



ANÁLISE DE RUÍDO OCUPACIONAL EM ÔNIBUS DE TRANSPORTE COLETIVO EM SÃO LUÍS (MA): LINHA T090 – TERMINAIS/BR-135

Rafael Cardoso Valença, rafaelcardoso401@gmail.com¹
Ronaldo de Jesus Barros, ronaldodjbarros@gmail.com¹
Wellison Rocha do Lago, lagowellison@gmail.com¹
Isaque dos Santos Silva, santos.isaquesilva@gmail.com¹

¹Faculdade Pitágoras do Maranhão, Avenida São Luís Rei de França, 32 Turu – Jardim de Fátima, São Luís – MA, 65065-470

Resumo. Em uma cidade como São Luís (MA), nota-se o seu ritmo frenético através de várias fontes sonoras. No presente trabalho, através de estudo de campo em que se aplica métodos estatísticos, estuda-se os ruídos ocupacionais locais eminentes do tráfego rodoviário de transporte coletivo, especificamente, em uma única linha. Gerenciado pela SMTT (Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte), o SIT (Sistema Integrado de Transporte) em São Luís consta de quantidade significativa de linhas e ônibus coletivos, população estatística da qual foi retirada a amostra de estudo do presente trabalho: cinco ônibus da linha T090 – Terminais/BR 135. Apura-se a intensidade de ruídos ocupacionais presentes no interior dos ônibus da linha citada, bem como interpreta-se os resultados obtidos, visando-se taxá-los como de caráter salubre ou insalubre. Em comparação dos resultados com a NR 15, NBR 10151 e NBR 13369, determina-se a salubridade do ambiente em estudo relacionando-se a intensidade sonora detectada com o tempo permissível de exposição a este risco. Dá-se ênfase aos riscos físicos e os vinculados ao aparelho auditivo dos condutores e passageiros adeptos do transporte coletivo. Realizou-se o estudo de campo em agosto de 2018, fazendo-se uso de decibelímetro para análise de ruídos, os quais apresentaram variações entre 60,5 a 109,0dB(A).

Palavras chave: Ruído ocupacional. Medição de ruídos. Transporte coletivo. Linha urbana. Insalubridade

1. INTRODUÇÃO

Segundo Neumann e Bruna (2014, *apud* SCHAFER, 1977), o mundo tem o seu “cenário sonoro” submetido a mudanças, as quais são observáveis na transição do homem moderno para habitações em ambientes radicalmente mais ruidosos. A densidade demográfica e o volume da frota de transportes são fatores taxados como saturações dos núcleos urbanos, os quais concentram em seus perímetros a diversidade de fontes sonoras de utilidades distintas e que são muito próximas umas das outras (NEUMANN; BRUNA, 2014).

Pereira e Laureano (2015) relacionam o crescimento acelerado das aglomerações urbanas com emissões de ruídos em níveis mais elevados, conceituam os ruídos como uma das causas de queda gradativa da qualidade de vida e expressam os impactos da exposição demasiada aos ruídos da seguinte forma:

O crescimento rápido dos centros urbanos vem acarretando o aumento dos níveis de ruídos emitidos, esse problema tem gradativamente diminuído a qualidade de vida das pessoas. A intensa exposição a ruídos, principalmente pelo tráfego de veículos na área urbana, tem causado efeitos à saúde, tanto físicos como perda auditiva, quanto efeitos psicológicos como agitação, depressão, irritabilidade, alteração da qualidade do sono e concentração, dentre outros. Segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2003) níveis de pressão sonora acima de 65dB (A) já levam o corpo humano a um estado de alerta, causando assim as diversas doenças principalmente doenças relacionadas ao estresse (PEREIRA; LAUREANO, 2015, p. 166).

