas, posição média (3);
- Costas, posição inferior (4)
- Quadril (5);
- Ombro - lado esquerdo (6) e lado direito (7);
- Braço - lado esquerdo (8) e lado direito (9);
- Cotovelo - lado esquerdo (10) e lado direito (11);
- Antebraço - lado esquerdo (12) e lado direito (13);
- Punho - lado esquerdo (14) e lado direito (15);
- Mão - lado esquerdo (16) e lado direito (17);
- Coxa - lado esquerdo (18) e lado direito (19);
- Perna – lado esquerdo (20, 22, 24, 26) e lado direito (21, 23, 25, 27).

O diagrama de Corlett e Manenica (1980) faz a identificação das partes do corpo através de nome e número, em virtude de a identificação apenas por nome causar dificuldades na interpretação por parte de alguns entrevistados. Para cada uma dessas regiões ou áreas dolorosas existe uma graduação que varia entre o valor mínimo (1), que indica a inexistência de dor ou de desconforto no segmento corporal, até o valor máximo (5), que indica dor ou desconforto intolerável no segmento considerado. As respostas são apresentadas no diagrama na forma de uma escala *Likert*, que mostram ao entrevistado cinco alternativas de respostas entre uma intensidade de nenhum desconforto/dor até intolerável desconforto/ dor.

Para este estudo foram analisados apenas os motoristas que referiram algum grau de desconforto ou dor na região das costas-médio e costas inferior, o qual pode-se perceber que a localização afetada é a região anatômica da coluna lombar. A avaliação do nível de dor, em especial na região da coluna lombar, constitui um dos principais fatores que podem ser ocasionados pela exposição ocupacional a níveis elevados de vibração (JOHANNIG, 2000). O surgimento de dor lombar não específica, hérnia de disco, microfraturas vertebrais tem sido documentados e fortemente ligados à exposição a níveis de vibração acima de $0,78 \text{ m.s}^{-2}$ de acordo com a ISO 2631-1(1997).

3.3.3 Avaliação da Aptidão Física

Com a finalidade de verificar a contribuição da aptidão física na associação com prevalência de dor lombar e nível de vibração de corpo inteiro foi feita a avaliação dos seguintes componentes da aptidão física relacionada à saúde: resistência muscular abdominal, força de tração lombar, flexibilidade isquiotibial e nível de atividade física. Além da aptidão física, foram avaliadas as medidas antropométricas de massa corporal e estatura nos motoristas, para consequentemente obter-se o índice de massa corporal.

Os referidos componentes da aptidão física foram selecionados por apresentar relação com a capacidade para o trabalho na função de motorista e também pela relação com a prevalência de dor na coluna lombar. Dessa forma, procura-se representar índices que sejam possíveis de serem avaliados em ambiente ambulatorial na saúde do trabalhador e que possam ser reaplicados rotineiramente.

Os testes e medidas antropométricas foram realizados no contra turno de trabalho dos motoristas pelo pesquisador responsável. Desta forma, procurou-se diminuir ao máximo os erros inter e intra-avaliador.

3.3.3.1 Medida de Massa Corporal

A medida massa corporal foi aferida com uma balança antropométrica da marca GTECH®, com precisão de 100 g, estando o funcionário trajando o mínimo de roupas possível, descalço, posicionando-se em pé e de costas para a escala de medida da balança. Permanecendo imóvel com o olhar fixo para frente, pés unidos no centro do aparelho, até que seja possível a leitura em quilos (kg). Neste caso, foi admitido que o funcionário estive-se com roupa no entanto, ao final da medição foram descontados 500g relativos a massa média da roupa de trabalho.

3.3.3.2 Medida de Estatura

A medida de estatura foi aferida com um estadiômetro da marca Cardiomed®, estando o funcionário posicionando de costas para a escala de medida, descalço, com os braços ao longo do corpo, pés unidos, procurando manter as regiões posteriores em contato com o aparelho. A medida foi verificada estando o avaliado em apneia inspiratória, com a cabeça orientada para frente e no plano de Frankfurt, em centímetros (cm).

3.3.3.3 Índice de Massa Corporal

O índice de massa corporal (IMC) foi obtido a partir da razão entre a massa corporal do avaliado e a estatura em kg.m^{-2} . Como forma de classificação do IMC foi utilizado o critério da WHO (2000), conforme quadro 4:

Classificação	IMC (kg.m^{-2})
Magreza severa	<16,00
Magreza moderada	16,00 – 16,99
Magreza leve	17,00 - 18,49
Baixo peso	<18,50
Normal	18,50 – 24,99
Sobrepeso	\geq 25,00
Pré-obeso	25,00 – 29,99
Obeso	\geq 30,00
Obeso classe I	30,00 – 34,99
Obeso classe II	35,00 – 39,99
Obeso classe III	\geq 40,00

Quadro 4. Classificação internacional de adultos para baixo peso, sobrepeso e obesidade de acordo com o índice de massa corporal.

Fonte: (WHO, 2000).

3.3.3.4 Flexibilidade Isquiotibial

Para a realização do teste de flexibilidade isquiotibial foi utilizada uma caixa de madeira medindo 30,5 cm x 30,5 cm x 30,5 cm, sendo que na parte superior, onde se localiza a escala, houve um prolongamento de 26,0 cm e o 23º cm da escala coincidiu com o ponto onde o avaliado toca a planta dos pés. O avaliado sentou com os joelhos estendidos, tocando os pés descalços na caixa sob a escala, em seguida posicionou as mãos uma sobre a outra na escala, com os cotovelos estendidos, e executou uma flexão do tronco à frente, registrando-se o ponto máximo, em centímetros, atingido pelas mãos.

3.3.3.5 Resistência Muscular Abdominal

Para a realização do teste de abdominal, o avaliado posicionou-se em decúbito dorsal sobre um colchonete de espuma. Com quadril e joelhos flexionados, planta dos pés apoiadas no solo, os braços foram cruzados na região anterior do tórax segurando os ombros opostos.

O avaliador imobilizava os pés do avaliado, que recebia a instrução prévia de executar o maior número de flexões de tronco durante o tempo de 1 minuto. Foram registradas apenas as flexões onde o avaliado elevava o tronco até ocorrer o contato da face anterior dos antebraços com as coxas, e retornava à posição inicial encostando ao menos a metade anterior da escápula no colchonete.

3.3.3.6 Avaliação da Força Lombar

Foi realizada na amostra de motoristas a avaliação de força da região lombar com a utilização de dinamômetro. Para avaliação da força lombar um dinamômetro dorsal Crown® serviu de instrumento de avaliação. O protocolo

consistiu no aparelho estando calibrado e zerado, em seguida pedindo para que o avaliado posicione-se na base do aparelho com os joelhos em extensão, cotovelos em extensão e tronco ereto. Logo após, pediu-se para o avaliado fazer a extensão do tronco, dessa maneira executando a força do movimento com a região lombar. O resultado foi a máxima força exercida pelo testado, computando o melhor resultado de duas tentativas, medido em Kgf (quilogramas-força).

3.3.3.7 Avaliação do Nível de Atividade Física

A obtenção do nível de atividade física foi realizada mediante a utilização do questionário IPAQ (*International Physical Activity Questionnaire*) versão curta (ANEXO III), validado internacionalmente para população jovem adulta e traduzido para a língua portuguesa (PARDINI *et al.*, 2001). O instrumento é composto de questões que avaliam a quantidade de caminhada, atividade física moderada, atividade física vigorosas e dispêndio de tempo em prática sedentária. As classificações indicadas no instrumento são: “Muito Ativo”, “Ativo”, “Irregularmente Ativo” e “Sedentário”, no entanto, as duas primeiras classificações cumprirem as recomendações de 150 minutos ou mais de atividades físicas moderado-vigorosas por dia, WHO (2010). Dessa forma, foi utilizada a seguinte classificação:

Ativo: aquele que cumpriu as recomendações de qualquer atividade moderada e/ou vigorosa que somou-se 150 minutos ou mais na semana.

Insuficientemente ativo: aquele que não cumpriu de alguma forma o mínimo de 150 minutos de atividade física moderado-vigorosa acumulada na semana.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a caracterização dos dados foi utilizada a estatística descritiva com média e desvio padrão. A seguir, foram testados os pressupostos de normalidade e homogeneidade com o teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Depois de realizada esta etapa, foram escolhidos os testes de estatística inferencial de acordo com a abordagem paramétrica ou não paramétrica.

A comparação dos dados foi feita com o teste de análise de variância de Kuskall-Wallis seguido pelo teste de comparação múltipla de Dunn. Os dados categóricos foram comparados a partir do uso do teste de Qui-quadrado de Pearson. Para verificar a relação entre nível de vibração de corpo inteiro, variáveis de aptidão física no desfecho de dor lombar foi executada uma Regressão de Poisson. Os dados foram tabulados no *Software Excel 2013*, enquanto que a estatística inferencial ocorreu no *Software SPSS versão 21*.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo conduziu uma abordagem sobre resultados obtidos em quatro perspectivas: 1) avaliação do nível ocupacional de vibração de corpo inteiro em ônibus urbanos, em conformidade com a norma ISO 2631-1(1997), 2) avaliação do impacto sobre a saúde em decorrência da exposição à vibração de corpo inteiro, em conformidade com a norma ISO 2631-5 (2004), 3) avaliação da prevalência de dor lombar em motoristas de ônibus e 4) avaliação do nível de aptidão física de motoristas de ônibus urbanos.

4.1 MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO EM ÔNIBUS URBANOS

Os resultados para a avaliação da vibração de corpo inteiro em 100 ônibus urbanos da cidade de Curitiba – PR são descritos na Tabela 1, além da comparação entre os cinco tipos de ônibus estudados. Os valores apresentados da avaliação vibracional, estão em conformidade com a norma ISO 2631-1 (1997), a qual estabelece as instruções para medição da exposição humana à vibração de corpo inteiro.

As medições de vibração de corpo inteiro feitas nos ônibus foram, em todos os veículos avaliados, conduzidas sobre piso asfáltico em regiões centrais e em bairros distantes na cidade de Curitiba – PR. Dessa forma, não foram experimentadas rotas nas quais o ônibus percorresse piso de cascalho, devido à empresa possuir apenas esses itinerários. No entanto, as rotas sobre o piso asfáltico quando mais se distanciavam do centro da cidade, pode-se perceber que mais deteriorado era o pavimento, em muitos casos se assemelhando ao piso de cascalho.

O resultado do teste de normalidade de dados feito a partir do teste de Shapiro Wilk e apresentou níveis de significância menores de 5% ($p < 0,05$) para os dados de vibração de corpo inteiro. Portanto, a análise dos resultados foram feitas a partir do uso da estatística inferencial não paramétrica.

Tabela 1. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos valores de vibração de corpo inteiro em ônibus urbanos, segundo a ISO 2631-1

Parâmetro	Eixo	CON	MIC	LIG	ART	BIA	p
<i>RMS</i> (m.s ⁻²)	x	0,383 ^d ±0,167	0,421 ^{e, g} ±0,036	0,253 ^b ±0,060	0,396 ^{h, j} ±0,107	0,174 ±0,040	0,001
	y	0,524 ^{b, d} ±0,304	0,620 ^e ±0,055	0,287 ±0,100	0,821 ^{c, h, f, j} ±0,5	0,247 ±0,102	0,001
	z	0,587 ^{b, c, d} ±0,100	0,560 ^{e, f, g} ±0,083	0,411 ±0,04	0,499 ^{h, j} ±0,08	0,430 ±0,108	0,001
Fator Crista (m.s ⁻²)	x	10,390 ±2,3	9,939 ±3,0	12,387 ±4,756	22,782 ±20,9	13,381 ±3,7	0,001
	y	15,411 ±3,6	12,738 ±4,1	19,277 ±11,2	26,540 ±19,7	17,354 ±5,8	0,001
	z	14,903 ±11,8	11,167 ±2,1	12,716 ±1,6	12,240 ±1,3	13,874 ±2,3	0,029
VDV (m.s ^{-1,75})	x	4,118 ±1,7	4,005 ±1,1	2,844 ±0,1	8,791 ^{c, h, e, j} ±8,6	2,116 ±0,8	0,001
	y	7,243 ±4,5	7,739 ±2,0	5,001 ±3,1	20,595 ^{c, h, e, j} ±20,7	3,973 ±2,4	0,001
	z	6,390 ^{a, b, c, d} ±1,4	5,377 ^{e, h, g} ±1,2	4,582 ±0,5	5,290 ±0,4	5,050 ±0,6	0,001
<i>RMS</i> VTV (m.s ⁻²)		1,119 ^{b, d} ±0,4	1,192 ^{e, g} ±0,09	0,684 ±0,1	1,409 ^{c, h, j} ±0,6	0,611 ±0,1	0,001
VDV VTV (m.s ^{-1,75})		13,717 ±6,0	13,398 ±3,1	9,573 ±3,8	32,506 ^{c, h, e, j} ±30,5	8,329 ±2,9	0,001
A(8)		0,833 ^{b, d} ±0,4	0,867 ^e ±0,08	0,457 ±0,08	1,189 ^{c, h, e, j} ±0,6	0,446 ±0,1	0,001

CON: ônibus convencional; MIC: micro-ônibus; LIG: ônibus ligeirinho; ART: ônibus articulado; BIA: ônibus biarticulado.

