

# AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DE PASSAGEIROS AO RUÍDO NO INTERIOR DE ÔNIBUS DO TRANSPORTE PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE ITAJUBÁ

## *Evaluating noise exposure levels inside the buses for urban transport in the city of Itajuba-MG, Brazil*

Luiz Felipe Silva <sup>(1)</sup>, Fábio Nogueira Correia <sup>(2)</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** avaliar os níveis de exposição sonora no interior dos ônibus de transporte urbano na cidade de Itajubá – MG, contemplando conforto e risco à saúde. **Método:** uma amostra de itinerários foi determinada para que dosimetrias fossem empreendidas para avaliar a exposição. Os critérios de incômodo e de perda auditiva se referenciaram pelos estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). **Resultados:** em 15 linhas avaliadas, totalizando mais de 23 h de avaliação, o nível sonoro variou de 78 a 84 dB(A). A média aritmética dos valores obtidos foi de  $81 \pm 0,9$  dB(A). **Conclusão:** os ônibus avaliados não oferecem conforto adequado no que concerne aos parâmetros acústicos. Há a necessidade de oferecer veículos mais bem projetados de modo a reduzir o nível de ruído emitido pelo veículo.

**DESCRIPTORIOS:** Ruído dos transportes; Efeitos do Ruído; Medição de Ruído

### ■ INTRODUÇÃO

A produção de ruído no transporte urbano, compreendendo o rodoviário, aéreo e ferroviário têm sido analisados em estudos, no que se refere a diversos efeitos à saúde, em especial o incômodo e distúrbios no sono<sup>1-3</sup>. Modelos matemáticos têm sido confeccionados explorando a associação entre ruído de tráfego e incômodo<sup>4,5</sup>. Na realidade urbana, o tráfego de veículos tem sido apontado como sendo o de maior relevância no que concerne à produção de incômodo<sup>6</sup>.

Outros efeitos decorrentes da exposição ao ruído gerado por trânsito de veículos, a exemplo da doença isquêmica do coração, foram descritos estando associados à produção de incômodo<sup>7</sup>.

Influência deletéria no desempenho escolar é outro efeito abordado em razão da exposição ao ruído gerado por tráfego aéreo<sup>8</sup>.

Estudo realizado com avaliação de nível de pressão sonora no posto de motoristas de ônibus de transporte coletivo urbano revelou que a exposição semanal era de aproximadamente 84 dB(A) quando o veículo era dotado de motor dianteiro e 77 dB(A) para veículos com o motor posicionado na parte traseira<sup>9</sup>.

Observa-se que não há estudos que se dedicam a avaliar o conforto ou o risco de agravo à saúde de passageiros nestes meios de transporte, no que se refere à exposição ao ruído. Este estudo objetivou avaliar os níveis de exposição sonora no interior dos ônibus de transporte urbano na cidade de Itajubá – MG, contemplando conforto e risco à saúde.

### ■ MÉTODO

Embora haja normas brasileiras que abrangem o tema, optou-se por nortear a avaliação pelas diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS)<sup>10</sup>, uma vez que este documento tem referência ao

<sup>(1)</sup> Engenheiro; Professor do Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá – IRN-UNIFEI, Itajubá, Minas Gerais, Brasil; Doutor em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

<sup>(2)</sup> Engenheiro; Instituto de Recursos Naturais da Universidade Federal de Itajubá – IRN-UNIFEI, Itajubá, Minas Gerais, Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

tempo de exposição, mesmo no que concerne às questões de conforto. Além disso, este documento, no tocante ao cenário ocupacional, se assenta sobre critérios de risco mais sólidos, uma vez que o usa o princípio da igual energia, compatível com o critério adotado pela ISO-1999<sup>11</sup>.

O estudo foi conduzido no município de Itajubá, localizado na região sul do Estado de Minas Gerais, que abriga uma população de 86.673 habitantes<sup>12</sup>.

