



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Sarah Cerqueira Luiz

**A problemática dos ônibus urbanos sob a ótica da insalubridade
relacionada ao ruído**

Rio de Janeiro

2025

Sarah Cerqueira Luiz

A problemática dos ônibus urbanos sob a ótica da insalubridade relacionada ao ruído

Projeto de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental ao Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Nathalia Salles Vernin

Rio de Janeiro

2025

Ficha elaborada pelo autor através do
Sistema para Geração Automática de Ficha Catalográfica da Rede Sirius - UERJ

L953 Luiz, Sarah Cerqueira.
 A problemática dos ônibus urbanos sob a ótica da
 insalubridade relacionada ao ruído / Sarah Cerqueira
 Luiz. - 2025.
 38 f.
 Orientadora: Nathalia Salles Vernin.
 Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
 Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade
 de Engenharia, para obtenção do grau de especialista
 em Engenharia Sanitária e Ambiental.

 1. Poluição sonora - Monografias. 2. Ônibus urbanos
 - Monografias. 3. Ruído e Som - Monografias. I.
 Vernin, Nathalia Salles. II. Universidade do Estado
 do Rio de Janeiro. Faculdade de Engenharia. III.
 Título.

CDU 628

Sarah Cerqueira Luiz

A problemática dos ônibus urbanos sob a ótica da insalubridade relacionada ao ruído

Projeto de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental ao Curso de Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovado em 07 de fevereiro de 2025.

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Nathalia Salles Vernin (Orientadora)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos
Faculdade de Engenharia – UERJ

Rio de Janeiro

2025

DEDICATÓRIA

A todos quantos Deus permitiu contribuir
para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo privilégio de me ter aberto a porta desta instituição e permitir o acesso a profissionais que atuam na área ambiental e sanitária, aprofundando e incrementando meus conhecimentos acadêmicos.

À Coordenação do curso, que muito me auxiliou, sempre atendendo às minhas solicitações.

À Secretária, pela paciência e atendimento aos meus pedidos.

À minha Orientadora, pela atenção e conhecimentos transmitidos, principalmente na área da cibernética.

À tantos quantos, de forma direta ou indireta, contribuíram para meu desempenho.

RESUMO

CERQUEIRA LUIZ, S. *A problemática dos ônibus urbanos sob a ótica da insalubridade relacionada ao ruído*. 2025. 38 f. Projeto de conclusão de curso (Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

O transporte público por ônibus urbanos no município do Rio de Janeiro apresenta um histórico de falta de qualidade e deficiência no quantitativo de sua frota. Inúmeras são as causas que conferem a esse serviço a não conformidade às exigências da legislação, o que ocasiona, por vezes, condições insalubres. Diversas patologias podem estar relacionadas a tais problemas, mesmo que sejam de difícil correlação, por se tratar de enfermidades que surgem ao longo do tempo, como a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) e as do trato respiratório. Tais patologias incrementam potencialmente os atendimentos nos sistemas de saúde e previdenciário por insalubridade. Na cidade do Rio de Janeiro, o transporte público por ônibus deve atender aos Decretos nº 21.178/2002 e nº 53.856/2023 que dispõem, respectivamente, sobre o transporte coletivo de passageiros por ônibus e a obrigatoriedade de operação destes com ar-condicionado ligado e em bom estado de conservação. Dessa forma, o objetivo deste estudo é investigar os problemas dos ruídos produzidos pelos ônibus urbanos que circulam no município do RJ e o precário funcionamento de seu sistema de refrigeração. Os procedimentos metodológicos se basearam nos Anexos da NR15, da portaria 3214/1978 MTE e, por se tratar de um trabalho dinâmico, as medições foram feitas no interior dos veículos, durante as viagens. O estudo revelou que uma parte da frota circulante no município atende com eficiência e em sua plenitude às exigências da legislação vigente, enquanto outra parcela ainda não atende aos padrões exigidos por tais normas. Uma parcela dos ônibus, classificados como classe D, não atendem às exigências da NR15 e decretos supracitados, constatando assim que tais veículos promovem insalubridade. Conclui-se que grandes esforços e mudanças significativas vem ocorrendo para o alcance de um sistema de transporte público coletivo de qualidade, embora o quantitativo de coletivos em estado precário circulando pela cidade ainda seja extremamente elevado.

Palavras-chave: Poluição sonora. Ônibus urbanos. Ruído e temperatura. Insalubridade.

ABSTRACT

CERQUEIRA LUIZ, S. *The problem of urban buses from the perspective of noise-related unhealthiness*. 2025. 38 f. Projeto de conclusão de curso (Especialização em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

Public transport by urban buses in the city of Rio de Janeiro has a history of lack of quality and deficiency in the quantity of its fleet. There are numerous reasons why this service does not comply with the legal requirements, which sometimes leads to unhealthy conditions. Several pathologies can be related to such problems, and even if they are difficult to correlate, they are illnesses that arise over time, such as Noise-Induced Hearing Loss (NIHL) and those of the respiratory tract. Such pathologies potentially increase care in the health and social security systems due to unhealthy conditions. In the city of Rio de Janeiro, public transport by bus must comply with Decrees nº 21,178/2002 and nº 53,856/2023, , which regulate passenger transportation and mandate the operation of buses with functioning air conditioning in good condition. Therefore this study aims to investigate the noise pollution caused by urban buses in Rio de Janeiro and the poor performance of their air conditioning systems. The methodological procedures were based on the Annexes of NR15, of the ordinance nº 3,214/1978 MTE. Given the dynamic nature of the study, measurements were conducted inside the vehicles during trips. The study revealed that while part of the city's bus fleet fully complies with the current regulations, another significant portion still fails to meet the required standards. Some buses, classified as Class D, do not comply with NR15 and the aforementioned decrees, confirming that these vehicles create unhealthy conditions. It can be concluded that great efforts and significant changes have been taking place to achieve a quality collective public transport system, although the number of buses in precarious conditions circulating around the city is still extremely high.

Keywords: Noise pollution. City buses. Noise and temperature. Unhealthiness.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Classe de ônibus de acordo com o Decreto nº 25.405 de 17/05/2005.	18
Figura 2 – Ouvido humano	21
Figura 3 – Exemplo de ônibus quanto ao estado de conservação	29
Figura 4 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe A em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento	31
Figura 5 – Cálculo da temperatura dentro dos ônibus (A) expressos e (B) não expressos investigados	31
Figura 6 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe B em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento	32
Figura 7 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe C em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento	33
Figura 8 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe D em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento	34
 Quadro 1 – Principais legislações sobre o transporte coletivo de passageiros, a nível Federal e nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro	 24
Quadro 2 – Classificação de ônibus quanto ao estado de conservação	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de linhas, frota operante, passageiros transportados, viagens realizadas e quilometragem coberta na cidade do Rio de Janeiro no ano de 2023.	17
Tabela 2 – Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

dB	Decibel
EPI	Equipamento de Proteção Individual
LT	Limite de Tolerância
NPS	Níveis de Pressão Sonora
NR-15	Norma Regulamentadora N° 15
PAIR	Perda Auditiva Induzida por Ruído
SPPO	Sistema de Transporte Público por Ônibus

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
1.1 Poluição sonora	14
1.2 Transporte público por ônibus urbanos na cidade do Rio de Janeiro	16
1.3 A problemática: ruído e temperatura.....	19
1.3.1 Ruído e som.	19
1.3.2 Temperatura.....	21
1.4 Os usuários e a insalubridade.....	22
1.5 Legislação	24
2 METODOLOGIA	27
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

INTRODUÇÃO

O sistema de transporte urbano no Brasil, ao longo dos anos, tem sido alvo de crônicos e severos males. Grande parte deles decorre do comportamento criminoso de uma parcela indisciplinada da população que promove atos de vandalismo e depredam os coletivos. Tal fato pode contribuir para a desmotivação das concessionárias em realizar a conservação, manutenção e renovação de sua frota. Como resultado, tais empresas se abstêm de prestar serviço de qualidade adequada e em quantidade suficiente para atender, com eficiência, à demanda existente.

[...] Apenas nos últimos 12 meses, 2.800 ônibus foram depredados e outros 28 incendiados. Em média, 230 veículos são depredados todo mês, gerando prejuízo de mais de 24 milhões para reparos. Outros 145 ônibus foram sequestrados para serem usados como barricadas [...] [Estima-se que] em 2023, 6,5 milhões de cariocas tenham sido afetados por atos de vandalismo. [...] Cada ônibus vandalizado precisa de um reparo a ser feito e, dependendo do tipo de depredação, esse veículo pode ficar semanas sem poder rodar nas linhas (Strabelli, 2024).

Inúmeros são os transtornos existentes nesta prestação de serviço que acometem a saúde, sossego e bem-estar do cidadão brasileiro, tão necessários ao bom desempenho de suas atividades para fins de produtividade. O transporte público por ônibus urbano, tema deste estudo, é essencial para o deslocamento de passageiros e exercício da função dos motoristas, estando estes últimos enquadrados na parte mais vulnerável do sistema, por necessitarem passar, a maior parte do tempo, no interior destes coletivos.

Dos incontáveis percalços sofridos pela população que utiliza tal serviço, pode-se destacar a poluição sonora. Lacerda et al. (2010) aponta que constantes e intensos ruídos no interior destes transportes, fruto da má conservação e destruição de seus componentes, podem afetar, à longo prazo, a saúde de quem deles depende para viver ou se deslocar. Isto é, esses ruídos comprometem a saúde do trabalhador.