Os ruídos ocasionados pelos ônibus podem causar problemas auditivos irreversíveis para a saúde do motorista que o dirige, porém, de acordo com Sousa *et al.* ([entre 2012 e 2018], *apud* MEIRA *et al.* 2012), apesar de haver também perda auditiva resultante de envelhecimento, somente o causador de ruídos pode sofrer intervenção.

De acordo com Machado (2003), A audição é uma das formas de interagir com o mundo exterior, assim, por muitas vezes estar suscetível às agressões do meio. As condições típicas da vida moderna, a exemplo, os ruídos excessivos, comuns nos ônibus, que acabam por afetar o sistema nervoso e, e nos casos mais extremos, podem ocasionar perda total da audição, quando a exposição for prolongada, mesmo de forma intermitente.

Em São Luís (MA), o tráfego rodoviário de transporte coletivo é fonte sonora abundante, especialmente, em horários de pico. Gerenciado pela SMTT (Secretaria Municipal de Trânsito e Transporte), o SIT (Sistema Integrado de Transporte) em São Luís (MA) consta de quantidade expressiva de linhas e ônibus coletivos, população estatística da qual foi retirada a amostra de estudo do presente trabalho: cinco ônibus da linha T090 – Terminais via BR 135.

Este trabalho tem como objetivo geral a apuração e definição dos níveis de ruído ocupacional contínuo e intermitente na linha de ônibus coletivo citada, aos quais motoristas e passageiros estão suscetíveis aos seus impactos no aparelho auditivo. Embora, ambos sejam passivos do ruído nesse ambiente, o presente estudo se dedica em leituras da pressão sonora na região audível do motorista, pois este apresenta o maior tempo de exposição visto que os passageiros não percorrem o trajeto por completo como tal. Pretende-se, também, sugerir medidas de correção mediante necessidade, a qual busca-se identificar.

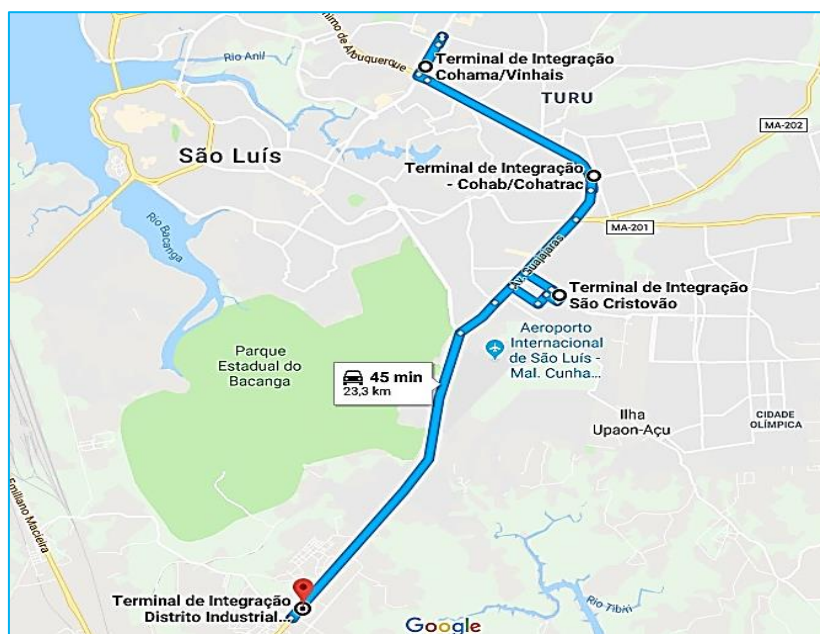
Para isso, em metodologia mais detalhada, pretende-se: mapear percurso e caracterizá-lo quanto ao fluxo de pessoas, quanto à demanda de tempo para conclusão de percurso e quanto à sua extensão; descrever instrumento de medição, adotar metodologia de medição e estabelecer plano de medições (horário padrão e datas); listar dados técnicos dos veículos em estudo e tabelar os resultados das leituras correspondentes a cada veículo para processamento estatístico.