Na ocasião do estudo, entre os meses de agosto e novembro de 2009, a cidade de Itajubá era servida por 24 linhas de ônibus urbano, administradas por somente uma empresa prestadora de serviços<sup>13</sup>.

O processo de amostragem obedeceu ao padrão definido para ambientes ocupacionais que se fundamenta na estruturação de grupos homogêneos de exposição para o dimensionamento da amostra<sup>14</sup>. Desse modo, o conjunto de linhas e horários de ônibus se constituiu como um grupo homogêneo de exposição para se estabelecer uma amostragem de caráter aleatório sem reposição. Portanto, em adaptação à metodologia citada, considerou-se o grupo de 24 linhas ou trajetos de ônibus como homogêneo e foi determinado o número de 18 avaliações, compreendendo 15 linhas, segundo Tabela 1. Para conferir aleatoriedade no processo de amostragem, a seleção das linhas avaliadas foi conduzida a partir do número de horários por linha, desconsiderando finais de semana, totalizando 291

horários. Para cada horário, compreendendo ida e retorno, foi designado um número para realizar o sorteio, com reposição.

Segundo este procedimento, na amostragem deve haver a definição de duas magnitudes. A primeira, designada como T, representa a proporção do grupo de amostra com os valores mais elevados de exposição ao ruído. O valor de T varia entre 0 e 1. Para a proporção de 10%, T = 0,1, por exemplo. A segunda magnitude, se refere à probabilidade de se perder todas as amostras com os maiores níveis de exposição. Para este procedimento foi adotado T = 0,1 e  $\alpha = 0,05$ .

No estudo somente foram incluídos os ônibus urbanos de transporte regular de passageiros, excluindo outros veículos similares, como escolares, de deslocamento para o trabalho e interurbanos.

Para o procedimento de avaliação de exposição foi empregado um dosímetro marca Instrutemp, modelo DOS 500, configurado de acordo com os padrões da norma ISO-1999<sup>14</sup>, ou seja, com o fator de troca igual a três ou conceito de igual energia. O instrumento foi acionado a partir do início da viagem e interrompido em seu final, completando o ciclo total do trajeto. Os dados foram armazenados e posteriormente descarregados e analisados em programa computacional específico para uso. O nível limiar foi definido como 70 dB(A). O instrumento forneceu valores do nível sonoro equivalente ponderado "A" (LAeq), em dB(A), durante a viagem, que se expressa pela equação 1.

$$L_{Aeq} = 10 \log \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n n_i 10^{L_{pi}/10} \right] \quad (1)$$

Onde:

Lp(t) é o nível sonoro no instante t;

n<sub>i</sub> corresponde ao número de leituras do nível sonoro L<sub>pi</sub>;

N se refere o total de amostras no intervalo do tempo de registro.

Um dos autores deste estudo portou o instrumento para proceder a avaliação de exposição ao ruído. O microfone foi instalado em sua lapela e ele esteve posicionado, sentado ou não, preferencialmente, entre o posto de trabalho do motorista e o do cobrador do ônibus, na seção frontal do veículo, buscando a situação de maior exposição, já que a totalidade da amostra de ônibus avaliada apresenta motores na seção dianteira do veículo. Foi utilizada uma planilha para coleta de dados em campo, concernentes ao modelo e idade do veículo, data, horário de medição e linha avaliada. Os percursos de ida e volta foram objeto da avaliação.

**Tabela 1 – Distribuição do número de amostras por linha, com respectivos números de horários**

	Linha	Horários por linha	N
1	A	15	1
2	B	14	1
3	C	27	1
4	D	28	1
5	E	13	1
6	F	26	3
7	G	25	1
8	H	16	1
9	I	11	1
10	J	14	1
11	K	12	2
12	L	7	1
13	M	7	1
14	N	7	1
15	O	11	1
	Total		18