Todo ruído é som; nem todo som é ruído. Segundo Braga et al. (2003), “o som é medido pela pressão que ele exerce no sistema auditivo humano. Na medida em que essa pressão provoca danos à saúde humana, comportamentais ou físicos, ela deve ser tratada como poluição”. Na definição de som, há uma linha tênue que diferencia esse termo de ruído. Som, em perfeita intensidade, promove saúde e qualidade de vida; ruído, insalubridade.

Profissionais que atuam em audiometria confirmam a origem dos ruídos aos quais tais trabalhadores são diariamente submetidos: “dentre outras fontes de ruído que os motoristas

estão expostos, pode-se citar: a má conservação dos veículos automotores, falta de isolamento acústico dos motores e escapamentos, atrito dos pneus com o asfalto,[...] e as buzinas” (Guardiano; Chagas; Slomp Jr., 2014).

Cabe destacar que condutores e passageiros de ônibus estão completamente despojados de qualquer poder de decisão sobre o controle dos ruídos dentro destes coletivos. Em se tratando do motorista, ainda surge o agravante de não poder utilizar Equipamento de Proteção Individual (EPI) que, neste caso, é o protetor de ouvido.

Lacerda et al. (2010) menciona a avaliação de trabalhos científicos sobre os ruídos presentes em ônibus urbanos, e revela que grande parte deles produz níveis de pressão sonora (NPS) acima dos limites de tolerância previstos na Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho (NR-15) (Brasil, 2022).

A grande dificuldade encontrada por quem utiliza os transportes urbanos é a completa falta de controle sobre os distúrbios. O acesso aos meios de reclamação existentes para a comunicação do problema é deficiente, inoperante e não apresenta qualidade. O processo de retorno às solicitações é extremamente moroso e, quando acontece, maciçamente indesejado. O objetivo deste estudo é investigar os problemas dos ruídos produzidos pelos ônibus urbanos que circulam no município do RJ e problemas decorrentes da falta de atendimento às normas e decretos estabelecidos para o sistema de transporte urbano. Os objetivos específicos são:

- a) Registrar os problemas causadores dos distúrbios em questão em pequena amostragem de coletivos;
- b) Identificar tais problemas como causadores dos males que promovem a insalubridade;
- c) Aferir pressão sonora e temperatura nos coletivos;
- d) Realizar o levantamento dos dados coletados e o cálculo das médias destes dados;
- e) Analisar estes dados e seus respectivos resultados;
- f) Verificar a correlação existente entre os problemas observados e os resultados apurados;
- g) Apurar quais resultados atendem à legislação;
- h) Avaliar os resultados obtidos para confirmação do estudo realizado.

A importância deste estudo é apresentar o problema da falta de atendimento à legislação, por parte das empresas privadas de transporte urbano, uma vez que

Sabe-se que as fontes geradoras de ruídos no interior dos veículos advêm principalmente do motor e que os níveis de pressão sonora podem alterar o desempenho das atividades dos motoristas, podendo contribuir para a ocorrência de acidentes envolvendo ônibus, além de causar problemas auditivos nos motoristas. [...] Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o limite tolerável ao ouvido humano é de 65 dB, sendo que acima deste nível o organismo pode sofrer estresse, o qual aumenta o risco de doenças. Com ruídos acima de 85 dB, aumenta o risco de comprometimento auditivo, podendo causar efeitos auditivos, como a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) e/ou efeitos extra-auditivos. Sabe-se também que, conforme a susceptibilidade individual, o tempo de exposição e o nível de ruído ao qual a pessoa está exposta, aumentam o risco de sofrer danos à saúde. (Lacerda et al, 2010)

De acordo com Bistafa (2006), os danos à saúde envolvem aumento da pressão arterial, incômodos, perturbação do sono, stress, tensão, queda do desempenho, interferência com a comunicação oral, que provoca irritação e também causar danos e falhas estruturais.

Apresentados os aspectos gerais e objetivos deste trabalho, o capítulo 1 expõe sobre a poluição sonora, os ônibus urbanos, seus usuários, os problemas que acometem estes coletivos e como tais problemas comprometem a saúde daqueles que os utilizam diariamente. A metodologia é abordada no capítulo 2. Os resultados obtidos são reportados e discutidos no capítulo 3. Por fim, a seção de conclusão sumariza os resultados e apresenta a contribuição deste estudo para a literatura.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre poluição sonora, transporte público por ônibus urbanos na cidade do Rio de Janeiro, a problemática som e ruído, insalubridade e legislação vigente na área de estudo.

1.1 Poluição sonora

O desenvolvimento global tem proporcionado aos seres humanos, ao longo dos tempos, benefícios e facilidades que trazem conforto e comodidade, amenizando as formas de produção de bens de consumo e de locomoção. O avanço tecnológico é peça primordial para o alcance desse desenvolvimento, cujo processo resulta também em alguns malefícios. O resíduo resultante desse processo tem sido um grande desafio, pois é a parte não aproveitável do que é produzido pelos recursos da tecnologia. A poluição é um exemplo deste resíduo.

Poluição é fruto do acúmulo de rejeito gerado por atividades humanas. Ferreira (2007) cita que poluir é sujar, corromper, tornando prejudicial à saúde. Além disso, o termo poluição indica degradação do meio ambiente por um ou mais fatores prejudiciais à saúde, ao equilíbrio emocional etc.

Como resultado da atividade humana, a poluição está diretamente relacionada ao crescimento da população; como fruto de rejeito, procede de materiais e energia, matérias-primas para a construção de elementos que alavancam o avanço tecnológico. Tais rejeitos são resíduos que não podem ser reciclados e surgem nas mais variadas formas, produzindo diferentes tipos de poluição: aquática, terrestre, atmosférica. A sonora é uma variante da poluição atmosférica. Se encontra presente nos veículos automotores, dentre outros, de transporte coletivo por ônibus urbanos.

Nos motores automotivos a diesel, a combustão se inicia espontaneamente, sem a necessidade do uso de fagulha. O trabalho é produzido, devido à combustão, promovendo a rotação das rodas, que permite o deslocamento do veículo (Serway; Jewett Jr, 2015). Nesta sucessão, surge como resíduo os gases de combustão remanescentes e a energia sonora, em forma de ruído, que passa a ser rejeito. Tal ruído prejudica a saúde dos seres vivos.

Bistafa (2006) desta que “as três fontes principais de irradiação de ruído são a exaustão dos gases de combustão, a admissão do ar e o bloco do motor.”

Como incremento, dentro dos coletivos, também existem ruídos de outras fontes sonoras, como as das catracas de cobrança das passagens, o movimento de abertura e fechamento das portas e o relevante ruído dos aparelhos de ar-condicionado. Nos coletivos em estado precário, o ruído de impacto da vidraça não fixada às janelas e os dos balaústres e catracas soltas tornam o ambiente sonoro perturbador. Toda essa energia sonora, em forma de barulho, provoca insalubridade.

Cabe destacar que a manutenção das instalações e dos equipamentos exerce um papel fundamental no controle do ruído e na segurança, além de aumentar a vida útil do maquinário. As causas das máquinas ficarem mais barulhentas com o uso são as seguintes (Bistafa, 2006):

- a) Dentes de engrenagens desgastados e lascados, que comprometem o engrenamento. As marcas brilhantes de desgaste podem ser vistas a olho nu;
- b) Mancais e rolamentos desgastados, provocando vibrações e ruído, chiados nas transmissões por correia devido a folgas, “piston-slap”, vazamentos de ar, etc;
- c) Lubrificação deficiente, que se manifesta através de ruídos incômodos de alta frequência em mancais e caixas de engrenagens, devido ao atrito seco;
- d) Desbalanceamento de elementos rotativos, tal como acontece nas rodas dos automóveis, qualquer desbalanceamento no rotor de um ventilador ou eixo de acionamento se manifestará como vibração excessiva e ruído;
- e) Obstruções em tubulações de ar, que ocorrem por acúmulo de detritos em curvas e cotovelos, e também próximo de partes móveis de máquinas como rotores de ventiladores, produzindo apitos incômodos;
- f) Silenciadores obstruídos e danificados como aqueles utilizados na admissão e exaustão de ar de processos ou de motores de combustão interna, que podem ficar obstruídos por sujeira, lascas de ferrugem, etc., e com perfurações de ferrugem perdendo sua capacidade de atenuar o ruído;
- g) Remoção de dispositivo atenuador de ruído, como silenciadores, coberturas, guardas, isoladores de vibração, etc, os quais servem exclusivamente para atenuar o ruído e, portanto, não devem ser removidos, exceto durante a manutenção, seguindo-se sua reinstalação.

Existe um limite de ruído, medido em decibéis (dB), cientificamente comprovado, suportável pelos seres vivos e sob o qual podem ser submetidos: é o chamado limite de tolerância (LT). Refere-se a concentração ou intensidade de agentes nocivos abaixo da qual a maioria dos expostos não deverá apresentar danos específicos à saúde, durante a vida laboral. O LT é reconhecido por lei e estabelecido como padrão. A NR-15 dispõe sobre o LT para ruídos contínuos e de impacto.

O presente estudo aborda a relação entre tais ruídos e a saúde dos trabalhadores deste meio de transporte, os motoristas, e os passageiros, usuários deste serviço. Para tanto, existe a necessidade de se definir o termo ruído, tema que será abordado na seção 1.3.