Seguindo essas etapas, objetiva-se obter subsídios para que se possa avaliar, com base na NR 15, NBR 13369 e NBR 10151, a intensidade de ruídos ocupacionais presentes no interior dos ônibus da linha citada, bem como interpretar os resultados a serem obtidos visando taxá-los, através de coleta e processamento estatístico dos dados coletados em campo, como de caráter salubre ou insalubre em função dos limites de tolerância.

2. METODOLOGIA

O percurso da linha T090 – Terminais via BR-135 apresenta 39,7 quilômetros de extensão e demanda de 110 minutos para que o veículo percorra todo o trajeto. A linha em questão, como o ilustrado na Figura 1, interliga quatro dos cinco terminais de integração da capital maranhense: Terminal Cohama/Vinhais (ponto inicial/final da linha); Terminal Cohab/Cohatrac; Terminal São Cristóvão e Terminal do Distrito Industrial. Logo, a linha em análise é totalmente compreendida por perímetro urbano. Numa interpretação logística, esta linha suporta número expressivo de usuários e incorpora em seu percurso trechos de avenidas principais da cidade, nos quais, em horários de pico, compartilha-se do fluxo intenso de habitantes em deslocamento. No entanto, essas observações apontam influências de fatores externos ao veículo sobre os resultados das medições de pressão sonora apuradas em campo.

Figura 1 – Vista superior do mapa de percurso da linha T090 – Terminais via BR-135



Fonte: Google Maps

As medições de pressão sonora foram realizadas através do decibelímetro Minipa (Figura 2), devidamente calibrado, modelo MSL-1325A com faixa de medição de 40dB a 130dB em frequências entre 125Hz e 8kHz. A precisão deste aparelho é dada como $\pm 2\text{dB}$ (94dB/1kHz), para temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa $< 75\%$. Estas especificações são válidas para 10% a 100% da faixa de medida ou especificado de outra maneira. Este equipamento

para análise e monitoração de ruídos sonoros possui microfone de ½ polegadas, quatro faixas de medição (40 – 70dB; 60– 90dB; 80 – 110dB e 100 – 130dB) e dispõe de gerenciamento do tempo de Resposta, registro de leituras máximas, ponderação A e C e resolução de 0,5dB. Realizou-se as medições com o aparelho operando em ponderação A e em modo de resposta lenta. Foi adotada uma metodologia de medição de maneira que a cada 3 minutos contou-se 5 segundos e registrou-se a maior medida nesse intervalo de tempo.

Figura 2 – Decibelímetro Minipa modelo MSL-1325A



Fonte: KMA Brasil

O turno selecionado para a coleta de valores das medições de pressão sonora foi o vespertino, por cinco dias (de 22/08/2018 a 24/08/2018), durante uma viagem por dia (percurso de ida e volta), em horário padrão compreendido entre 12h40min às 14h30min. Estabeleceu-se o turno vespertino no plano de medições, especificamente, nas primeiras horas deste, portanto, o horário de medições coincidiu com um dos horários de pico da cidade, no qual o trânsito nas principais avenidas é frenético. Assim, uma das características das circunstâncias de medição é capacidade de carga dos veículos (limite de passageiros) totalmente a bordo, no entanto, não se realizou as medições com o veículo vazio ou com quantidade pequena de passageiros.

O motor é a principal fonte de ruídos dentro do ônibus e, em todos os veículos da amostra, este esteve situado na parte anterior. Tanto o operador do veículo quanto uma parte dos passageiros são transportados nas posições mais adjacentes a essa fonte de ruídos. Portanto, na parte anterior do veículo, o ponto de medição dos ruídos estabeleceu-se no assento rente ao do condutor, simulando-se assim, o mais próximo da zona audível, tanto do condutor quanto dos passageiros mais próximos. Outros dados técnicos norteadores para a interpretação dos resultados obtidos e discutidos são os dados técnicos e administrativos dos coletivos da amostra, a Tabela 1 contém dados relevantes de cinco ônibus da linha citada, os quais as medições de pressão sonora foram realizadas em seus interiores.