Segundo os pesquisadores, Em um procedimento de avaliação há três fontes importantes de erro: erro de amostragem e do instrumento; erro analítico e flutuações ambientais. A última fonte é a considerada como sendo a mais relevante. Os erros analítico e do instrumento utilizado no procedimento podem ser definidos pelo Coeficiente de Variação (CV), que representa o desvio-padrão dividido pela média aritmética dos valores observados. Desse modo, considerando o erro do dosímetro como  $\pm 2$  dB(A), uma estimativa do nível de exposição pode ser estabelecida quando a variabilidade da média da amostra estiver inserida no campo do limite deste erro, com  $(1 - \alpha)\%$  de confiança, onde  $\alpha$  é igual ao nível de erro. O cálculo do intervalo de confiança da média é efetuado pela fórmula 2<sup>15</sup>:

$$\bar{x} \pm t \times \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

Onde:

x = média dos valores dos níveis sonoros equivalentes da distribuição amostral;

t = valor da distribuição t com (n-1) graus de liberdade e um nível de confiança  $(1 - \alpha)$ ;

n = número de amostras;

s = desvio padrão da distribuição amostral.

No que tange à exposição ao ruído e ao risco de perda auditiva, foi estabelecido o padrão de 70 dB(A) por 24h. Na tabela 2, adaptada do documento da OMS<sup>10</sup>, que estabelece as diretrizes para ruído na comunidade, estão expostos os principais valores limite e as respectivas bases temporais.

Para determinação de situações de incômodo moderado ou severo, o documento referido apresenta limites de 50 e 55 dB(A) por 16h, respectivamente<sup>10</sup>.

Para dimensionamento da exposição, correspondente a 24 h ( $L_{ex}$ ), foi empregada a equação 3 de nível de exposição proposta pela ISO-1999 (1990):

$$L_{ex} = L_{Aeq} + 10 \log \left( \frac{t_e}{24} \right) \text{dB(A)} \quad (3)$$

$t_e$  = tempo de exposição ao ruído no interior do ônibus

$L_{Aeq}$  = valor do nível sonoro obtido pelo dosímetro em dB(A).

Como critério, são estabelecidos os valores de 50 e 55 dB(A), como prevenção de incômodo moderado ou severo, respectivamente, para um período de 16 horas como referência. Desse modo, o nível de exposição neste caso é expresso segundo a equação 4:

$$L_{ex} = L_{Aeq} + 10 \log \left( \frac{t_e}{16} \right) \text{dB(A)} \quad (4)$$

O período de 16 horas é uma referência estabelecida pela OMS<sup>10</sup>, do mesmo modo que existe o tempo padrão de oito horas para ambientes e processos de trabalho, lembrando que os tempos de exposição ao ruído podem, naturalmente, diferir deste valor também.

## ■ RESULTADOS

Após a avaliação em 15 itinerários, totalizando 23h23min de medição, o nível sonoro observado variou de 78 a 84 dB(A). Os dados obtidos, por linha estudada, advindos dos procedimentos de avaliação de exposição ao ruído no interior dos ônibus podem ser observadas na Tabela 3.

Pressupondo que a distribuição dos níveis de exposição apresente uma distribuição normal, a média aritmética dos níveis sonoros equivalentes obtidos no procedimento nas 18 avaliações foi de 81 dB(A). Considerando a distribuição amostral, o

**Tabela 2 – Valores de referência para ruído comunitário em ambientes específicos**

Ambiente específico	Efeito crítico à saúde	$L_{Aeq}$ [dB(A)]	Base temporal [horas]
Áreas externas de vivência	Incômodo sério, diurno e noturno	55	16
	Incômodo moderado, diurno e noturno	50	16
Áreas industriais, comerciais e de tráfego, internas e externas	Perda auditiva	70	24

Adaptado de: OMS<sup>10</sup>

**Tabela 3 – Distribuição dos níveis sonoros equivalentes [dB(A)] segundo linha avaliada, marca de veículo, ano de fabricação, observações sobre o trajeto e duração da viagem**