Teste de análise de variância de Kruskal-Wallis;

Teste de comparação múltipla de Dunn: ^a diferença estatística entre CON e MIC; ^b diferença entre CON e LIG; ^c diferença entre CON e ART; ^d diferença entre CON e BIA; ^e diferença entre MIC e LIG; ^f diferença entre MIC e ART; ^g diferença estatística entre MIC e BIA; ^h diferença estatística entre LIG e ART; ⁱ diferença estatística entre LIG e BIA; ^j diferença entre ART e BIA.

Nível de significância: p<0,05.

De acordo com os resultados de estudos realizados por diversos autores, a direção segundo a qual se transmite a vibração de corpo inteiro mais intensa pelo assento dos motoristas de ônibus é a vertical, sendo o eixo z (BALBINOT, 2001; BOVENZI; ZADINI, 1992; PADDAN; GRIFFIN, 2002; MELO, 2006; THAMSUWAN *et al.*, 2013; LEWIS; JONHSON, 2012). Os resultados do presente estudo reforçam em parte este aspecto, pois em veículos convencionais, ligeirinhos e biarticulados os maiores valores de aceleração *RMS* em m.s^{-2} foram no eixo z. No entanto, para os veículos micro-ônibus e articulados os maiores valores foram encontrados no eixo y. Com isso, verifica-se que os motoristas estão sujeitos a diferentes magnitudes de vibração em diferentes eixos, a vibração de corpo inteiro é transmitida tanto no sentido longitudinal, quanto latero-lateral.

De acordo com a ISO 2631-1 (1997), o valor de aceleração que representa a magnitude de vibração de corpo inteiro é o valor *RMS* entre os três eixos (x, y e z). Ao comparar a exposição entre os tipos de veículos, encontra-se diferença significativa entre os mesmos ($p < 0,05$), sendo que os maiores valores são encontrados nos ônibus articulados, micro-ônibus e convencionais. As características que podem contribuir para menores magnitudes de vibração nos veículos ligeirinhos e biarticulados são a localização do motor, em ligeirinhos os motores são distantes dos motoristas e utilização de ruas com pavimentação adequada, os veículos biarticulados trafegam em vias exclusivas denominadas “canaletas”, as quais são exclusivas para este tipo de ônibus.

Os valores *RMS* apresentados pela média dos veículos de tipo convencional, micro-ônibus, ligeirinho, articulado e biarticulado estão acima dos valores recomendados pela Diretiva da União Europeia, a qual estabelece que em níveis de aceleração *RMS* acima de $0,5 \text{ m.s}^{-2}$ devem ser tomadas ações, com o objetivo de reduzir a magnitude de vibração de corpo inteiro transmitida ao trabalhador.

A avaliação do Fator Crista tem o objetivo de verificar se a simples visualização do valor de aceleração *RMS* em m.s^{-2} subestima a magnitude de exposição à vibração de corpo inteiro. Valores acima de 9 representam que existem fatores que contribuem para emissão de energia vibracional com grande quantidade de choques instantâneos. Os resultados do presente

estudo demonstram dados que quase em sua totalidade estão acima do valor 9, dessa forma, como abordado na ISO 2631-1 (1997) devendo não apenas ser determinado o valor RMS , mas também o valor de dose de vibração VDV em $m.s^{-1,95}$.

A vibração de corpo inteiro foi medida em dois grupos de motoristas que conduziam dois tipos diferentes de ônibus, um veículo de 7 anos com piso baixo e outro de 5 anos e piso alto, os valores médios encontrados em rotas sobre ruas da cidade de Seattle nos Estados Unidos, foram $0,39 \pm 0,01 RMS_z m.s^{-2}$ e $0,35 \pm 0,01 RMS_z m.s^{-2}$, respectivamente (THAMSUWAN *et al.*, 2013). No entanto, os maiores valores médios de vibração foram identificados em estradas com asfalto áspero com $0,53 \pm 0,02 RMS_z m.s^{-2}$ para o veículo com piso baixo e $0,50 \pm 0,01 RMS_z m.s^{-2}$ para o veículo com piso alto. Em ambos os casos o Fator Crista foi acima de 9, o que denota a utilização do valor de dose de vibração como método de medição. Com isso, os valores médios de VDV_z para o ônibus com piso baixo foram $8,9 \pm 0,03 m.s^{-1,75}$ e $9,2 \pm 0,03 m.s^{-1,75}$ para o ônibus com piso alto, em relação ao asfalto áspero $10,5 \pm 0,04 m.s^{-1,75}$ e $11,1 \pm 0,03 m.s^{-1,75}$, respectivamente. Portanto, nota-se que os motoristas curitibanos estão inseridos em rotas de ruas urbanas, porém, como o asfalto sendo irregular sua exposição se assemelha americanas que não estão dentro do ambiente das cidades.

Em outro estudo na cidade de Seattle nos Estados Unidos, os valores de vibração de corpo inteiro para treze motoristas foram $0,51 \pm 0,04 RMS_z m.s^{-2}$ e $0,47 \pm 0,04 RMS_z m.s^{-2}$ para rotas dentro da cidade e em autoestradas (LEWIS; JOHNSON, 2012). Novamente o fator crista superou o valor 9, com isso, os valores de dose de vibração determinados foram $12,7 \pm 1,7 VDV_z m.s^{-1,75}$ e $10,8 \pm 0,7 VDV_z m.s^{-1,75}$.

O nível de vibração de corpo inteiro em motoristas paulistas foi avaliado, com o objetivo de relacionar com a possível perda de audição induzida por ruído (PAIR). Nesta pesquisa, esses trabalhadores estavam expostos a valores que oscilavam entre $0,74$ e $1,09 RMS_z m.s^{-2}$, com uma média de $0,85 RMS_z m.s^{-2}$ (SILVA; MENDES, 2005). Os valores elevados da exposição à vibração de corpo inteiro observados revelaram situações expressivas de risco, à medida que superam em muito o limite de tolerância para oito horas estabelecido pela ISO 2631-1 (1997), que é de $0,63 m.s^{-2}$. No entanto, não

ficou evidenciada a influência da exposição à vibração de corpo inteiro na ocorrência de PAIR, mas, percebe-se que o ambiente de trabalho do motorista pode gerar outros agravos a sua saúde. Destaca-se que o posicionamento do motor do ônibus na frente do veículo pode ser um fator agravante no aumento da exposição tanto a ruído quanto vibrações (PORTELA; ZANNIN, 2010). Dessa maneira, os veículos com motor traseiro apresentam menores níveis de ruído, e, também menores níveis de vibração de corpo inteiro.

Uma amostra de 80 motoristas de uma empresa de transporte público do Reino Unido foi avaliada em três tipos de veículos. Os valores de dose de vibração encontrados foram $8,3 \text{ VDV}_z \text{ m.s}^{-1,75}$ para micro ônibus, $4,6 \text{ VDV}_z \text{ m.s}^{-1,75}$ para ônibus de um andar e $19,2 \text{ VDV}_z \text{ m.s}^{-1,75}$ para ônibus de dois andares (OKUNRIBIDO *et al.*, 2007). Os resultados foram relacionados com a ocorrência de dor lombar em 36 motoristas, 59% da amostra. Ressalta-se que os resultados foram encontrados em vias com asfalto em boas condições.

Para avaliação da relação entre a exposição à vibração de corpo inteiro foi realizada a medição do parâmetro S_{ed} (dose diária de compressão estática sobre a coluna lombar) e Fator R (razão entre o S_{ed} e a máxima força de compressão estática), em conformidade com a ISO 2631-5 (2004). Os valores foram encontrados para cada motorista, somando um total de 200 medições. Cada ônibus deu origem a duas medições, pois foram avaliados dois motoristas que trabalhavam em um mesmo itinerário e com um mesmo veículo. Os resultados desta avaliação são descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos valores de vibração de corpo inteiro em ônibus urbanos, segundo a ISO 2631-5

Parâmetro	CON	MIC	LIG	ART	BIA	p
S_{ed} (MPa)	0,625 ^{a, d}	0,580 ^e	0,463 ⁱ	0,746 ^{c, g, h, j}	0,402	0,001
	± 0,1	±0,09	±0,2	± 0,3	±0,06	
Fator R	0,634 ^{a, d}	0,588 ^e	0,454 ⁱ	0,765 ^{c, f, h, j}	0,385	0,001
	±0,2	± 0,2	±0,1	± 0,3	±0,1	

CON: ônibus convencional; MIC: micro-ônibus; LIG: ônibus ligeirinho; ART: ônibus articulado; BIA: ônibus biarticulado.

Teste de análise de variância de Kruskal-Wallis;

Teste de comparação múltipla de Dunn: ^a diferença estatística entre CON e MIC; ^b diferença entre CON e LIG; ^c diferença entre CON e ART; ^d diferença entre CON e BIA; ^e diferença entre MIC e LIG; ^f diferença entre MIC e ART; ^g diferença estatística entre MIC e BIA; ^h diferença estatística entre LIG e ART; ⁱ diferença estatística entre LIG e BIA; ^j diferença entre ART e BIA. Nível de significância: $p < 0,05$

A verificação do estresse compressor sobre a coluna vertebral (S_{ed}) foi realizada em dois tipos de ônibus na cidade de Seattle, nos Estados Unidos. Foi identificado que ônibus com assoalho baixo tiveram S_{ed} de 0,32 (MPa), enquanto que ônibus de assoalho alto tiveram 0,33 (MPa) rodando sobre as ruas da cidade (THAMSUWAN *et al.*, 2013). Destaca-se que o ônibus de assoalho baixo é de característica muito semelhante ao modelo convencional analisado no presente estudo. Em outro estudo com ônibus na cidade de Seattle, foi verificado que os ônibus tinham valores de S_{ed} de $0,71 \pm 0,21$ em MPa, (LEWIS; JOHNSON, 2012). Com isso, é percebido que os veículos curitibanos estão com valores de exposição semelhantes aos norte-americanos.

Outros fatores que podem contribuir para atenuação da exposição à vibração de corpo inteiro são as características dos assentos utilizados no veículo. Em uma pesquisa americana com motoristas de empilhadeiras, foi verificado que a transmissão da vibração do chão ($S_{ed} = 1,05$ MPa) para o assento ($S_{ed} = 0,43$ MPa) em veículos com assentos mecânicos foi maior do que em assentos pneumáticos (chão $S_{ed} = 0,88$ MPa, assento $S_{ed} = 0,48$ MPa), (BLOOD *et al.*, 2010). Para os motoristas curitibanos, um dos grandes fatores

limitantes para o exercício da tarefa de condução de veículos são as inadequações dos assentos nos ônibus. Os sujeitos pesquisados relataram que os bancos dos ônibus tem poucas formas de regulagem à estrutura de cada indivíduo. Com isso, talvez os assentos cumpram função inversa em relação ao seu objetivo de atenuação da vibração transmitida ao condutor, com isso podendo acentuar a vibração que chega ao motorista.

Em relação ao Fator R, nenhum estudo com motoristas de ônibus é encontrado na literatura corrente. Uma das poucas pesquisas que apresenta o cálculo do Fator R para trabalhadores expostos à vibração de corpo inteiro, foi desenvolvida com fazendeiros neozelandeses que conduzem quadrículos usados no ambiente de agricultura. O estudo demonstra que o grupo de fazendeiros está exposto a um S_{ed} médio de $0,26 \pm 0,1$ MPa e Fator R de $0,31 \pm 0,12$ (MILOSAVLJEVIC *et al.*, 2010). Dessa forma, os indivíduos estudados não apresentam fator de risco para desenvolvimentos de lesões na coluna lombar, pois estão abaixo dos valores recomendados de $S_{ed} < 0,5$ e Fator R $< 0,8$.

Em outro estudo com agricultores neozelandeses, foi verificada uma condição de trabalho com diferentes níveis de exposição a vibração de corpo inteiro. Os valores S_{ed} variavam de 0,1 a 0,8 MPa com média de 0,39 MPa (MILOSAVLJEVIC *et al.*, 2011). Ainda segundo os autores, quarenta e um trabalhadores alcançaram ou excederam o valor limite de S_{ed} de 0,5 MPa, com isso, é visto que pessoas que conduzem veículos menores e em outros tipos de tipos podem estar expostos a níveis vibracionais que tem influência negativa sobre a saúde do trabalhador.

4.2 PREVALÊNCIA DE DOR LOMBAR EM MOTORISTAS

O diagrama de Corlett e Manenica (1980) foi utilizado para avaliação subjetiva da sintomatologia de dor ou desconforto nos sujeitos da amostra. Para o presente estudo são computados os dados daqueles motoristas que referiam dor apenas na região da coluna lombar, com isso, foi dividido a amostra de motoristas em sujeitos que apresentaram dor lombar e sujeitos que

não apresentaram. Mais ainda, os resultados para a idade (anos) e tempo de trabalho (anos) são apresentados como forma de caracterizar a amostra, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos dados de identificação e índices de dor lombar em motoristas de ônibus urbanos

Parâmetro	CON	MIC	LIG	ART	BIA	p
Idade (Anos)	46,9 ±9,7	46,5 ± 8,3	48,6 ± 9,3	47,3 ± 10,0	44,8 ± 9,5	0,489*
Tempo de Trabalho (Anos)	9,7 ± 4,9	11,3 ± 4,9	11,5 ± 7,4	9,9 ± 5,8	10,1 7,6	0,561*
Com Dor Lombar	23 (57,5%)	22 (55%)	19 (47,5%)	24 (60%)	18 (44%)	0,842**
Sem Dor Lombar	17 (42,5%)	18 (45%)	21 (52,5%)	16 (40%)	22 (56%)	

CON: ônibus convencional; MIC: micro-ônibus; LIG: ônibus ligeirinho; ART: ônibus articulado; BIA: ônibus biarticulado.