Tabela 1 – Dados técnicos dos veículos estudados

VEÍCULO	PREFIXO	DATA DE MEDIÇÕES	FABRICANTES/MODELO	ANO DE FABRICAÇÃO
1	400.144	20/08/2018	Mercedes-Benz; CAIO Induscar / Apache VIP II	2010
2	400.156	21/08/2018	Mercedes-Benz; CAIO Induscar / Apache VIP II	2011/2012
3	400.154	22/08/2018	Mercedes-Benz; CAIO Induscar / Apache VIP II	2011
4	400.132	23/08/2018	Mercedes-Benz; CAIO Induscar / Apache VIP V	2014/2015
5	400.160	24/08/2018	Mercedes-Benz; CAIO Induscar / Apache VIP II	2012/2013

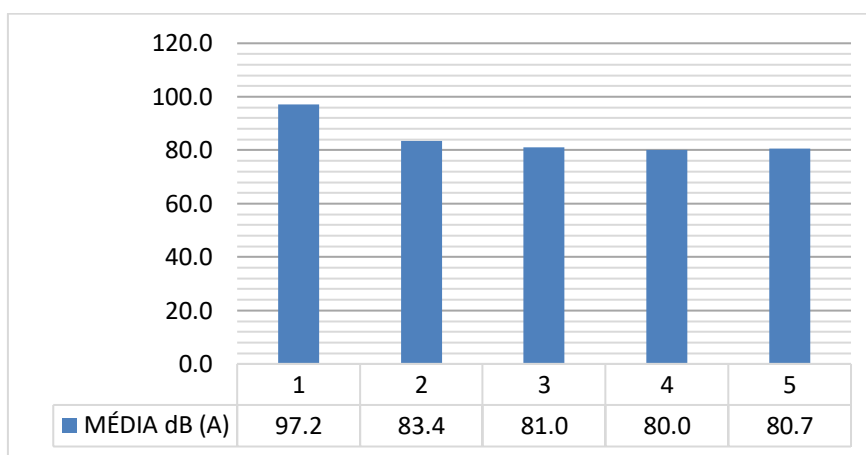
Fonte: Autores (2018)

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para se estabelecer uma comparação segura entre os veículos, para fins de determinar causas para os resultados obtidos acerca dos ruídos, pode-se listar algumas características comuns aos modelos de ônibus listados na Tabela 1: ambos os modelos não continham sistema de refrigeração de passageiros, porém, ambos continham janelas laterais quádruplas com vidros móveis, piso em chapa de alumínio lavrado, três portas de acesso de duas folhas com acionamento pneumático e elevador. Estes componentes integram também a paisagem sonora interna dos coletivos, pois são fontes de ruídos.

Comparando-se os valores em dB (A) encontrados em cada itinerário de medições, constatou-se que o veículo 1 apresentou níveis de ruídos mais elevados. A Figura 3 ilustra o gráfico das médias das medidas encontradas em cada itinerário de medições. Com o auxílio da Tabela 1, observa-se que o veículo 1 apresenta maior aproveitamento de sua vida útil, tendo-se em vista que a sua fabricação ocorreu há mais tempo do que a dos demais veículos.

Figura 3 – Média de pressões sonoras para cada itinerário de medições



Fonte: Autores (2018)

A NR 15 trata de atividades e operações insalubres, no entanto, para atender à proposta do presente tema, incorpora-se o conteúdo do seu Anexo 1, que estabelece conceitos para ruídos contínuos e intermitentes e impõe limites de pressão sonora e tempo de exposição a esses riscos. Adentrando-se nos regimentos expressos para insalubridade sonora da NR 15, compreende-se os valores extremos de tempo e intensidades de ruído estabelecidos com referência na capacidade auditiva humana.