Linha	Marca do veículo	Ano de fabricação	Observações	Duração da viagem	LAeq [dB(A)]
A	Volkswagen	2007	Percorre um pequeno trecho de via sem pavimentação. Além disso, o itinerário desta linha abrange ruas com pavimento asfáltico, com paralelepípedo e blocos de concreto. Além da vibração constante da carroceria do veículo, a qual provocava altos níveis de ruído, o soar estridente da campainha de solicitação de parada foi considerado como um fator adicional de incômodo.	1h10min	83
B	Mercedes-Benz	2004	O trajeto desta linha se desenvolve entre dois bairros na região urbana, não apresentando trechos sem pavimentação. Percorre trechos pavimentados com blocos de concreto, paralelepípedo e asfalto. Há trechos com aclive importante no trajeto.	52 min	84
C	Mercedes-Benz	2009	Trecho dotado de aclives importantes no trajeto de ida. Além do ruído emitido pelo motor, o provocado pela campainha e pela abertura e fechamento das portas podem ser considerados como fontes adicionais de incômodo.	1h20min	79
D	Mercedes-Benz	2009	A pavimentação das vias observada no itinerário deste ônibus é constituída por diferentes tipos como: paralelepípedo, blocos de concreto e asfalto	1h22min	78
E	Mercedes-Benz	2003	Condições de trajeto similares à anterior.	1h17min	79
F	1. Mercedes-Benz	2006	Trajeto com trechos dotados de aclive importante trafega em seções de rodovia, que contribuem para a intensificação do ruído no veículo: o primeiro pelo aumento do torque do motor em subidas, e o segundo pela possibilidade de imprimir velocidade maior quando o veículo faz uso de trecho de rodovia. Interessante Observar que, apesar desta linha percorrer um trecho significativo de uma rodovia, com pavimentação asfáltica em excelente estado de conservação, os níveis de ruído não sofreram redução neste trajeto. Pode-se inferir que o ruído do motor é o dominante no interior do ônibus.	1h24min	82
	2. Mercedes-Benz	2006		1h23min	83
	3. Mercedes-Benz	2004		1h08min	81
G	Mercedes-Benz	2006	Trajeto com as características típicas de pavimentação do município, ou seja: paralelepípedos, blocos de concreto e, em minoria, seções com asfalto.	1h12min	80
H	Mercedes-Benz	2004	Linha que alcança uma comunidade rural. Utiliza trechos de rodovias e regiões sem pavimentação.	56min	84
I	Mercedes-Benz	2001	Percurso constituído por trechos sem pavimentação. Além de problemas como o intenso ruído proveniente do motor do veículo, a vibração provocada pela pavimentação da cidade e também do motor, a catraca registradora de passageiros também é responsável por significativa contribuição aos níveis de ruído observados.	2h10min	80
J	Mercedes-Benz	2004	Trajeto com as características típicas de pavimentação do município, ou seja: paralelepípedos, blocos de concreto e, em minoria, seções com cobertura asfáltica.	1h07min	81
K	1. Mercedes-Benz	2009	Trajeto com as características típicas de pavimentação do município, ou seja: paralelepípedos, blocos de concreto e, em minoria, seções com cobertura asfáltica.	1h09min	80
	2. Mercedes-Benz	2006		1h02min	80
L	Mercedes-Benz	2001	Linha que atende comunidades rurais, trafegando um trecho importante de vias sem pavimentação.	2h20min	83
M	Mercedes-Benz	2001	Percurso efetuado em grandes trechos não dotados de pavimentação.	1h30min	81
N	Mercedes-Benz	2003	Atende região da comunidade rural, com trechos sem pavimentação e ainda utilizando, em parte, rodovia em seu trajeto, na qual pode imprimir maior velocidade.	1h	79
O	Mercedes-Benz	2006	Linha que, provavelmente, mais enfrenta obstáculos topográficos, pois atravessa bairros com vias com aclive importante e pavimentação urbana típica	1h20mn	82

desvio padrão de 1,8 dB(A) e o estabelecido pela fórmula 2, foi determinado o intervalo de confiança (95%) de 0,9 dB(A), indicando que o número de medidas realizadas foi suficiente para caracterizar o ambiente, desde que o valor é inferior ao erro do equipamento de 2 dB(A).

