

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA / FACULDADE DO GAMA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INTEGRIDADE DE MATERIAIS DA ENGENHARIA**

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL E DA PERDA AUDITIVA  
EM MOTORISTAS DE ÔNIBUS URBANO DO DISTRITO FEDERAL**

**LARISSA SABOIA DA ROCHA**

**ORIENTADOR: PROFA. DRA. MARIA ALZIRA DE ARAÚJO NUNES**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
FACULDADE DE TECNOLOGIA / FACULDADE DO GAMA

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL E DA PERDA AUDITIVA  
EM MOTORISTAS DE ÔNIBUS URBANO DO DISTRITO FEDERAL**

**LARISSA SABOIA DA ROCHA**

ORIENTADOR: PROFA. DRA. MARIA ALZIRA DE ARAÚJO NUNES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM INTEGRIDADE DE MATERIAIS DA ENGENHARIA

PUBLICAÇÃO: 102A/2023

BRASÍLIA/DF, MARÇO DE 2023

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB  
FACULDADE DE TECNOLOGIA / FACULDADE DO GAMA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INTEGRIDADE DE MATERIAIS  
DA ENGENHARIA

**AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL E DA PERDA AUDITIVA EM  
MOTORISTAS DE ÔNIBUS URBANO DO DISTRITO FEDERAL**

LARISSA SABOIA DA ROCHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INTEGRIDADE DE MATERIAIS DA ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:

PROFA. DRA. MARIA ALZIRA DE ARAÚJO NUNES  
ORIENTADOR

DRA. VANESSA RESENDE NOGUEIRA CRUVINEL  
EXAMINADOR - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

DR. ERASMO FELIPE VERGARA MIRANDA  
EXAMINADOR - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA  
CATARINA

**Relatório (ata) de defesa de dissertação assinado eletronicamente pela banca avaliadora, via Sistema Eletrônico de Informações - SEI**

BRASÍLIA/DF, MARÇO DE 2023

## FICHA CATALOGRÁFICA

ROCHA, LARISSA

Avaliação da exposição ao ruído ocupacional e da perda auditiva em motoristas de ônibus urbano do Distrito Federal. [Distrito Federal], 2023.

68p., 210 × 297 mm (FGA/UnB Gama, Mestrado em Integridade de Materiais da Engenharia, 2023).

Dissertação de Mestrado - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Faculdade do Gama

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Ruído ocupacional    | 2. Perda auditiva       |
| 3. Saúde do Trabalhador | 4. Motoristas de ônibus |
| I. ENC/FT/UnB.          | II. Título (série)      |

## REFERÊNCIA

ROCHA, LARISSA (2023). Avaliação da exposição ao ruído ocupacional e da perda auditiva em motoristas de ônibus urbano do Distrito Federal. Dissertação de mestrado em Integridade de Materiais da Engenharia, Publicação 102A/2023, Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 68p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Larissa Saboia da Rocha

TÍTULO: Avaliação da exposição ao ruído ocupacional e da perda auditiva em motoristas de ônibus urbano do Distrito Federal

GRAU: Mestre

ANO: 2023

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

larissa.saboia@gmail.com

Brasília, DF - Brasil

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.  
Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.*

Madre Teresa de Calcutá

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, por ter sido meu sustento e minha força ao longo dessa trajetória e por me capacitar à chegar aos lugares que sonhei. Sem ele, eu nada seria.

Aos meus pais e irmãos, por todo apoio e encorajamento durante o curso, por me acolherem nos momentos de dificuldade e por compreenderem minhas ausências. Não há gratidão que pague tamanho amor.

Aos meus amigos, por acreditarem no meu potencial e serem meu abrigo para que eu não desistisse ao longo do caminho.

À Universidade de Brasília e ao Programa de Pós-Graduação em Integridade de Materiais da Engenharia, por me proporcionarem beber da fonte de tamanho conhecimento e me formar como um ser humano melhor para a sociedade.

À minha orientadora, Dra. Maria Alzira de Araújo Nunes, que sempre me forneceu todo o amparo e contribuição com rapidez para o desenvolvimento desta pesquisa.

À empresa co-participante e seus colaboradores, por não pouparem esforços em me auxiliar no desenvolvimento deste estudo e na obtenção do grau de mestre.

## RESUMO

Motoristas de ônibus urbanos estão expostos ao ruído durante o exercício de sua profissão. Quando em níveis elevados, a exposição ocupacional ao ruído pode estar associada à escuta de zumbidos, dificuldade de comunicação e perda auditiva. O objetivo do presente estudo foi mensurar os níveis de exposição ao qual motoristas de ônibus urbanos do Distrito Federal estão submetidos durante sua jornada laboral, bem como investigar a prevalência da Perda Auditiva por Níveis Elevados de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE). A amostra foi composta de 500 condutores de transporte coletivo com média de idade de 46 anos e tempo de profissão predominantemente superior a 15 anos. Foi aplicada anamnese com questionamentos acerca dos hábitos de vida e laborais, medidos os níveis de pressão sonora e coletados os dados da última audiometria sequencial realizada pelos trabalhadores. A dificuldade de se comunicar no interior dos veículos foi relatada por 20,40% dos condutores profissionais e a escuta de zumbidos ao fim do expediente, em 28,40%. Observou-se 39,80% dos motoristas com exames sugestivos de PAINPSE, sendo 60,80% dos casos bilaterais e 39,20%, unilaterais. 72,86% das audiometrias com indicativo de PAINPSE pertenciam a indivíduos com mais de 15 anos de tempo de profissão e notou-se a progressão da quantidade de exames com sugestão de PAINPSE quanto maior a idade do condutor. Os níveis de pressão sonora não se mostraram superiores ao limite de exposição ao ruído estabelecido na Norma de Higiene Ocupacional 01.

Palavras-chave: Ruído ocupacional, Perda auditiva, Saúde do Trabalhador, Motoristas, Ônibus urbano.

## **ABSTRACT**

Urban bus drivers are exposed to noise during the exercise of their profession. When at high levels, noise occupational exposure may be associated with ringing in the ear, communication difficulties and hearing loss. The objective of the present study was to measure the levels of exposure to which urban bus drivers in the Federal District are subjected during their working hours, as well as to investigate the prevalence of Noise-Induced Hearing Loss (NIHL). The sample consisted of 500 public transport drivers with a average age of 46 years and working time predominantly over 15 years. Anamnesis was applied with questions about life and work habits, sound pressure levels were measured and data from the last sequential audiometry performed by the workers was collected. Difficulty in communicating inside vehicles was reported by 20.40% of professional drivers and hearing buzzing noises at the end of working hours, by 28.40%. There were 39.80% of drivers with tests suggestive of NIHL, with 60.80% of bilateral cases and 39.20% unilateral. 72.86% of the suggestive of NIHL audiometries belonged to individuals with more than 15 years of experience in the profession and a progression in the number of exams with HLIHSPL suggestion was observed the greater the age of the driver. Sound pressure levels were not higher than the noise exposure limit established in Occupational Hygiene Standard 01.

Keywords: Occupational Noise, Hearing Loss, Worker's Health, Drivers, Urban Bus.



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Contextualização .....	1
1.2	Motivação .....	3
1.3	Objetivos.....	5
1.3.1	Objetivo geral .....	5
1.3.2	Objetivos específicos .....	5
1.4	Metodologia proposta .....	5
1.5	Estrutura do trabalho .....	6
<b>2</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>11</b>
3.1	Fundamentos do som.....	11
3.2	Ruído ocupacional .....	14
3.3	Normativas para Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído .....	19
3.3.1	ISO 9612 - Determinação da Exposição Ocupacional ao Ruído ( <i>Determination of occupational noise exposure</i> ).....	20
3.3.2	ISO 1999 - Estimativa da Perda Auditiva Induzida por Ruído ( <i>Estimation of noise-induced hearing loss</i> ).....	24
3.3.3	NHO 01 - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído .....	24
3.3.4	Normas Regulamentadoras .....	29
<b>4</b>	<b>Metodologia</b>	<b>33</b>
4.1	Avaliação da Perda Auditiva por Níveis de Pressão Sonora Elevados .....	33
4.1.1	Avaliação Qualitativa .....	34
4.1.2	Avaliação Quantitativa .....	35
4.2	Avaliação da Exposição ao Ruído Ocupacional .....	36

4.2.1	Planejamento Experimental .....	36
4.2.2	Exposição diária .....	42
4.2.3	Comparação normativa .....	42
4.2.4	Comparação entre grupos .....	43
<b>5</b>	<b>Resultados e Discussão</b>	<b>44</b>
5.1	Avaliação da Perda Auditiva por Níveis de Pressão Sonora Elevados .....	44
5.1.1	Avaliação Qualitativa .....	44
5.1.2	Avaliação Quantitativa .....	50
5.2	Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído .....	53
5.2.1	Comparação Normativa .....	53
5.2.2	Comparação entre grupos .....	54
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>57</b>
6.1	Sugestões de Trabalhos Futuros .....	58
	<b>Lista de Referências</b>	<b>58</b>
	<b>Apêndice A</b>	<b>65</b>
	<b>Apêndice B</b>	<b>66</b>
	<b>Apêndice C</b>	<b>67</b>
	<b>Anexo A</b>	<b>68</b>

## LISTA DE TABELAS

3.1	Correspondência entre o Nível de Pressão Sonora em dB e a Pressão sonora em Pa. Adaptado de Schettini, 2014.....	13
3.2	Relação de nações e níveis permissíveis de exposição ao ruído. Adaptado de Lima <i>et al.</i> , 2015.....	19
3.3	Especificações para a duração mínima total de medição a ser aplicada à um grupo homogêneo de exposição com $n_G$ trabalhadores. Fonte: ISO 9612 (2009)	22
3.4	Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído. Fonte: NHO 01, 2001.....	27
3.5	Nível de pico de pressão sonora máximo admissível em função do número de impactos. Fonte: NHO 01, 2001 .....	28
3.6	Considerações técnicas e atuação recomendada. Fonte: (NHO 01, 2001) .....	29
3.7	Limite de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente. Fonte: (NR 15, 2022)	32
4.1	Grupos homogêneos de exposição .....	38
4.2	Quantidade de trabalhadores por grupo de exposição e duração cumulativa mínima de medição .....	38
4.3	Quantidade de medições por grupo de exposição e duração cumulativa de medição realizada. ....	39
4.4	Resumo de medições realizadas para cada grupo .....	40
5.1	Classificação de IMC .....	45
5.2	Exposição diária ao ruído ocupacional por grupo de exposição .....	55

## LISTA DE FIGURAS

3.1	Área de audição humana. Fonte: Bistafa (2018). .....	13
3.2	Curvas características de ponderação em frequência. Adaptada de Goelzer <i>et al.</i> , 2001.....	14
3.3	Anatomia do ouvido humano. Adaptada de da Silva, 2018 .....	15
3.4	Efeitos da exposição ao ruído no organismo humano. Fonte: Adaptado de Lima <i>et al.</i> 2015.....	16
3.5	Anatomia do cóclea. Fonte: Eauriz, 2012 .....	17
4.1	Mapa estrutural da metodologia aplicada para a avaliação da perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados. Adaptada de Zanatta, 2017 .....	33
4.2	Mapa estrutural da metodologia aplicada para a avaliação da exposição ao ruído ocupacional. Adaptada de Zanatta, 2017.....	36
4.3	Localização de terminais .....	37
4.4	Veículo estudado .....	37
4.5	Medidor Integrador de Pressão Sonora. (a) Sonômetro SC 101. (b) Aplicação de riscos laborais.....	41
4.6	Aquisição de níveis de pressão sonora. (a) Fixação do equipamento dentro da zona auditiva. (b) Motorista em sua jornada diária. ....	41
5.1	Faixa etária dos motoristas .....	44
5.2	Classificação do Índice de Massa Corpórea. ....	45
5.3	Tempo de profissão .....	46
5.4	Jornada de trabalho diária. ....	47
5.5	Classificação da manutenção dos ônibus .....	48
5.6	Classificação da qualidade viária. ....	48
5.7	Grau de <i>stress</i> durante a jornada de trabalho .....	49
5.8	Respostas do questionário de triagem auditiva de Smith modificado .....	50
5.9	Tempo de profissão de motoristas com indicativo de deficiência auditiva. ....	51

5.10 Comparativo entre limiares audiométricos médios da orelha direita. ....	51
5.11 Comparativo entre limiares audiométricos médios da orelha esquerda. ....	52
5.12 Percentual de exames sugestivos de PAINPSE por faixa etária. ....	52
5.13 Exames sugestivos de PAINPSE por tempo de profissão ....	53
5.14 Nível de exposição diário ao ruído ocupacional normalizado ....	54
5.15 Gráfico Pareto de Efeitos dos Fatores ....	55
5.16 Gráfico de Efeitos Principais ....	56
5.17 Gráfico de Interação ....	56

## LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIações

<b>BRT</b>	<i>Bus Rapid Transit</i>
<b>CE</b>	Comissão Europeia
<b>CEREST</b>	Centro de Referência em Saúde do Trabalhador
<b>CLT</b>	Consolidação das Leis do Trabalho
<b>CNT</b>	Confederação Nacional do Transporte
<b>D</b>	Diretividade da fonte sonora
<b>dB</b>	Decibel
<b><i>f</i></b>	Frequência
<b>FDTE</b>	Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia
<b>FUNDACENTRO</b>	Fundação Jorge Duprat Figueiredo
<b>G20</b>	Grupo dos 20
<b>h</b>	Hora
<b>Hz</b>	Hertz
<b>I</b>	Intensidade sonora
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ISO</b>	<i>International Organization for Standardization</i>
<b>Km</b>	Quilômetro
<b>m</b>	Metro
<b>MPT</b>	Ministério Público do Trabalho
<b>NBR</b>	Norma Brasileira
<b>NHO</b>	Norma de Higiene Ocupacional
<b>NPS</b>	Nível de Pressão Sonora
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora
<b>NTU</b>	Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano
<b>OIT</b>	Organização Internacional de Trabalho
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>P</b>	Potência sonora
<b>Pa</b>	Pascal
<b>PAINPSE</b>	Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados
<b>PAIR</b>	Perda Auditiva Induzida por Ruído

<b>PCMSO</b>	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
<b>ProAcústica</b>	Associação Brasileira para a Qualidade Acústica
<b>s</b>	Segundo
<b>SI</b>	Sistema Internacional
<b>T</b>	Período
<b>TST</b>	Tribunal Superior do Trabalho
<b>W</b>	Watts

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Em contraponto com a vasta extensão territorial do país, o Brasil destaca-se pela atuação predominante das rodovias em seu sistema de transporte. Segundo dados divulgados pelo Banco Mundial (Mesquita, 2018), a nação brasileira tem a maior concentração rodoviária de transporte de cargas e passageiros entre as principais economias mundiais. No território, 58% dos deslocamentos são realizados em rodovias, superando países como Austrália (53%), China (50%), Rússia (43%) e Canadá (8%). O cenário atual reflete uma série de decisões tomadas ao longo da história da nação.