A relação estabelecida entre a intensidade do ruído com seu respectivo tempo permissível de exposição é delimitada pelos seguintes valores: 85 dB(A) para até 8 horas de trabalho e 115 dB (A) para até 15 minutos laborais; os valores intermediários estão expressos na Figura 4. A NBR 10 151 impõe limites de pressão sonora em função de turnos: 60 dB(A) de nível de pressão sonora para período diurno e 55 dB (A) para período noturno.

Figura 4 – Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

NÍVEL DE RUÍDO dB (A)	MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA PERMISSÍVEL
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte:REGULAMENTADORA (2007)

Faz-se fundamental os métodos estatísticos, desde a coleta de dados, organização dos mesmos, distribuição de frequência, dentre outros até à exposição dos resultados. A distribuição de frequência adotada no presente trabalho resume os dados coletados em campo e os organiza como na Tabela 2.

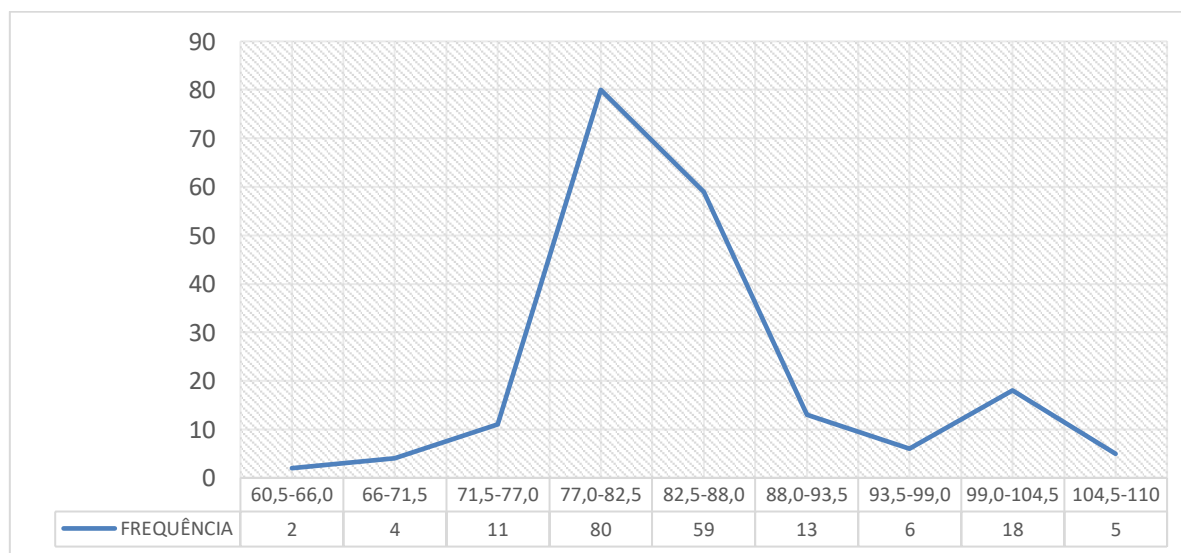
Tabela 2 – Níveis de Pressão Sonora em ônibus da linha T090 – Terminais via BR-135

<i>i</i>	INTERVALO	<i>Fi</i>	<i>Xi</i>	<i>fi</i>
1	60,5-66,0	2	63,25	1%
2	66,0-71,5	4	68,75	2%
3	71,5-77,0	11	74,25	6%
4	77,0-82,5	80	79,75	40%
5	82,5-88,0	59	85,25	30%
6	88,0-93,5	13	90,75	7%
7	93,5-99,0	6	96,25	3%
8	99-104,5	18	101,75	9%
9	104,5-110,0	5	107,25	3%
Σ		198	-	100%

Fonte: Autores (2018)

O menor valor encontrado foi de 60,5 dB(A) enquanto o maior foi de 109,0 dB(A). Pode-se observar que, entre a média de pressões sonoras 85,25 dB(A) e 107,5 dB(A), 51% dos valores de pressão sonora foram superiores a 85 dB(A). A Figura 5 ilustra o gráfico que apresenta a frequência dos intervalos acima do recomendado pela norma.