* Teste de análise de variância de Kruskal-Wallis.

** Teste de Qui-Quadrado de Pearson.

Nível de significância de $p < 0,05$.

A dor lombar é uma condição frequente nas sociedades industrializadas, afetando de 70 a 80% da população adulta em algum momento da vida. O quadro atinge principalmente adultos jovens, em fase economicamente ativa, sendo uma das razões mais comuns de aposentadorias por incapacidade total ou parcial (ANDRADE *et al.*, 2005). Em motoristas de ônibus, tem sido estudada desde 1953, estando relacionada à diversos aspectos ocupacionais que podem interferir em menor desempenho no trabalho (TSE *et al.*, 2006).

A prevalência de dor na coluna lombar encontrada entre os motoristas de ônibus curitibanos é compatível à outros estudos (MILOSEVIC, 1997; QUEIROGA; FERREIRA, 2005; DEUS, 2005). Pesquisas com motoristas de carreta tem apresentado que os profissionais são em sua maior parte do sexo masculino, com a maior concentração na faixa etária de 30 a 39 anos, 36%

trabalham há 15 anos ou mais na função de motorista profissional e 32,7% exercem a profissão de motorista de carreta há menos de cinco anos (SAPORITI *et al.*, 2010). De acordo com os autores, 61,7% dos motoristas referem dor, desconforto ou dormência em alguma região do corpo, sendo a região da coluna lombar região apontada com maior frequência, mencionada por 37% dos motoristas. O tempo de trabalho na empresa manteve associação significativa com os relatos de dor osteomuscular, aumentando o risco em 6% para cada ano trabalhado na empresa. A probabilidade para um motorista com dois anos de trabalho na empresa é de 50%, enquanto para um que trabalha há nove anos é de, aproximadamente, 75% de vir a sentir dor músculo-esquelética.

No estudo com motoristas israelenses de ônibus, de um total de 361, 164 (45,4%) relataram sentir dor na coluna lombar (ALPEROVITSCH-NAJENSON *et al.*, 2010). Os autores destacam que a idade foi o fator que apresentou correlação inversamente significativa com a prevalência de dor lombar. Com isso, fica evidente que com menor idade e conseqüente tempo de trabalho do motorista, a probabilidade de desenvolver dor na costa aumenta substancialmente. Outro fator que recebe atenção na pesquisa, foi que a prevalência dos motoristas que estão engajados em programas de atividade física regular é maior em motoristas sem dor (67,3%) comparados aos que possuem dor (48,5%).

Os motoristas da cidade de Pelotas – RS foram estudados quanto à prevalência e fatores associados à dor nas costas, sendo entrevistados 142 motoristas do sexo masculino, os quais relataram realizar carga horária diária de mais de 6 horas de trabalho, durante 6 dias na semana e que 50% do total dos trabalhadores desempenha essa função a mais de 10 anos (GUTERRES *et al.*, 2011). A prevalência de dor nas costas no último ano entre os motoristas gaúchos foi de 57,9%, sendo que 74,7% referiram que a dor aumenta durante a jornada de trabalho. Na análise efetuada, a dor nas costas esteve associada às variáveis de idade, carga horária de trabalho, tempo que desempenha a função e atividade física no lazer.

Em estudo recente, com 581 motoristas indianos de ônibus, foi verificado que os sujeitos dirigiam uma média entre $54,9 \pm 8,1$ horas por semana e por volta de 250 quilômetros por dia (BORLE *et al.*, 2012). Em

relação a dor músculo-esquelética, 411 (70,7%) afirmaram possuir, sendo a região da coluna lombar encontrada em 58,5% dos motoristas. Na análise realizada, foram verificadas relações significativas entre a dor, idade, duração da jornada de trabalho, média diária de condução e duração da condução do veículo. Além da associação com as variáveis de condução do ônibus, foi notado que os motoristas com índice de massa corporal acima de 30 kg.m^{-2} , também possuem maior chance de apresentar quadro de dor músculo-esquelética.

A pesquisa com 164 motoristas de ônibus na cidade de Kolkata na Índia, revelou 45,4% de prevalência de dor na coluna lombar (GANGOPADHYAY; DEV, 2012). Os autores destacam que fatores ergonômicos como assentos desconfortáveis e sem suporte para as costas contribuíram para o aumento da prevalência de dor lombar, além da levada jornada de trabalho e falta de pausas durante o expediente ocupacional. Dessa forma, a prevalência de dor lombar em motoristas tem sido relacionada a diversos fatores relacionados ao exercício da tarefa de motorista de ônibus.

4.3 NÍVEL DE APTIDÃO FÍSICA DE MOTORISTAS

Com o objetivo de investigar o nível de aptidão física dos 200 motoristas de ônibus urbanos, foi conduzida uma avaliação física com as seguintes medidas e testes motores: índice de massa corporal em kg.m^{-2} , teste de resistência muscular abdominal (quantificado em repetições), teste de dinamometria da coluna lombar em kgf, teste de flexibilidade isquiotibial em centímetros e por último, nível de atividade física medido indiretamente pelo questionário IPAQ. Os resultados da avaliação da aptidão física são apresentados na Tabela 4, segmentados pelo tipo de veículo que o motorista conduzia.

Tabela 4. Estatística descritiva, análise de variância e teste de comparação múltipla dos valores relativos às variáveis de aptidão física de motoristas de ônibus urbanos

Variáveis	CON	MIC	LIG	ART	BIA	p
IMC (kg.m ⁻²)	28,2 ^a ± 3,7	25,1 ± 3,6	26,3 ± 2,5	27,1 ± 4,3	26,4 ± 4,8	0,008*
Resistência Abdominal (rep)	18,9 ± 8,2	20,3 ± 6,3	25,6 ^b ± 7,3	22,2 ± 9,2	22,6 ^{d, g} ± 8,0	0,001*
Força Lombar (Kgf)	82,3 ± 23,6	94,0 ± 24,3	136,1 ^{b, e, h} ± 35,6	100,9 ^c ± 15,8	132,2 ^{d, g, i} ± 29,3	0,001*
Flexibilidade Isquiotibial (cm)	18,6 ± 6,0	20,9 ± 7,3	21,7 ± 7,5	19,8 ± 6,8	19,9 ± 7,2	0,204
Nível de Atividade Física (ativos)	5 (12,5%)	11 (27,5%)	12 (30,0%)	9 (22,5%)	18 (45%)	0,021**
Nível de Atividade Física (inativos)	35 (87,5%)	29 (72,5%)	28 (70,0%)	31 (77,5%)	22 (55,5%)	

CON: ônibus convencional; MIC: micro-ônibus; LIG: ônibus ligeirinho; ART: ônibus articulado; BIA: ônibus biarticulado.

*Teste de análise de variância de Kruskal-Wallis.

Teste de comparação múltipla de Dunn: ^a diferença estatística entre CON e MIC; ^b diferença entre CON e LIG; ^c diferença entre CON e ART; ^d diferença entre CON e BIA; ^e diferença entre MIC e LIG; ^f diferença entre MIC e ART; ^g diferença estatística entre MIC e BIA; ^h diferença estatística entre LIG e ART; ⁱ diferença estatística entre LIG e BIA; ^j diferença entre ART e BIA.

** Teste pelo Qui-Quadrado de Pearson.

Nível de significância: p<0,05.

Estudos com a avaliação da aptidão física de motoristas de ônibus são escassos na literatura científica nacional e internacional. As justificativas estão relacionadas à dificuldade na avaliação com os próprios motoristas, por se tratar de avaliação que demanda algum período de tempo e na autorização por parte das empresas, as quais julgam que o procedimento pode incitar ações trabalhistas pleiteadas pelos funcionários. No entanto, na cidade de Londrina

– PR, foi realizado um estudo com 150 motoristas de ônibus intermunicipais, com a medida antropométrica do índice de massa corporal, teste de resistência abdominal e teste de flexibilidade do quadril (QUEIROGA; MICHELS, 1999). Os resultados demonstram que os motoristas estavam com a resistência muscular abdominal abaixo da média e com a flexibilidade do quadril dentro da média para a idade e sexo, além de serem enquadrados dentro da classificação de sobrepeso (JETTE, 1978; LEIGHTON, 1987; WHO, 2000). Os autores destacam que a tarefa de condução de veículos associada a inatividade física dos sujeitos pode contribuir para estabilizar ou diminuir os índices de aptidão física nestes trabalhadores.

No estudo realizado com motoristas e cobradores de ônibus urbanos na cidade de Guarapuava – PR, foram verificados baixos níveis de resistência muscular abdominal (PORTELA, 2005; PORTELA, 2007). O autor apresenta uma relação significativa entre menor desempenho no teste de resistência muscular abdominal e maior prevalência de dor lombar nos indivíduos estudados. A possível explicação do fato está fundamentada no fato da menor resistência muscular da região do abdome relacionar-se com o movimento de anterversão pélvica, o qual pode aumentar o ângulo lombar e consequentemente o surgimento de dor nesta região.

Na avaliação realizada com 481 motoristas de ônibus da região de Hong Kong, o sobrepeso foi constatado em sujeitos masculinos, mas não em femininos, $25,2 \pm 3,4 \text{ kg.m}^{-2}$ e $23,6 \pm 2,7 \text{ kg.m}^{-2}$, respectivamente (SZETO; LAM, 2007). Alterações na flexibilidade do quadril no teste de sentar e alcançar não foram encontradas em sujeitos que apresentavam dor na região lombar. No entanto, a associação positiva foi vista com o testes de dinamometria manual e dor na região da coluna cervical e na região dos ombros, com isso, menores índices de força manual estão relacionados a maiores índices de dor nestes locais do corpo.

A prevalência excesso de peso foi verificada em 73,2% de uma amostra de 306 motoristas da cidade de Joinville – SC (COSTA *et al.*, 2011). O estudo demonstrou que 48,7% estava com sobrepeso e 24,5% com obesidade em sujeitos com idade de 23 a 63 anos e média de 38,7 anos. Destaca-se que grande parte dos motoristas também foi classificada com risco substancialmente aumentado de desenvolverem doença cardiovascular e

complicações metabólicas 28,8% circunferência de cintura e 41,5% relação cintura-quadril. Pesquisadores de um estudo desenvolvido com motoristas de ônibus urbano de Taipei, em Taiwan, encontraram elevada prevalência de indivíduos com fatores de risco associados às doenças cardiovasculares, incluindo elevada pressão arterial, obesidade, doença arterial isquêmica e elevadas concentrações de colesterol e triglicérides (WANG; LING, 2001). Outros autores, revelaram que 45,4% dos motoristas investigados reclamaram de dor lombar, sendo todos classificados como sobrepeso (ALPEROVITSCH-NAJENSON *et al.*, 2010).

Avaliação da aptidão física de motoristas da cidade de Campos Grande – MS revelou que os indivíduos estavam com a resistência muscular do abdome ($31,9 \pm 2,3$ repetições), flexibilidade do quadril ($20,7 \pm 2,7$ centímetros) abaixo do esperado para a idade (SORE *et al.*, 2013). Nota-se que as articulações mais prejudicadas quanto à flexibilidade estão localizadas nos membros inferiores, sendo os casos mais preocupantes na articulação do quadril em flexão, que apresentam 56% com flexibilidade ruim para a saúde (DEUS, 2005).

Em estudo realizado com 48 motoristas, os quais realizaram um período de intervenção de 24 semanas com treinamento físico, foi verificado resultados com menores índices de pressão arterial sistólica e diastólica, maiores níveis de resistência muscular e flexibilidade do tronco, além da redução da ocorrência de dor músculo-esquelética (ZAVANELA *et al.*, 2012). Com a melhora na condição física dos sujeitos, os autores demonstram que o grupo que teve treinamento apresentou menores índices de absenteísmo.

4.4 RELAÇÃO ENTRE EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO, DOR LOMBAR E APTIDÃO FÍSICA

Os resultados da associação entre o nível de exposição à vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e variáveis de aptidão física foram obtidos a partir da utilização de Regressão de Poisson. Em estudos transversais com desfechos categóricos binários, a associação entre

exposição e desfecho é estimada pela razão de prevalência (RP), a qual é obtida pela Regressão de Poisson (COUTINHO *et al.*, 2008). Quando é necessário ajustar para potenciais variáveis de confusão, normalmente são usados modelos de regressão logística. Este tipo de modelo produz estimativas de razão de chance, frequentemente interpretado como uma estimativa da razão de prevalência. Entretanto, a razão de chance não se aproxima muito bem da razão de prevalências quando o risco inicial é alto, e nessas situações, interpretar a razão de chances como se fosse razão de prevalências é inadequado. Destaca-se que a regressão logística pode superestimar a razão de chances em comparação a razão de prevalências, com isso, podendo influenciar nas interações observadas (BARROS; HIRAKATA, 2003). A análise foi conduzida com os resultados dos 200 motoristas avaliados, neste caso, sem considerar o tipo de ônibus que trabalhavam.