1.2 Transporte público por ônibus urbanos na cidade do Rio de Janeiro

O transporte urbano no Brasil vem apresentando, ao longo dos anos, problemas que, em sua maioria, são reflexos da crise social enfrentada pelo país. A ausência do senso de pertencimento e o baixo nível de educação parecem ser a causa maior para que, da parcela mais vulnerável da população, venha dela emergir grupos que depredam os transportes, e desmotivam as empresas a promoverem a manutenção de sua frota. Como consequência, significativa parcela dos coletivos circulam apresentando condições precárias, não satisfazendo às exigências da legislação.

As empresas de ônibus apresentam profundo interesse na conservação, manutenção e renovação de sua frota, uma vez que o mau estado de conservação dos coletivos promove inúmeros males que provocam insalubridade e resultam em incontáveis processos indenizatórios favoráveis a motoristas dos coletivos e passageiros. Os custos destas indenizações ultrapassam em extremo os da manutenção da frota, o que motiva as empresas conservarem os coletivos em bom estado de funcionamento.

A não conformidade às exigências da lei faz com que uma parte dos coletivos prestem serviços à população em condições inadequadas e, como consequência, oferecendo riscos à saúde, segurança e bem-estar do usuário.

Segundo dados do Data Rio (Rio de Janeiro, 2024b), em 2023, o sistema de ônibus no município do Rio de Janeiro apresentou 354 linhas. Informações sobre a frota operante, passageiros transportados, viagens realizadas e quilometragem coberta em 2023 podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Total de linhas, frota operante, passageiros transportados, viagens realizadas e quilometragem coberta na cidade do Rio de Janeiro no ano de 2023.

Dados		Valor
Total de Linhas		354
Média anual da frota operante		3.936
Viagens realizadas		7.258.564
Quilômetros percorridos		312.247.661
Passageiros	Total	641.333.492
	Pagantes	298.644.609
	Bilhete Único carioca	198.747.252
	Gratuidades	143.941.631

Fonte: Rio de Janeiro, 2024b.

Segundo o Decreto Municipal do Rio de Janeiro nº 25.405, de 17 de maio de 2005, art. 2º, os veículos empregados nas linhas regulares do Município do Rio de Janeiro classificam-se, quanto à sua composição, em ônibus (Rio de Janeiro, 2005):

- a) simples;
- b) articulado;
- c) biarticulado.

No art. 3º, os ônibus simples classificam-se, quanto ao nível de serviço e a característica operacional da linha, em ônibus (Rio de Janeiro, 2005):

- a) urbano;
- b) rodoviário;
- c) microônibus;
- d) micromaster.

Exemplos dos veículos supracitados podem ser observados na Figura 1.

A Lei estadual de São Paulo nº 15.831, de 15 de junho de 2015, disciplina a idade média da frota de ônibus que opera no Sistema de Transporte Coletivo Urbano de Caráter Metropolitano no município de São Paulo, estabelecendo o parâmetro de 4 (quatro) a 6 (seis) anos para a idade média dos veículos. Essa lei pode ser mencionada como parâmetro indicador

para a idade ideal de coletivos que circulam prestando serviços de transporte urbano (São Paulo, 2015).

Figura 1 – Classe de ônibus de acordo com o Decreto nº 25.405 de 17/05/2005.



Legenda: (A) Ônibus Urbano, (B) Ônibus Rodoviário, (C) Micro-ônibus, (D) Micromaster e (E) Ônibus biarticulado

Fonte: Garcia, 2019; Águia Branca, [20--]; Boff, 2019; Barboza, 2023; Redação AB, 2022.

Vale ressaltar que todo veículo automotivo apresenta, em sua composição, elementos que produzem energia sonora. O estado de conservação destes componentes irá determinar a qualidade e quantidade deste som.

[...] um motor veicular possui diversos componentes que contribuem individualmente para a totalidade da potência sonora por ele irradiada. Medidas de intensidade sonora em superfícies próximas ao motor, auxiliam na localização e quantificação da parcela da potência sonora irradiada pelos seus componentes (Bistafa, 2006).

Logo, o estado de conservação dos componentes dos coletivos determina o surgimento de todos os problemas neles existentes, incluindo os ruídos.

A Lei municipal do Rio de Janeiro nº 8.264, de 21 de março de 2024, determina a substituição da frota de ônibus do transporte de passageiros por veículos elétricos até o ano de 2040 (Rio de Janeiro, 2024a). Tais veículos não emitem ruídos, o que proporcionará saúde e segurança a quem depende deste meio de transporte.

1.3 A problemática: ruído e temperatura.

1.3.1 Ruído e som.

Vesilind e Morgan (2013) descrevem som como ondas de pressão que se propagam em um meio (ar, na maioria dos casos). Pelas leis da física acústica, som é sensação fisiológica. As ondas atingem a membrana do ouvido, o tímpano, que passa a vibrar com a mesma frequência das ondas, transmitindo-as ao cérebro, que registra tal sensação. Logo, a percepção do som varia, dependendo do receptor. Sons são ondas longitudinais, geradas pela vibração de um corpo; tais ondas se propagam pelas partículas da matéria, encontrada em estado sólido, líquido ou gasoso.

Então, o som é gerado através da perturbação de um meio material, que produz ondas que se propagam através deste meio.

Em outra classe de ondas mecânicas, chamada ondas longitudinais, os elementos do meio se deslocam paralelos ao sentido da propagação. As ondas sonoras no ar, por exemplo, são longitudinais. Suas perturbações correspondem a uma série de regiões de alta ou baixa pressão que podem se propagar por meio do ar ou de qualquer meio material com certa velocidade. (Serway; Jewett Jr, 2015).

O som passa a ser considerado ruído quando gera transtornos. Ruído tem sua definição baseada no conceito de som. Bistafa (2006) descreve ruído como som indesejável, sem harmonia.

Como poluição sonora, o ruído resulta de atividades. No caso dos transportes urbanos, as variadas atividades dos componentes existentes no interior dos coletivos promovem diversidades sonoras, todas indesejáveis e em forma de rejeito.

O som, como poluição, está associado ao ‘ruído estridente’ ou ao ‘som não desejado’. Podemos então concluir que embora o conceito de som esteja perfeitamente definido pela física, o conceito de ‘som não desejado’ (como poluição) é muito relativo (Braga et al., 2003).

Segundo Guida, Diniz e Kinoshita (2010), o ruído é “acusticamente constituído por várias ondas sonoras com relação de amplitude e fase distribuída anarquicamente, provocando sensação desagradável. Pode ser contínuo e de impacto”.

A fonte sonora determina a qualidade e intensidade do som produzido. Fontes em bom estado de conservação e **que suportam sistema de amortecimento** emitem energia sonora de boa qualidade e com pouca intensidade. As que apresentam mau estado, produzem ruídos, em sua grande maioria intensos, que comprometem a saúde de quem com eles necessita conviver. Isto é, som com harmonia promove saúde e bem-estar; sem harmonia, é ruído, que resulta em insalubridade, dependendo da intensidade. Como sensação, o resultado provocado pela energia sonora depende de quem o percebe. Logo, a percepção do som depende do estado psicofísico do receptor, cuja reação ao estímulo sonoro varia. Ou seja, dependendo do receptor, o som pode se tornar ruído, e o ruído, em raros casos, se tornar som. No caso dos ônibus urbanos, todos os sons são percebidos como ruídos, uma vez que, segundo motoristas e passageiros que utilizam constantemente este transporte, existe unanimidade na classificação de serem considerados indesejáveis.

O aparelho auditivo é responsável pela recepção e decodificação das ondas sonoras.

A porção visível do ouvido consiste do pavilhão da orelha ou aurícula, uma espécie de funil de cartilagem que ajuda na captação de uma ampla área. A entrada do ouvido em direção à porção interna é chamada de meato acústico e se estende até a membrana timpânica (tímpano). Conectada a superfície medial da membrana timpânica está uma série de ossos conhecidos como ossículos. Localizados em uma pequena câmara preenchida de ar, os ossículos transferem os movimentos da membrana timpânica para uma segunda membrana que cobre o orifício no osso do crânio chamado de janela oval. Através da janela oval está a cóclea, preenchida por fluido a qual contém o mecanismo que transforma o movimento físico da membrana da janela oval em uma resposta neural. As estruturas desde o pavilhão até a membrana timpânica constituem o ouvido externo, a membrana timpânica e

os ossículos constituem o ouvido médio e a estrutura medial a janela oval é o ouvido interno. (Malta, 2021).

Na cadeia ossicular, o som se forma como ondas de pressão, que atua sobre o sistema tímpano ossicular, local onde tais ondas são transformadas em sinais elétricos, transmitidos pelo sistema nervoso auricular ao cérebro, que decodifica estes sinais (DGS Otorrinolaringologia, [20--]).

Em se tratando de poluição sonora, faz-se necessário conhecer a anatomia e funcionamento do órgão receptor do ruído e a maneira como este som atinge este trabalhador, a fim de se poder analisar as consequências sofridas por quem se expõe a este tipo de poluição.

A Figura 2 apresenta, de forma sucinta, o aparelho auditivo e suas funções.

Figura 2 – Ouvido humano



Fonte: Marques, 2016.

1.3.2 Temperatura

Temperatura é uma grandeza física relacionada à energia cinética média de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico.