A média dos valores dos  $L_{Aeq}$  foi utilizada para avaliar o risco de perda auditiva, conforme os critérios definidos na metodologia. Para tanto, foi considerado um intervalo de tempo de uso de ônibus até quatro horas por dia, como estimativa. Os resultados podem ser observados na Figura 1.

Pode ser observado pela Figura 1, considerando a média dos valores de  $L_{Aeq}$  de 81 dB(A), e uso habitual do ônibus, que há superação do limite de 70 dB(A), valor estabelecido para um período de exposição de 24 h, segundo a OMS<sup>10</sup> para prevenção do risco de perda auditiva, quando o tempo de viagem for superior a uma hora e 54 minutos por dia. Este tempo pode ser observado visualmente pelo gráfico ou pela equação 3, apresentada de outra forma:

$$t_e = 24 \times 10^{\left( \frac{L_{ex} - L_{Aeq}}{10} \right)} \text{ horas}$$

Onde :

$L_{ex}$  (nível critério) = 70 dB(A)

$L_{Aeq}$  (média dos valores observados) = 81 dB(A)

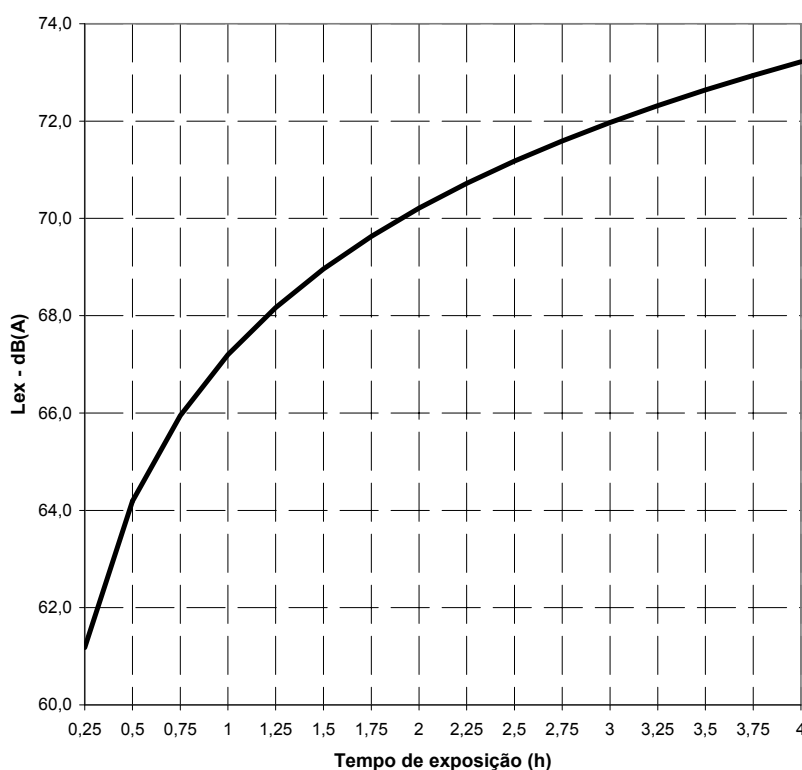
24 = tempo referência, em horas.

No tocante aos níveis individuais de exposição ao ruído, ou seja, por linha avaliada, puderam ser determinados, a partir dos valores de maior magnitude, os tempos limite para se atingir o valor critério de 70 dB(A), conforme exposto na Figura 2.