Com a finalidade de estimar a relação entre as variáveis de identificação (idade em anos e tempo de trabalho em anos), variáveis de aptidão física (índice de massa corporal em kg.m^{-2} , resistência muscular abdominal medida em repetições, força lombar em kgf, flexibilidade isquiotibial medida em centímetros e nível de atividade física estratificado em ativo e inativo fisicamente), variáveis de vibração de corpo inteiro (RMS_x em m.s^{-2} , RMS_y em m.s^{-2} e RMS_z em m.s^{-2}) sobre o desfecho de dor lombar. A Tabela 5 apresenta os resultados da Regressão de Poisson com os coeficientes de predição (B), nível de significância entre as variáveis e o desfecho de dor lombar (p), razão de prevalência para as variáveis preditoras (Exp (B)) e intervalo de confiança inferior e superior a 95%.

Tabela 5. Resultados para a regressão de *Poisson* binária entre motoristas com e sem dor lombar

	B	p	Exp (B)	I.C. de 95% para Exp (B)	
				Inferior	Superior
Idade (anos)	-0,156	0,000	0,856	0,799	0,917
Tempo de trabalho (anos)	0,520	0,000	1,682	1,448	1,954
Índice de massa corporal (kg.m ⁻²)	0,092	0,111	1,096	0,979	1,227
Resistência muscular abdominal (rep)	-0,064	0,021	0,938	0,888	0,990
Força lombar (kgf)	-0,024	0,022	0,976	0,956	0,997
Flexibilidade isquiotibial (cm)	0,035	0,260	1,036	0,974	1,102
Nível de atividade física (IPAQ)	0,499	0,419	1,648	0,491	5,534
RMS_x (m.s ⁻²)	-4,599	0,115	1,110	1,000	3,048
RMS_y (m.s ⁻²)	2,514	0,030	1,060	1,000	1,757
RMS_z (m.s ⁻²)	-5,143	0,038	2,360	2,077	9,664
Constante	5,648	0,054	283,837		

Nível de significância: $p < 0,05$.

O resultado da Regressão de Poisson binária demonstra que as variáveis que apresentaram significância considerada ótima ($p < 0,05$), foram: idade, tempo de trabalho, resistência muscular abdominal, força lombar, RMS_y e RMS_z . Os escores advindos da regressão não são analisados em forma de apresentação de fórmula, pois o método Poisson demonstra apenas a relação existente para a prevalência de determinada característica em uma amostra.

Quanto à razão de prevalência, destacaram-se as variáveis tempo de trabalho e RMS_z , indicando uma relação de aumento de probabilidade no desfecho, aumentando as chances de ocorrência de dor lombar em 1,4 vezes e 2,4 vezes, respectivamente. O fato da constante ter apresentado valor positivo, significa que, com base no grupo de motoristas em estudo, o ambiente

de trabalho e as variáveis individuais proporcionam uma alta probabilidade de ocorrência de dor lombar.

As variáveis de idade, resistência muscular abdominal e força lombar apresentaram característica de diminuição de probabilidade de dor lombar, de acordo com as razões de prevalências estabelecidas. Desta forma, é mostrado que os sujeitos com aumento na idade diminuem 14,4% a prevalência de dor, enquanto que a resistência muscular abdominal diminui 6,2% e a força lombar 2,4%.

Outros estudos tem utilizado a regressão logística para identificar as probabilidades de ocorrência de dor em sujeitos expostos a vibrações. A influência do índice de massa corporal no aumento da prevalência de dor lombar em sujeitos expostos à vibração de corpo inteiro foi testada em uma amostra de 467 motoristas de diferentes veículos na Holanda (NOORLOOS *et al.*, 2008). Os autores verificaram que não houve associação significativa entre valores elevados de índice de massa corporal e dor lombar em ambientes com vibração de corpo inteiro (razão de chances 0,97; I.C. 95%: 0,92–1,01). Com isso, os dados são semelhantes ao presente estudo, no qual também não houve relação significativa entre a prevalência de dor lombar e IMC ($p= 0,111$, razão de chance 1,09; I.C. 0,979-1,227).

Em um estudo de análise de incidência de dor lombar com 202 motoristas italianos de diversos tipos de veículos, durante o acompanhamento de dois anos foi visto que 38,6 % desenvolveram dor na coluna lombar, com 16,8% de dor com intensidade alta e 14,4% de incapacidade severa para o trabalho (BOVENZI, 2010). Na análise multivariada dos dados foram encontradas pobres associações entre o nível de vibração de corpo inteiro e incidência de dor lombar, no entanto, a carga de trabalho físico foi um fator significativo para o desfecho de dor na amostra pesquisada.

Os trabalhadores suecos expostos à vibração de corpo inteiro, os quais atuavam com máquinas agrícolas e de pesca, tiveram a prevalência de dor músculo-esquelética avaliada e relacionada ao ambiente ocupacional. Os resultados apontam que a exposição à vibração de corpo inteiro, em pelo menos metade do tempo de trabalho, foi associada com índices de prevalência em sintomas osteomusculares na região lombar, pescoço, ombro/braço e mão entre os trabalhadores (HANGBERG *et al.*, 2006). Quando a exposição à

fatores de levantamento de carga e frequente flexão do tronco foram adicionados à análise multivariada, a magnitude da associação foi menor entre os sintomas de dor e exposição a vibração de corpo inteiro. Curiosamente, a relação entre a exposição e sintomas na vibração de corpo inteiro pescoço, ombro mão e braço tinha a mesma ou maior magnitude da associação, mesmo quando as possíveis variáveis de confusão foram no modelo.

Em pesquisas com motoristas agrícolas neozelandeses, foi verificada que a exposição a vibração de corpo inteiro (representada pelo valor dose VDV no eixo z) teve associações com variáveis antropométricas de massa corporal, estatura e índice de massa corporal. Os autores apresentam que os valores de VDV_z (13,2 e 14,7 $m.s^{-1,75}$), o qual excederam o limite de ação de 9,1 $m.s^{-1,75}$, foram significativamente associados com o índice de massa corporal nos agricultores (MILOSAVLJEVIC *et al.*, 2012; MANI *et al.*, 2011). Mais ainda, foi identificado que o índice de massa corporal combinado com outros fatores (velocidade, distância e tempo de condução do veículo) é responsável por uma atenuação de 16% na exposição à vibração na direção do eixo z. Dessa forma, os trabalhadores com maior massa corporal e menor estatura, durante a condução do veículo no ambiente de agricultura serão expostos a níveis significativamente mais baixos de vibração de corpo inteiro, em comparação com aqueles com características antropométricas distintas.

A força da musculatura lombar é um componente muito importante da força de compressão que atua sobre a região das costas, durante a exposição à vibração de corpo inteiro (BLUTHNER *et al.*, 1993). No entanto, os estudos não entraram em concordância sobre as alterações na atividade muscular lombar. Com isso, pode ser verificado um possível aumento na função muscular da região lombar em estudos experimentais (SANTOS *et al.*, 2008), ou a não ocorrência de aumento de atividade muscular sob o ambiente vibracional de aeronaves (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Destaca-se que a possível fraqueza dos músculos lombar podem elevar o risco em desenvolver sintomas de dor e até alterações anatômicas mais severas, como a hérnia de disco (DEYO *et al.*, 1990).

No estudo com 159 motoristas militares na Malásia, foi verificada a prevalência de dor lombar em 73,6% dos sujeitos (ROZALI *et al.*, 2009). A regressão logística revelou que dois fatores contribuíram significativamente

para a dor, uma delas foi a condução na posição sentada e com a coluna flexionada (razão de chances 3,63; I.C. 95%:1,06-12,42) e exposição a vibração no eixo X (razão de chances 1,94; I.C. 95%:1,02-3,69). Destaca-se que o fator ergonômico postural ao dirigir, foi o principal indicador de dor nessa amostra. Com isso, é visto que o modo como o motorista posiciona o corpo tem contribuição significativa na chance de desenvolver dor na coluna lombar.

A prevalência de lombalgia nos últimos 12 meses foi medida em uma amostra de 214 motoristas de ônibus urbanos da cidade de Santa Maria - RS, sendo em torno de 45% (BENVEGNU, 1996). Não foram observadas associações significativas de lombalgia com renda mensal, estado civil, obesidade, alcoolismo, sedentarismo, problemas psiquiátricos e antiguidade na função de motorista. A regressão logística evidenciou as cargas de trabalho como fatores mediadores da lombalgia entre os motoristas, mostrando que a lombalgia entre os motoristas é explicada, em parte, pela exposição às cargas em posição viciosa, movimentos repetitivos e vibração, as quais são típicas do trabalho de dirigir ônibus urbanos. Destaca-se que 65% dos motoristas avaliados não realizava nenhum tipo de atividade física.

Além da consequência de aparecimento de dor músculo-esquelética, a vibração de corpo inteiro tem sido associada ao aumento da prevalência de perda auditiva induzida por ruído (PAIR) em motoristas de ônibus. Em um estudo com 141 motoristas de ônibus, o valor médio de vibração de corpo inteiro foi $0,85 \text{ m.s}^{-2}$ (SILVA; MENDES, 2005). O modelo de regressão logística apontou a idade (≥ 44 anos; razão de chances 2,54; I.C. 95%=1,15-5,62), diabetes (razão de chances 5,46; I.C. 95% 0,95-31,4), nível de imissão sonora ($\geq 86,8 \text{ dB(A)}$; razão de chances 2,76; I.C. 95%=1,24-6,15) e dose de vibração ($\text{m.s}^{-1,75}$; razão de chances 1,37; I.C. 95%=1,05-1,79) como variáveis significantes para o desenvolvimento de PAIR. Portanto, a exposição a vibração de corpo inteiro não reflete apenas em possíveis danos ao sistema músculo-esquelético, mas também ao sistema auditivo do indivíduo exposto.

Em recente estudo, foi sugerido outro desfecho para a exposição prolongada à vibração de corpo, a associação com aumento da prevalência de neoplasia prostática. A avaliação de 452 casos de neoplasia na região da próstata em sujeitos com ocupações que exigem exposição à vibração de corpo inteiro, revelou que houve uma razão de chances de 1,90; I.C. 95%:

1,07-3,39) (NADALIN *et al.*, 2012). Com isso, os resultados sugerem que aqueles trabalhadores expostos à vibração de corpo inteiro tem risco aumentado de desenvolver neoplasia prostática.

Como pode ser visualizado a vibração de corpo inteiro pode certamente influenciar na prevalência de dor lombar, mas ainda, são verificadas associações com outros desfechos, os quais podem até causar óbitos nos trabalhadores expostos. Portanto, necessita-se que sejam tomadas medidas para controle da vibração no posto de trabalho dos motoristas, bem como melhora na própria condição de saúde destes sujeitos, tomando por exemplo a melhora do nível de aptidão física.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho permitiu estudar a exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro durante a condução de ônibus no transporte de passageiros em ambiente urbano e alguns dos fatores que podem se relacionar com tal exposição ocupacional. Uma das mais valiosas contribuições do estudo reside no fato de ter possibilitado a criação de conhecimento pertinente a este respeito, na medida em que os dados referentes a situações reais de trabalho ainda são escassos na literatura específica da área, pois os dados reais da literatura da área de vibrações, são geralmente constituídos por resultados determinados em ambiente laboratorial. Nesta perspectiva, pode afirmar-se que se fez uma caracterização da exposição ocupacional dos motoristas curitibanos de ônibus urbanos à vibração de corpo inteiro, obtido por meio de metodologias de avaliação diferentes em quatro tipos de veículos distintos.

Ficou demonstrado que a maior parte dos condutores de ônibus urbanos estão expostos à níveis vibracionais que exigem o desencadeamento de ações de controle, e alguns deles podem ultrapassar o limite de exposição diário estabelecido pela Diretiva Europeia 44/2002/CE, de 25 de Junho de 2002. Com isso, tal exposição, pode desencadear distúrbios relacionados à saúde do trabalhador que atua como motoristas de ônibus.

Foi determinado que houve um alto percentual de ocorrência de dor na coluna lombar na amostra de motoristas estudada. Os sujeitos que trabalhavam com modelos de veículos articulados, convencionais e micro-ônibus foram os que mais apresentaram dor lombar, comparados aos motoristas de biarticulados e ligeirinhos.

Em relação ao nível de aptidão física dos motoristas, foi apresentado que a maioria dos sujeitos se encontravam dentro de limites abaixo do recomendado para a saúde, tendo como exemplo os altos índices de massa corporal, baixa resistência muscular abdominal, baixa flexibilidade isquiotibial, baixa força lombar e alto nível de sedentarismo. Destaca-se que os motoristas de ônibus ligeirinhos e biarticulados apresentaram melhores níveis de aptidão física em comparação aos motoristas de veículos convencionais, micro-ônibus e articulados.

A associação entre o nível de vibração de corpo inteiro, prevalência de dor lombar e aptidão física revelou que os fatores que mais influenciaram a variável dependente de dor foram a resistência muscular abdominal, força lombar e o nível de vibração *RMS* transmitido verticalmente no eixo z. Destaca-se que as variáveis de aptidão física foram consideradas fatores atenuadores e o nível de vibração de corpo inteiro foi considerado agravante da prevalência de dor lombar em motoristas de ônibus urbanos.