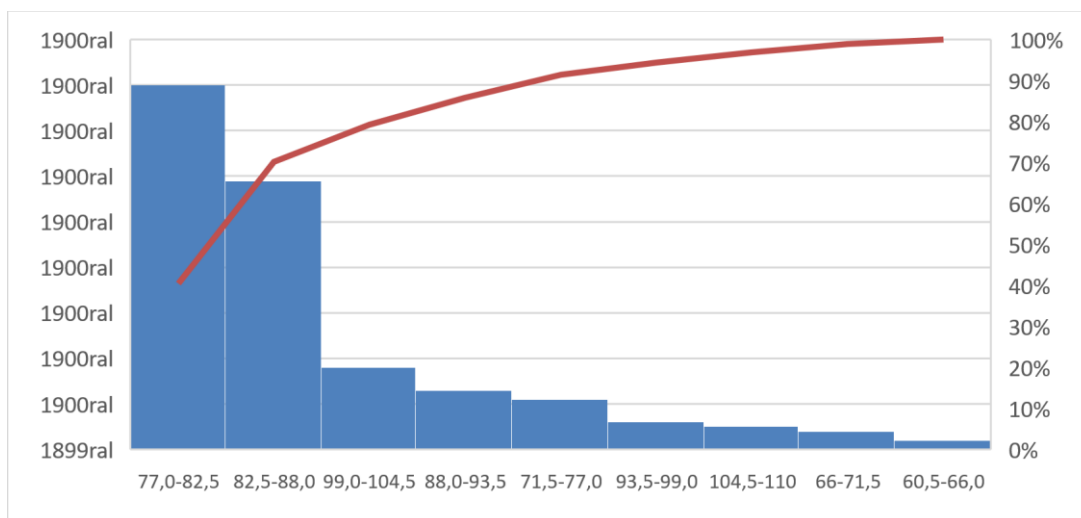
Figura 5 – Frequência dos níveis de pressão sonora



Fonte: Autores (2018)

O gráfico aponta que o maior índice de frequência foi de 80 intervalos para a classe que corresponde a 77,0- 82,5 dB (A) com uma média de 79,8 dB(A). A Figura 6 ilustra o gráfico representante das intensidades de ruídos e suas respectivas porcentagens aos quais o motorista está exposto.

Figura 6 – Porcentagem dos Níveis de Pressão Sonora



Fonte: Autores (2018)

A NBR 13 369 veicula modelos matemáticos e métodos estatísticos que regem a determinação simplificada do nível de pressão sonora equivalente L_{aeq} , como a Equação 1.

$$L_{aeq} = 0,010 (L_{10} - L_{90})^2 + 0,50 (L_{10} + L_{90}) \tag{1}$$

Utilizando as variáveis da Equação 1, $L_{10} = 100,5$ dB (A) e $L_{90} = 77,5$ dB (A), encontrou-se o valor de 94,29 dB(A) para o nível de pressão sonora equivalente L_{eq} .

3. CONCLUSÃO

Com os dados obtidos no trajeto feito na linha T090 – Terminais via BR-135, os comparando com a NR 15 (norma vigente) e de acordo com a Tabela 2, temos que os níveis médios de pressões sonoras estão 51% acima do recomendado, não estando em conformidade com a norma vigente. Com todos os dados coletados e seguindo-se as orientações da norma NBR 1015, determinou-se, por intermédio da Equação 1, o ruído contínuo equivalente (L_{eq}), que tem dependência da determinação das variáveis L_{10} e L_{90} , com metodologia expressa na NBR 13369. Sendo necessário a montagem de uma tabela avulsa e distribuição de frequência para encontrar-se os valores L_{10} e L_{90} , chegou-se a um L_{eq} igual a 94,29 dB(A).