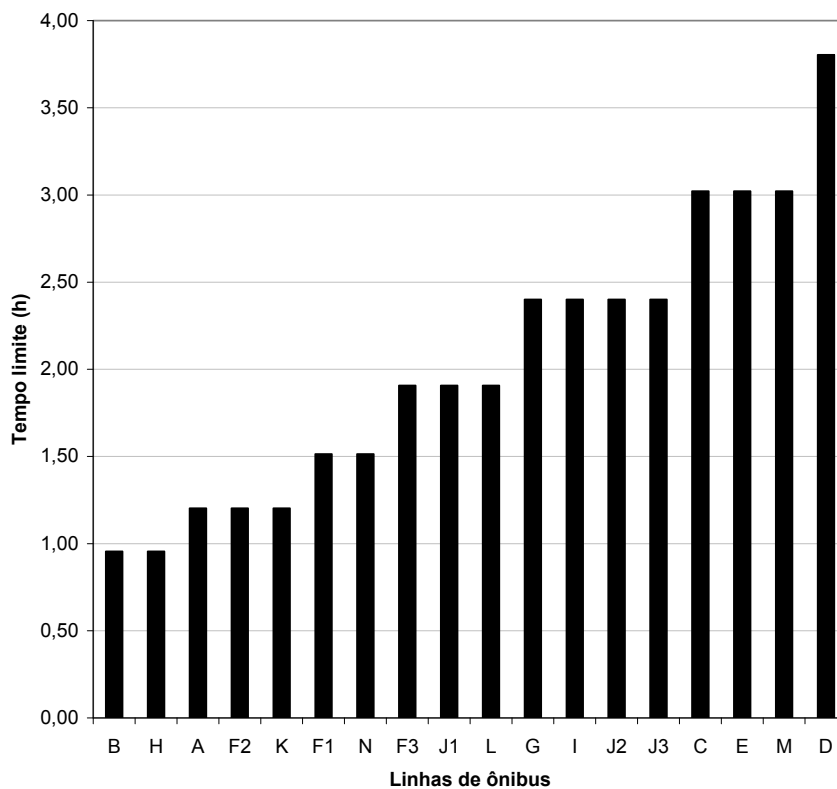
Conforme verificado pela figura 2, para as linhas B e H e A, F2 e K, as de maior magnitude de exposição sonora, seriam necessários 57 e 72 minutos respectivamente, para se alcançar o nível critério de exposição de 70 dB(A).

Em relação ao conforto, definido a partir de incômodos moderado ou severo, em todas as linhas observadas, foi possível verificar que os limites de referência de 50 e 55 dB(A), respectivamente, foram superados. Esta constatação pode ser observada pela Figura 3.

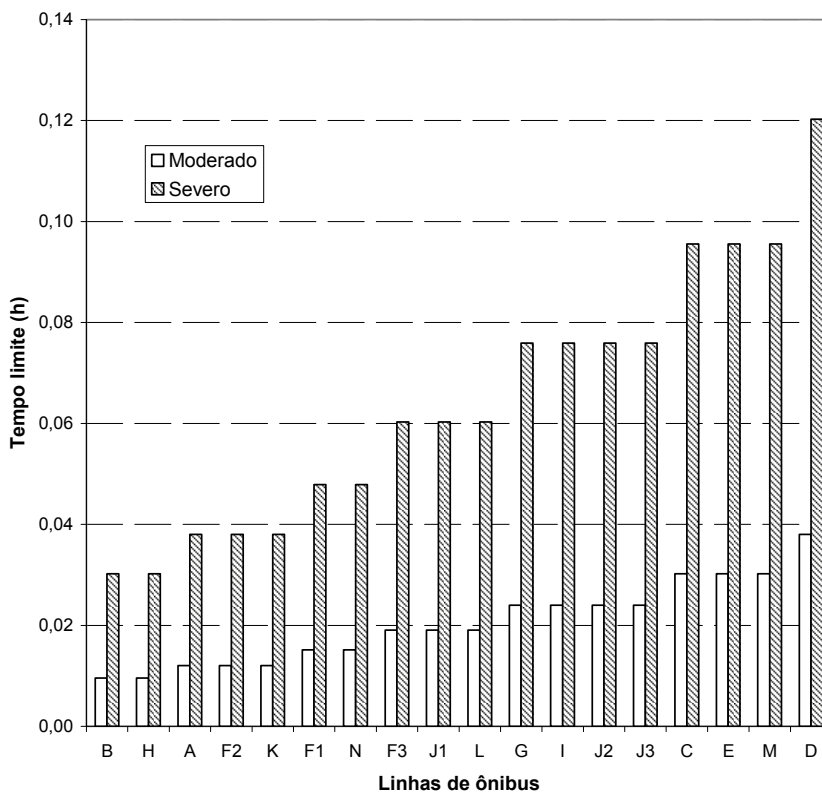
Para as linhas registradas como as mais ruidosas, B e H, seriam necessários somente 23 e 73 s para se alcançar os limites de 50 e 55 dB(A), níveis para incômodo moderado e severo, respectivamente.