Durante o ciclo do café, o transporte ferroviário possuía papel de destaque na mobilidade brasileira, pois era responsável por escoar a grande produção nacional. No entanto, com a crise da cafeicultura em meados de 1930, as ferrovias passaram a entrar em desuso. Anos à frente, o processo de interligação do país por meio de uma rede de transporte alicerçada nas rodovias ganhou celeridade com a implantação da indústria automobilística e a transferência da capital do país para Brasília durante o governo de Juscelino Kubistcheck. A priorização deste modal foi justificada pelo investimento inicial reduzido se comparado a outras matrizes modais e pelo dispêndio de um menor espaço de tempo para a construção da infraestrutura necessária.

A queda na demanda por mão de obra na zona rural brasileira fomentada pela mecanização das lavouras e a busca por serviços básicos como saúde e educação ocasionou uma rápida e forçada urbanização do país. De acordo com a série história de taxa de urbanização publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir de 1970, o Brasil passou a ter a maior parte de sua população residindo em zonas urbanas (IBGE, 2010). Porém, a falta de infraestrutura para subsidiar essa transição culminou na formação de centros urbanos adensados e o surgimento do fenômeno conhecido como periferização.

Por conseguinte, grandes deslocamentos diários são realizados para transportar os trabalhadores de seus domicílios até os seus locais de trabalho. Os modais de maior capacidade, como trilhos e *Bus Rapid Transit* (BRT) são responsáveis pelas ligações troncais e os ônibus urbanos se destacam no atendimento da chamada última milha. A capilaridade dos ônibus urbanos bem como sua capacidade de adaptação às modificações viárias e sua competência na realização de viagens em locais mais afastados dos grandes centros, tornam esse modal uma peça-chave da mobilidade urbana.



De acordo com o Anuário da Confederação Nacional do Transporte (CNT), a frota do sistema de ônibus urbano reúne 107.000 veículos e transporta mensalmente 189,8 milhões de passageiros em nove capitais brasileiras: Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Goiânia, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador e São Paulo (CNT, 2021).

Na capital do país, o sistema de transporte público coletivo conta com uma frota de 2.800 veículos para atender mais de 1,2 milhão de usuários ao dia (SEMOB, 2022). A concentração de oportunidades no centro de Brasília ocasiona a realização de movimentos pendulares ao longo dia, ou seja, idas e vindas de um determinado local. Fato esse que somado às longas distâncias características da rede de transporte do Distrito Federal gera prevalentemente a realização de dois ou mais embarques diários por indivíduo.

A princípio, o modelo de transporte público coletivo do Distrito Federal foi idealizado como um sistema tronco-alimentado que permitiria a integração tarifária aos seus passageiros em um intervalo de até duas horas após o primeiro embarque. Um sistema tronco alimentado é aquele que possui linhas alimentadoras, responsáveis por interligar os bairros e vias de menor capacidade às rodovias expressas, que dispõem de linhas troncais, encarregadas da operação nos corredores estruturais do sistema.

Entretanto, a concepção proposta no edital de concessão não foi totalmente implementada. Dado que, embora a integração temporária já seja realizada, o sistema possui uma quantidade significativa de linhas extensas e com elevado tempo de deslocamento, ligando diretamente as cidades satélites ao Plano Piloto.

Especialmente nos grandes centros urbanos, os ônibus são um interessante objeto de estudo na temática da poluição sonora, uma vez que são ao mesmo tempo fonte de ruído ambiental e local de trabalho para motoristas (Zannin, 2008). Embora a participação dos condutores de transporte público coletivo seja essencial para a garantia da mobilidade urbana sustentável nas cidades, posto que estes colaboram para a redução da carga de tráfego e para diminuição da poluição do ar, uma quantidade de estudos desproporcional a esta importância foi conduzida acerca da exposição ao ruído em motoristas de ônibus (Nadri *et al.*, 2012).

Sandberg (2001) afirma que, em veículos de carga, o ruído proveniente do motor, incluindo escapamento e transmissão, é a principal fonte ruidosa para velocidades até 50 km/h, porém acima deste valor, o atrito pneu/pavimento torna-se fator mais relevante. Desse modo, os veículos pesados, com peso bruto superior a 3,5 toneladas, produzem níveis mais elevados de ruído se comparados aos veículos classificados como leves devido ao maior número de rodas. O contato do fluxo de ar com a estrutura do veículo também causa a emissão de ruído (Pourabdian *et al.*, 2019).

Ademais, os motoristas de transporte público urbano estão sujeitos ao ruído proveniente das interações sociais que ocorrem no interior do veículo entre os passageiros durante a realização das viagens e ao ruído oriundo do tráfego, associado ao trânsito de automóveis, motocicletas, aviões, helicópteros, sirenes de veículo de socorro e à utilização de buzinas, por exemplo (Andrade *et al.*, 1998; Sanju *et al.*, 2016; Rahmani *et al.*, 2022).

No âmbito acadêmico, estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de investigar a

existência de umnexo causal entre as condições laborais, as dores e doenças crônicas apresentadas por estes trabalhadores (Zannin, 2008; Nadri *et al.*, 2012; Basner *et al.*, 2014; Gan e Mannino, 2018; Mousavi Kordemiri *et al.*, 2020; Rahmani *et al.*, 2021, 2022).

As publicações apontam que a exposição ao ruído é uma das possíveis causas do acometimento da Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) ou Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR) em condutores profissionais (Patwardhan *et al.*, 1991; Lopes *et al.*, 2012; Guardiano *et al.*, 2014; Medeiros *et al.*, 2015; Sanju *et al.*, 2016; Pourabdian *et al.*, 2019; Anil e Arunima, 2020; Golbabaei Pasandi *et al.*, 2021). Ademais, efeitos não auditivos como aumento da pressão sanguínea, desenvolvimento de doenças cardiovasculares, distúrbios de sono e problemas cognitivos também são associados a exposição a este agente físico (Andrade *et al.*, 1998; Nissenbaum *et al.*, 2012; Basner *et al.*, 2014; Abbasi *et al.*, 2018; Gan e Mannino, 2018; Kerns *et al.*, 2018; Abbasi *et al.*, 2020; Mousavi Kordemiri *et al.*, 2020; Rahmani *et al.*, 2021).

## 1.2 MOTIVAÇÃO

Até meados do século XX, o grande intuito dos empregadores era o aumento da produtividade de seus negócios sem que fossem ponderados os riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores. Há época, as condições de trabalho não eram pauta de discussão e se quer havia legislação que assegurasse os direitos dos empregados. As primeiras tentativas de conciliar as atividades laborais com a capacidade humana surgiram apenas nas décadas de 50 e 60 (Carvalho, 2017).

O debate acerca da necessidade de se garantir condições mínimas de trabalho foi estimulado inicialmente pela observância dos impactos econômicos diretos ocasionados pelos acidentes de trabalho. Posteriormente também foram considerados os dispêndios referentes ao acometimento de doenças ocupacionais, uma vez que os custos indiretos como: perda de horas trabalhadas da vítima, atrasos na execução das tarefas e danos materiais podem causar impactos relevantes.

Desde a fundação da Organização Internacional de Trabalho (OIT), em 1919, a vasta maioria das normas internacionais contempla determinações relacionadas à saúde e a segurança do trabalho. E no Brasil, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) estabeleceu os deveres do órgão responsável pelas atividades de medicina e segurança do trabalho, das empresas e dos trabalhadores visando o resguardo dos direitos destes colaboradores (TRT, 2013).

Ainda assim, de acordo com o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, desenvolvido pela OIT em parceria com o Ministério Público do Trabalho (MPT), no mundo, um trabalhador morre por acidente de trabalho ou doença ocupacional a cada 15 segundos. Entre os países que compõe o G20 (Grupo dos 20), o Brasil é o segundo colocado em mortalidade ligada ao ambiente laboral, contabilizando 6 óbitos a cada 100 mil vínculos empregatícios entre os anos de 2002 e 2020 (Basilio, 2021).

Nestes oito anos, foram registrados 5,6 milhões de doenças e acidentes ocupacionais

que vitimaram trabalhadores no país, gerando um gasto previdenciário superior a R\$ 100 bilhões e uma perda de 430 milhões de dias de trabalho (Basilio, 2021; OIT, 2021). Apenas no ano de 2021, a Secretaria da Previdência, do Ministério da Economia registrou 157,4 mil afastamentos do trabalho ocasionados por acidentes ou doenças laborais no Brasil.

No âmbito judicial, as questões relativas à saúde e segurança dos trabalhadores também estão presentes. Segundo os dados divulgados nos relatórios gerais anuais da justiça do trabalho nos anos de 2019 e 2020, os requerimentos de adicional de insalubridade figuraram entre os 10 assuntos mais recorrentes na justiça do trabalho, com um total de 313.679 e 198.623 processos, respectivamente (TST, 2019, 2020). Dados preliminares do ano de 2022, apontam uma reincidência da situação, com a abertura de 12.701 novos processos apenas no mês de outubro e a manutenção da temática como o nono tópico mais presente no Tribunal Superior do Trabalho (TST) (TST, 2022).

Entre os anos de 2012 e 2013, a requisição de adicional de insalubridade feita por condutores era por vezes desconhecida nas esferas técnica e judicial das empresas brasileiras operadoras de sistemas de transporte urbano por ônibus. Os empresários foram surpreendidos com apelos judiciais solicitando uma verificação detalhada das condições de trabalho de seus motoristas com o objetivo de identificar possíveis situações insalubres. A falta de informação e compreensão do tema foi prejudicial para empregados e empregadores há época.

Essa conjectura motivou a elaboração de um estudo colaborativo da Associação Nacional das Empresas de Transporte Urbano (NTU) e da Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia (FDTE), em meados de janeiro de 2012. A parceria culminou na divulgação de um material aos associados contendo uma gama de informações sobre o tema, além de abordar orientações técnicas e jurídicas de como proceder em face das ações judiciais.

Os trabalhadores, por sua vez, a partir da Portaria Ministerial 1.679/2002, foram contemplados com a criação dos Centros de Referência em Saúde do Trabalhador (CEREST). Estas unidades são responsáveis por prover suporte técnico, de educação continuada, de coordenação de projetos de assistência, promoção e vigilância à saúde dos trabalhadores no âmbito de sua abrangência (SES, 2021).

Embora as questões de saúde e segurança sejam primordiais para a manutenção da qualidade de vida dos trabalhadores, existe hoje uma quantidade desproporcional de análises dos níveis de exposição ao ruído ocupacional realizados *in situ* e avaliações do acometimento de PAINPSE em motoristas de transporte urbano no Brasil e em sua capital.

As oportunidades de estágio na NTU e em uma das concessionárias do sistema de transporte público coletivo por ônibus do Distrito Federal permitiram a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica na Universidade de Brasília, intitulado de “Avaliação dos níveis de vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus urbano do Distrito Federal”.

Agora, integrando o quadro efetivo desta mesma companhia o desejo é avaliar a exposição ocupacional a outro agente físico, o ruído, com o objetivo de entregar resultados palpáveis e

aplicáveis à empresa visando a redução dos níveis de exposição e assim contribuir para a garantia de condições salubres a estes colaboradores.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo principal deste trabalho é investigar a existência de relação entre os níveis de exposição ocupacional ao ruído e dados audiométricos de motoristas de transporte público coletivo urbano.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Revisar a bibliografia existente referente ao ruído ocupacional e a perda auditiva com foco na exposição ao ruído em motoristas de transporte urbano;
- Levantar os fundamentos teóricos pertinentes e as normativas utilizadas para a avaliação deste agente físico;
- Elaborar um questionário de anamnese para caracterizar a população a ser estudada e selecionar a amostra para o estudo;
- Definir o planejamento experimental de acordo com as normativas aplicáveis;
- Realizar as medições de ruído programadas previamente com base nas normas e analisar os dados de acordo com estas;
- Investigar possíveis correlações entre os dados audiométricos, níveis de exposição ao ruído e informações extraídas do questionário de anamnese (tempo de profissão e idade).

### **1.4 METODOLOGIA PROPOSTA**

Uma vez estabelecido o interesse em cooperar com o estudo por parte da empresa co-participante, o projeto de pesquisa foi submetido à apreciação ética do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em conformidade com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde para estudos com a participação de seres humanos.

Após a aprovação do projeto no parecer de número 5.196.143 apresentado no Anexo A, a metodologia iniciou-se com a elaboração e posterior aplicação de um questionário de anamnese (Apêndice B), que traduz-se em uma série de perguntas direcionadas aos condutores da empresa coparticipante com o intuito de traçar o perfil da população em estudo no que se refere a sua rotina de trabalho e antecedentes relacionados à saúde. Para todos os motoristas que responderam o questionário de anamnese foram levantados ainda os resultados do último exame audiométrico realizado por estes.

Em seguida, o planejamento experimental foi delineado com base na realidade logística da empresa e nas diretrizes definidas na ISO 9612 - Determinação da Exposição Ocupacional ao Ruído. De posse das planilhas de planejamento experimental, os trabalhadores foram abordados e convidados a participar diretamente das medições experimentais.

Os motoristas que aceitaram participar responderam um questionário auditivo e o seguimento da metodologia contemplou a mensuração dos níveis de exposição ao ruído com o uso de um medidor portátil de nível de pressão sonora denominado de sonômetro. É importante destacar que as medições experimentais foram realizadas enquanto os profissionais cumpriam suas jornadas típicas de trabalho.

Os dados obtidos foram tratados segundo as determinações técnicas apresentadas na norma ISO 9612 e analisados segundo os critérios expostos na Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO 01) - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído.

O método também aborda uma estudo da relação entre os níveis de ruído e os parâmetros de idade do veículo e quantidade de passageiros transportados, e análise cruzada dos dados audiométricos, níveis de ruído e respostas dos questionários.

## **1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Esta dissertação é formada pelo conjunto de 6 capítulos. Afim de prover uma melhor compreensão do trabalho, apresenta-se um resumo de cada um destes:

O primeiro capítulo aborda a introdução acerca do estudo, onde são apresentadas uma breve contextualização e a motivação para o desenvolvimento da pesquisa, bem como os objetivos geral e específicos e a metodologia empregada.

O segundo capítulo levanta a revisão bibliográfica sobre a avaliação da exposição ao ruído ocupacional e perda auditiva proveniente da exposição ao ruído no ambiente laboral. Neste encontra-se o estado da arte da pesquisa nacional e internacional a cerca do tema, com ênfase nas abordagens referentes aos motoristas de transporte urbano.

Em sequência, no terceiro capítulo, são tratados os fundamentos teóricos acerca do som e do ruído ocupacional, bem como as normativas pertinentes e vigentes que embasaram os procedimentos de medição experimental e análise dos dados obtidos.

O capítulo 4 delinea a metodologia adotada para o desenvolvimento do estudo, tal como foram realizadas a aquisição e tratamento dos dados.

Posteriormente, têm-se o capítulo 5 que expõe os resultados obtidos e as discussões provenientes destes, assim como as correlações investigadas.