Podemos pensar em temperatura como a propriedade que determina se um corpo está em equilíbrio térmico com outros corpos. Dois corpos em equilíbrio térmico um com o outro estão na mesma temperatura. Contrariamente, se dois corpos têm temperaturas diferentes, não estão em equilíbrio térmico um com o outro. Sabemos que a temperatura é algo que determina se haverá ou não transferência de energia entre dois corpos em contato térmico. (Serway, 2015)

A temperatura é um fator que pode influenciar na produtividade do colaborador, estando ele em ambiente de trabalho, pois interfere no seu bem-estar e saúde. O grau de interferência vai depender do estado físico do indivíduo. Pessoas que apresentam bom estado físico resistem melhor a temperaturas extremas ou a suas variações; as mais sensíveis, sofrem de forma mais severa as consequências de tais interferências. Temperaturas muito altas podem causar desidratação e fadiga; as muito baixas podem levar a dores musculares e desconforto.

O Decreto Municipal do Rio de Janeiro nº 53.856 de 27 de dezembro de 2023 apresenta, em seu art. 3º, a seguinte redação:

As concessionárias do SPPO-RJ deverão operar com ar-condicionado ligado e em bom estado de manutenção em todos os veículos licenciados com o referido equipamento, em conformidade com obrigação assumida no Termo de Conciliação firmado com o Município do Rio de Janeiro em 24 de maio de 2018. (RIO DE JANEIRO, 2023)

1.4 Os usuários e a insalubridade

O motorista do ônibus urbano é o agente do serviço, responsável pelo deslocamento do coletivo que transporta o passageiro, para quem o sistema existe. Os cuidados com o bem-estar deste indivíduo promovem o bom funcionamento de todo o sistema, uma vez que, sem ele, o serviço entra em decadência, colapso.

O motorista do ônibus, condutor do veículo, é o agente mais exposto aos ruídos no interior dos coletivos, motivo pelo qual é o que mais sofre suas consequências. Os ruídos mais intensos e relevantes são produzidos exatamente na parte dianteira do ônibus, pois os componentes que geram tais ruídos, principalmente o motor do veículo, a catraca de cobrança das passagens, a porta de entrada dos passageiros, etc. se encontram nesta parte do coletivo.

A atividade de condução veicular exige refinada acuidade auditiva e visual, motivo pelo qual os órgãos de audição e visão necessitam estar bem apurados, em bom estado de funcionamento e completamente desimpedidos de qualquer obstrução. No caso da exposição

ao ruído veicular, uma forma de minimizar o problema seria a utilização de EPI, protetor de ouvido, que isolaria o conduto auditivo e protegeria o trabalhador no exercício de sua função. Para motorista de qualquer veículo, tal proteção é de impossível utilização.

As consequências a este tipo de exposição já foram comprovadas. Passageiros também estão expostos aos ruídos, com menor tempo de exposição. Assim, os riscos são bem menores e as consequências podem ocorrer em prazo muito superior aos dos motoristas ou até mesmo nem serem originários da poluição sonora do interior dos ônibus.

No entanto, na maioria das vezes, os ruídos geram diversos efeitos indesejáveis, como: em níveis suficientemente elevados, podem causar perda da audição e aumento da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos), por exemplo, perturbação do sono, stress, tensão, queda do desempenho; interferência com a comunicação oral, que por sua vez provoca irritação; pode causar danos e falhas estruturais (efeito mecânico). O ruído também tem influência na tomada de decisão do consumidor, quando ele escolhe um produto mais silencioso do competidor (Bistafa, 2006).

No caso dos transportes coletivos urbanos, os ruídos contínuos são, em sua maioria, gerados por componentes como o motor do ônibus e o aparelho de ar-condicionado. Os ruídos de impacto surgem da abertura e fechamento de portas, das catracas de cobranças de tarifas, de vidros e balaústres soltos, entre outros.

Notório se faz citar que, em determinados veículos, o ruído de expansão de gás emitido pela abertura da porta do coletivo é bastante relevante, o que eleva expressivamente o valor em dB da pressão sonora registrado no decibelímetro (81,4 dB). É um ruído de impacto, e se encontra marcante em coletivos novos. Felizmente, este valor atende às exigências da NR 15.

A NR-15 estabelece as atividades que devem ser consideradas insalubres, gerando direito ao adicional de insalubridade aos trabalhadores. É composta de uma parte e mantém 13 anexos, que definem os Limites de Tolerância para agentes físicos, [...], ou mencionando situações em que o trabalho é considerado insalubre qualitativamente.

Os anexos 1 e 2 da NR – 15 tratam da exposição dos trabalhadores a ruído [...]

A avaliação quantitativa de agentes aos quais o trabalhador está exposto exige a determinação da intensidade, no caso de agentes físicos, [...]. Devem ser realizadas avaliações quantitativas para ruído contínuo [e de impacto]. (Anexos nºs 1 e 2) [...] (Brasil, 2023).

1.5 Legislação

As principais legislações sobre o transporte coletivo de passageiros, a nível federal e nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro foram sumarizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais legislações sobre o transporte coletivo de passageiros, a nível Federal e nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro

Legislação	Conteúdo principal
Lei Federal nº 10.233 de 05 de junho de 2021	Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. No art. 11, inciso V determina o controle dos níveis de poluição sonora através do ajuste dos transportes com a preservação do meio ambiente (Brasil, 2021).
Lei do Estado de São Paulo nº 15.831 de 15 de junho de 2015	Autoriza o Poder Executivo a disciplinar nos contratos de concessão a idade média da frota de ônibus, miniônibus e microônibus que opera no Sistema de Transporte Coletivo Urbano de Caráter Metropolitano, e dá providências correlatas. No art.1º e art.2º § 1º estipula a idade média da frota de ônibus que opera no Sistema de Transporte Coletivo Urbano de Caráter Metropolitano e a elaboração do cálculo da idade média da frota. (São Paulo, 2015).
Projeto de Lei do Estado do Rio de Janeiro nº 467/2013	Ementa: dispõe sobre a proibição de novas aquisições de ônibus com motor dianteiro para operar no sistema de transporte coletivo municipal de passageiros no Rio de Janeiro (Queiroz, 2013).
Projeto de Lei do Estado do Rio de Janeiro nº 2167/2013	Ementa: institui o programa de incentivo à modernização e renovação da frota de transporte coletivo de passageiros municipal e intermunicipal no estado (Henriques, 2013).
Decreto do Município do Rio de Janeiro nº 12.713 de 01 de março de 1994	Estabelece padrões técnicos a serem observados para a aprovação dos veículos utilizados no sistema de transporte público de passageiros por ônibus no município do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 1994).
Decreto do Município do Rio de Janeiro nº 25.405 de 17 de maio de 2005	Modifica e acrescenta dispositivos ao anexo do Decreto nº 12.713 de 01 de março de 1994 – regulamento que estabelece padrões técnicos a serem observados para a aprovação dos veículos utilizados no sistema de transporte público de passageiros por meio de ônibus no município do Rio de Janeiro. Nos artigos 2º, 3º e 4º, e em seu anexo classifica os veículos empregados nas linhas regulares do Município do Rio de Janeiro quanto à sua composição, ao nível do serviço e à característica operacional da linha (Rio de Janeiro, 2005).
Decreto do Município do Rio de Janeiro nº 21.178 de 22 de março	Dispõe sobre o transporte coletivo de passageiros por ônibus e dá outras providências. O art. 2º determina que os veículos de transporte coletivo designados no art. 3º do Anexo ao Decreto 12.713/94 como

Legislação	Conteúdo principal
de 2002	ônibus urbano tipo I (motor dianteiro) serão, preferencialmente, equipados com sistema de ar-condicionado (Rio de Janeiro, 2002).
Decreto do Município do Rio de Janeiro nº 53.856 de 27 de dezembro de 2023	Reajusta para o ano de 2024 o valor da tarifa de remuneração e do Indicador de Receita por Quilômetro - IRK a ser aplicado no Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus - SPPO-RJ, em conformidade com o acordo judicial celebrado nos autos da Ação Civil Pública nº 0045547-94.2019.8.19.0001, e dá outras providências. Estabelece em seu texto que as concessionárias do SPPO-RJ deverão operar com ar-condicionado ligado e em bom estado de manutenção em todos os veículos licenciados com o referido equipamento, em conformidade com obrigação assumida no Termo de Conciliação firmado com o Município do Rio de Janeiro em 24 de maio de 2018. Além disso, preconiza as sanções que devem ser aplicadas às concessionárias do SPPO-RJ que apresentem cenários de infração (Rio de Janeiro, 2023).
Lei do Município do Rio de Janeiro nº 8.264 de 21 de março de 2024	Dispõe sobre a política sustentável de substituição da frota de ônibus do transporte de passageiros por veículos elétricos (veículos verdes) no município do Rio de Janeiro e dá outras providências. No art.1º, que dispõe sobre o sistema de transporte público por ônibus urbano, pretende alcançar o controle satisfatório sobre a poluição sonora presente nos coletivos que prestam este serviço (Rio de Janeiro, 2024a).

O sistema de transporte do município do Rio de Janeiro é regido por decretos. Existe a redação de alguns projetos de lei. No entanto, a lei que entrou em vigor foi sancionada em 2024, e determina a substituição de toda frota por veículos verdes, ou elétricos, até o ano de 2040.