**Figura 1 – Estimativa do nível de exposição ao ruído ( $L_{ex}$ ), em dB(A), no interior dos ônibus segundo tempo de viagem, em horas**



**Figura 2 – Tempos limite, em horas, para se atingir o nível critério de 70 dB(A), segundo linhas de ônibus avaliadas**



**Figura 3 – Tempos limite, em horas, para se atingir o nível critério de 50 e 55 dB(A), segundo linhas de ônibus avaliadas**



## ■ DISCUSSÃO

Foi possível verificar, por meio deste estudo exploratório das condições de transporte urbano, no tocante à exposição ao ruído, que este fator pode se comportar como risco de agravo à saúde. As configurações dos ônibus avaliados não permitem oferecer uma situação adequada do ponto de vista de conforto, pois o motor, fonte expressiva de ruído, está posicionado na seção frontal do veículo. Possivelmente o isolamento acústico composto pelo capô não tem sido capaz de propiciar um ambiente adequado para os passageiros.

Diversos tempos de viagem no interior dos veículos foram considerados como uma forma de estimar o valor da exposição ao ruído. Pôde ser observado que houve superação dos limites de incômodo moderado ou severo para todas as linhas e padrões de viagem. Dentre as observações de incômodo severo, nas linhas B e H bastariam apenas 73 segundos para a superação do limite de 55 dB(A). Além disso, nas mesmas linhas citadas anteriormente, viagens habituais superiores a 58 minutos configurariam como risco de perda auditiva, considerando as referências da OMS<sup>10</sup>.

Do mesmo modo, a estimativa do tempo foi baseada na utilização da equação 4, sob outra forma:

$$t_e = 16 \times 10^{\left( \frac{L_{ex} - L_{Aeq}}{10} \right)} \text{ horas}$$

Onde :

$L_{ex}$  (nível critério) = 55 dB(A)

$L_{eq}$  (média dos valores observados) = 84 dB(A)

16 = tempo referência, em horas.

O prejuízo de maior significância provocado pelo ruído interior observado nos ônibus pode atingir os passageiros que viajam na área frontal do veículo. Esta área, devido à proximidade com o motor, tende a ser mais ruidosa. Pressupondo esta situação, as avaliações foram realizadas nos primeiros assentos do veículo.

Este estudo também permitiu constatar a ausência de normas específicas relacionadas ao conforto acústico de passageiros do transporte público coletivo. Além disso, não foram localizados trabalhos que têm se dedicado ao conforto dos passageiros como tema central, fato que dificulta análises comparativas dos dados obtidos. A escolha do documento da OMS<sup>10</sup> foi considerada acertada, pois utiliza de critérios de risco compatíveis a ISO-1999<sup>11</sup> e, além disso, considera padrões temporais também para o parâmetro do incômodo, permitindo, desse modo, estabelecer estimativas.

## ■ CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa reforçam a necessidade de oferecer transporte público também adequado no tocante ao conforto acústico. A temática de transporte público envolve estas questões de micro-ambiente, quando se avalia o posto ocupado pelo passageiro, como também uma abordagem ambiental mais ampla. O transporte coletivo é uma opção de sustentabilidade no atual quadro social e este parâmetro também deve ser observado no interior dos veículos, onde trabalhadores despendem uma parte considerável de seu dia, em especial em cidades de maior porte. Desse modo, a linha desta análise vai ao encontro da necessidade de oferecer um transporte de qualidade, compatível com a concepção de justiça ambiental em amplo sentido.