O sexto capítulo apresenta as conclusões e propostas de análises possíveis de serem realizadas em trabalhos futuros.

Por fim, descreve-se a bibliografia usada e os apêndices, respectivamente.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O rápido crescimento de muitas cidades nos países em desenvolvimento contribui para que o ambiente urbano se torne cada vez mais adensado, movimentado e por conseguinte, barulhento (Zannin, 2008). À vista disto, o ruído tem se tornado objeto de estudo de profissionais em diversas áreas do conhecimento como epidemiologistas, psicólogos, sociólogos, médicos e engenheiros (Nadri *et al.*, 2012; Sanju *et al.*, 2016).

Em numerosas atividades laborais, a presença do ruído intensificou-se com o advento da indústria moderna propiciado pelo desenvolvimento tecnológico nos primórdios do século XX. O surgimento de máquinas motorizadas em virtude do processo de mecanização do trabalho e a proliferação dos veículos automotores contribuiu significativamente para o aumento da exposição humana ao ruído no ambiente de trabalho (Andrade *et al.*, 1998). No transporte e nos diversos seguimentos industriais, o ruído é um dos fatores de risco mais comuns e perigosos para as classes trabalhadoras destes setores econômicos (Nadri *et al.*, 2012; Golbabaee Pasandi *et al.*, 2021).

Motoristas de ônibus urbanos estão expostos ao ruído proveniente ao tráfego e inerente ao veículo durante o exercício de sua atividade e embora a participação destes trabalhadores seja essencial para a mobilidade urbana, uma vez que contribuem para a redução da carga de tráfego e da poluição do ar nas grandes cidades, poucos estudos mensuraram e relataram o nível de exposição ao ruído ocupacional em condutores profissionais (Nadri *et al.*, 2012).

Com o intuito de prevenir os efeitos adversos à saúde dos trabalhadores, a legislação de diversos países, através de normas regulamentadoras, estabelece limites para a exposição ao ruído durante a jornada de trabalho. As leis brasileiras, australianas, francesas, alemãs, suecas, italianas e espanholas adotam o limite de 85 dB(A) sob as mesmas condições de cálculo para monitorar os ambientes de trabalho no tocante à emissão de ruído (Zannin, 2008). Sendo assim, segundo Nudelmann *et al.* (1997), o limite diário de exposição ocupacional ao ruído recomendado internacionalmente é de 85 dB(A) para uma jornada padrão de 8 horas.

No entanto, as pesquisas existentes apontam que recorrentemente o nível de ruído ocupacional ao qual motoristas estão submetidos durante a realização da sua atividade laboral é superior aos limites estabelecidos nas normativas vigentes para o resguardo da saúde destes trabalhadores. Desse modo, configura-se condição insalubre de trabalho para estes profissionais (Patwardhan *et al.*, 1991; Mukherjee *et al.*, 2003; Giuliani, 2011).

Um estudo desenvolvido com 200 motoristas de transporte estadual da Índia mostrou que estes estavam submetidos a níveis de ruído que variavam de 89 a 106 dB(A) durante o

cumprimento de sua jornada de trabalho (Patwardhan *et al.*, 1991).

Mukherjee *et al.* (2003) conduziu estudo com motoristas de ônibus da cidade de *Kolkata* na Índia com a aferição dos níveis de exposição ao ruído em três vias distintas usando um medidor de pressão sonora. Os resultados mostram que em aproximadamente 55% das medições, o nível de ruído dos motoristas foi de 85 dB(A) ou superior e que o uso de freios, os efeitos de buzina interna e externa e a abertura das portas dos ônibus contribuíram para a produção de poluição sonora consideravelmente maior no veículo.

No Sri Lanka, o nível de ruído foi mensurado em 152 ônibus destinados ao transporte interprovincial e constatou-se que em 65% destes o ruído ultrapassou 85 dB, sendo que em 11% o ruído era superior à 90 dB. Em trabalho realizado com motoristas de ônibus urbanos da cidade de Porto Alegre foram calculados os limites de exposição normalizados ao ruído em quatro trajetos distintos. Foi-se datada a superação dos limites de tolerância em todos os itinerários, com níveis variáveis de 88,5 dB(A) a 100 dB(A) (Giuliani, 2011). Nadri *et al.* (2012) sugere que mais estudos na área sejam desenvolvidos.

Objetivando entender os fatores que influenciam na exposição ocupacional ao ruído para a implementação de potenciais medidas de controle e preventivas, Ebrahimi *et al.* (2017) usando modelagem de rede neural identificou que a idade do motor e sua localização no veículo são pontos a serem considerados.

A experiência de trabalho sob níveis elevados de ruído leva à implicações no corpo humano e a literatura indica que pesquisas vem sendo conduzidas ao longo dos anos na tentativa de apurar a existência de um nexos causal entre a exposição ocupacional ao ruído e os impactos na saúde da população exposta a este agente físico (Nissenbaum *et al.*, 2012; Basner *et al.*, 2014; Abbasi *et al.*, 2018; Pourabdian *et al.*, 2019; Abbasi *et al.*, 2020; Mousavi Korde-miri *et al.*, 2020; Rahmani *et al.*, 2021, 2022).

O estudo elaborado por Aslam *et al.* (2008) abordou 100 motoristas de transporte público do Paquistão cujo tempo de profissão era superior há 8 anos. 65% destes apresentaram um grau 1 de perda auditiva ou deficiência leve e 10% possuíam deficiência auditiva de grau 2 ou moderada.

Pourabdian *et al.* (2019) conduziu um estudo no Irã com 65.533 motoristas de veículos pesados (ônibus e caminhões) que apontou algum grau de perda auditiva em 26,8% destes trabalhadores. Observou também a existência de diferentes níveis de redução da capacidade de audição se comparadas a orelha direita e a orelha esquerda.

Golbabaee Pasandi *et al.* (2021) apontou a ocorrência de 64,8% de perda auditiva na orelha esquerda e 54,9% na orelha direita em uma amostra de 1.461 motoristas profissionais da cidade de *Shahroud*. Foi detectada também uma relação significativa entre a perda auditiva e as faixas etárias, indicando um efeito degradativo combinado na audição provocado pela exposição à níveis elevados de ruído e pelo avançar da idade.

Nos estudos desenvolvidos em cidades brasileiras, a ocorrência da PAINPSE constatada em motoristas de ônibus variou entre 19% e 70% (Guardiano *et al.*, 2014). Em Curitiba, foram

analisados os exames audiométricos de 122 condutores de ônibus com média de idade de 36 anos. Destes, 31,15% possuíam algum problema de audição, sendo que em 24,59% a perda auditiva foi relacionada à exposição à níveis de pressão sonora elevados. Foram identificadas ainda a influência de fatores como idade do condutor e tempo de profissão nos níveis de capacidade auditiva (Guardiano *et al.*, 2014).

Em Minas Gerais, 1.527 trabalhadores de transporte público participaram de pesquisa cujo objetivo era avaliar o diagnóstico de perda auditiva autorrelatado por estes profissionais. Foi elaborado um questionário com indagações segregadas em três campos: características sociodemográficas, estilo de vida e aspectos do trabalho. A perda auditiva foi declarada por 213 colaboradores e esteve correlacionada à idade e ao diagnóstico de zumbido (Medeiros *et al.*, 2015).

Marcada por ser lenta e progressiva (Anil e Arunima, 2020), a PAINPSE leva ao agravante de que os condutores costumemente não detectam o dano auditivo. Lopes *et al.* (2012) constatou a ocorrência de perda auditiva mesmo na ausência de queixas, visto que 22,36% dos 76 motoristas profissionais abordados no estudo apresentaram irregularidades nos exames audiométricos e apenas 1,32% destes manifestou alguma queixa. Desse modo, os trabalhadores tendem a notar a dificuldade auditiva tardiamente quando esta já progrediu à um nível severo (Anil e Arunima, 2020). Ressalta-se que tais implicações são ainda responsáveis por elevar o risco de incidência de acidentes de trabalho (Andrade *et al.*, 1998).

Além dos efeitos auditivos, a academia tem se dedicado ao estudo dos efeitos não-auditivos provocados pela exposição à níveis elevados de ruído ocupacional. Em Belo Horizonte, uma pesquisa realizada com 1.607 profissionais de transporte coletivo, dentre esses motoristas e cobradores, com o objetivo de investigar a relação entre as condições de trabalho precárias e as consequências na saúde registrou 26,3% de colaboradores acometidos por algum transtorno mental e 9,7% com diagnóstico médico de depressão (Simões *et al.*, 2019).

Mousavi Kordemiri *et al.* (2020) avaliou a correlação entre a exposição ao ruído e o *stress* ocupacional em 110 motoristas de ônibus. Para a avaliação do *stress* foi-se usado o questionário de Philip L. Rice e o ruído ocupacional foi mensurado com um medidor de nível de pressão sonora e seguindo as diretrizes apresentadas na norma ISO 9612. Concluiu-se que 92,7% dos motoristas apresentavam nível de *stress* alto.

Com base nos achados dessa revisão bibliográfica, que apontam um número insuficiente de estudos destinados à medir os níveis de exposição ao ruído em condutores e assinalam a importância de se conduzir investigações acerca dos fatores que impactam nessa conjuntura, o presente trabalho visa mensurar os níveis de ruído ocupacional ao qual motoristas de transporte público coletivo urbano estão submetidos comparando com as respectivas normativas vigentes, bem como estudar a influência de fatores como a quantidade de passageiros transportados e tempo de operação dos veículos nos níveis de ruído.

E uma vez que o estado da arte aponta a prevalência do acometimento de PAINPSE associado à exposição ao ruído ocupacional, o presente estudo também tem como objetivo investigar o declínio da capacidade auditiva em motoristas de ônibus correlacionando este



distúrbio aos fatores abordados na literatura: idade e tempo de profissão.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O presente capítulo apresenta os conceitos que embasam o desenvolvimento do estudo, bem como as normativas internacionais e nacionais que abordam a temática de estimativa da exposição ocupacional ao ruído.

#### 3.1 FUNDAMENTOS DO SOM

O som é definido por Saliba (2011) como toda variação de pressão atmosférica perceptível ao ouvido humano que é gerada por movimentos vibratórios fora do vácuo. De acordo com Lida e Buarque (2005), o som é o resultado da pressão advinda de movimentos bruscos que se propagam em meio elástico e que é captado pelo aparelho auditivo humano. Outra definição pode ser encontrada em Fernandes (2005) e Bistafa (2018) onde o som é a composição de vibrações de moléculas de ar que são produzidas por estruturas vibratórias, exceto no vácuo.

As ondas sonoras podem ser caracterizadas a partir dos seguintes parâmetros: período, frequência, velocidade do som, comprimento de onda, potência, intensidade e pressão sonora. O período ( $T$ ) diz respeito à unidade de tempo correspondente a um ciclo e no sistema internacional de unidade (SI) é expresso em segundos (s) (Lima *et al.*, 2015).

A frequência do som ( $f$ ) corresponde ao número de oscilações que acontecem em determinado ciclo e é dada por:

$$f = \frac{1}{T} \quad (3.1)$$

Esta grandeza costuma ser apresentada em Hertz (Hz), unidade que representa a quantidade de oscilações que ocorrem durante um segundo. Segundo esse parâmetro, os sons são classificados como sendo de baixa (inferiores a 250 Hz), média (entre 250 Hz e 2.000 Hz) ou alta frequência (superiores a 2.000 Hz) (Lima *et al.*, 2015).

Esse componente sonoro também permite distinguir a altura do som. Os sons de baixa frequência são chamados de graves enquanto os sons de elevada frequência são chamados de agudos (Lida e Buarque, 2005). Quando compostos por uma única frequência, os sons são chamados de tons puros. Porém, os sons existentes na natureza geralmente são uma combinação complexa de vibrações em diversas frequências (Fernandes, 2005; Mendes, 2013).

A velocidade do som ( $c$ ) é a distância que o som se propaga em determinado intervalo

de tempo e está profundamente associada à temperatura do meio de propagação, sendo esta relação de direta proporcionalidade (Frontczak e Wargocki, 2011). Isto é, quanto maiores os valores térmicos, maior também é a velocidade sonora. A velocidade do som no ar ao nível do mar, em condições normais de pressão e com temperatura de 20°C é de aproximadamente 340 m/s.

A potência sonora ( $W$ ) é dada em Watts ( $W$ ) e diz respeito à capacidade da fonte sonora em produzir sons. Esta grandeza é inerente à fonte, não dependendo assim do meio de propagação e está relacionada a frequência, a diretividade da fonte ( $D$ ) e ao período (Saliba, 2011) segundo a expressão:

$$W = \frac{f \times D}{T} \quad (3.2)$$

A intensidade do som ( $I$ ) equivale à quantidade de energia que passa por uma área na direção perpendicular à propagação da onda por unidade de tempo e possui dependência de variáveis relacionadas ao meio, como distância da fonte, absorção e reflexão de energia (Lima *et al.*, 2015). É dada em termos de  $\frac{W}{m^2}$  no SI e calculada de acordo com a fórmula:

$$I = \frac{W}{A} \quad (3.3)$$

Outro parâmetro pertinente quanto se trata do som é a pressão sonora ( $P$ ). Este componente representa a variação da pressão atmosférica em relação à um valor de referência, relacionado a capacidade de percepção do som pelo ouvido humano (Manfro, 2021). O nível de pressão sonora é definido a partir da relação logarítmica:

$$P = 10 \log_{10} \frac{Pr}{P_0}^2 \quad (3.4)$$

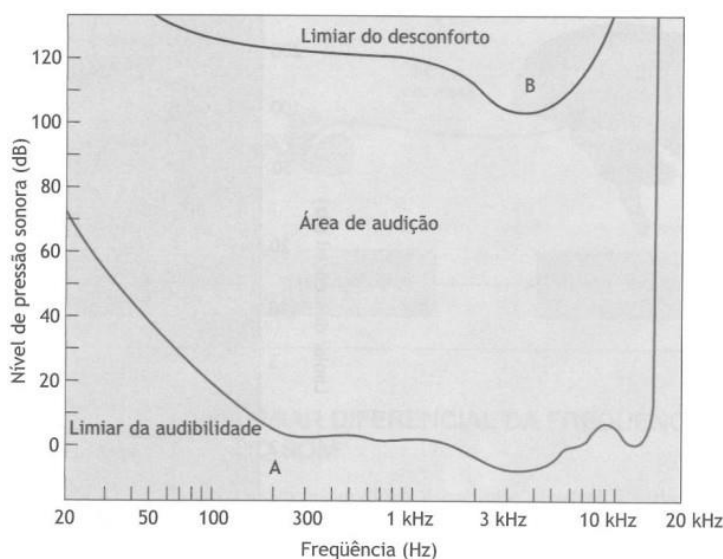
Onde:

$Pr$  é o valor eficaz da pressão sonora medida em Pa;

$P_0$  é o valor de referência equivalente a 20  $\mu$ Pa correspondente ao menor valor de pressão perceptível ao ouvido humano em 1.000 Hz.