Além disso, a Lei Federal nº 13.103, de 02 de março de 2015, determina que o motorista profissional deve cumprir 8 horas diárias de trabalho, podendo somar 2 horas extras a esse período, ou, mediante previsão em convenção ou acordo coletivo, por até 4 horas extras (Brasil, 2015).

Há também a NR-15 que estabelece as atividades que devem ser consideradas insalubres, gerando direito ao adicional de insalubridade aos trabalhadores. É composta de uma parte geral e mantém 13 anexos, que definem os Limites de Tolerância para agentes físicos, químicos e biológicos, quando é possível quantificar a contaminação do ambiente, ou listando ou mencionando situações em que o trabalho é considerado insalubre qualitativamente. O Anexo nº 1 desta norma apresenta os valores dos níveis de ruídos em dB e o tempo máximo de exposição permissível (Tabela 2) (Brasil, 2022).

O Anexo nº 2 apresenta os limites de tolerância para ruídos de impacto.

“Entende-se por ruído de impacto aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 (um) segundo, a intervalos superiores a 1 (um) segundo. [...] Os níveis de impacto deverão ser avaliados em decibéis (dB), com medidor de nível de pressão sonora operando no circuito linear e circuito de resposta para impacto. As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador. O limite de tolerância para ruído de impacto será de 130 dB (linear). Nos intervalos entre os picos, o ruído existente deverá ser avaliado como ruído contínuo (Brasil, 2022).”

Tabela 2 – Limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Nível de ruído dB	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
115	7 minutos
120	Limiar da dor

Fonte: Brasil, 2022.

2 METODOLOGIA

A investigação ocorreu em viagens comuns realizadas no interior de veículos das classes de ônibus simples urbano, microônibus e ônibus articulado – BRT, no município do Rio de Janeiro. Foram verificados o nível de pressão sonora e a temperatura no interior dos coletivos. Os instrumentos utilizados para a aferição foram um sonômetro, ou decibelímetro digital modelo HDB-882, para pressão sonora e um termômetro infravermelho modelo HT-550, para temperatura, ambos da marca Hikari.

Os dados coletados foram registrados em imagens e vídeos gravados em aparelhos de telefonia celular, posicionados nos assentos dianteiros dos coletivos, próximos ao motor. Primeiro, foi verificada a temperatura registrada nos sensores de temperatura embarcados nos veículos; fotografou-se este registro. Em seguida, o termômetro infravermelho foi direcionado para os dutos dos aparelhos de ar-condicionado; a temperatura indicada no visor foi registrada em foto. Logo depois, o laser foi direcionado para a parte inferior do ambiente, entre os assentos e a temperatura também foi registrada por fotografia. Posteriormente, o sonômetro foi acionado, com o microfone direcionado para a parte dianteira do veículo, virado para o motor, e gravou-se em fotos e vídeos os registros no visor do instrumento durante todo tempo da viagem, sendo desligado no momento do desembarque.

As medições foram realizadas em coletivos que utilizam vias expressa e não expressa para trânsito. A coleta de dados em via expressa ocorreu na Avenida Brasil, em seu início, nas proximidades da Zona Portuária, Avenida Francisco Bicalho, e se estenderam até a entrada do Bairro de Bangu, Zona Oeste. Nas vias não expressas, a coleta ocorreu entre os bairros de:

- a) Largo do Machado à Central do Brasil;
- b) Central do Brasil ao Maracanã;
- c) Mariópolis à Praça da Bandeira;
- d) Bonsucesso à Penha;
- e) Bangu à Campo Grande;
- f) Bangu ou Campo Grande à Madureira;
- g) Madureira à Central do Brasil;
- h) Central do Brasil à Glória.

A coleta teve início no mês de dezembro de 2023, na estação do verão, e se estendeu até o mês de junho de 2024, estação do outono. Foram realizadas viagens em 32 linhas de ônibus

diferentes, sendo que em algumas delas a viagem e medições foram realizadas mais de uma vez, em coletivos escolhidos aleatoriamente, que duravam, em média, de 10 a 90 min., nos turnos da manhã, tarde e noite.

Os dados referentes à pressão sonora foram coletados dos registros feitos em vídeos, realizados por classe de ônibus segundo o estado de manutenção. Para cada classe, houve a seleção de 5 (cinco) valores aleatórios registrados no vídeo que serviram de amostragem para as análises estatísticas. Considerou-se dois cenários distintos: ônibus parado e ônibus em movimento.

Os cinco dados referentes à temperatura foram selecionados das fotos.

Coletados os dados, o cálculo das médias dos valores em dB e °C foi realizado:

$$\text{Média pressão sonora [dB]} = \frac{\text{dB1} + \text{dB2} + \text{dB3} + \text{dB4} + \text{dB5}}{5} \quad (1)$$

$$\text{Média da temperatura [°C]} = \frac{\text{T1} + \text{T2} + \text{T3} + \text{T4} + \text{T5}}{5} \quad (2)$$

em que dB_i é a medida da i -ésima pressão sonora de um determinado ônibus parado ou em movimento e T_i é a i -ésima temperatura registrada em um determinado ônibus.

Para a construção dos gráficos referentes à pressão sonora por classe, utilizou-se o box-plot que apresenta o limite inferior, limite superior, 1° quartil, mediana e 3° quartil. Todos os gráficos foram construídos com o auxílio do *software* Excel®.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à análise de ruído, os ônibus urbanos no município do Rio de Janeiro foram classificados quanto ao estado de conservação (Quadro 2) e tipo de via. Exemplos das classes dos ônibus, podem ser observados na Figura 3.

Quadro 2 – Classificação de ônibus quanto ao estado de conservação

Classe e Ônibus	Manutenção	Tempo de uso
A - Novos	Excelente	Pouco
B - Seminovos	Alguma	Relativo
C - Antigos	Pouca	Muito
D - Precários	Nenhuma	Elevado

Fonte: A Autora, 2024.

Figura 3 – Exemplo de ônibus quanto ao estado de conservação



Fonte: A Autora, 2024.

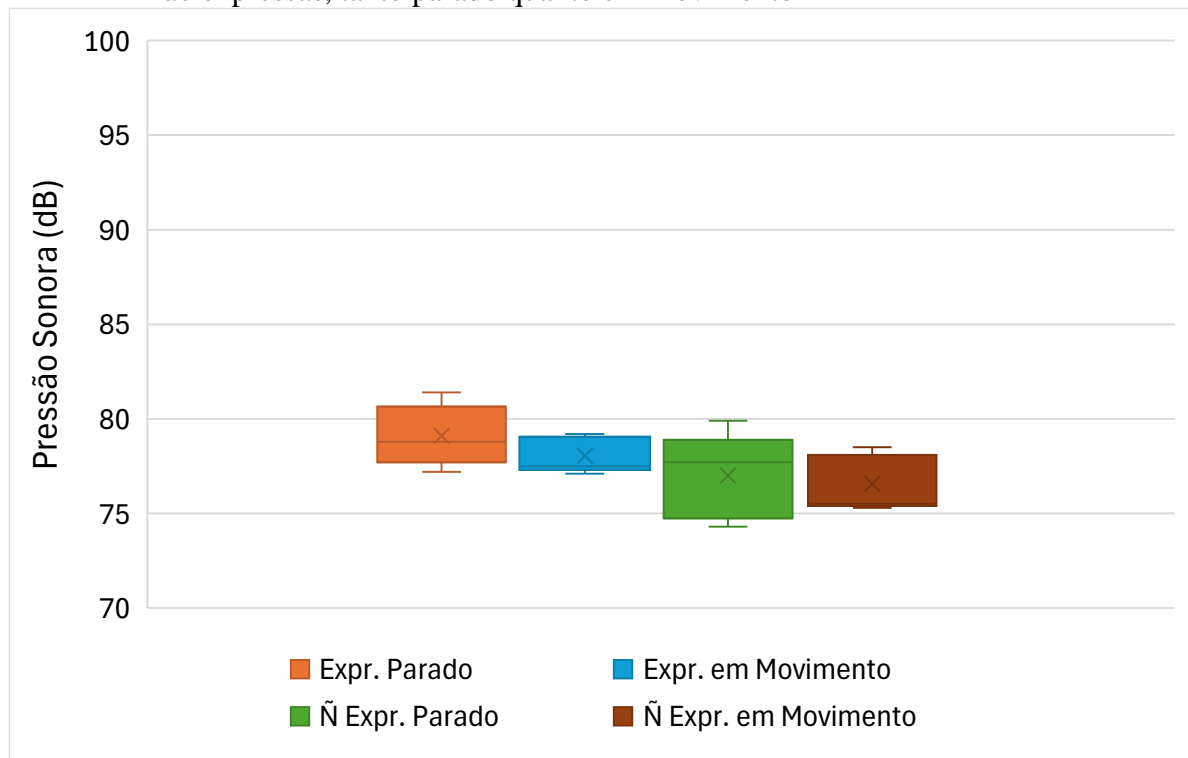
As zonas de circulação dos coletivos analisados apresentam significativas diferenças. Na zona sul do município encontram-se as principais áreas de lazer. As mais importantes são as praias e pontos turísticos, motivo pelo qual o turismo é maciço. Além disso, nela se encontra a sede administrativa municipal. Outra vantagem é o fato de estar próxima ao centro do Rio, motivo pelo qual apresenta melhores condições de vistoria e monitoramento. Na zona norte, a presença de bairros residenciais é bem expressiva, e o comércio, marcante. Se encontra um pouco distante do centro do Rio e da sede administrativa. Já a zona oeste é a que mais se distancia do centro. Embora nela existam pontos turísticos de destaque, o turismo não é marcante como o da zona sul devido à distância. Com isto, os bairros das zonas norte e oeste não apresentam o mesmo grau de assistência prestado à zona sul. Optou-se por não separar os veículos por zona, uma vez que uma mesma linha comumente cruza mais de uma zona da cidade do Rio de Janeiro.