A Tabela 1 indica que o veículo 1, de prefixo 400.144, apresenta maior tempo de operação. Logo, devido a possíveis desgastes naturais em seus componentes (inclusive nos componentes internos do motor) ou a proximidade com o período de revisões periódicas para substituição de peças, há uma potencialização na emissão de ruídos. O L_{eq} determinado, incorporou influência desses fatores visto os demais veículos não atingiram o limite de tolerância de emissão de ruídos, como mostra a Figura 2.

A constatação do resultado em função da insalubridade requer comparação com alguns parâmetros: relação do tempo de exposição (Figura 3); o nível de pressão sonora equivalente determinado; tempo de exposição aos ruídos pelo passivo auditivo em estudo. De acordo com o valor de 94,29 dB(A) para o nível de pressão sonora equivalente L_{eq} , o tempo de exposição do passivo auditivo estabelecido em norma é limitado a 2 horas e 15 minutos ao dia. A média de tempo de exposição por viagem é de 1 hora e 50 minutos, assim, consta que esta não é uma atividade insalubre para o caso de uma única viagem. Porém, os 25 minutos de diferença entre o tempo de exposição e o limite de exposição aqui considerados, não assegura suficiência para conter diversos imprevistos de trânsitos, os quais podem induzir o motorista a um tempo de exposição excedente ao limite para 94,29 dB(A). Portanto a insalubridade nessas circunstâncias é relativa ao número de viagens, caso o motorista exceda uma viagem, este estará exposto aos impactos no seu aparelho auditivo.

Há um alerta para o fato de que as pessoas estão cada dia mais habituadas com o ruído excessivo devido a sua exposição contínua apresentando incômodos cada vez menos frequentes, porém os efeitos nocivos continuam a atuar no organismo. As fontes de ruídos são suscetíveis a mudanças, isto é, pode vir a sofrer intervenção a causa dos ruídos. Aconselha-se a adoção de procedimentos para a redução do L_{eq} a fim de que se tenha uma diferença de tempo segura da

tolerância. Assim, sugere-se que esses procedimentos consistam em da remoção de veículos com longos períodos de utilização e/ou manutenções periódicas de forma preditiva/preventiva, tendo-se, ainda como alternativa a utilização de isolamento acústico do motor.

4. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13369**: Cálculo simplificado do nível de ruído equivalente contínuo (Leq) - 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT.NBR 10151**: Acústica-Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade - Procedimento. Norma Técnica. 1998.
- KMA BRASIL, [s.d.]. **“Decibelímetro digital auto-rangeminipa MSL-1325A”**. 31 jul. 2019 <<https://www.kmabrasil.com.br/produto/instrumentos/decibelimetro/604-decibelimetro-digital-auto-range-minipa-msl-1325a>>.
- MACHADO, Adler. Análise Experimental do Ruído no Habitáculo de Ônibus Urbano na Cidade de Curitiba. **Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR**, 2003. Disponível em: <http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_017.pdf> Acesso em: 16 de setembro de 2018.
- NEUMANN, Helena Rodi; BRUNA, Gilda Collet. **Qualidade ambiental sonora: Estratégias de projeto e intervenção urbana**. São Paulo, 2014.
- PEREIRA, Jéssica MartiellyNunes;LAUREANO, Fernando Verassani. **Atividades acadêmicas e poluição sonora: análise do ruído ambiental no entorno da PUC Minas em Betim**. Caderno de Geografia, v. 25, n. 44, 2015.
- REGULAMENTADORA, Norma. **NR-15: Atividades e operações insalubres**. Brasília: MTE, 2007.
- SOUSA, Augusto Rafael Carvalho de; SANTA CRUZ, Walter; TRINDADE, Izabelle Marie. **Avaliação de ruído no interior de ônibus urbanos: Um estudo de caso de linhas de ônibus de Campina Grande-PB**.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.