A capacidade dos seres humanos de perceber os sons é restrita e o limite da audibilidade humana depende da combinação de frequência, intensidade e duração dos estímulos sonoros (lida e Buarque, 2005). A Figura 3.1 expõe a área de audibilidade humana, que compreende a região entre o limiar da audibilidade (curva A) e o limiar do desconforto (curva B).

O sistema auditivo é capaz de reconhecer sons na faixa de frequência compreendida entre 20 e 20.000 Hz. Os valores compreendidos abaixo de 20 Hz são denominados de infrassons e os valores acima de 20.000 Hz são chamados de ultrassons, os quais são decodificados apenas por certas espécies de animais que possuem maior sensibilidade auditiva (Lima *et al.*, 2015).



**Figura 3.1.** Área de audição humana.  
Fonte: Bistafa (2018).

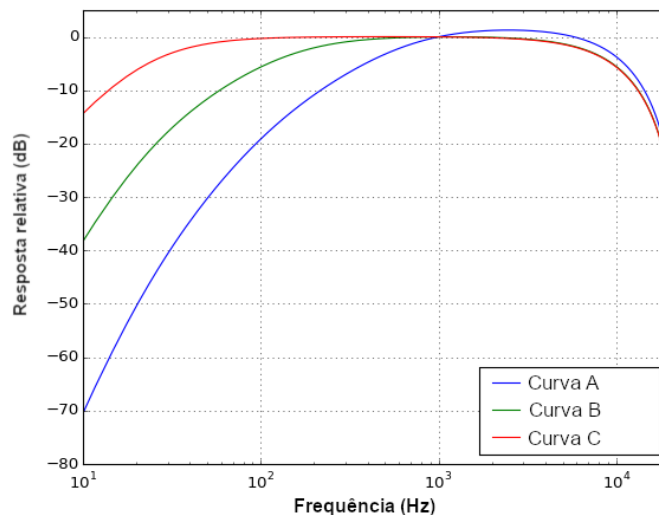
Na faixa audível há uma ampla variação de pressão, que compreende a gama de 0,00002 a 200 Pa. Por esse motivo, foi-se adotada a utilização da escala  $10^7$  também conhecida como decibel (dB) (Schettini, 2014). De acordo com Saliba (2011), o valor referente ao limiar audível de 0,00002 Pa corresponde a 0 dB e o valor associado ao limiar da dor (200 Pa) é de 140 dB.

A Tabela 3.1 mostra a relação entre o nível de pressão sonora em dB e a pressão sonora em Pa, além de apresentar exemplos de fontes geradoras destes níveis.

**Tabela 3.1.** Correspondência entre o Nível de Pressão Sonora em dB e a Pressão sonora em Pa.  
Adaptado de Schettini, 2014

Nível de Pressão sonora (dB)	Pressão sonora (Pa)	Exemplo de fontes
0	0,00002	Limiar audibilidade - sussurro
6	0,00004	Deserto ou região polar (sem vento)
12	0,00008	Movimento de folhagem
18	0,00016	Estúdio de rádio e TV
24	0,00032	Quarto de dormir
30	0,00063	Teatro vazio
42	0,00251	Sala de aula
48	0,00501	Restaurante tranquilo
66	0,03981	Rua com barulho médio
72	0,07943	Pessoa falando a um metro
78	0,15849	Escritório barulhento
84	0,31623	Cabine de caminhão com vidros abertos
90	0,63096	Banda ou orquestra sinfônica
96	1,25893	Indústria barulhenta
100	1,99526	Sala de compressores
110	6,30957	Próximo a um britador
120	19,95262	Avião a pistão a três metros
140	199,52623	Avião a jato a um metro

Como o ouvido humano não é igualmente sensível ao som em diferentes frequências, é necessário realizar uma adequação desta diferença para a faixa audível. Este ajuste é realizado com a aplicação de filtros de frequência. Ao se utilizar curvas de ponderação, o nível de pressão sonora pode ser atenuado ou amplificado a depender da frequência captada. São padronizados internacionalmente os filtros de ponderação "A", "B" e "C", apresentados na Figura 3.2.



**Figura 3.2.** Curvas características de ponderação em frequência.  
Adaptada de Goelzer *et al.*, 2001

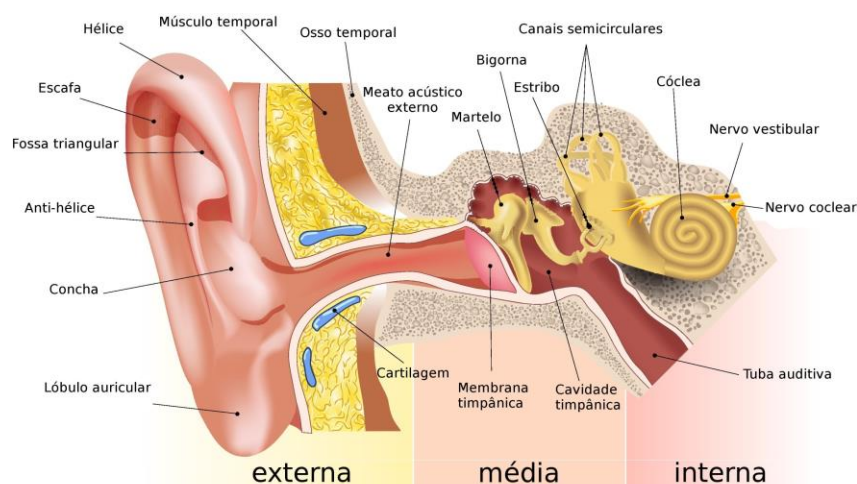
Quando há a utilização de um filtro de ponderação, o valor em decibéis é divulgado na forma dB(X), onde X representa o filtro usado. Caso o valor proveniente das medições seja apresentado apenas por dB, subentende-se que não houve aplicação de filtro ponderador e logo, o resultado corresponde à energia total do sinal sem ponderação (Goelzer *et al.*, 2001).

Os níveis de pressão sonora podem ainda flutuar rapidamente, fazendo com que as leituras em tempo real se tornem complexas. Visando contornar tais alterações bruscas estabeleceu-se o processo de ponderação de tempo. A norma IEC 61672-1 (*Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*) descreve duas ponderações temporais diferentes: *Fast* (F) e *Slow* (S). Ambos amortecem a reação do nível à uma mudança repentina, diferindo na rapidez relativa. A constante de tempo para a ponderação *Fast* é de  $t = 125$  ms e para a ponderação *Slow* é de  $t = 1$  s segundo a normativa.

### 3.2 RUÍDO OCUPACIONAL

Os movimentos mecânicos que ocorrem no ambiente produzem oscilações de pressão atmosférica que se propagam em forma de onda até chegarem ao ouvido humano. Este órgão é responsável por captar e transformar essas ondas de pressão sonora em sinais elétricos que são transmitidos ao cérebro para produzir as chamadas sensações sonoras. Sua anatomia é segmentada em três partes: externa, média e interna, conforme apresentado na Figura 3.3

(Nudelmann *et al.*, 1997; Iida e Buarque, 2005).



**Figura 3.3.** Anatomia do ouvido humano.  
Adaptada de da Silva, 2018

O som chega à parcela externa por meio da vibração do ar, torna-se vibração mecânica na parte intermediária e por fim, transforma-se em pressão hidráulica na região interna. A pressão hidráulica é então captada por células sensíveis presentes nesta área e convertida em sinais elétricos que são despachados ao cérebro (Nudelmann *et al.*, 1997; Goelzer *et al.*, 2001).

O ouvido externo é composto pelo pavilhão auditivo, popularmente conhecido como orelha, e pelo meato acústico externo, que se finda na membrana timpânica. As ondas sonoras promovem a vibração desta membrana. Na parcela intermediária, os três ossículos chamados de martelo, bigorna e estribo são encarregados da transmissão sonora. Eles são responsáveis por captar a vibração do tímpano e a transmitir para a membrana que separa as regiões médias e internas, podendo amplificar as vibrações em até 22 vezes. As oscilações que adentram a área interna tornam-se pressão hidráulica na cóclea. Dentro desta, existem células sensíveis que identificam diferenças de pressão e as convertem em sinais elétricos encaminhados ao cérebro através do nervo auditivo, onde são decodificados em sensações sonoras (Iida e Buarque, 2005).

Os níveis de som que causam interferência no processo de comunicação e produzem efeitos adversos no conforto e na sensação de bem-estar dos indivíduos, podendo ainda culminar em implicações danosas à saúde, são designados de poluição sonora (Anil e Arunima, 2020). Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) divulgados pela Associação Brasileira para a Qualidade Acústica (ProAcústica), a poluição sonora ultrapassou a poluição da água e atualmente ocupa o segundo lugar dentre os fenômenos indesejáveis e ameaçadores ao bem estar (PróAcústica, 2018).

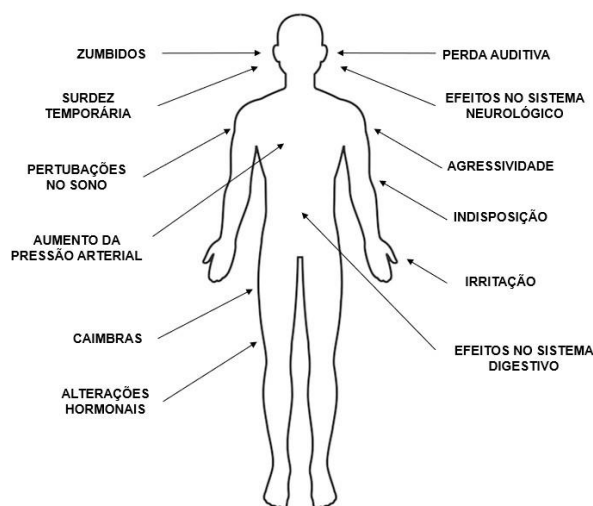
Nos contextos laborais, o ruído ocupacional é definido como estímulo auditivo proveniente de uma mistura complexa de vibrações que não contém informações úteis para a realização da tarefa em execução. Existem basicamente dois tipos de ruído: os contínuos e os de impacto. O ruído contínuo ocorre com certa uniformidade durante toda a jornada de trabalho do indivíduo.

No entanto, o ruído de impacto é caracterizado pela ocorrência de picos de energia acústica de curta duração (NHO 01, 2001).

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído é feita em termos dos níveis de pressão sonora ao qual o trabalhador é submetido durante a execução de sua jornada laboral e o parâmetro “q” chamado de incremento de duplicação ou fator de dobra representa a variação do nível de pressão sonora quando o tempo de exposição dobra.

O filtro ponderador “A” é o mais adequado para a análise da exposição ocupacional ao ruído em atividades cotidianas cujo o ruído é classificado como contínuo, ao passo que o filtro de ponderação “C” é recomendado para a avaliação de sons de impacto, sobretudo em ambientes laborais onde há ausência de energia sonora de baixa frequência (Goelzer *et al.*, 2001).

A exposição ao ruído provoca efeitos auditivos e não auditivos no corpo humano. A Figura 3.4 apresenta um breve apanhado dos impactos no organismo humano provocados por este agente físico.

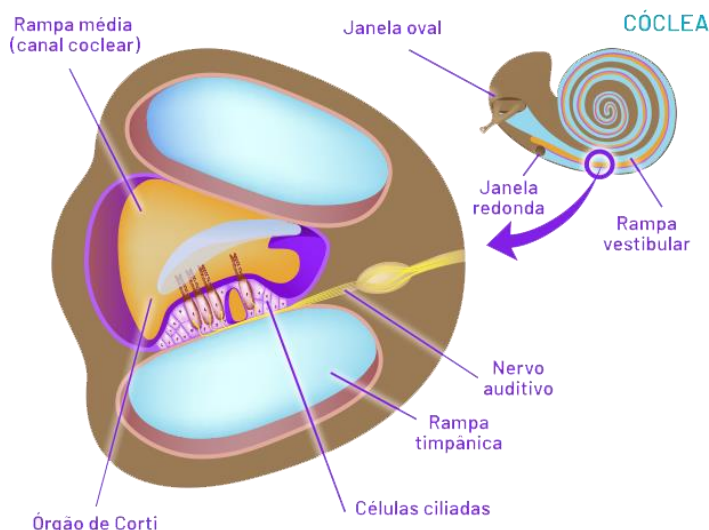


**Figura 3.4.** Efeitos da exposição ao ruído no organismo humano.  
Fonte: Adaptado de Lima *et al.* 2015

Os efeitos auditivos dependem da intensidade do ruído, tempo de exposição, frequência, sensibilidade individual e fatores fisiológicos (Nadri *et al.*, 2012). E dentre estes destaca-se o acometimento da Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE) que consiste em uma redução da capacidade de audição provocada pela exposição prolongada ao ruído (Basner *et al.*, 2014; Golbabaie Pasandi *et al.*, 2021).

O principal fator de risco para o surgimento da PAINPSE é a exposição estável ao som contínuo de intensidade superior à 85 dB(A) e esta ocorre principalmente na faixa de frequência de 4.000 a 6.000 Hz (Golbabaie Pasandi *et al.*, 2021). Segundo a Comissão Europeia (CE), a poluição sonora oriunda de ônibus é de cerca de 80 dB(A) a 95 dB(A) (Pourabdian *et al.*, 2019) e Anil e Arunima (2020) apontam os motoristas de ônibus como população vulnerável e suscetível à desenvolver PAINPSE.

Embora possa ser potencialmente prevenida, essa patologia caracteriza-se por ser cumulativa e irreversível (Guardiano *et al.*, 2014) e advém de dano permanente nas células ciliadas (estereocílios) presentes na estrutura denominada de cóclea, localizada no ouvido interno, conforme Figura 3.5 (Gan e Mannino, 2018; Anil e Arunima, 2020).



**Figura 3.5.** Anatomia do cóclea.  
Fonte: Eauriz, 2012

A perda auditiva influi diretamente na comunicação humana, uma vez que as frequências compreendidas entre 500 e 4.000 Hz são importantes para a fala e altos índices de ruído nestas frequências interrompem o processo comunicativo (Nadri *et al.*, 2012). Os principais sintomas usualmente correlacionados à PAINPSE são a dificuldade de compreender conversas corriqueiras, especialmente quando utilizado um tom baixo pelo interlocutor e a necessidade de se aumentar o volume de aparelhos de som e televisão (Portela, 2008; Anil e Arunima, 2020).

A escuta de zumbidos também é um dos indicativos da ocorrência de perda auditiva parcial. O zumbido é uma sensação de som percebida pelo indivíduo independente da ocorrência de estímulo sonoro externo. Popularmente é conhecido com chiado, apito, barulho de chuveiro, cachoeira, entre outros. Pode se apresentar de forma contínua ou intermitente e tem intensidade variável. A sensação de desconforto provocada não necessariamente é relacionada a intensidade do zumbido (Portela, 2008).