## ABSTRACT

**Purpose:** to evaluate the noise exposure levels inside the buses for urban transport in the city of Itajuba – MG. **Method:** a sample of the itineraries was determined to carry out dosimetries in order to assess such exposure. The criteria for discomfort and hearing loss were referenced by those set out by the World Health Organization (WHO). **Results:** evaluation on 15 itineraries, totaling over 23 hours of evaluation, the noise level ranged from 78 to 84 dB(A). The arithmetic mean for the obtained values was  $81 \pm 0.9$  dB(A). **Conclusions:** the evaluated buses do not offer appropriate comfort in what concerns the acoustic parameters. There is a need to provide better vehicles being designed to reduce the noise level emitted by the vehicle.

**KEYWORDS:** Noise, Transportation; Noise Effects; Noise Measurement

## ■ REFERÊNCIAS

1. Lacerda ABM, Magni C, Morata TC, Marques JM, Zannin PHT. Ambiente urbano e percepção da poluição sonora. *Ambient Soc. Campinas*. 2010; 8(2):85-98.
2. Jakovljevic B, Belojevic G, Paunovic K, Stojanov V. Road traffic noise and sleep disturbances in an urban population: cross-sectional study. *Croatian Med Journal*. 2006; 47(1):125-33.
3. Björk J, Ardö J, Stroh E, Lökvist H, Östergren P-O, Albin M. Road traffic noise in southern Sweden and its relation to annoyance, disturbance of daily activities, and health. *Scand J Work Environ Health* 2006;32(5):392–401.
4. Can A, Leclercq L, Lelong J. Dynamic estimation of urban traffic noise: Influence of traffic and noise source representations. *Applied Acoustics* . 2007; 69(10):858-67.
5. Makarewicz R, Zótoski M. Variations of road traffic noise in residential areas. *J Acoust Soc Am*. 2008; 124(6):3568-75.
6. Miedema, HME. Annoyance Caused by Environmental Noise: Elements for Evidence-Based Noise Policies. *Journal of Social Issues*. 2007; 63(10):41-57.
7. Babish W, Ising H, Gallacher JE. Health status as a potential effect modifier of the relation between noise annoyance and incidence of ischaemic heart disease. *Occup Environ Med*. 2003;60(10): 739–45.
8. Willich SN, Wegscheider K, Stallmann M, Keil T. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur Heart J*. 2006; 27(3):276-82.
9. Clark C, Martin R, van Kempen E, Alfred T, Head J, Davies HW. et al. Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project. *Am J of Epidemiology*. 2006; 163(1): 27-37.
10. Silva LF, Mendes R. Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores. *Rev Saúde Pública*. 2005; 39(1): 9-17.
11. Berglund B, Lindvall T, Schwela DH. Guidelines for Community Noise. London (UK): WHO; 1999.
12. International Organization for Standardization. Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. (ISO 1999). Geneva, 1990.
13. Fundação IBGE. CIDADES@. [acesso: em 2009 ago. 08]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>.
14. Itajubá. Prefeitura Municipal de Itajubá. [acesso: em 2009 ago. 08]. Disponível em: <http://www.itajuba.mg.gov.br/>.
15. Behar A, Plener R. Noise exposure – sampling strategy and risk assessment. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1984; 45(2):. 105-9.
16. Brunn IO, Campbell JS, Hutzler RTL. Evaluation of occupational exposures: a proposed sampling method. *Am Ind Hyg Assoc J*. 1986; 47(4): 229-35.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000115>

RECEBIDO EM: 13/07/2010

ACEITO EM: 09/05/2011

Endereço para correspondência:

Luiz Felipe Silva

Avenida BPS, 1303

Itajubá – Minas Gerais

CEP: 37500-903

E-mail: [lfelipe@unifei.edu.br](mailto:lfelipe@unifei.edu.br)