Mais estudos devem ser feitos com a população de motoristas de ônibus urbanos, haja vista que são profissionais essenciais para o desenvolvimento da sociedade moderna. Pesquisas que envolvam a avaliação de outros componentes da aptidão física como a composição corporal e avaliação de força e flexibilidade em diferentes locais do corpo humano que podem apresentar quadro de dor nessa população. A avaliação da ocorrência de dor músculo-esquelética em outros locais corporais também se faz necessária, devido à tarefa dos motoristas ser executada por longos períodos de tempo na posição sentada. A análise da vibração de corpo inteiro pode ser feita com objetivo de investigar um fator que é considerado pelos motoristas como agravador da transmissão de vibração, o assento do ônibus. Outro tipo de pesquisa, pode identificar a contribuição do tipo de rua na qual o ônibus trafega, com exemplo em ruas de asfalto em boas condições, asfalto em más condições, tipo de piso de anti-pó, paralelepípedos e cascalho. Estes tipos de investigações podem contribuir para a melhoria do posto de trabalho do motorista de ônibus.

Por fim, aconselha-se a divulgação da importância da implementação de maiores pausas institucionalizadas durante a jornada de trabalho, bem como a possibilidade de inserção dos motoristas em programa de ginástica laboral. Destaca-se que um funcionário saudável é um sujeito que pode influenciar positivamente no ambiente organizacional da empresa, bem como em aumento da produtividade durante o trabalho.

REFERÊNCIAS

ACHOUR JUNIOR, A. **Bases para exercícios de alongamento: relacionado com à saúde e no desempenho atlético.** Londrina: Midiograf, 1996.

AIRAKSINEN, O.; BROX, J. I.; CEDRASCHI, C.; HILDEBRANDT, J.; KLABER-MOLFFETT, J.; KOVACS, F.; MANNION, A. F.; REIS, S.; STAAL, J. B.; URSIN, H.; ZANOLI, G. European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. **European Spine Journal.** v. 15, 2006.

AKINPELU, A. O.; OYEWOLE, O. O.; ODOLE, A. C.; OLUKOYA, R. O. Prevalence of musculoskeletal pain and health seeking behaviour among occupational drivers in Ibadan, Nigeria. **African Journal of Biomedical Research.** v.14, 2011.

ALMEIDA, S. M. **Análise de fatores ergonômicos na colheita florestas mecanizada com ênfase na exposição humana as vibrações mecânicas.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. 2011.

ALPEROVITSCH-NAJENSON, D.; SANTO, Y.; MASHARAWI, Y.; KATZ-LEUR, M.; USHVAEV, D.; KALICHMAN, L. Low back pain among professional bus drivers: ergonomic and occupational-psychosocial risk factors. **The Israel Medical Association Journal.** v. 12, n. 1, 2010.

AMANN, B. O. **Estudo das medições de vibração e eletromiografia na coluna lombar de operadores de empilhadeiras, utilizando pneus elásticos e infláveis.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Estadual Paulista. 2006.

ANDERSEN, J. S. **Physical fitness and low back pain: performance-based and self-assessed physical fitness as risk indicator of low back pain among health care workers and students.** Tese de Doutorado. Faculty of Health Sciences. University of Copenhagen, 2007.

ANDRADE, S. C.; ARAÚJO, A. G. R.; VILAR, M. J. P. “Escola de coluna”: revisão histórica e sua aplicação na lombalgia crônica. **Revista Brasileira de Reumatologia.** v. 45, n. 4, 2005.

ANFLOR, C. T. M. **Estudo da transmissibilidade da vibração no corpo humano na direção vertical e desenvolvimento de um modelo biodinâmico de quatro graus de liberdade.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003.

BALBINOT, A. **Caracterização dos níveis de vibração em motoristas de ônibus: um enfoque no conforto e na saúde.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

BALBINOT, A.; TAMAGNA, A. Avaliação da transmissibilidade da vibração em bancos de motoristas de ônibus urbanos: um enfoque no conforto e na saúde. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**. v. 18, n. 1, 2002a.

BALBINOT, A.; TAMAGNA, A. Sistema assistido por computador para aquisição e análise das vibrações ocupacionais. **II Workshop de Informática aplicada à Saúde – CBComp**. 2002b.

BALBINOT, A.; TAMAGNA, A. Sistema microprocessado para aquisição e análise das vibrações ocupacionais. **Brazilian Journal of Biomechanics**, n.7, 2003.

BARROS, A. J.; HIRAKATA, V. N. Alternatives for logistic regression in cross-sectional studies: an empirical comparison of models that directly estimate the prevalence ratio. **BMC Medical Research Methodology**. v. 3, n. 21, 2003.

BATTIE, M. C.; VIDEMAN, T.; GIBBONS, L. T.; MANINNEN, H.; GILL, K.; POPE, M.; KAPRIO, J. Occupational driving and lumbar disc degeneration. **The Lancet**. v.15. 2002.

BAYRAMOGLU, M.; AKMAN, M. N.; KILINC, S.; YAVUZ, N.; OZKER, R. Isokinetic measurement of trunk muscle strength in women with chronic low-back pain. **American Journal of Physical Medicine Rehabilitation**. v. 80, n. 9, 2001.

BECKER, T. **Desenvolvimento de uma mesa vibratória para estudos sobre vibração no corpo humano, medições em um grupo de motoristas e ajuste de um modelo biodinâmico**. Tese de Doutorado. Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

BENVEGNU, L. A. **Trabalho e saúde em motoristas de ônibus de Santa Maria - RS**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Epidemiologia. Universidade Federal de Pelotas, 1996.

BIBLE, J.; CHOEMPAYONG, S.; O'NEIL, K.; DEVIN, C. J.; SPENGLER, D. Whole-body vibration: is there a causal relationship to specific imaging findings of the spine? **Spine**. v. 37, n. 21, 2012.

BLOOD, R. P.; PLOGER, J. D.; JOHNSON, J. W. Whole body vibration exposures in forklift operators: comparison of a mechanical and air suspension seat. **Ergonomics**. v. 53, n.11, 2010.

BLUTHNER, R.; HINZ, B.; MENZEL, G.; SEIDEL, H. Back muscle response to transient whole-body vibration. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 12, 1993.

BONNEY, R. A.; CORLETT, E. N. Vibration and spinal lengthening in simulated vehicle driving. **Applied Ergonomics**. v. 34, n. 2, 2003.

BONGERS, P. M.; HULSHOF, C. T. J.; DIJKSTRA, L.; BOSHUIZEN, H. C.; GROENHOUT, H. J. M.; VALKEN, E. Back pain and exposure to whole body vibration in helicopter pilots. **Ergonomics**. v. 33, n. 8, 1990.

BORLE, A.; GUNJAL, S.; JADHAO, S.; UGHADE, S.; HUMNE, A. Musculoskeletal morbidities among bus drivers in city of Central India. **International Journal of Recent Trends in Science And Technology**. v. 3, n. 1, 2012.

BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R. J. Physical activity, fitness, and health: The model and key concepts. In: BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R. J.; STEPHENS, T. **Physical activity, fitness and health: Consensus statement**. Champaign: Human kinetics, 1993.

BOVENZI, M. Metrics of whole-body vibration and exposure-response relationship for low back pain in professional drivers: a prospective cohort study. **International Archives of Occupational and Environmental Health**. v. 82, n.7, 2009.

BOVENZI, M. A longitudinal study of low back pain and daily vibration exposure in professional drivers. **Industrial Health**. v. 48, 2010.

BOVENZI, M.; ZADINI, A. Self-reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole-body vibration. **Spine**. v. 17, n. 9, 1992.

BOVENZI, M.; RUI, F.; NEGRO, C.; D'AGOSTIN, F.; ANGOTZI, G.; BIANCHI, S.; BRAMANTI, L.; FESTA, G.; GATTI, S.; PINTO, I.; RONDINA, I.; STACCHINI, N. An epidemiological study of low back pain in professional drivers. **Journal of Sound and Vibration**. v. 298, 2006.

BRANDÃO, J.G.T.; TOMAZINI, J. E.; AMANN, B. O. Análise de vibrações em assentos de empilhadeira .7th **Brazilian Conference on Dynamics, Control and Applications**. 2008.

BRUEL & KJAER. Technical documentation: human vibration analyser type 4447.

BS 6841. **Measurement and evaluation of human exposure to whole-body mechanical vibration and repeated shock**. British Standard Guide, 1987.

CANDOTTI, C. T.; STROSCHEIN, R.; NOLL, M. Efeitos da ginástica laboral na dor nas costas e nos hábitos posturais adotados no ambiente de trabalho. **Revista Brasileira de Ciência e Esporte**. v. 33, n. 3, 2011.

CARDOSO, D. P.; SALGADO, A. S. I.; ACHOUR JUNIOR, A.; AGUIAR JUNIOR, A. S. Força abdominal em pessoas saudáveis e com dor crônica na coluna lombar. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 9, n. 2, 2004.

CARGNELUTTI, A. L. QUINTAS, J. P. R.; GOMES, H. M. Análise do nível de vibração em plataformas vibratórias para condicionamento físico frente à norma ISO 2631. **Brazilian Journal of Biomechanics**. v.13, n. 25, 2012.

CARNEIRO, L. R. V.; COQUEIRO, R. S.; FREIRE, M. O.; BARBOSA, A. R. Sintomas de distúrbios osteomusculares em motoristas e cobradores de ônibus. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. v. 9, n. 3, 2007.

CHAFFIN, D. B.; ANDERSSON, G. B. J.; MARTIN, B. J. **Biomecânica ocupacional**. Belo Horizonte: Ergo Editora, 2001.

CHANDRA, A. M.; GHOSH, S.; IQBAL, R.; SADHU, N. A comparative assessment of the impact of different occupations on workers static musculoskeletal fitness. **International Journal of Occupational Safety and Ergonomics**. v. 13, n. 3, 2007.

CHEN, J. C.; CHANG, W. R.; SHIH, T. S.; CHEN, C. J.; CHANG, W. P.; DENNERLEIN, J. T.; RYAN, L. M.; CHRISTIANI, D. C. Predictors of whole-body vibration levels among urban taxi drivers. **Ergonomics**. v. 46, n. 11, 2003.

CHEN H. C.; CHEN, W. C.; LIU, Y. P.; CHEN, C. Y.; PAN, Y. T. Whole-body vibration exposure experienced by motorcycle riders – An evaluation according to ISO 2631-1 and ISO 2631-5 standards. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 39, n. 5, 2009.

CHRISTENSEN, A.; PETERSEN, F.; SORET, S.; SPENCER-HWANG, R. The association between low back pain and fatigue among commercial drivers. **Occupational Medicine & Health Affairs**. v. 1, n. 2013.

CODARIN, M. A. F.; MOULATLET, E M.; NEHME, P.; ULHOA, M.; MORENO, C. R. C. Associação entre prática de atividade física, escolaridade e perfil alimentar de motoristas de caminhão. **Saúde e Sociedade**. v. 19, n. 2, 2010.

CONWAY, G. E.; SZALMA J. L.; HANCOCK, P. A. A quantitative meta-analytic examination of whole-body vibration effects on human performance. **Ergonomics**. v. 50, n. 2, 2007.

COOPER, J.E.; TATE, R. B.; YASSI, A.; KHOKHAR, J. Effect of an early intervention program on the relationship between subjective pain and disability measures in nurses with low back injury. **Spine**, v.21, n.20, 1996.

CORLETT, E. N; MANENICA, I. The effects and measurement of working postures. **Applied Ergonomics**. v.11, n.1, 1980.

COSTA, M. M.; MASTROENI, S. S. B. S.; REIS, M. A. M.; ERZINGER, G. S, MASTROENI, M. F. Excesso de peso em motoristas de ônibus da rede urbana. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 19, n. 1, 2011.

COUTINHO, L. M. S.; SCAZUFCA, M.; MENEZES, P. R. Métodos para estimar razão de prevalência em estudos de corte transversal. **Revista de Saúde Pública**. v. 42, n. 6, 2008.

DEUS, M. J. **Comportamentos de risco à saúde e estilo de vida em motoristas de ônibus urbanos: recomendações para um programa de promoção de saúde**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

DEYO, R. A.; LOESER, J. D.; BIGOS, S. J. Herniated lumbar intervertebral disk. **Annals of Internal Medicine**. v. 112, n. 8, 1990.

DIRECTIVE 2002/44/EC of the European Parliament and of the Concil. **On the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration)**. 2002.

DONATI, P. Evaluation et prévention des vibrations mécaniques transmises à l'ensemble du corps ou aux membres supérieurs. **Encyclopédie Médico-chirurgicale, Toxicologie-Pathologie Professionnelle**. v.112, 1996.

DRERUP, B.; GRANITZKA, M.; ASSHEUER, J.; ZERLETT, G. Assessment of disc injury in subjects exposed to long-term whole-body vibration. **European Spine Journal**. v. 8, n. 6, 1999.

DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia prática**. 2ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2004.

DUNDURS, J. Whole-vibration at work of urban traffic drivers. **Acta Medica Lituanica**. v. 8, n. 4, 2001.

DUQUE, I. L.; PARRA, J. DUVALLEC, A. Aerobic fitness and limiting factors of maximal performance in chronic low back pain patients. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**. v. 22, 2009.

DUTRA, L. S. **Estudo do conforto vibracional de bancos automotivos relacionados a manequins antropométricos de 1 e 2 graus de liberdade**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina. 2003.

EKLUND, J.; ODENRICK, P.; ZETTERGREN, S.; JOHANSSON, H. Head posture measurements among work vehicle drivers and implications for work and workplace design. **Ergonomics**. v.37, n.4, 1994.