Os exames audiométricos são responsáveis pela constatação do diagnóstico da perda auditiva e trabalhos científicos em diferentes locais do mundo têm comprovado a prevalência deste distúrbio em condutores profissionais (Cordeiro *et al.*, 1994; Lacerda *et al.*, 2010; Lopes *et al.*, 2012; Bisi *et al.*, 2013; Guardiano *et al.*, 2014; Medeiros *et al.*, 2015; Sanju *et al.*, 2016; Pourabdian *et al.*, 2019; Anil e Arunima, 2020; Golbabaie Pasandi *et al.*, 2021).

Os efeitos não auditivos da exposição ao ruído tem atraído a atenção da academia na última década e compreendem efeitos mentais e fisiológicos (Rahmani *et al.*, 2022). Dentre os efeitos mentais se sobressaem o *stress*, a fadiga, o comportamento impulsivo, a incapacidade de se concentrar em tarefas (Sanju *et al.*, 2016) e o prejuízo no desenvolvimento cognitivo



(Basner *et al.*, 2014; Rahmani *et al.*, 2021).

Os impactos psicológicos na vida da força de trabalho podem ainda ser provenientes dos efeitos auditivos, uma vez que o reflexo da perda auditiva no processo de comunicação afeta negativamente as interações sociais gerando por vezes o isolamento do indivíduo e potencialmente quadros depressivos (Portela, 2008).

Os efeitos fisiológicos mais abordados na literatura apontam implicações negativas na qualidade do sono (Nissenbaum *et al.*, 2012) e impactos no sistema circulatório (Andrade *et al.*, 1998). Na circulação, o ruído age de forma direta no calibre dos vasos sanguíneos, podendo desencadear hipertensão arterial e taquicardia (Andrade *et al.*, 1998; Abbasi *et al.*, 2018).

A hipertensão é um dos fatores de risco mais conhecidos de doenças cardiovasculares (Lakshman *et al.*, 2014; Rahmani *et al.*, 2022) e estudos anteriores relataram a prevalência de hipertensão variando de 20% a mais de 50% em motoristas de ônibus ao redor do mundo (Hirata *et al.*, 2012; Shin *et al.*, 2013; Krishnamoorthy *et al.*, 2020). Alguns trabalhos também sugerem que a frequência cardíaca dos indivíduos aumentou quando expostos ao ruído (Abbasi *et al.*, 2018).

### 3.3 NORMATIVAS PARA AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

A acústica ocupacional possui diretrizes diversas para a condução de análises referente à exposição ao ruído em virtude, principalmente, da vasta gama de ambientes e atividades laborais. As particularidades dos contextos de trabalho podem requerer adaptações e/ou restrições na metodologia avaliativa de forma a viabilizar uma estimativa assertiva da exposição sonora (Lima *et al.*, 2015).

Desse modo, cada nação possui normativa própria destinada à avaliação ocupacional da exposição ao ruído, com seus respectivos procedimentos técnicos e limiares de tolerância. E de acordo com a ISO 1999 (2013), os limites devem ponderar fatores éticos, sociais, econômicos e políticos de cada localidade, não passíveis de leis internacionais.

Os limites impostos embasam-se em conceitos de conforto, bem-estar e conservação da saúde durante o exercício das funções. Uma vez que a submissão a níveis sonoros elevados sem controle ou proteção devida pode configurar insalubridade (NHO 01, 2001).

A Tabela 3.2 apresenta uma relação de países e seus respectivos limites de tolerância.

**Tabela 3.2.** Relação de nações e níveis permissíveis de exposição ao ruído.  
Adaptado de Lima *et al.*, 2015

País	NEN	q
Alemanha	85	3
Austrália	85	3
Brasil	85	3
Canadá	87	3
Chile	85	5
China	90	3
Espanha	85	3
EUA	90	5
França	85	3
Índia	90	3
Itália	85	3
Japão	90	3
Suécia	85	3

Onde:

**NEN** é o nível de exposição máximo permitido normalizado para 08 horas diárias;

**q** é o incremento de duplicação ou fator de dobra.

Segundo Nudelmann *et al.* (1997), o limite diário de exposição ocupacional ao ruído recomendado internacionalmente é de 85 dB(A) para uma jornada padrão de 8 horas. E o parâmetro “q” é comumente igual a 3 (Junior, 1998), conforme visto na Tabela 3.2.

As normativas internacionais mais citadas em trabalhos acadêmicos foram a ISO 9612 (*Determination of occupational noise exposure*) e a ISO 1999 (*Acoustics – Estimation of noise induced hearing loss*). Nacionalmente, são comumente abordadas a NHO 01 (Avaliação da

exposição ocupacional ao ruído) e as Normas Regulamentadoras 07 (Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional) e 15 (Atividades e Operações Insalubres).

### 3.3.1 ISO 9612 - Determinação da Exposição Ocupacional ao Ruído (*Determination of occupational noise exposure*)

A norma ISO 9612 teve sua primeira versão publicada em 1997 e passou por uma revisão em 2009. A sua segunda edição permanece vigente até os dias atuais e foi escrita tendo como referência as seguintes normativas:

- ISO 1999, *Acoustics — Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment*;
- ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*;
- IEC 60942:2003, *Electroacoustics — Sound calibrators*;
- IEC 61252, *Electroacoustics — Specifications for personal sound exposure meters*;
- IEC 61672-1:2002, *Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications*.

O seu conteúdo propõe um método de engenharia para mensurar a exposição ao ruído em um ambiente laboral e estabelece o procedimento de cálculo do nível de exposição ao ruído ocupacional. A exposição ocupacional é medida em termos dos níveis de pressão sonora e a normativa define o cálculo de dois parâmetros: o nível de pressão sonora com média de tempo ponderada em A ( $L_{p,A,T}$ ) e nível de exposição ao ruído normalizado para uma jornada de 8 horas de trabalho ponderado em A ( $L_{EX,8h}$ ).

O nível de pressão sonora com média de tempo ponderada em A,  $L_{p,A,T}$ , é dado por:

$$L_{p,A,T} = L_{p,A,eqT_e} = 10 \times \log_{10} \left[ \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p_A^2(t) dt}{p_0^2} \right] \text{ dB(A)} \quad (3.5)$$

Onde:

$p_0$  é o valor de referência igual a 20  $\mu\text{Pa}$ ;

T é  $t_2 - t_1$ .

O nível de exposição ao ruído normalizado para uma jornada de 8 horas de trabalho ponderado em A é dado por:

$$L_{EX,8h} = L_{p,A,eqT_e} + 10 \log_{10} \left[ \frac{T_e}{T_0} \right] \text{ dB(A)} \quad (3.6)$$

Onde:

$L_{p,A,eqT_e}$  é o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A para  $T_e$ ;

$T_e$  é a duração efetiva, em horas, da jornada de trabalho;

$T_0$  é a duração de referência,  $T_0 = 8$  horas.

A metodologia estabelece 5 etapas cronológicas a serem conduzidas para mensurar a exposição ocupacional ao ruído. São elas:

- 1. Análise do trabalho;**
- 2. Seleção da estratégia de medição;**
- 3. Realização das medições;**
- 4. Tratamento de erros e incertezas;**
- 5. Cálculo e apresentação de resultados e incertezas.**

A análise do trabalho é necessária em todas as situações e deve fornecer informações suficientes sobre as atividades desenvolvidas pelos empregados de forma a subsidiar a escolha da estratégia de medição adequada e posteriormente, o planejamento das medições.

Esse primeiro passo compreende a realização dos seguintes atividades:

- (a) Descrever as atividades da empresa e o emprego dos trabalhadores abordados no estudo;
- (b) Definir grupos homogêneos de exposição ao ruído;
- (c) Determinar um dia nominal de trabalho para cada grupo;
- (d) Identificar as tarefas que compõe o posto de trabalho;
- (e) Identificar possíveis eventos de ruído significativos.

Os grupos homogêneos correspondem ao ajuntamento de colaboradores que executem um mesmo trabalho e que se espera que tenham exposições semelhantes ao ruído durante o expediente. A definição destes agrupamentos reduz os esforços de medição sem prejuízos.

Os grupos homogêneos podem ser estabelecidos de acordo com o cargo, a função, a área de trabalho e a profissão. Alternativamente podem ser definidos analisando o trabalho e fatores associados.

O dia nominal de trabalho, incluindo períodos de pausas, deve ser determinado a partir de consulta realizada com os trabalhadores e sua gestão. Como resultado deve-se obter uma visão geral e compreensão de todos os aspectos que podem influenciar a exposição ao ruído. O anexo A da norma apresenta um maior detalhamento quanto à essa atividade.

A segunda etapa consiste na seleção de uma das três estratégias de medição oferecidas pela normativa: baseada em tarefas, baseada no trabalho e de dia inteiro. Cada uma delas será detalhada a seguir:

- **Medição baseada em tarefas**

Nesse caso, trabalho realizado durante o dia é analisado e dividido em várias tarefas representativas. Para cada uma destas tarefas são realizadas as medições de níveis de pressão sonora.

- **Medição baseada no trabalho**

Na medição baseada no trabalho são coletadas várias amostras aleatórias de nível de pressão sonora durante a execução de trabalhos específicos identificados na análise laboral. O planejamento das medições deve ser realizado da seguinte forma para cada grupo homogêneo de exposição:

- (a) Determinar a duração cumulativa mínima de medição para o número de trabalhadores,  $n_G$ , que compõe o grupo de acordo com a Tabela 3.3;
- (b) Selecionar uma duração de amostragem e número de amostras de forma que a duração cumulativa atenda ou exceda a duração mínima determinada na etapa anterior. O número de amostras deve ser maior ou igual a 5;
- (c) Planejar a coleta de amostras aleatórias entre os membros do grupo.

**Tabela 3.3.** Especificações para a duração mínima total de medição a ser aplicada à um grupo homogêneo de exposição com  $n_G$  trabalhadores.

Fonte: ISO 9612 (2009)

Número de trabalhadores no grupo homogêneo de exposição ( $n_G$ )	Duração cumulativa mínima de medição
$n_G \leq 5$	5 h
$5 < n_G \leq 15$	$5 \text{ h} + (n_G - 5) \times 0,5 \text{ h}$
$15 < n_G \leq 40$	$10 \text{ h} + (n_G - 15) \times 0,25 \text{ h}$
$n_G > 40$	17 h ou dividir o grupo

- **Medição de dia inteiro**

Na medição de dia inteiro, o nível de pressão sonora é aferido continuamente ao longo de dias de trabalho completos. As mensurações devem abranger todas as contribuições de ruído relacionadas ao trabalho e períodos de silêncio durante a jornada. Ao usar esta estratégia de medição, é necessário garantir que os dias escolhidos sejam representativos para o que é definido como a situação de trabalho relevante.

O anexo B da norma apresenta um guia para a seleção da estratégia de medição mais adequada e respectivamente os anexos D, E e F fornecem exemplos de cálculo do nível de exposição diária ao ruído usando medições baseadas em tarefas, no trabalho e de dia inteiro.

No terceiro passo referente à realização das medições, a normativa aponta que estas podem ser realizadas utilizando medidores de exposição sonora pessoal portado pelo colaborador ou sonômetro integrador de médias colocado em posições discretas ou amparado na mão enquanto acompanha um trabalhador em movimento.

Os medidores individuais podem ser usados em mensurações de quaisquer tipos de trabalho e são o método preferencial para medições de longas durações com um trabalhador móvel que realiza tarefas complexas, imprevisíveis ou um grande número de tarefas distintas. Nos casos de medições únicas ou postos de trabalho fixos, medidores portáteis ou fixos podem ser usados.

Os instrumentos de medição devem ser calibrados com um calibrador de som que atenda aos requisitos da norma IEC 60942:2003, de classe 1. A calibração de campo deve ser realizada em um local silencioso e caso a leitura apresente uma divergência de mais de 0,5 dB, os resultados da série de medições devem ser descartados.

No caso de utilização de medidor pessoal, a normativa estabelece que o microfone deve ser fixado na parte superior do ombro a uma distância de pelo menos 0,1 m da entrada do canal auditivo externo no lado da orelha mais exposta e deve estar aproximadamente 0,04 m acima do ombro. O microfone e o cabo devem ser posicionados de forma que a influência mecânica ou as roupas do trabalhador não levem à resultados falsos. A norma alerta sobre a importância de não se atrapalhar o desempenho do colaborador e também não introduzir riscos à segurança do mesmo.

No caso de medições usando sonômetros, a normativa determina que o microfone deve ser posicionado preferencialmente no plano central da cabeça do trabalhador, alinhado com os olhos e com seu eixo paralelo à visão do trabalhador. Nos casos em que o trabalhador necessite estar presente em seu posto, o microfone deve ser colocado ou mantido a uma distância entre 0,1 m e 0,4 m da entrada do conduto auditivo externo e ao lado da parte mais orelha exposta. Caso haja impossibilidade de se cumprir tal distância, a normativa recomenda o uso de instrumento individual.

Na quarta etapa da metodologia, a norma indica a presença de incertezas no processo avaliativo que podem ser provenientes de erros e da variação natural da situação de trabalho. São citadas como principais fontes de incertezas as variações diárias no trabalho, condições de operação, instrumentação e calibração, posicionamento do microfone, falsas contribuições como vento, falha na análise do trabalho e contribuições não típicas de ruído. O anexo C da norma definem como deve ser realizado o cálculo das incertezas e o resultado da medição deve ser apresentado com o valor mensurado e a o valor da incerteza.

E por fim, no passo 5, a normativa apresenta um guia de apresentação de resultados que deve conter informações gerais, análise do trabalho, instrumentação, medições e resultados e conclusão.

### 3.3.2 ISO 1999 - Estimativa da Perda Auditiva Induzida por Ruído (*Estimation of noise-induced hearing loss*)

A norma ISO 1999 foi publicada pela primeira vez em 1990 e sua versão atual é de 2013 e tem como referência os seguintes documentos:

- ISO 7029, *Acoustics — Statistical distribution of hearing thresholds as a function of age*;
- ISO 9612, *Acoustics — Determination of occupational noise exposure — Engineering method*;
- ISO/TR 25417, *Acoustics — Definitions of basic quantities and terms*.

Seu conteúdo especifica um método de cálculo da mudança de limiar permanente induzida por ruído em populações adultas e aplica-se a ruídos de frequência inferior à aproximadamente 10 kHz que são contínuos, intermitentes, flutuantes e irregulares. A normativa apresenta fórmulas para se calcular a perda auditiva nas faixas de frequências audiométricas em função do nível de exposição ao ruído e duração da exposição (em anos).

Para a exposição ocupacional diária, a norma expõe a Equação 3.6 também abordada na ISO 9612. E além da estimativa diária, a normativa define a média da exposição ocupacional ( $\overline{L_{EX,8h}}$ ) para  $n$  dias de trabalho como sendo:

$$\overline{L_{EX,8h}} = 10 \times \log_{10} \left[ \frac{1}{c} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 \times (L_{EX,sh})_i} \right] \text{ dB(A)} \quad (3.7)$$

Onde:

$n$  é o número de dias de medição;

$c$  representa a normalização semanal, de valor igual a 5.