Quanto ao tipo de via para circulação dos ônibus urbanos, foram divididas em vias expressa e não expressa. Esta classificação é crucial para a análise dos ruídos produzidos pelos coletivos. O estado de conservação e o tipo de via de circulação dos ônibus determinam a qualidade e quantidade dos sons gerados no interior destes veículos. Além disso, a classificação proposta está relacionada ao tipo de exposição ao ruído e grau de temperatura sob os quais condutores e passageiros são submetidos.

O estudo constatou que os ruídos totais observados no interior dos coletivos se encontram na faixa sonora que varia entre 74,3 e 97,8 dB, sendo os menores valores registrados em veículos da classe A (74,3 a 81,4 dB), parados ou em movimento (Figura 4). Cabe ressaltar que o registro de 81,4 dB foi devido a um ruído de impacto, normalmente de abertura e fechamento de portas, estando parados. Veículos de classe A não apresentaram variações significativas nos seus valores em dB, estando parados ou em movimento (Figura 4). Além disso, os valores nunca ultrapassaram os do LT. Contudo, nas demais classes, a variação é bem expressiva. Para facilitar a comparação, a escala do eixo de pressão sonora para todas as classes de ônibus analisadas foi fixada entre 70 dB e 100 dB.

Os valores de temperatura nos veículos classe A variaram entre 14,3 e 25,7 °C (Figura 5). No verão, é bastante agradável. No inverno, um pouco frio.

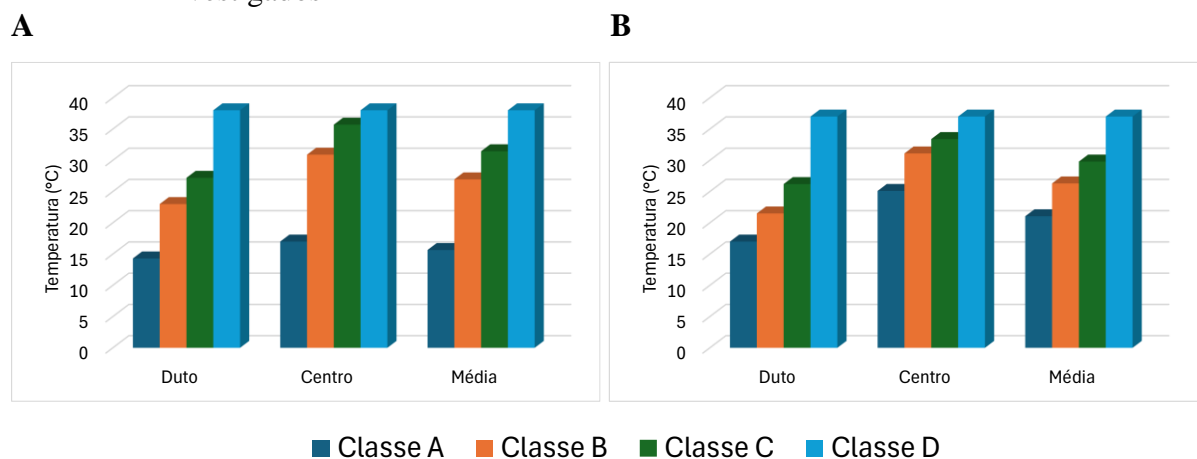
Figura 4 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe A em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento



Legenda: Expr: via expressa; Ñ Expr.: via não expressa.

Fonte: A Autora, 2024.

Figura 5 – Cálculo da temperatura dentro dos ônibus (A) expressos e (B) não expressos investigados



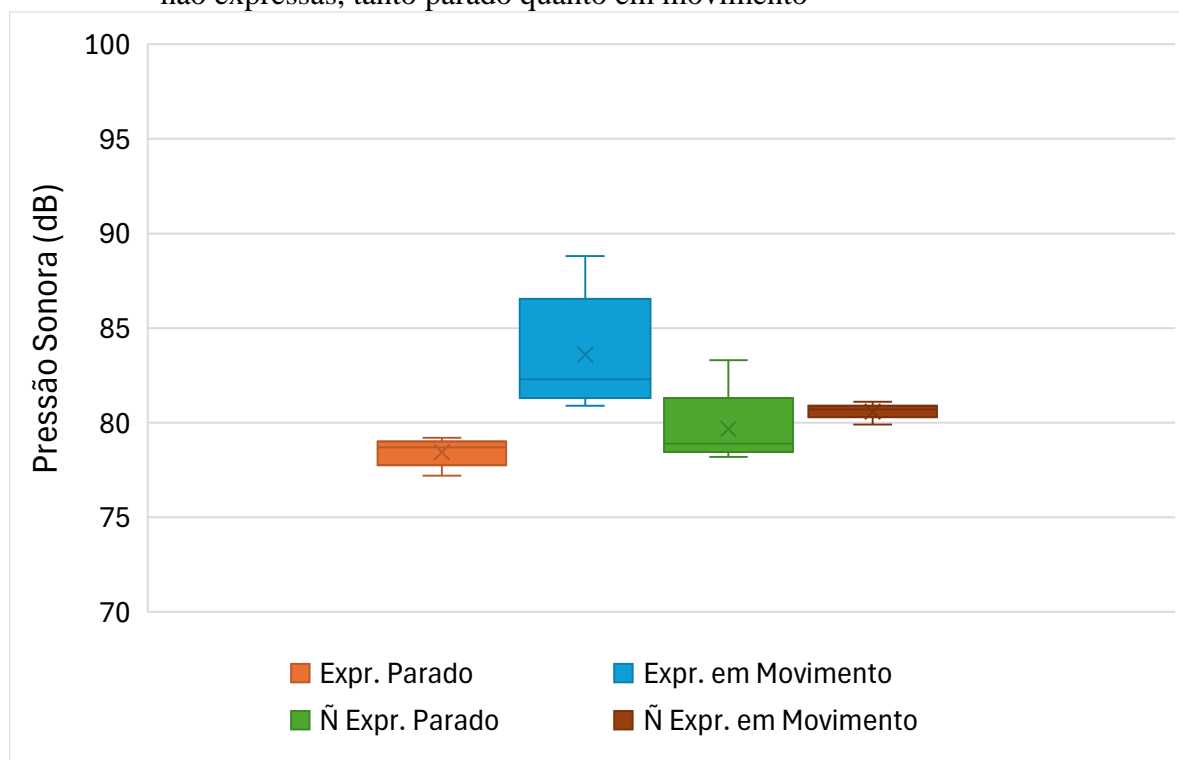
Legenda: Duto = média das temperaturas verificadas na saída do duto do ar-condicionado; centro = Média das temperaturas verificadas no centro do ônibus; e média = média das temperaturas verificadas no interior no ônibus (saída do ar-condicionado e centro do ônibus).

Fonte: A Autora, 2024.

Os veículos da classe B apresentaram pequena variação no valor de dB quando o coletivo expresso se encontrava parado (77,2 a 79,2 dB). O mesmo foi verificado para o coletivo não expresso em movimento (79,9 a 81,1 dB) (Figura 6). Destaca-se que as classes A e B

atendem aos padrões estabelecidos pela NR – 15. Além disso, os veículos da classe B apresentaram valores de temperatura que variaram entre 20,5 e 31,0 °C (Figura 5).

Figura 6 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe B em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento

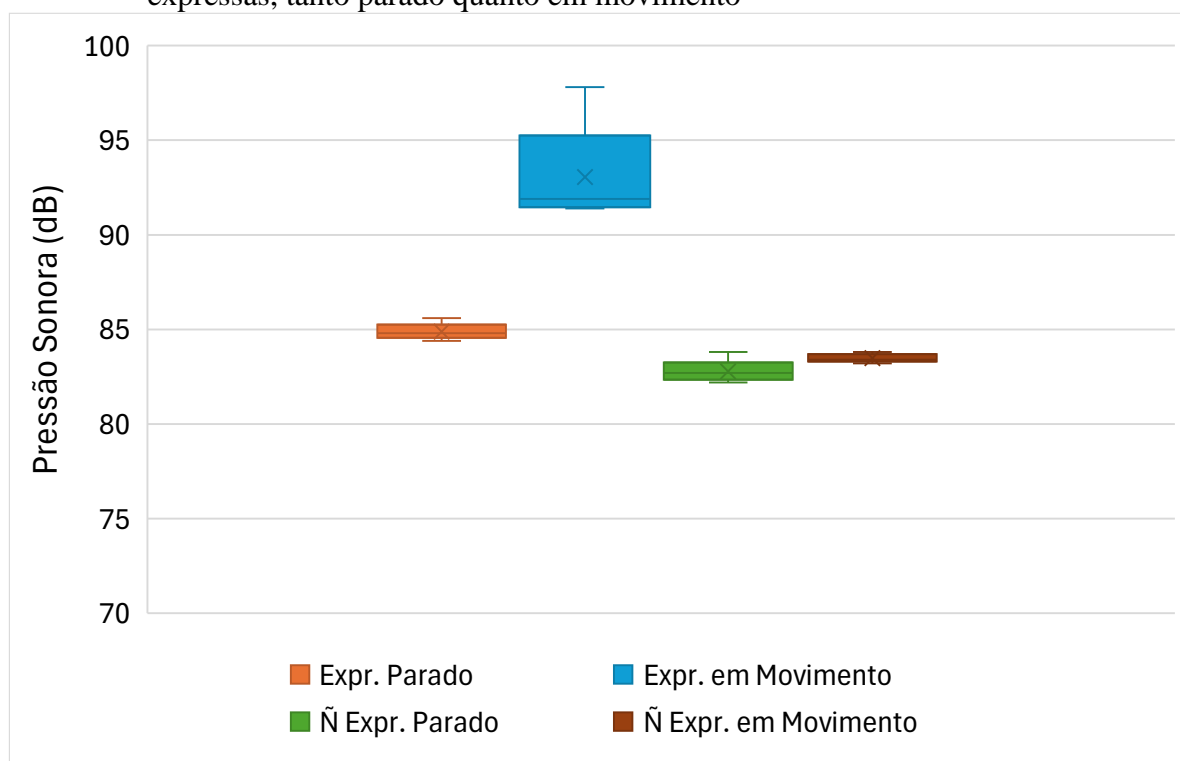


Legenda: Expr: via expressa; Ñ Expr.: via não expressa.

Fonte: A Autora, 2024.

Os veículos da classe C apresentaram graves problemas de saúde pública. Circularam com as janelas fechadas e o aparelho de ar-condicionado em mau estado de conservação ligado, emitindo ruído residual, que se soma ao do motor do veículo e eleva o valor do dB, estando ele parado (82,2 a 85,6 dB) ou em movimento (83,2 a 97,8 dB) (Figura 7). Os valores mais altos foram verificados para os ônibus expressos em movimento. Porém, na estação do verão, em dias quentes, a temperatura no interior destes coletivos é a mesma do meio externo, quando estão vazios; se cheios, a temperatura se eleva (Figura 5). O aparelho refrigerador não apresenta eficiência em seu funcionamento e não cumpre as funções para as quais foi projetado. O ambiente no interior destes veículos se torna insuportável e insalubre. No inverno, a eficiência deste equipamento é muito boa. Isto evidencia o descumprimento do Decreto municipal nº 53.856 de 27 de dezembro de 2023. Exceto os ônibus que circulam em via expressa em movimento, cujos valores ultrapassam 91 dB, seus valores em dB atendem à NR – 15.

Figura 7 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe C em vias expressas não expressas, tanto parado quanto em movimento

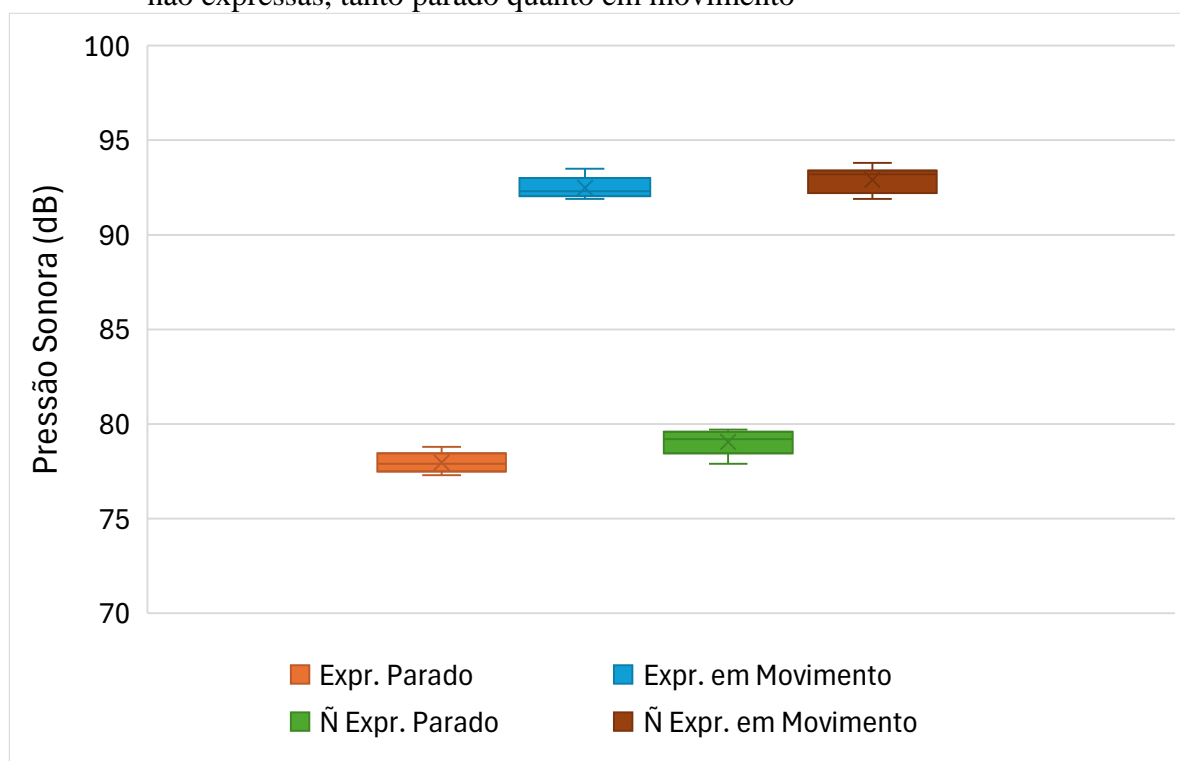


Legenda: Expr: via expressa; Ñ Expr.: via não expressa. Os valores de 1 a 5 referem-se as 5 réplicas obtidas para cada ônibus tanto no cenário parado como em movimento.

Fonte: A Autora, 2024.

Os veículos da classe D, em sua maioria, circularam com janelas abertas, sem o uso do ar-condicionado, o que permite boa ventilação e arejamento no interior do coletivo, mesmo estando a temperatura elevada em seu interior (Figura 5), pois circulam sem o funcionamento do aparelho refrigerador. Por este motivo, seus valores em dB apresentam discrepante variação, estando parados (77,3 a 79,7 dB) ou em movimento (91,9 a 93,8 dB) (Figura 8). Os valores em dB destes coletivos em movimento não atendem à NR 15. Quando atingem valores acima de 100 dB, são ruídos de impactos oriundos de movimentos irregulares, como passagens do veículo em buracos na via etc. Tais valores não foram considerados na seleção randômica dos cinco valores registrados nos vídeos. Não houve diferenças significativas entre veículos de via expressa e não expressa.

Figura 8 – Box Plot das medidas da pressão sonora nos ônibus de classe D em vias expressas e não expressas, tanto parado quanto em movimento



Legenda: Expr: via expressa; Ñ Expr.: via não expressa. Os valores de 1 a 5 referem-se as 5 réplicas obtidas para cada ônibus tanto no cenário parado como em movimento.

Fonte: A Autora, 2024.

Os condutores têm a função de conduzir os coletivos. Sua saúde necessita estar compatível com o nível de responsabilidade para atender aos requisitos desta função. Os passageiros são os mantenedores que utilizam o serviço. Sua integridade total precisa ter o valor de quem sustenta o serviço. Manter a saúde dos usuários é manter o sistema de transporte. Em se tratando de poluição sonora produzida pelo transporte, valorizar os cuidados com os usuários é valorizar o sistema como um todo.

Os resultados apresentados nos gráficos indicam que coletivos das classes A e B atendem plenamente aos LT determinados pela NR – 15 e a toda legislação que trata do transporte coletivo de passageiros. Os da classe C ferem os LT quando em movimento, bem como o Decreto Municipal nº 53.856, de 27 de dezembro de 2023. Os ônibus da classe D descumprem todas as leis e normas determinadas para tais meios de transporte. Quando parados, atendem apenas à NR – 15 anexo1 (Brasil, 2022).

CONCLUSÃO

O estudo registra as medições realizadas nos coletivos do município do Rio de Janeiro no período de dezembro de 2023 e junho de 2024, e apresenta valores que variaram entre 70 e 100 dB para pressão sonora e 14 e 39,3 °C para temperatura.

O ano de 2024, para o serviço de ônibus urbanos no município do Rio de Janeiro, apresentou profundas e grandes transformações, devido a significativa melhora das condições físicas dos coletivos de algumas linhas de ônibus que circulam nas zonas norte, oeste e sul. A mudança mais expressiva foi a completa extensão e renovação do sistema BRT, muito eficiente tanto em estrutura física dos veículos e estações como em intervalos de horários de circulação dos ônibus

Essas transformações farão com que esse todo o sistema de transporte público atinja, em breve, grau de excelência, caso o ritmo das mudanças permaneça estável ou se torne acelerado. A presença de ônibus das classes A e B em circulação pelas vias urbanas é bem visível e marcante, inclusive em municípios distantes, como os da zona norte e oeste, e expõe com clareza os esforços que governo e empresas têm empenhado para a melhoria do sistema. Na zona sul, a presença deles é maciça. Os ônibus da classe A conseguem atingir grau máximo de excelência, em termos de qualidade e desempenho, o que resulta em muito boa aceitação por parte de quem os utiliza, e aprimora a imagem do município, principalmente para o turismo local.