FAIRLEY, T. E. Predicting the discomfort caused by tractor vibration, **Ergonomics**. v. 38, n. 10, 1995.

FRANCHINI, D. **Análise do nível de vibrações verticais no assente de um trator agrícola**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria. 2007.

FRYMOYER, J. W.; CATS-BARIL, W. Predictors of low back pain disability. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. v. 221, 1987.

FUNAKOSHI, M.; TAODA, K.; TSUJIMURA, H.; NISHIYAMA, K. Measurement of whole-body vibration in taxi drivers. **Journal of Occupational Health**. v. 46, n. 2, 2004.

GANGOPADHYAY, S.; DEV, S. Effects of low back pain on social and professional life of drivers of Kolkata. **Work: A Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation**. v. 41, n. 1, 2012.

GERGES, S. N. Y. **Ruídos e vibrações veiculares**. Florianópolis: NR Editora, 2005.

GONÇALVES, L. G. O. **Aptidão física relacionada à saúde de policiais do município de Porto Velho – RO**. Dissertação de Mestrado em Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, 2006.

GRIFFIN, M. J. **Handbook of human vibration**. London: Academic Press, 1990.

GRIFFIN, M. J. A comparison of standardized methods for predicting the hazards of whole-body vibration and repeated shocks. **Journal of Sound and Vibration**, v. 215, n.4, 1998.

GRIFFIN, M. J. Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union: a review. **Occupational and Environmental Medicine**. v. 61, n. 5, 2004.

GUO, I. X.; ZHANG, M.; ZHANG, Y. M.; TEO, E. C. Vibration modes of injured spine at resonant frequencies under vertical vibration. **Spine**. v. 1, n. 34, 2009.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. Atividade física, aptidão física e saúde. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 1, n. 1, 1995.

GUTERRES, A.; DUARTE, D.; SIQUEIRA, F. V.; SILVA, M. C. Prevalência e fatores associados a dor nas costas dos motoristas e cobradores do transporte coletivo da cidade de Pelotas-RS. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 16, n. 3, 2011.

HAMPEL, G. A.; CHANG, W. R. Body height change from motor vehicle vibration. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 23, 1999.

HANGBERG, M.; BURSTROM, L.; EKMAN, A.; VILHELMSSON, R. The association between whole body vibration exposure and musculoskeletal disorders in the Swedish work force is confounded by lifting and posture. **Journal of Sound and Vibration**. v. 298, 2006.

HELFENSTEIN JUNIOR, M. H.; GOLDENFUM, M. A.; SIENA, C. Lombalgia ocupacional. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v. 56, n. 5, 2010.

HILL, T. E.; DESMOULIN, G. T.; HUNTER, C. Is vibration truly an injurious stimulus in the human spine? **Journal of Biomechanics**. v. 42, 2009.

HIRATA, R. P.; SAMPAIO, L. M. M.; LEITÃO FILHO, F. S. S.; BRAGHIROLI, A.; BALBI, B.; ROMANO, R.; INSALACO, G.; OLIVEIRA, L. V. F. General characteristics and risk factors of cardiovascular disease among interstate bus drivers. **The Scientific World Journal**. v. 2012, 2012.

HUBER, G.; SKRZYPIEC, D. M.; KLEIN, A.; PÜSCHEL, K.; MORLOCK, M. M. High cycle fatigue behaviour of functional spinal units. **Industrial Health**. v. 48, 2010.

HULSHOF, C.; ZANTEN, B. V. Whole-body vibration and low-back pain: a review of epidemiologic studies. **International Archives of Occupational and Environmental Health**. v. 59, 1987.

HULSHOF, C. T. J.; VERBEEK, J. H. A. M.; BRAAM, I. T. J.; BOVENZI, M.; DIJK, F. J. H. Evaluation of an occupational health intervention programme on whole-body vibration in forklift truck drivers: a controlled trial. **Occupational Environmental Medicine**. v. 63, 2006.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. São Paulo: Blücher, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. **Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements. ISO 2361-1**. Geneva, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. **Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 5: Method for evaluation of vibration containing multiple shocks. ISO 2361-5**. Geneva, 2004.

ISSUTIN, V. B.; LIEBERMANN, G.; TENENBAUM, G. Effect of stimulation training vibratory on maximal force and flexibility. **Journal of Sports Science**. v. 12, 1999.

JACKSON, A.; MORROW, J. R.; BRILL, P. A.; KOHL H. W.; GORDON, N. F.; BLAIR, S. N. Relations of sit-up and sit-and-reach tests to low back pain in adults. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**. v. 27, n.1, 1998.

JANG, H. K.; GRIFFIN, M. J. Effect of phase, frequency, magnitude and posture on discomfort associated with differential vertical vibration at the seat and feet. **Journal of Sound and Vibration**. v. 229, n. 2, 2000.

JETTE, M. The standardized test of fitness in occupational health: A pilot project. **Canadian Journal of Public Health**. v.69, 1978.

JOAHANNIG, E. Evaluation and management of occupational low back disorders. **American Journal of Industrial Medicine**. v. 37, n. 1, 2000.

JOHANNING, E.; FISCHER, S.; CHRIST, E.; GORES, B; LANDSBERGIS, P. Whole-body vibration exposure study in U.S. railroad locomotives - an ergonomic risk assessment. **American Industrial Hygiene Association Journal**. v. 63, n. 4, 2002.

JOHANNING, E.; LANDSBERGIS, P.; FISCHER, S.; CHRIST, E.; GORES, B; LUHRMAN, R. Whole-body vibration and ergonomic study of US railroad locomotives. **Journal of Sound and Vibration**. v. 298, 2006.

KARDELI, F.; GOMES, H. M. Análise do conforto quanto à vibração em automóveis de passeio. **Revista Liberato**. v. 12, n. 18, 2011.

KJELLBERG, A. Psychological aspects of occupational vibration. **Scandinavian Journal of work and Environmental Health**. v. 16, n. 1, 1990.

KUMAR, S. Theories of musculoskeletal injury causation. **Ergonomics**. v. 44, n. 1, 2001.

LEE, P.; HELEWA, A.; GOLDSMITH, C. H.; SSMYTHE, H. A.; STITT, L. W. Low back pain: prevalence and risk factors in an industrial setting. **Journal of Rheumatology**. v. 28, n. 2, 2001.

LEIGHTON, J. R. **Manual of instruction for Leighton flexometer**. New York: 1987.

LEWIS, C. A.; JOHNSON, P. W. Whole-body vibration exposure in metropolitan bus drivers. **Occupational Medicine**. v. 62, n.7, 2012.

LIN, C. C.; MCAULEY, J. H.; MACEDOC, L.; BARNETT, D. C.; SMEETS, S. J.; VERBUNT, J. A. Relationship between physical activity and disability in low back pain: a systematic review and meta-analysis. **Pain**. v. 152, 2011.

LIZIER, D. T.; PEREZ, M. V.; SAKATA, R. K. Exercícios para tratamento de lombalgia inespecífica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**. v. 62, n. 6, 2012.

LUOMA, K.; RIIMAKI, H.; RAININKO, R.; LUUKKONEN, R.; LAMMINEN, A.; VIKARI-JUNTUR, E. Lumbar disc degeneration in relation to occupation. **Scandinavian Journal of Work Environmental Health**. v. 24, n. 5, 1998.

MACEDO, C. S. G., BATTISTELLA, L. R. Impacto da lombalgia na qualidade de vida de motoristas de ônibus urbanos. **Arquivos de Ciências da Saúde – UNIPAR**. v. 11, n. 3, 2007.

MACEDO, E.; BLANK, V. L. G. Prevalência de dor lombar em motoristas de caminhão de transportadores de madeira, nos sul do Brasil. **Cadernos de Saúde Coletiva**. v. 14, n. 3, 2006.

MAEDA, S.; MORIOKA, M. Measurement of whole-body vibration exposure from garbage trucks. **Journal of Sound and Vibration**. v. 215, n. 4, 1998.

MAGNUSSON, M. L.; POPE, M. H.; WILDER, D. G.; AERESKOU, B. Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? **Spine**. v. 21, n. 6, 1996.

MAGNUSSON, M. L.; POPE, M. H.; HULSHOF, C. T. J.; BOVENZI, M. Development of a protocol for epidemiological studies of whole-body vibration and musculoskeletal disorders of the lower back. **Journal of Sound and Vibration**. v. 215, n. 4, 1998.

MAGORA, A. Investigation of the relation between low back pain and occupation. **Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine**. v. 5, 1973.

MANI, R.; MILOSAVLJEVIC, S.; SULLIVAN, S. J. The influence of body mass on whole-body vibration: a quad-bike field study. **The Ergonomics Open Journal**. v. 4, 2011.

MANSFIELD, N. J. **Human response to vibration**. Boca Raton: CRC Press, 2004.

MANSFIELD, N. J.; HOLMLUNDB, P.; LUNDSTRO, R.; LENZUNI, P.; NATALETTI, P. Effect of vibration magnitude, vibration spectrum and muscle tension on apparent mass and cross axis transfer functions during whole-body vibration exposure. **Journal of Biomechanics**. v. 39, 2006.

MASCARENHAS, A. L. M. **Aptidão física e distúrbios músculo-esqueléticos em trabalhadores**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho. Universidade Federal da Bahia, 2010.

MCQUADE, K. J.; TURNER, J. A.; BUCHNER, D. M. Physical fitness and chronic low back pain: an analysis of the relationships among fitness, functional limitations, and depression. **Clinical Orthopaedics and Related Research**. v. 233, 1988.

MELLIN, G. Correlations of spinal mobility with degree of chronic low back pain after correction for age and anthropometric factors. **Spine**. v.12, n. 5, 1987.

MELO, R. B. M. **Exposição ocupacional a vibrações transmitidas ao corpo inteiro: factores condicionantes na condução de autocarros urbanos**. Tese de Doutoramento. Programa de Pós-graduação em Motricidade Humana. Universidade Técnica de Lisboa, 2006.

MEHTA, C. R.; TEWARI, V. K. Seating discomfort for tractor operators - a critical review. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 25, n. 6, 2000.

MESTER, J.; KLEINODER, H.; YUE, Z. Vibration training: benefits and risks. **Journal of Biomechanics**. v. 39, n. 6, 2006.

MILLER, J. A. A.; SCHMATZ, C.; SCHULTZ, A. B. Lumbar disc degeneration: Correlation with age, sex, and spine level in 600 autopsy specimens. **Spine**. v.13, n. 2, 1988.

MILOSAVLJEVIC, S.; BERGAM, F.; REHN, B.; CARMAN, A.B. All-terrain vehicle use in agriculture: exposure to whole body vibration and mechanical shock. **Applied Ergonomics**. v. 41, 2010.

MILOSAVLJEVIC, S.; MCBRIDE, D. I.; BAGHERI, N.; VASILJEV, R. M.; 3, MANI, R.; CARMAN, A. B.; REHN, B. Exposure to whole-body vibration and mechanical shock: a field study of quad bike use in agriculture. **Annals of Occupational Hygiene**. v. 55, n. 3, 2011.

MILOSAVLJEVIC, S.; MANI, R.; RIBEIRO, D. C.; VASILJEV, R. M.; REHN, B. Exploring how anthropometric, vehicle and workplace factors influence whole-body vibration exposures during on-farm use of a quad bike. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 42, 2012.

MILOSEVIC, S. Drive's fatigue studies. **Ergonomics**. v. 40, n.3, 1997.

MOURA NETO, A. B.; SILVA, M. C. Diagnóstico das condições de trabalho, saúde e indicadores do estilo de vida de trabalhadores do transporte coletivo da cidade de Pelotas – RS. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 17, n. 5, 2012.

NACHEMSON, A. L. Exercise, fitness and back pain. In: BOUCHARD, C.; SHEPHARD, R.J.; STEPHENS, T.; SUTTON, J. R. **Exercise, fitness, and health: consensus of current knowledge**. Champaign: Human Kinetics, 1990.

NADALIN, V.; KREIGER, N.; PARENT, M.; SALMONI, A.; SASS-KORTSAK, A.; SIEMIATYCKI, J.; SLOAN, M.; PURDHAM, J. Prostate cancer and occupational whole-body vibration exposure. **The Annals of Occupational Hygiene**. v.56, n. 8, 2012.

NACI, H.; IOANNIDIS, J. P. A. Comparative effectiveness of exercise and drug interventions on mortality outcomes: metaepidemiological study. **British Medical Journal**. v. 347, n. f5577, 2013.

NITTI, R.; SANTIS, P. Assessment and prediction of whole-body vibration exposure in transport truck drivers. **Industrial Health**. v. 48, 2010.

NOORLOOS, D.; TESTEEG, L.; TIEMESSEN, I. J. H.; HULSHOF, C. T. J.; FRINGS-DRESEN, M. H. W. Does body mass index increase the risk of low back pain in a population exposed to whole body vibration? **Applied Ergonomics**. v. 39, n. 6, 2008.

NORMA REGULAMENTADORA. **Atividades e Operações Insalubres: NR – 15**. Atlas, São Paulo, 1992.

OKADA, A.; NAKAMURA, H. Review of dose-response relationship between low-level vibration and lower back pain. **Sangyo Eiseigaku Zasshi**. v. 55, n. 2, 2013.

OKUNRIBIDO, O. O.; SHIMBLES, S. J. MAGNUSSON, M.; POPE, M. City bus driving and low back pain: A study of the exposures to posture demands, manual materials handling and whole-body vibration. **Applied Ergonomics**. v. 38, 2007.