### 3.3.3 NHO 01 - Avaliação da exposição ocupacional ao ruído

A Norma de Higiene Ocupacional 01 (NHO 01) é a normativa nacional que define critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído, que implique em risco de surdez ocupacional. Sua autoria compete a Fundação Jorge Duprat Figueiredo (FUNDACENTRO) e sua aplicação restringe-se a contextos laborais onde haja presença de ruído contínuo, intermitente ou ruído de impacto, não abrangendo a temática de conforto acústico.

As seguintes normas internacionais, vigentes há época da elaboração do documento, foram usadas como referência:

- ANSI S 1.25:1991, *Specification for Personal Noise Dosimeters*
- ANSI S 1.4:1983, *Specifications for Sound Level Meters*

- ANSI S 1.40:1983, *Specification for Acoustical Calibrators*
- IEC 804:1985, *Integrating-averaging sound level meters*
- IEC 651:1993, *Sound Level Meters*.

São definidos na norma dois conceitos que guiam a consideração técnica acerca da exposição ao ruído à qual o trabalhador está submetido, bem como atuação recomendada: o limite de exposição (LE) e o nível de ação.

O limite de exposição é o parâmetro que representa as condições sob as quais os trabalhadores possam estar submetidos repetidamente sem que haja efeitos maléficos à sua capacidade auditiva e de entendimento de uma conversação habitual. Já o nível de ação corresponde ao valor acima do qual devem ser introduzidas medidas preventivas com a finalidade de minimizar a possibilidade de que a exposição ao ruído possa acarretar danos à audição do indivíduo exposto e evitar que o limite de exposição seja excedido. A normativa estabelece ainda o chamado limite de exposição valor teto (LE-VT), valor máximo acima do qual não se é permitida exposição em momento algum da jornada de trabalho.

O processo avaliativo de mensuração deve ser conduzido com a utilização de medidores de uso pessoal, a serem fixados no trabalhador, de forma preferencial. Porém, a norma oferece alternativamente a possibilidade de uso de medidores integradores ou de leitura instantânea. Somente é vetada a escolha desta última estratégia de medição nos casos onde haja movimentação constante da força de trabalho no ambiente laboral.

As medições tem de ser realizadas com o microfone posicionado dentro da zona auditiva do trabalhador (raio de  $150 \pm 50$  mm, aferido a partir da entrada do canal auditivo) e os equipamentos devem possuir circuito de ponderação "A", circuito de resposta lenta (*slow*) e serem calibrados de forma que a aferição da calibração não varie fora da faixa tolerada de  $\pm 1$  dB.

A normativa define que a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente deve ser realizada por meio da determinação de indicadores representativos da exposição diária do trabalhador: dose diária de ruído ou nível de exposição.

Na avaliação segundo o nível de exposição, inicialmente deve ser calculado o Nível de Exposição (NE), que corresponde ao nível médio de exposição representativo da exposição diária e é calculado segundo a expressão:

$$NE = N_{eq} = 10 \log_{10} \left[ \frac{\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} p^2(t) dt}{p_0^2} \right] \quad dB(A) \quad (3.8)$$

Onde:

$N_{eq}$  é o nível de pressão sonora equivalente referente ao intervalo de integração;

$p(t)$  é a pressão sonora instantânea;

$p_0$  é a pressão sonora de referência, igual a  $20 \mu Pa$ ;



T é  $t_2 - t_1$ .

Em seguida deve-se obter o Nível de Exposição Normalizado (NEN) que representa a normalização do NE para uma jornada de trabalho padrão de 8 horas e é dado por:

$$NEN = NE + 10 \times \log_{10} \left( \frac{T_E}{480} \right) \quad dB(A) \quad (3.9)$$

Onde:

$NE$  é o nível médio representativo da exposição ocupacional diária;

$T_E$  é o tempo de duração da jornada de trabalho diária, em minutos.

A avaliação de ruído deve caracterizar a exposição de todos os trabalhadores abordados no estudo e os esforços de medição podem ser reduzidos com identificação de grupos de trabalhadores com iguais características de exposição, denominados de grupos homogêneos pela norma.

Nos casos onde houver a abordagem de mais de um trabalhador, o nível de exposição deve considerar a média das exposições individuais seguindo a expressão:

$$NM = 10 \times \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \left( \sum_{i=1}^N n_i \times 10^{0,1NM_i} \right) \right] \quad dB(A) \quad (3.10)$$

Onde:

$N$  é o número total de leituras;

$n_i$  é o número de leituras obtidas para um mesmo nível médio parcial ( $NM_i$ );

$NM_i$  é o  $i$ -ésimo nível de pressão sonora.

Para esse critério avaliativo considera-se como nível de ação, o valor de NEN igual a 82 dB(A), o limite de exposição ocupacional diária ao ruído correspondente à NEN igual a 85 dB(A) e o limite exposição valor teto é de 115 dB(A). A norma ainda apresenta a Tabela 3.4, que determina o tempo máximo de exposição permitido de acordo com o nível de ruído em termos do NEN.

Para a avaliação da exposição ao ruído contínuo ou intermitente por meio da dose diária (D), o limite de exposição corresponde a dose diária igual a 100% e o nível de ação, a uma dose diária de 50%. O limite de exposição valor teto segue sendo 115 dB(A).

Ressalta-se que os parâmetros de dose diária e nível de exposição são totalmente equivalentes, sendo possível obter o outro a partir de um desses usando uma das duas expressões matemáticas a seguir:

$$NE = 10 \times \lg \left( \frac{480}{T_E} \times \frac{D}{100} \right) + 85 \quad dB(A) \quad (3.11)$$

$$D = \frac{T_E}{480} \times 100 \times 2^{\left(\frac{N_E - 85}{3}\right)} \% \quad (3.12)$$

**Tabela 3.4.** Tempo máximo diário de exposição permissível em função do nível de ruído.  
Fonte: NHO 01, 2001.

Nível de ruído dB (A) NEN	Tempo máximo diário permissível (min)
80	1.523,90
81	1.209,52
82	960,00
83	761,95
84	604,76
85	480,00
86	380,97
87	302,32
88	240,00
89	190,48
90	151,19
91	120,00
92	95,24
93	75,59
94	60,00
95	47,62
96	37,79
97	30,00
98	23,81
99	18,89
100	15,00
101	11,90
102	9,44
103	7,50
104	5,95
105	4,72
106	3,75
107	2,97
108	2,36
109	1,87
110	1,48
111	1,18
112	0,93
113	0,74
114	0,59
115	0,46

O ruído de impacto é definido pela norma como sendo aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo e a determinação da exposição a esse tipo de ruído deve ser feita com o uso de medidor de nível de pressão sonora operando em "linear" e circuito de resposta de medição para nível de pico.

Desse modo, a norma estabelece que o limite de exposição diário ao ruído de impacto é dado por:

$$N_p = 160 - 10 \times \lg n \quad dB \quad (3.13)$$

Onde:

$N_p$  é o nível de pico em dB(Lin), máximo admissível;

$n$  é o número de impactos ou impulsos ocorridos durante a jornada de trabalho.

A Tabela 3.5 apresenta entre os níveis de pico máximo admitidos em função do número de impactos ocorridos durante a jornada de trabalho diária.

**Tabela 3.5.** Nível de pico de pressão sonora máximo admissível em função do número de impactos.

Fonte: NHO 01, 2001.

$N_p$	$n$
120	10.000
121	7.943
122	6.309
123	5.011
124	3.981
125	3.162
126	2.511
127	1.995
128	1.584
129	1.258
130	1.000
131	794
132	630
133	501
134	398
135	316
136	251
137	199
138	158
139	125
140	100

O limite de tolerância valor teto para o ruído de impacto é de 140 dB e o nível de ação corresponde ao valor de  $N_p$  obtido subtraído de 3 decibéis:

$$N_p - 3 \text{ dB} \quad (3.14)$$

Por fim, diferentemente da norma ISO 9612, que apresenta apenas como deve ser conduzido o processo de mensuração e os cálculos de parâmetros associados à exposição ocupacional ao ruído, a NHO 01 apresenta o quadro reproduzido na Tabela 3.6 com critérios de julgamento e para tomada de decisão.

**Tabela 3.6.** Considerações técnicas e atuação recomendada.  
Fonte: (NHO 01, 2001)

Dose diária (%)	NEN dB(A)	Consideração técnica	Atuação recomendada
0 a 50	até 82	aceitável	no mínimo manutenção da condição existente
50 a 80	82 a 84	acima do nível de ação	adoção de medidas preventivas
80 a 100	84 a 85	região de incerteza	adoção de medidas e corretivas visando a redução da dose diária
Acima de 100	> 85	acima do limite de exposição	adoção imediata de medidas corretivas

### 3.3.4 Normas Regulamentadoras

Segundo o Ministério do Trabalho e Previdência, as Normas Regulamentadoras (NR) são complementos às delegações referentes à Segurança e Medicina do Trabalho presentes na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Desse modo, são documentos de uso obrigatório por parte de empresas que possuem empregados regidos pela CLT.

Atualmente, estão em vigor 37 normas regulamentadoras que foram elaboradas e revisadas adotando o sistema tripartite preconizado pela OIT. No presente trabalho serão abordadas as normas regulamentadoras de número 7 e 15.

#### 3.3.4.1 NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

A norma regulamentadora de número 7 define diretrizes e requisitos para a elaboração do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) com o intuito de proteger e preservar a saúde dos empregados em relação aos riscos ocupacionais. O anexo 2 desta normativa, intitulado de controle médico ocupacional da exposição à níveis de pressão sonora elevados, estabelece diretrizes para controle e avaliação da audição de trabalhadores submetidos à tal condição.

Fica determinada a obrigatoriedade da realização de exames audiométricos de referência e sequenciais em todos os empregados que exerçam atividades em locais onde o nível de pressão sonora esteja acima do nível de ação definido no Programa de Gerenciamento de Risco (PGR) da empresa, independentemente do uso de protetores auditivos. A norma estipula as condições em que o exame deve ser realizado, bem como a periodicidade, o formato de apresentação dos resultados e como estes devem ser interpretados.

Quanto à realização do exame, o procedimento deve respeitar os dispostos na ISO 8253-1:2010 (*Acoustics — Audiometric test methods — Part 1: Pure-tone air and bone conduction audiometry*), ser conduzido por médico ou fonoaudiólogo e o colaborador deve permanecer em repouso auditivo por no mínimo 14 horas antes do teste. Necessita ainda ser realizado pelas vias áreas nas frequências de 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz. Nos casos de identificação de alteração no teste por via área deve-se proceder o teste por via óssea nas frequências de 500, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 Hz.

Quanto à periodicidade, a audiometria precisa ser efetuada no mínimo no momento da admissão, anualmente e no momento da demissão do trabalhador. A respeito dos resultados do teste, são considerados aceitáveis audiogramas em que o limiar auditivo seja igual ou inferior à 25 dB em todas as frequências examinadas. Os exames que nas frequências de 3.000 e/ou 4.000 e/ou 6.000 Hz constarem limites auditivos acima de 25 dB sugerem o acometimento de Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados (PAINPSE).

São considerados possíveis de desencadear PAINPSE exames cujos limiares auditivos de todas as frequências testadas nas audiometrias de referência e sequencial sejam menores ou iguais a 25 dB, mas a comparação entre os dois exames mostre evolução onde a diferença entre as médias aritméticas das frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz seja igual ou maior do que 10 dB ou que a piora de ao menos uma das frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 seja igual ou ultrapasse 10 dB. São consideradas também sugestivas de desencadeamento da doença, circunstâncias onde apenas o exame referencial possua limites auditivos inferiores ou iguais a 25 dB em todas as frequências, porém o confronto entre o teste de referência e o sequencial apresente diferença entre as médias aritméticas das frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz igual ou superior à 10 dB ou que a piora em pelo menos uma das frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 seja igual ou superior à 15 dB.

Sugerem o agravamento da PAINPSE, os casos já constatados na audiometria de referência e nos quais o comparativo do exame referencial e sequencial apresente diferença entre as médias aritméticas dos limiares auditivos das frequências de 500, 1.000 e 2.000 Hz ou das frequências de 3.000, 4.000 e 6.000 Hz seja igual ou superior a 10 Hz. A confirmação de PAINPSE no exame de referência com piora igual ou superior a 15 dB em uma frequência também configura agravamento da patologia.

A norma indica a necessidade de se substituir o exame de referência caso os exames sequenciais apontem desencadeamento ou agravamento da PAINPSE. De modo, que o exame sequencial passe a ser o de referência. Por fim, o diagnóstico e aptidão do empregado são atribuições do médico do trabalho responsável pelo PCMSO.

### 3.3.4.2 NR 15 - Atividades e Operações Insalubres

A norma regulamentadora de número 15 regula atividades e operações insalubres. Em seu anexo 1, a normativa estabelece que o ruído contínuo ou intermitente deve ser mensurado em decibéis com a utilização de instrumento de nível de pressão sonora operando segundo circuito de ponderação “A” e circuito de resposta lenta (*slow*). O equipamento deve ainda estar posicionado próximo ao ouvido do trabalhador no momento das medições.

Os níveis de ruído aos quais os trabalhadores estão expostos não devem exceder os limites de tolerância fixados pela normativa e apresentados na Tabela 3.7. É vetada a exposição a níveis de ruído superiores à 115 dB(A) para indivíduos que não estejam protegidos de forma adequada, pois esta situação oferece risco grave e eminente à saúde do indivíduo.

Se durante a jornada de trabalho ocorrem períodos de exposição ao ruído em níveis diferentes é necessário considerar os efeitos combinados. De forma que se o somatório dado por:

$$\sum_{n=1}^N \frac{C_n}{T_n} \quad (3.15)$$

Onde:

$C_n$  é tempo total que o trabalhador é exposto a determinado nível de ruído;

$T_n$  é a máxima exposição diária permitida para esse nível, segundo a Tabela 3.7.

exceder o valor unitário, a exposição estará acima do limite de tolerância.

Caso as atividades desenvolvidas pelos empregados produzam exposição acima dos limites de tolerância é constatado trabalho sobre condição insalubre e o exercício laboral nesta configuração assegura ao trabalhador pagamento adicional incidente sobre o salário mínimo da região. A insalubridade deve ser comprovada por meio de laudo técnico expedido por engenheiro de segurança do trabalho ou médico do trabalho.

A insalubridade pode ser classificada com sendo de grau máximo, médio ou mínimo e o adicional corresponde a 40%, 20% e 10% do salário mínimo, respectivamente. Se verificado mais de um fator de insalubridade, considerar-se-á o grau mais elevado para definir o acréscimo salarial. Caso haja a eliminação ou neutralização da insalubridade pode haver o cessamento do respectivo adicional.