Infelizmente, o quantitativo de coletivos classe C e D ainda é presente e bem marcante, e faz com que o sistema desenvolva patologias na população que neles trabalha e/ou viaja. O motorista que exerce suas funções em tais veículos é o mais afetado. Surge, então, um outro severo problema, que é o da desigualdade. Estes condutores são submetidos a diferentes condições de trabalho, por vezes dentro da mesma empresa, na mesma linha de ônibus, o que fere o artigo 5º da Constituição Federal Brasileira, cuja redação determina que “todos são iguais perante a lei” (Brasil, 1988). No caso do sistema de transporte por ônibus, está ocorrendo uma severa distinção entre trabalhadores expostos aos riscos fornecidos pelos ônibus precários e os que desfrutam dos benefícios da qualidade dos novos. Existe a necessidade do monitoramento sobre as empresas para se verificar a equitatividade no trato do trabalhador.

REFERÊNCIAS

- ÁGUIA BRANCA. *Rodoviária do Rio!* [20--]. Disponível em: <<https://www.aguiabranca.com.br/rodoviaras/rodoviaria-do-rio>>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- BARBOZA, J. Detro-RJ aprova plantas de micromaster rodoviário da Mascarello. *Ônibus e Transporte*, 8 fev. 2023. Disponível em: <<https://onibusetransporte.com/2023/02/08/detro-rj-aprova-plantas-de-micromaster-rodoviario-da-mascarello/>>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- BISTAFA, S. R. *Acústica aplicada ao controle do ruído*. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- BOFF, G. Neobus fornece mais cinco micro-ônibus Thunder+ para a Transurb, do Rio de Janeiro. *Diário do Transporte*, 22 jul. 2019. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2019/07/22/neobus-fornece-mais-cinco-micro-onibus-thunder-para-a-transurb-do-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 09 jul. 2024.
- BRAGA, B. et al *Introdução a engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2003.
- BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado, 1988. 140 p.
- BRASIL. *Lei nº 10.233, de 05 de junho de 2001*. Dispõe sobre a reestruturação dos transportes aquaviário e terrestre, cria o Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte, a Agência Nacional de Transportes Terrestres, a Agência Nacional de Transportes Aquaviários e o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/110233.htm#:~:text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20reestrutura%C3%A7%C3%A3o%20dos,Transportes%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias.>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- BRASIL. Lei nº 13.103 de 02 de março de 2015. Dispõe sobre o exercício da profissão de motorista; altera a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e as Leis n 9.503, de 23 de setembro de 1997 - Código de Trânsito Brasileiro, e 11.442, de 5 de janeiro de 2007 (empresas e transportadores autônomos de carga), para disciplinar a jornada de trabalho e o tempo de direção do motorista profissional; altera a Lei nº 7.408, de 25 de novembro de 1985; revoga dispositivos da Lei nº 12.619, de 30 de abril de 2012; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 03 mar. 2015.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora No. 15 (NR-15)*, 12 de dezembro de 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *NR 15 - atividades e operações insalubres*, atualizada em 13 de abril de 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

[emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-15-atualizada-2022.pdf](https://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/APOST_OUVIDO_FIS_CADEIA_OSSIC.html)>. Acesso em: 17 jul. 2024.

DGS otorrinolaringologia. *Fisiologia da cadeia tímpano- ossicular*, [20--]. Disponível em: <http://www.dgsotorrinolaringologia.med.br/APOST_OUVIDO_FIS_CADEIA_OSSIC.html>. Acesso em: 09 jul. 2024.

FERREIRA, A. B. de H. *Aurélio: o dicionário da língua portuguesa*. Curitiba: Positivo, 2007.

GARCIA, A. Neobus vende 120 novos ônibus ao transporte urbano no RJ. *Frota & Cia*: movidos pela Notícia, 13 nov. 2019. Disponível em: <<https://frotacia.com.br/neobus-vende-120-novos-onibus-ao-transporte-urbano-no-rj/>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

GUARDIANO, J. A. S.; CHAGAS, T. Z.; SLOMP Jr., H. Avaliação da perda auditiva em motoristas de ônibus de Curitiba. *Revista CEFAC*, v. 16, n. 1, p. 50-54, jan./fev. 2014.

GUIDA, H. L; DINIZ, T. H; KINOSHITA, S. K. Análise acústica e psicoacústica do ruído de armas utilizadas pela Polícia Militar. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, v. 77, n.2, p. 163-170, 2011.

HENRIQUES, R. *Projeto de lei nº 2.167/2013*. Ementa: institui o programa de incentivo à modernização e renovação da frota de transporte coletivo de passageiros municipal e intermunicipal no estado, 2013 Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/scpro1115.nsf/0c5bf5cde95601f903256caa0023131b/5933b79e872b342983257b5d0074175d?OpenDocument&Highlight=0,20130302167&ExpandSection=1>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

LACERDA, A. et al. Achados audiológicos e queixas relacionadas à audição dos motoristas de ônibus urbano. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, v. 15, n.2, p. 161-166, 2010.

MALTA, T. A. M. *Audição, anatomia e ondas sonoras*. Joinville: Clube de Autores, 2021

MARQUES, S. Ouvido. *Dr. Samuel Marques otorrinolaringologista*, 8 nov. 2016. Disponível em: < <https://www.dr.samuelmarques.com.br/ouvido/>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

QUEIROZ, M. *Projeto de lei nº 467/2013*. Ementa: dispõe sobre a proibição de novas aquisições de ônibus com motor dianteiro para operar no sistema de transporte coletivo municipal de passageiros no Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<https://aplicnt.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/scpro1316.nsf/249cb321f17965260325775900523a42/ed86342ef8679f9e03257bba0051b81b?OpenDocument&Start=1&ExpandView>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

REDAÇÃO AB. Sistema BRT do Rio de Janeiro terá 220 ônibus da Marcopolo. *Automotive Bussiness*, 28 set. 2022. Disponível em: <<https://legacy.automotivebusiness.com.br/pt/posts/mobilidade/sistema-brt-do-rio-de-janeiro-tera-220-onibus-da-marcopolo/>>. Acesso em: 09 jul. 2024.

RIO DE JANEIRO (Município). Decreto lei nº 21.178, de 22 de março de 2002. Dispõe sobre o transporte coletivo de passageiros por ônibus e dá outras providências. *Diário Oficial [da] Prefeitura [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 25 mar. 2002.

- RIO DE JANEIRO (Município). Decreto nº 12.713, de 01 de março de 1994. Estabelece padrões técnicos a serem observados para a aprovação dos veículos utilizados no sistema de transporte público de passageiros por ônibus no município do Rio de Janeiro. *Diário Oficial [da] Prefeitura [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 2 mar. 1994.
- RIO DE JANEIRO (Município). Decreto nº 25.405, de 17 de maio de 2005. Modifica e acrescenta dispositivos ao anexo do Decreto nº 12.713 de 01/03/1994 – regulamento que estabelece padrões técnicos a serem observados para a aprovação dos veículos utilizados no sistema de transporte público de passageiros por meio de ônibus no município do Rio de Janeiro. *Diário Oficial [da] Prefeitura [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 18 maio 2005.
- RIO DE JANEIRO (Município). Decreto nº 53.856, de 27 de dezembro de 2023. Reajusta para o ano de 2024 o valor da tarifa de remuneração e do Indicador de Receita por Quilômetro - IRK a ser aplicado no Serviço Público de Transporte de Passageiros por Ônibus - SPPO-RJ, em conformidade com o acordo judicial celebrado nos autos da Ação Civil Pública nº 0045547-94.2019.8.19.0001, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] Prefeitura [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 27 dez. 2023.
- RIO DE JANEIRO (Município). Lei nº 8.264, de 21 de março de 2024. Dispõe sobre a política sustentável de substituição da frota de ônibus do transporte de passageiros por veículos elétricos (veículos verdes) no município do Rio de Janeiro e dá outras providências. *Diário Oficial [da] Prefeitura [do] Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, RJ, 22 mar. 2024a.
- RIO DE JANEIRO (Município). Total de linhas, frota operante, passageiros transportados, viagens realizadas, quilometragem coberta, combustível utilizado e pessoal ocupado pelo sistema de ônibus no Município do Rio de Janeiro entre 1984-2023. *Data Rio*, mar. 2024b. Disponível em: <<https://www.data.rio/documents/c09ef8f7d5de472c8624639070d97868/about>>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- SÃO PAULO (Estado). Lei nº 15.831, de 15 de junho de 2015. Autoriza o Poder Executivo a disciplinar nos contratos de concessão a idade média da frota de ônibus, miniônibus e micro-ônibus que opera no Sistema de Transporte Coletivo Urbano de Caráter Metropolitano, e dá providências correlatas. *Diário Oficial [do] Estado de São Paulo*, Poder Legislativo, São Paulo, SP, 16 jun. 2015, p. 8.
- SERWAY, E. A.; JEWETT Jr., J. W. *Princípios de física*. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. v. 2,
- STRABELLI, G. Rio lança campanha contra vandalismo no transporte público do Rio de Janeiro. *Diário do Transporte*, 26 abr. 2024. Disponível em <<https://diariodotransporte.com.br/2024/04/26/rio-onibus-lanca-campanha-contravandalismo-no-transporte-publico-do-rio-de-janeiro/>>. Acesso em 17 jul. 2024.
- VESLIND, P. A.; MORGAN, S. M. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Cengage Learnig, 2013.