OKUNRIBIDO, O. O.; MAGNUSSON, M.; POPE, M. H. The role of whole body vibration, posture and manual materials handling as risk factors for low back pain in occupational drivers. **Ergonomics**. v. 51, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, C. G.; SIMPSON, D. M.; NADAL, J. Lumbar back muscle activity of helicopter pilots and whole-body vibration. **Journal of Biomechanics**. v. 34, n.10, 2001.

ÔNIBUS DE CURITIBA. Disponível em <<http://www.onibusdecuritiba.com.br>> Acesso em: 01 de julho de 2013.

ÖZKAYA, N.; GOLDSHEYDER, D.; WILLEMS, B. Effect of subway car design on vibration exposure. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v.19, n. 5, 1994.

PACKER, S. P. **Estudo sobre a influência da vibração na execução de tarefas de pilotos de aeronaves**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica. Universidade de São Paulo. 2008.

PADDAN, G. S.; GRIFFIN, M. J. Effect of seating on exposures to whole-body vibration in vehicles. **Journal of Sound and Vibration**. v. 253, n. 1, 2002.

PALMER, K. T.; COGGON, D.; PANNETT, B.; GRIFFIN, M. The development of a self-administered questionnaire to assess exposures to hand-transmitted and whole-body vibration and their health effects. **Journal of Sound and Vibration**. v. 215, n. 4, 1998.

PALMER, K. T.; GRIFFIN, M. J.; BENDALL, H.; PENNETT, B. Prevalence and pattern of occupational exposure to whole body vibration in Great Britain: findings from a national survey. **Occupational Environmental Medicine**. v. 57, 2000.

PALMER, K. T.; GRIFFIN, M.; NTANI, G.; SHAMBROOK, J.; MCNEE, P.; SAMPSON, M. HARRIS, E. C.; COGGON, D. Professional driving and prolapsed lumbar intervertebral disc diagnosed by magnetic resonance imaging: a case-control study. **Scandinavian Journal of Work Environmental Health**. v. 38, n. 6, 2012.

PANJABI, M. M.; ANDERSSON, G. B. J.; JORNEUS, L.; HULT, E.; MATTSON, L. In vivo measurement of spinal column vibrations. **The Journal of Bone and Joint Surgery**. v. 68, n. 5, 1986.

PARDINI, R.; MATSUDO, S.; ARAUJO, T.; MATSUDO, V.; ANDRADE, E.; BRAGGION, A.; ANDRADE, D.; OLIVEIRA, L.; FIGUEIRA, A.; RASO, V. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ – versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 9, n. 3, 2001.

PARK, M. S.; FUKUDA, T.; KIM, T. G.; MAEDA. Health risk evaluation of whole-body vibration by ISO 2631-5 and ISO 2631-1 for operators of agricultural tractors and recreational vehicles. **Industrial Health**. v. 51, n. 3, 2013.

PATE, R. R. The evolving definition of physical fitness. **Quest**. v.40, 1988.

PITANGA, F. J. G. **Epidemiologia da atividade física, exercício físico e saúde**. 2ª edição. São Paulo: Phorte, 2004.

POLITO, M. D.; MARANHAÃO NETO, G. A.; LIRA, V. A. Componentes da aptidão física e sua influência sobre a prevalência de lombalgia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v.11, n. 2, 2003.

PORTARIA Nº 1.339, de 18 de novembro de 1999. **Lista de doenças relacionadas ao trabalho: relação de agente ou fatores de natureza ocupacional, com as respectivas doenças que podem estar com eles relacionadas**. Ministério de Estado da Saúde, Brasil.

PORTELA, B. S. **Resistência muscular abdominal e incidência de dor na coluna lombar em motoristas de transporte urbano da cidade de Guarapuava – PR**. Monografia de Conclusão de Curso. Graduação em Educação Física. Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2005.

PORTELA, B. S. **Resistência muscular abdominal e prevalência de dor lombar em cobradores e cobradoras de ônibus**. Monografia de Conclusão de Curso. Especialização em Ergonomia. Universidade Federal do Paraná, 2007.

PORTELA, B. S. **Análise da exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus: avaliações objetivas e subjetivas**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Paraná, 2008.

PORTELA, B. S.; CONSTANTINI, A.; QUEIROGA, M. R.; ZANNIN, P. H. T. Annoyance evaluation and the effect of noise on the health of bus drivers. **Noise & Health**. v. 15, n. 66, 2013.

PORTELA, B. S.; ZANNIN, P. H. T. Analysis of factors that influence noise levels inside urban buses. **Journal of Scientific & Industrial Research**. v. 69, 2010.

PORTELA, B. S.; ZANNIN, P. H. T. Assessment of occupational exposure to whole-body vibration: application of ISO standards 2631-1 and ISO 2631-5. In: **Noise and Ergonomics in the Workplace**. Nova Iorque: Nova Science Publishers, 2013.

PROPER, K. I.; VAN DEN HEUVEL, S. G.; VROOME, E. M.; HILDEBRANCHT, V. H.; VAN DER BEEK, A. J. Dose–response relation between physical activity and sick Leave. **British Journal of Sports Medicine**. v. 40, 2006.

QUEIROGA, M. R. **Influência dos fatores individuais na incidência de dor músculo esquelética em motoristas de ônibus da cidade de Londrina PR**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, 1999.

QUEIROGA, M. R.; FERREIRA, S. A. Ocorrência de dor na coluna vertebral em motoristas de ônibus e bombeiros militares. **UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**. v. 7, n.1, 2005.

QUEIROGA, M. R.; MICHELS, G. A influência de características individuais na incidência de dor músculo-esquelética em motoristas de ônibus da cidade de Londrina - PR. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 4, n.2, 1999.

QUINTAS, J. P. R. **Metodologia para avaliação de ruído e vibração no corpo humano em navios de transporte de cargas perigosas**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio grande do Sul. 2009.

RAMAZZINI, B. **As doenças dos trabalhadores**. São Paulo: Fundacentro. 1992.

REIS, P. F. MORO, A. R. P.; MIRANDA, C.; SANTOS, J. B.; CESAR, M. R. O uso da flexibilidade no programa de ginástica laboral compensatória, na melhoria da lombalgia em trabalhadores que executam suas atividades sentados. **Revista Produção**. v.3, n.3, 2003.

RIBEIRO, C. A. N. **Perfil do absenteísmo por lombalgia nos servidores públicos municipais da cidade de Goiânia**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Universidade de Brasília. 2010.

RIIHIMÄKI, H. Low-back pain, its origin and risk indicators. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**. v.17, 1991.

ROZALI, A.; RAMPAL, K.G.; SHAMSUL BAHRI, M. T.; SHERINA, M. S.; SHAMSUL AZHAR, S.; KHAIRUDDIN, H.; SULAIMAN, A. Low back pain and association with whole body vibration among military armored vehicle drivers in Malaysia. **Medical Journal of Malaysia**. v. 64, n.3, 2009.

SALIBA, T. M. **Manual prático de avaliação e controle de vibração**. Editora LTR: São Paulo, 2009.

SANTOS, B. R.; LARIVIERE, C.; DELISLE, S, PLAMONDON, A.; BOILEAU, P.; IMBEAU, D. A laboratory study to quantify the biomechanical responses to whole-body vibration: the influence on balance, reflex response, muscular activity and fatigue. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 38, 2008.

SANTOS JUNIOR, E. A. De que adoecem e morrem os motoristas de ônibus? **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. v. 1, n. 3, 2003.

SAPORITI, A. F.; BORGES, L. H.; SALAROLI, L. B.; MOLINA, M. D. C. M. Dores osteomusculares e fatores associados em motoristas de carretas nas rodovias do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**. v. 12, n. 1, 2010.

SADRI, G. H. A model of bus drivers' diseases: risk factors and bus accidents. **Iran Journal Medicine Science**. v. 27 n. 1 p. 39-41, 2002.

SAUDEK, C. E.; PALMER, K. A. Back pain revisited. **Journal Orthopaedic Sports Physical Therapy**. v.8, n.12, 1987.

SCHILLING, R. S. F. More effective prevention in occupational health practice? **Occupational Medicine**. v. 34, n. 3, 1984.

SEBASTIÃO, B. A.; MARIZIALE, M. H. P. A vibração como fator de risco para a saúde ocupacional. **Ciência, Cuidado e Saúde**. v. 7, n. 3, 2008.

SEDREZ, J. A.; ROSA, M. I. Z.; CUNHA, A.; CANDOTTI, C. T. Avaliação dos efeitos de um programa de ginástica laboral sobre a dor e qualidade de vida. **Cinergis**. v. 13, n. 2, 2012.

SEIDEL, H; HEIDE, R. Long-term effects of whole-body vibration: a critical survey of the literature. **International Archives of Occupational and Environmental Health**. v. 58, n. 1, 1986.

SEIDEL, H. On the relationship between whole-body vibration exposure and spinal health risk. **Industrial Health**. v. 43, 2005.

SEKULIC, D.; DEDOVIC, V.; RUSOV, S. Effect of shock vibrations due to speed control humps to the health of city bus drivers. **Scientific Research and Essays**. v. 75, n. 5, 2012.

SHIRI, R.; KARPINEN, J.; LEINO-ARJAS, P.; SOLIVIEV, S.; VIKARI-JUNTURA, E. The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. **American Journal of Epidemiology**. v. 171, n. 2, 2010.

SILVA, F. S.; MENDES, R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. **Revista de Saúde Pública**. v. 39, n. 1. 2005.

SILVEIRA, J. L. G. **Aptidão física, índice de capacidade de trabalho e qualidade de vida de bombeiros de diferentes faixas etárias em Florianópolis –SC**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Educação Física. Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

SLOTA, G. P. **Effects of seated whole-body vibration on spinal stability control**. Tese de Doutorado. Programa de Pós graduação em Engenharia Biomédica. Faculdade da Virgínia – EUA, 2008.

SOARES, L. J. P. **Os impactos financeiros dos acidentes de trabalho no orçamento brasileiro: uma alternativa política e pedagógica para redução dos gastos**. Trabalho de conclusão de curso. Especialização em Orçamento Público. Instituto Serzedello Corrêa, 2008.

SORE, M, R.; REZENDE, D. A. N.; NUNEZ, P. R. M. Nível de aptidão física dos motoristas de ônibus de Campo Grande – MS. **The FIEP Bulletin**. v. 8, 2013.

SOUZA, V. A. **Análise de impacto e risco de lesões no segmento superior associadas a execução da técnica de gyaku tsuki sobre makiwara por praticantes de karate do estilo shotokan**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2002.

STROYER, J; JENSEN, L. D. The role of physical fitness as risk indicator of increased low back pain intensity among people working with physically and mentally disabled persons: a 30-month prospective study. **Spine**. v. 1, n. 33, 2008.

SULLIVAN, A.; MACGILL, S. M. Changes in spine length during and after seated whole-body vibration. **Spine**. v. 15, n. 12, 1990.

SZETO, G. P. Y.; LAM, P. Work-related musculoskeletal disorders in urban bus drivers of Hong Kong. **Journal of Occupational Rehabilitation**. v. 17, 2007.

TAECHASUBAMORN, P.; NOPKESORN, T.; PANNARUNOTHAI, S. Comparison of physical fitness between rice farmers with and without chronic low back pain: a cross-sectional study. **Journal of the Medical Association of Thailand**. v. 93, n. 12, 2010.

TANIGUCHI, G.; OBA, L.; DUARTE, F. **O Transporte coletivo de Curitiba como integrador tecnológico de políticas públicas**. III Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Anais do III Encontro ANPPAS, 2006.

THAMSUWAN, O.; BLOOD, P.; CHING, R. P.; BOYLE, L.; JOHNSON, P. W. 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**. v. 43, 2013.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMANN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 6ª ed. Artmed: São Paulo, 2012.

TODA, Y.; SEGAL, N.; TAMAMI, T.; MORIMOTO, T.; OGAWA, R. Lean body mass and body fat distribution in participants with chronic low back pain. **Achieves of International Medicine**. v. 160, n. 21, 2000.

TSE, J. L. M.; FLIN, R.; MEARNS, K. Bus driver well-being review: 50 years of research. **Transportation Research Part F**. v. 9, 2006.

TVEITO, T. H.; HYSING, M.; ERIKSEN, H. R. Low back pain interventions at the workplace: a systematic literature review. **Occupational Medicine**. v. 54, 2004.

VERA, L. A. N.; FISCHMANN, A. A. **Análise dos atores na gestão do sistema de transportes públicos na cidade de Curitiba**. ENCONTRO DA ANPAD – Foz do Iguaçu, 1999.

WALBER, M. **Avaliação dos níveis de vibração existentes em passageiros de ônibus rodoviários intermunicipais, análise e modificação projetual**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

WANG, P. D.; LING, R. S. Coronary heart disease risk factors in urban bus drivers. **Public Health**. v. 115, 2001.

WASSERMAN, D. E.; WILDER, D. G.; POPE, M. H.; MAGNUSSON, M.; ALEKSIEV, A. R.; WASSERMAN, J. F. Whole-body vibration exposure and occupational work-hardening. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**. v. 39, n. 5, 1997.