O presente estudo fará o uso da metodologia proposta pela ISO 9612 em virtude de sua representatividade e recorrência nos trabalhos acadêmicos a nível internacional, valendo-se ainda das considerações técnicas e atuações recomendadas apresentadas na NHO 01 após a obtenção dos resultados de nível de exposição ocupacional ao ruído com o intuito de realizar uma análise crítica quanto aos valores obtidos e subsidiar a empresa co-participante no tocante às medidas necessárias de serem adotadas. Ademais, a classificação dos exames audiométricos seguirá a determinação normativa expressa na NR 7.

**Tabela 3.7.** Limite de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.  
Fonte: (NR 15, 2022).

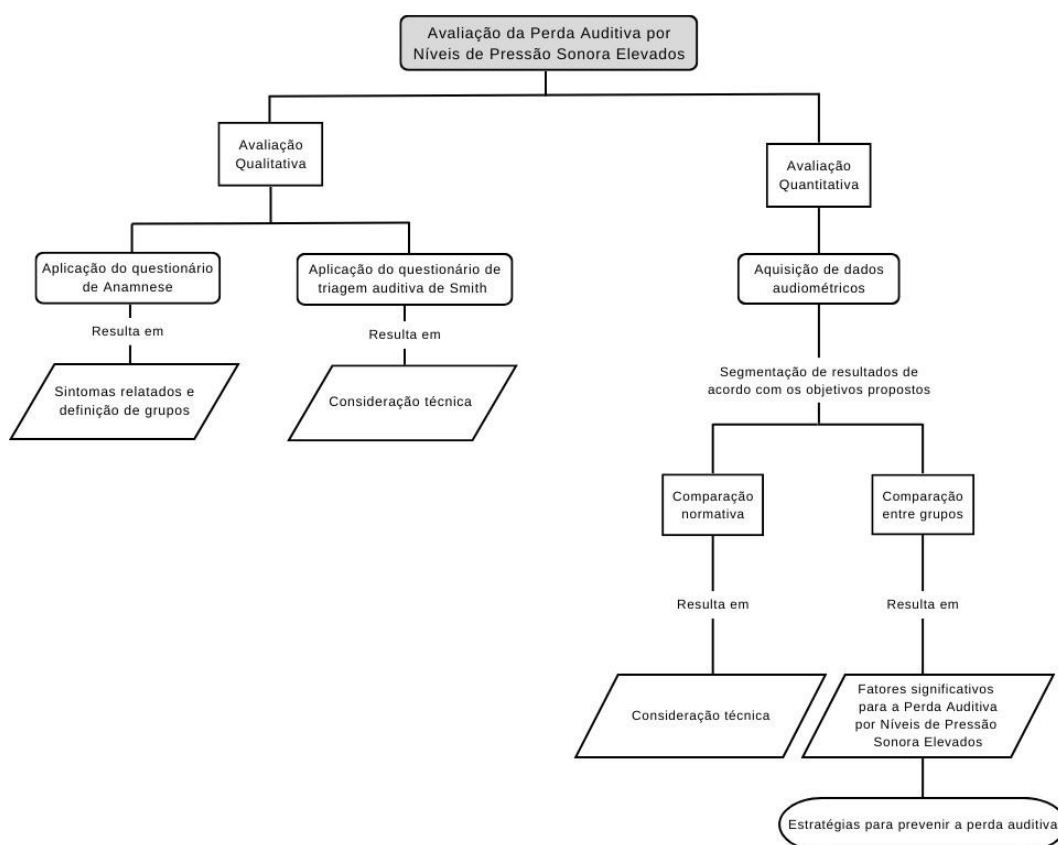
Nível de ruído dB (A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos realizados afim de se atender os objetivos propostos no item 1.3. A metodologia pode ser segregada em duas fases distintas: uma delas tocante à perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados e outra referente à exposição ao ruído ocupacional.

### 4.1 AVALIAÇÃO DA PERDA AUDITIVA POR NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA ELEVADOS

A avaliação da Perda Auditiva por Níveis de Pressão Sonora Elevados é segmentada em uma parcela qualitativa e uma quantitativa. O mapa estrutural da metologia aplicada à esta análise é mostrado na Figura 4.1 e detalhado nas subseções 4.1.1 e 4.1.2 .



**Figura 4.1.** Mapa estrutural da metodologia aplicada para a avaliação da perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados.  
Adaptada de Zanatta, 2017



#### **4.1.1 Avaliação Qualitativa**

A avaliação qualitativa da Perda Auditiva Induzida por Ruído contempla a aplicação de dois questionários: questionário de anamnese e questionário de triagem auditiva de Smith (*Smith Hearing Screening questionnaire - SHS*).

##### **4.1.1.1 Questionário de Anamnese**

Com o objetivo de se caracterizar a população de motoristas em estudo, investigar a prevalência de sintomas de perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados e definir sub-grupos populacionais para investigação da influência de fatores como idade e tempo de profissão foi-se elaborado o questionário de anamnese presente no Apêndice B.

O questionário engloba questões relativas à características antropométricas (massa e altura), sociais, laborais, além daquelas relacionadas ao histórico de saúde ocupacional e prevalência de sintomas associados à PAINPSE. Sua elaboração baseou-se no Questionário Nórdico de Sintomas Muscoesqueléticos e no diagrama de áreas dolorosas, proposto por (Corlett e Manenica, 1980) e frequentemente citado em trabalhos na área de saúde ocupacional (Iida e Buarque, 2005; Bovenzi *et al.*, 2006; Zanatta, 2017).

A aplicação do questionário foi realizada nos 7 terminais principais de atuação da empresa por meio de entrevistas com os condutores e todos estes profissionais foram convidados a responder as questões de forma voluntária.

##### **4.1.1.2 Questionário de Triagem Auditiva de Smith**

A avaliação qualitativa contemplou também a aplicação do questionário de triagem auditiva de Smith, modificado para a ocasião e apresentado no Apêndice C, entre os 18 condutores selecionados para a aferição dos níveis de pressão sonora.

O questionário de triagem auditiva de Smith original possui 14 perguntas e cada questão pode ser respondida de quatro maneiras: nunca, ocasionalmente, muitas vezes e quase sempre. A resposta associada a cada questionamento detém uma pontuação que varia em uma unidade em uma escala de 0 a 3 pontos, respectivamente. A pontuação máxima da ferramenta é de 42 pontos e segundo este método de prognóstico, indivíduos que pontuam valor igual ou superior à 6 podem ser classificados como deficientes auditivos (Smith *et al.*, 1992).

Para o presente estudo, foram suprimidas as 5 questões relativas à atividades sociais e visita aos amigos, por se tratar de uma avaliação ocupacional, da mesma forma que o realizado por Merchant *et al.* (2000). Desse modo, a pontuação máxima passou a ser 27 e considerou-se uma pontuação igual ou superior à 5 para indicativo de deficiência auditiva.

## **4.1.2 Avaliação Quantitativa**

### **4.1.2.1 Aquisição de dados audiométricos**

Os condutores da empresa co-participante efetuam audiometria sequencial no momento da realização do seu exame periódico anual. Os exames audiológicos são conduzidos pela fonoaudióloga da clínica de saúde ocupacional utilizando audiômetro de marca Vibrasom e modelo AVS 500, calibrado conforme estabelecido pela norma internacional ANSI S.31-1999 e mediante repouso acústico mínimo de 14 horas antes da realização do teste.

A audiometria tonal foi realizada por Via Aérea (VA) nas bandas de frequências de oitava de 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz e em casos de alteração, por Via Óssea (VO) nas bandas de frequências de oitava de 500, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 Hz em ambas as orelhas.

Para todos os condutores que responderam a entrevista de anamnese foram levantados os dados audiométricos do último exame sequencial de posse da empresa para cada indivíduo. Desse modo, compõe o conjunto de dados exames realizados entre os anos de 2021 e 2022.

### **4.1.2.2 Comparação Normativa**

Os resultados dos exames audiométricos obtidos foram digitalizados e registrados posteriormente utilizando o editor de planilhas do Excel®. Realizou-se a comparação destes dados com os dispostos na NR 7 para a verificação de acometimento de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados.

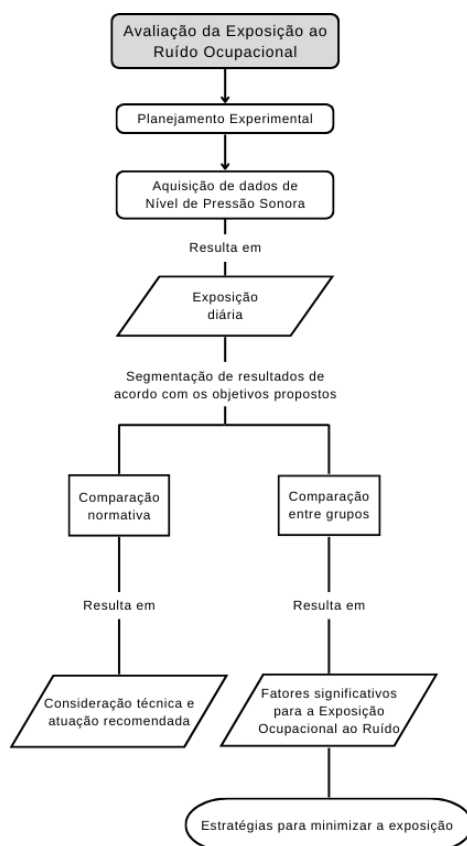
De acordo com essa normativa, são considerados normais audiogramas que apresentem limiares auditivos inferiores ou iguais à 25 dB(A) em todas as frequências analisadas. Caso nas bandas de frequências de oitavas de 3.000 e/ou 4.000 e/ou 6.000 forem registrados limiares auditivos superiores à 25 dB(A), em um ou ambos os lados, tanto no teste por VA ou VO, os audiogramas são classificados como sugestivos de PAINPSE. São consideradas como outras causas resultados que não se encaixem nas descrições anteriores.

### **4.1.2.3 Comparação entre grupos**

Ademais, a partir dos resultados obtidos com a entrevista de anamnese, foram definidos grupos no tocante a idade e tempo de profissão. Os resultados dos exames audiométricos destes grupos foram comparados afim de se identificar fatores significativos para o desencadeamento de perda auditiva nos motoristas.

## 4.2 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO OCUPACIONAL

O método utilizado para a avaliação da exposição ao ruído ocupacional é sintetizado no mapa estrutural da Figura 4.2 e detalhado nas subsecções de 4.2.1 a 4.2.4.



**Figura 4.2.** Mapa estrutural da metodologia aplicada para a avaliação da exposição ao ruído ocupacional.

Adaptada de Zanatta, 2017

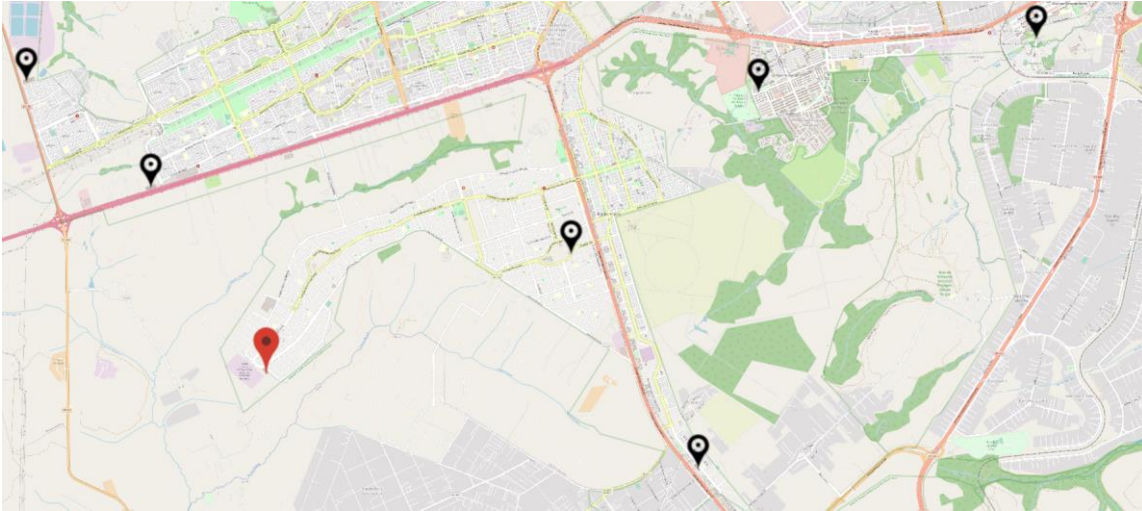
### 4.2.1 Planejamento Experimental

A avaliação da exposição ao ruído ocupacional seguiu as diretrizes estabelecidas na normativa internacional ISO 9612, elucidadas no item 3.3.1. Desse modo, inicialmente conduziu-se a etapa denominada de análise do trabalho, detalhada neste mesmo item.

A empresa co-participante é responsável pela operação do Sistema de Transporte Público Coletivo do Distrito Federal em 5 cidades satélites atuando em 7 terminais principais de ônibus localizados na região. Os trabalhadores abordados no estudo são motoristas de ônibus urbanos com vínculo empregatício segundo a CLT e possuem, portanto, a atribuição de conduzir os veículos durante a realização das viagens. No total, a empresa possui em seu quadro cerca de 900 condutores.

Para a aquisição de dados de Nível de Pressão Sonora, a empresa disponibilizou apenas um terminal, àquele de maior representatividade em seu serviço, devido a questões de

segurança pública. Este contém a maior quantidade de condutores e veículos em operação, contando com 100 motoristas e 55 ônibus. A localização dos 7 terminais é apresentada na Figura 4.3 e o terminal disponibilizado para a mensuração experimental está destacado em vermelho.



**Figura 4.3.** Localização de terminais.

Os veículos compreendidos no estudo são da classe ônibus básico, segundo a Norma Brasileira (NBR) 15.570 (Transporte - Especificações técnicas para fabricação de veículos de características urbanas para transporte coletivo de passageiros) e possuem capacidade para transportar 42 passageiros sentados e 40 em pé, totalizando uma carga máxima de 82 pessoas.

Todos os ônibus possuem chassi de modelo OF-1721, fabricado pela Mercedes Benz, e carroceria de modelo Apache VIP, fabricada pela Caio Induscar, conforme apresentado na Figura 4.4. Estes são submetidos aos mesmos processos de manutenção preventiva quando completam 25.000 km rodados, diferenciando-se entre si pelo tempo de operação. Neste conjunto existem veículos com 1 ano e 3 anos de trabalho. Em média, os veículos percorrem cerca de 94 mil quilômetros em cada ano de operação. Desse modo, os veículos que possuem 1 ano de operação já realizaram cerca de 4 processos de manutenção e aqueles com 3 anos, o triplo disso, ou seja, 12 processos.



**Figura 4.4.** Veículo estudado.

Os motoristas podem ser classificados quanto à natureza das viagens que realizam no quesito passageiros transportados. Existem profissionais cuja escala de trabalho é composta majoritariamente por viagens de baixo carregamento e àqueles com prevalência de deslocamentos que transportam uma quantidade elevada de passageiros. Essa classificação levou em consideração a capacidade de transporte de pessoas sentadas e em pé, de forma que viagens com quantidade de passageiros inferior ou igual à 42 foram classificadas como de baixo carregamento e àquelas com passageiros em pé, ocupação superior a 42 passageiros, foram consideradas de elevado carregamento.