WIDANARKO, B.; LEGG, S.; STEBENDONS, M.; ENG, A. MANNETJE, A.; CHENG, S.; PERARSE, N. Prevalence and work-related risk factors for reduced activities and absenteeism due to low back symptoms. **Applied Ergonomics**. v. 43, n. 4, 2012.

WILDER, D. G. The biomechanics of vibration and low back pain. **American Journal of Industrial Medicine**. v. 23, n. 4, 1993.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Obesity: preventing and managing the global epidemic**. 2000.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Global recommendations on physical activity for health**. 2010.

XIMENES, G. M. **Gestão ocupacional da vibração no corpo humana, aspectos técnicos e legais relacionadas a saúde e segurança.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós graduação em Sistemas de Gestão, Universidade Federal Fluminense. 2006.

ZANNIN, P. H. T. Occupational noise in urban buses. **International Journal of Industrial Ergonomics.** v. 36, 2006.

ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B.; GIOVANINI, C. R.; FERREIRA, J. A. C. Interior noise profiles of buses in Curitiba. **Transportation Research Part D.** v.8, 2003.

ZAVANELA, P. M.; CREWETHER, B. T.; LODO, L.; FLORINDO, A. A.; MIYABARA, E. H.; AOKI, M. S. Health and fitness benefits of a resistance training intervention performed in the workplace. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v. 26, n. 3, 2012.

.
.

ANEXO I – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
CENTRO OESTE - UNICENTRO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Vibração de corpo inteiro em motoristas: associação entre variáveis de aptidão física e dor lombar

Pesquisador: BRUNO SERGIO PORTELA

Área Temática: Área 9. A critério do CEP.

Versão: 2

CAAE: 03241312.2.0000.0106

Instituição Proponente: Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 135.936

Data da Relatoria: 30/10/2012

Apresentação do Projeto:

O presente estudo tem o objetivo de quantificar a exposição ocupacional a vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus urbanos. Para tanto, será feita a medição da vibração de corpo inteiro em uma amostra de 100 ônibus urbanos com o analisador Bruel e Kjaer 4447 nos três eixos corporais, em conformidade com a norma ISO 2631.

Objetivo da Pesquisa:


O presente estudo tem por objetivo avaliar a exposição de motoristas de ônibus urbanos à vibração de corpo inteiro, relacionado com os níveis de aptidão física e dor lombar.¿ Quantificar o nível de exposição à vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus urbanos;¿ Identificar os fatores que interveem no nível de vibração de corpo inteiro em ônibus urbanos;¿ Quantificar variáveis de aptidão física relacionada à saúde em motoristas

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os possíveis riscos do estudo estão relacionados com possíveis desconfortos produzidos pelo teste de dinamometria dorsal, além da obtenção de informações pessoais da amostra de motoristas.

Benefícios: Os benefícios da pesquisa estão relacionados com a produção de medições de vibração

Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Campus CEDETEG - (ao lado do Departamento de Nutrição)
Bairro: Vila Carli **CEP:** 85.040-080
UF: PR **Município:** GUARAPUAVA
Telefone: (42)3629-8177 **Fax:** (42)3629-8100 **E-mail:** comep_unicentro@yahoo.com.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
CENTRO OESTE - UNICENTRO 

em ambiente ocupacional e o entendimento da sua magnitude no ambiente de trabalho do motorista de ônibus. Em relação aos condutores, os benefícios são os conhecimentos dos fatores ergonômicos que estão relacionados a sua profissão e conseqüentemente quais medidas devem ser tomadas a fim de que posto de trabalhado tenha uma melhor adaptação ao empregado, proporcionando assim um ambiente de trabalho mais confortável e saudável.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador apresenta:

- a) Folha de rosto envolvendo seres humanos: devidamente assinada pelo pesquisador responsável, bem como pela responsável pela instituição proponente.
- b) TCLE: apresenta na forma de convite, conforme orientações da Resolução 196/96.
- c) Carta de autorização: devidamente assinada pelo representante legal da Empresa Pérola do Oeste.
- d) Cronograma de execução: datando as seguintes etapas: Levantamento bibliográfico, Coleta de dados, Análise de dados, Elaboração de relatório final
- e) Orçamento financeiro: O orçamento da pesquisa será executado pelo pesquisador responsável.
- f) Instrumentos para coleta de dados: apresenta questionário sobre incapacidade (OSWESTRY 2.0) e características e medição da amostra de motoristas

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador realizou a readequação sugerida incluindo nova carta de anuência da co-participante, onde constem assinatura do responsável e carimbo da empresa.

Recomendações:

O pesquisador realizou a readequação sugerida incluindo nova carta de anuência.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sugiro a aprovação do projeto conforme a Resolução 196.

Situação do Parecer:

Aprovado


Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

APROVADO.

Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Campus CEDETEG - (ao lado do Departamento de Nutrição)
Bairro: Vila Carlí **CEP:** 85.040-080
UF: PR **Município:** GUARAPUAVA
Telefone: (42)3629-8177 **Fax:** (42)3629-8100 **E-mail:** comep_unicentro@yahoo.com.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
CENTRO OESTE - UNICENTRO 

GUARAPUAVA, 31 de Outubro de 2012

Assinador por:
Maria Emilia Marcondes Barbosa
(Coordenador)

Endereço: Rua Simeão Camargo Varella de Sá, 03 - Campus CEDETEG - (ao lado do Departamento de Nutrição)
Bairro: Vila Carli **CEP:** 85.040-080
UF: PR **Município:** GUARAPUAVA
Telefone: (42)3629-8177 **Fax:** (42)3629-8100 **E-mail:** comep_unicentro@yahoo.com.br

ANEXO II – QUESTIONÁRIO DE PREVALÊNCIA DE DOR

Intensidade				
1	2	3	4	5
↑ Nenhum desconforto/ dor	↑ Algum desconforto/ dor	↑ Moderado desconforto/ dor	↑ Bastante desconforto/ dor	↑ Intolerável desconforto/ dor
<i>Escala progressiva de desconforto/dor</i>				

Tronco

Pescoço (0)
1 2 3 4 5

Região cervical (1)
1 2 3 4 5

Costas-superior (2)
1 2 3 4 5

Costas-médio (3)
1 2 3 4 5

Costas-inferior (4)
1 2 3 4 5

Bacia (5)
1 2 3 4 5

Lado esquerdo

Ombro (6)
1 2 3 4 5

Braço(8)
1 2 3 4 5

Cotovelo (10)
1 2 3 4 5

Antebraço (12)
1 2 3 4 5

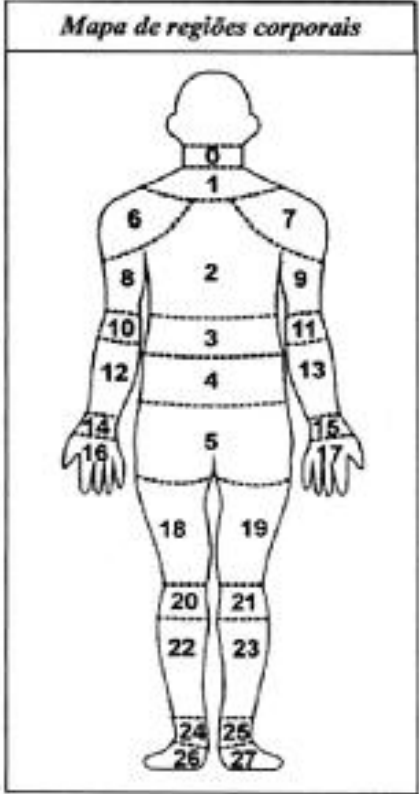
Punho (14)
1 2 3 4 5

Mão (16)
1 2 3 4 5

Coxa (18)
1 2 3 4 5

Perna (20, 22, 24, 26)
1 2 3 4 5

Mapa de regiões corporais



Lado direito

Ombro (7)
1 2 3 4 5

Braço(9)
1 2 3 4 5

Cotovelo (11)
1 2 3 4 5

Antebraço (13)
1 2 3 4 5

Punho (15)
1 2 3 4 5

Mão (17)
1 2 3 4 5

Coxa (19)
1 2 3 4 5

Perna (21, 23, 25, 27)
1 2 3 4 5

Diagrama de Corlett e Manenica (1980)

ANEXO III – QUESTIONÁRIO DE NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – IPAQ VERSÃO CURTA

Nome: _____

Data: ___/___/___ Idade: _____ Sexo: F () M ()

Você trabalha de forma remunerada: () Sim () Não

Quantas horas você trabalha por dia: _____

Quantos anos completos você estudou: _____

De forma geral sua saúde está:

() Excelente () Muito boa () Boa () Regular () Ruim

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação a pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física em uma semana **NORMAL, USUAL** ou **HABITUAL**. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo.

Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez:

1a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **VIGOROSAS** por por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que faça você suar **BASTANTE** ou aumentem **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias_____ por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você faz essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanta tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas: _____ Minutos:_____

2a. Em quantos dias de uma semana normal, você realiza atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que faça você suar leve ou aumentem **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias_____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você faz essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gasta fazendo essas atividades por dia?

Horas: _____ Minutos:_____

3a. Em quantos dias de uma semana normal você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias_____ por **SEMANA** () Nenhum

3b. Nos dias em que você caminha por pelo menos 10 minutos contínuos quanta tempo no total você gasta caminhando por dia?

Horas: _____ Minutos:_____

4a. Estas últimas perguntas são em relação ao tempo que você gasta sentado ao todo no trabalho, em casa, na escola ou faculdade e durante o tempo livre. Isto inclui o tempo que você gasta sentado no escritório ou estudando, fazendo lição de casa, visitando amigos, lendo e sentado ou deitado assistindo televisão.

Quanto tempo por dia você fica sentado em um dia da semana?

Horas: _____ Minutos:_____

4b. Quanto tempo por dia você fica sentado no final de semana?

Horas: _____ Minutos:_____

APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

Prezado Motorista:

Gostaria de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada: “Vibração de Corpo Inteiro em Motoristas de Ônibus: Associação com variáveis de Aptidão Física e Dor Lombar” excetuada pelo Doutorando Bruno Sergio Portela do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO e Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Com o intuito de contribuir para processo de melhoramento das condições de trabalho, a pesquisa procura verificar o nível de exposição à vibração em ônibus urbanos, haja visto que a literatura científica demonstra que muitos veículos podem emitir níveis elevados de vibração e que isto pode causar alguma interferência sobre a saúde do motorista.

O procedimento de coleta de dados constará na avaliação do nível de vibração de corpo inteiro nos ônibus, na avaliação da prevalência de dor na região da coluna lombar e nível de aptidão física em motorista de ônibus. Para tanto, serão avaliadas as medidas antropométricas de massa corporal e estatura, idade, tempo de trabalho e tipo de veículo que conduz predominantemente. Também serão avaliadas as variáveis de aptidão física de força lombar, flexibilidade isquiotibial, resistência muscular abdominal e nível de atividade física. Para avaliação da possível ocorrência de dor na região da coluna lombar, um questionário será aplicado.

A participação do motorista neste estudo será completamente desvinculada de divulgações envolvendo seus nomes, garantindo por meio deste, o anonimato total dos dados. Assegura-se a possibilidade da empresa

decidir desistir da participação na pesquisa em qualquer uma das etapas, sem qualquer tipo de sanção. Caso haja alguma sensação desconfortável durante o estudo o pesquisador interromperá a avaliação, se houver qualquer dano à saúde do funcionário o pesquisador se responsabilizará e tomará as devidas providências.

Espera-se que seja verificada uma relação entre maiores níveis de aptidão física e menor prevalência de dor lombar, mesmo em ambientes de trabalho que possuam um alta magnitude de vibração de corpo inteiro. O estudo é importante pois trata da uma medição de um fator de risco para dor nas costas muito grave, a vibração de corpo inteiro do ônibus. Dessa maneira, contribui-se para o avanço no entendimento do nível de exposição à vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus e sua ligação com dor nas costas, promovendo a verificação se a aptidão física interfere nesta relação.

Em caso de dúvidas quanto à realização da pesquisa, ou interesse no resultado final da mesma, o pesquisador responsável Bruno Sergio Portela pode ser contatado pelo fone 42 3629-8132 (em horário comercial), e-mail portela@unicentro.br ou ainda pelo endereço Rua Coronel Saldanha, 363, Bairro Alto da XV em Guarapuava –PR.

Eu, _____, após ter lido e compreendido as informações e esclarecido todas as minhas dúvidas referentes a este estudo com o pesquisador Bruno Sergio Portela, CONCORDO VOLUNTARIAMENTE em participar do mesmo, autorizando o uso dos dados aferidos para fim de pesquisa científica.

Bruno Sergio Portela, Msc

LABIER - Laboratório de Biomecânica e Ergonomia

Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO - Campus CEDETEG

Departamento de Educação Física de Guarapuava - DEDUF/G

Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Vila Carli - 85040-080

Guarapuava-PR (42) 3629 8132

APÊNDICE II – FICHA DE AVALIAÇÃO DA APTIDÃO FÍSICA

Identificação Funcional: _____

Idade: _____ (anos)

Tempo de serviço como motorista: _____ (anos)

Tipo de ônibus que dirige predominantemente:

() Convencional

() Micro-ônibus

() Ligeirinho

() Articulado

() Biarticulado

Massa Corporal: _____ (kg)

Estatura: _____ (cm)

Força Lombar: _____, _____ (kgf)

Flexibilidade Isquiotibial: _____, _____ (cm)

Resistencia Muscular Abdominal: _____ (rep)