Dada a conjectura do trabalho descrito, foi-se delineado um planejamento fatorial  $2^2$  para investigação da influência dos fatores de quantidade de passageiros transportados e tempo de operação do veículo e desse modo, foram definidos os 4 grupos homogêneos de exposição ao ruído expostos na Tabela 4.1 .

**Tabela 4.1.** Grupos homogêneos de exposição.

<b>Grupo</b>	<b>Quantidade de passageiros</b>	<b>Tempo de Operação</b>
1	Baixa	1 ano
2	Baixa	3 anos
3	Elevada	1 ano
4	Elevada	3 anos

A estratégia de medição selecionada foi àquela baseada no trabalho, em consonância com a norma ISO 9612, pois a medição baseada em tarefas não se mostrou aderente a realidade laboral relatada anteriormente visto que todos os trabalhadores realizam a mesma tarefa: conduzir veículos e a medição de dia inteiro seria inviável devido ao tempo necessário para se cobrir todo o quantitativo de motoristas.

Seguindo a estratégia de medição baseada no trabalho, a duração cumulativa mínima de medição foi determinada para cada grupo homogêneo de exposição de acordo com a quantidade de trabalhadores que o compõe. A Tabela 4.2 apresenta a quantidade de trabalhadores em cada grupo de exposição ( $n_G$ ) e a respectiva duração cumulativa mínima de medição, calculada a partir das equações presentes na norma ISO 9612 e mostradas na Tabela 3.3 exposta no Capítulo 3.

**Tabela 4.2.** Quantidade de trabalhadores por grupo de exposição e duração cumulativa mínima de medição.

<b>Grupo</b>	<b>Quantidade de trabalhadores</b>	<b>Duração cumulativa mínima (h)</b>
1	18	10,75
2	3	5,00
3	71	17,00
4	8	6,50
Total	100	39,25

Em conformidade com a logística da empresa e respeitando a quantidade mínima de

amostras para cada grupo homogêneo de exposição definida na norma ISO 9612 foram selecionados 18 condutores para a aquisição de dados com a duração cumulativa de medições total de 50,1 horas. Como cada condutor realiza diversas viagens em sua jornada de trabalho e essas possuem quantidades diferentes de passageiros transportados, o mesmo profissional pode apresentar medições em diferentes grupos de exposição.

A quantidade medições para cada grupo de exposição, bem como o tempo de mensuração são apresentados na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3.** Quantidade de medições por grupo de exposição e duração cumulativa de medição realizada.

<b>Grupo</b>	<b>Quantidade de medições</b>	<b>Duração cumulativa realizada (h)</b>
1	13	11,3
2	6	7,1
3	13	21,4
4	5	10,3
Total	37	50,1

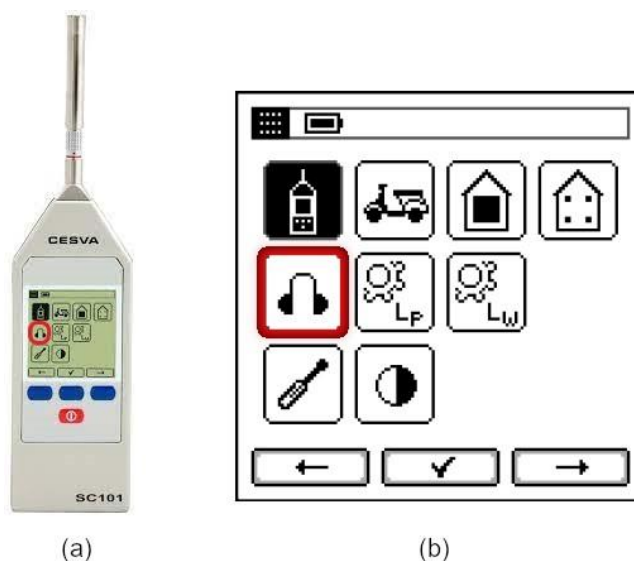
A Tabela 4.4 apresenta o resumo das medições que compõe cada grupo de exposição.

**Tabela 4.4.** Resumo de medições realizadas para cada grupo.

Grupo de exposição	Motorista	Tempo de medição [h]	Lp,a,T [dB(A)]
1	6	1,1	89,8
1	6	1,0	85,3
1	7	1,1	72,0
1	7	1,0	77,2
1	11	0,6	80,5
1	11	0,4	80,6
1	11	0,6	78,8
1	11	0,6	78,3
1	11	0,6	77,1
1	12	0,8	75,4
1	14	0,9	74,8
1	15	1,5	78,1
1	6	1,1	79,0
2	5	1,0	67,5
2	16	1,2	78,7
2	16	1,6	77,6
2	18	1,1	80,3
2	18	1,2	81,0
2	18	1,2	81,6
3	1	1,9	74,3
3	2	2,4	79,5
3	4	3,0	74,0
3	6	1,1	67,2
3	6	1,5	75,9
3	7	1,1	77,2
3	9	1,9	66,1
3	10	1,9	76,9
3	11	0,5	77,6
3	11	0,6	77,5
3	13	3,4	75,1
3	6	1,1	74,3
3	7	1,0	76,1
4	3	2,2	67,4
4	5	1,5	65,3
4	8	2,0	64,5
4	16	2,1	77,5
4	17	2,6	79,9

Antes de se iniciar a coleta dos dados, o sonômetro foi calibrado utilizando o calibrador acústico *Cal21 01dB*, de classe 1, 94 dB - 1.000 Hz, de acordo com as especificações da norma IEC 60942 e os desvios não ultrapassaram o valor de 0,1 dB.

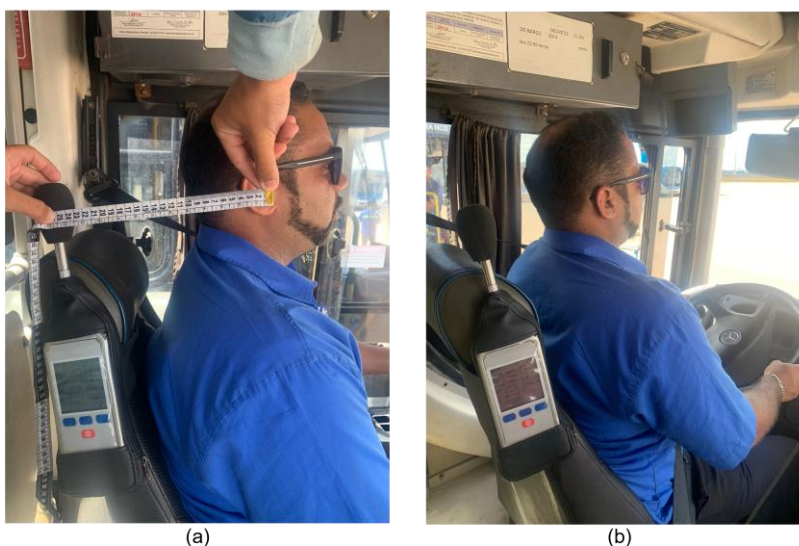
O aparelho foi então configurado segundo a aplicação de riscos laborais, representada pelo símbolo de fone de ouvido destacado em vermelho na Figura 4.5. Esta aplicação dispõe de protocolos de medição para a exposição de trabalhadores ao ruído entregando ao usuário os níveis de pressão sonora com média de tempo ponderada segundo as curvas A e C, além do nível de exposição diário ao ruído normalizado segundo uma jornada de 8 horas. A res-



**Figura 4.5.** Medidor Integrador de Pressão Sonora.  
 (a) Sonômetro SC 101. (b) Aplicação de riscos laborais.

posta de integração *slow* foi ainda selecionada.

Após a configuração, o equipamento foi fixado na lateral direita do banco do condutor, por este lado se tratar da orelha mais exposta, uma vez que nesta se localiza a porta de entrada de passageiros. O posicionamento foi realizado de forma que o microfone estivesse dentro da zona auditiva deste profissional, em uma distância entre 0,1 m e 0,4 m do canal auditivo, em consonância com os dispostos na norma ISO 9612. A fixação é ilustrada na Figura 4.6.



**Figura 4.6.** Aquisição de níveis de pressão sonora.  
 (a) Fixação do equipamento dentro da zona auditiva. (b) Motorista em sua jornada diária.

Em seguida à fixação e antes do início da viagem coletou-se o valor da catraca do veículo e assim que o motorista deu partida iniciou-se a coleta dos dados de pressão sonora. Ao se



chegar no ponto de controle referente ao término do deslocamento, foi-se finalizada a medição e registrado o nível de pressão sonora com média de tempo ponderada em A,  $L_{p,A,T}$ , definido na Equação 3.5 e o nível de exposição ao ruído normalizado para uma jornada de 8 horas de trabalho ponderado em A,  $L_{EX,8h}$ , definido na Equação 3.6.

Ademais, coletou-se novamente o valor da catraca, pois a subtração do valor final e inicial da catraca indicam a quantidade de passageiros que utilizaram aquela viagem.

#### 4.2.2 Exposição diária

A exposição diária do grupo homogêneo de exposição foi obtida a partir dos valores de  $L_{p,A,T}$ . Os valores de  $L_{p,A,T}$  obtidos para cada amostra foram digitados no editor de planilhas Excel®. O nível diário de exposição ao ruído para cada grupo homogêneo de exposição foi então calculado a partir da média dos valores das amostras aferidas, conforme a Equação 4.1 apresentada no Anexo E da norma ISO 9612.

$$L_{p,A,eqT_e} = 10 \times \log_{10} \left( \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{0,1 \times L_{p,A,T,n}} \right) \quad dB(A) \quad (4.1)$$

Onde:

$n$  é o número de amostras para cada grupo homogêneo de exposição.

Posteriormente, obteve-se o nível de exposição diário ao ruído normalizado para uma jornada de 8 horas de trabalho, conforme a Equação 3.6. O tempo de exposição do grupo homogêneo de exposição foi calculado com a média da duração efetiva da jornada de trabalho dos motoristas que compõe o grupo.

Já a exposição diária para cada um dos motoristas foi-se obtida a partir dos valores mensurados para todas as amostras do mesmo condutor usando também a Equação 4.1. Se- quencialmente, obteve-se o nível de exposição diário ao ruído normalizado para uma jornada de 8 horas de trabalho, conforme a Equação 3.6.

#### 4.2.3 Comparação normativa

Os valores obtidos foram comparados com os limites estabelecidos pela NHO 01 apresentados na Tabela 3.6 para se obter as considerações técnicas acerca das quantias mensuradas, visto que a ISO 9612 estabelece um método de engenharia para mensurar a exposição ao ruído em um ambiente laboral e o procedimento de cálculo para o nível de exposição ao ruído, mas não define limites de exposição.

#### **4.2.4 Comparação entre grupos**

Além da comparação normativa, foi-se realizada a comparação entre os quatro grupos de exposição com o objetivo de se investigar a análise da influência dos fatores de tempo de operação do veículo e quantidade de passageiros transportada.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

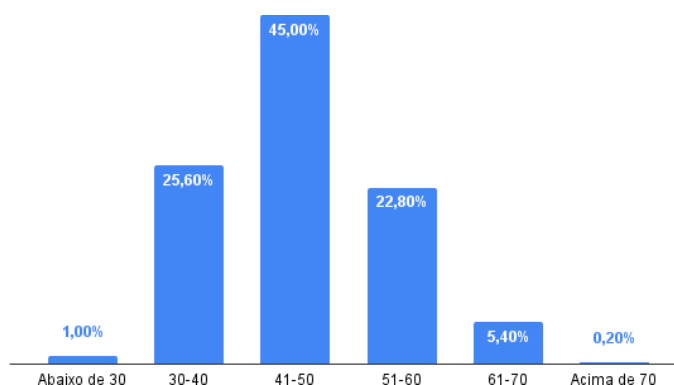
### 5.1 AVALIAÇÃO DA PERDA AUDITIVA POR NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA ELEVADOS

#### 5.1.1 Avaliação Qualitativa

##### 5.1.1.1 Questionário de Anamnese

A entrevista de anamnese foi respondida por 500 motoristas, contingente este correspondente a mais de 50% do quadro de condutores da empresa co-participante. Os resultados obtidos permitiram caracterizar a população de trabalhadores sob estudo, além de verificar a prevalência de sintomas correlacionados à exposição ao ruído ocupacional.

A vasta maioria dos trabalhadores são do sexo masculino totalizando 98,60% das respostas, contra apenas 1,40% que são do sexo feminino. A média de idade dos profissionais é de 46,20 anos, com desvio padrão de 8,40 anos. A idade mínima encontrada foi de 27 anos e a máxima, de 71 anos. Dentre os motoristas, 5 possuem idade inferior à 30 anos (1,00%), 128 possuem entre 30 e 40 anos (25,60%), 225 possuem entre 41 e 50 anos (45,00%), 114 possuem entre 51 e 60 anos (22,80%), 27 possuem entre 61 e 70 anos (5,40%) e há um condutor acima dos 70 anos (0,20%). A distribuição etária indica maior prevalência de motoristas na faixa dos 41 aos 50 anos e é exibida na Figura 5.1.



**Figura 5.1.** Faixa etária dos motoristas.

Com os dados antropométricos de massa e altura foi possível calcular o Índice de Massa Corpórea (IMC), parâmetro universal adotado pela OMS para identificar o estado nutricional dos indivíduos, de acordo com a seguinte equação:

$$IMC = \frac{m}{h^2} \left( \frac{kg}{m^2} \right) \quad (5.1)$$

Onde:

$m$  é a massa do indivíduo em quilogramas;

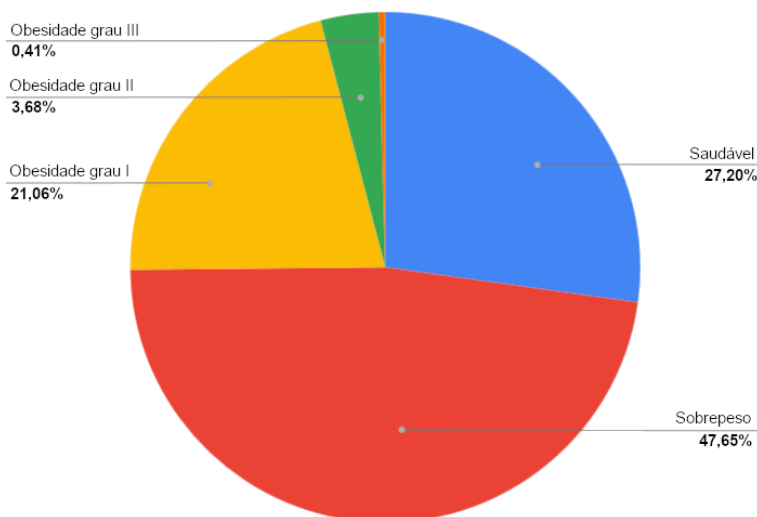
$h$  é a altura do indivíduo em metros.

A classificação dos valores de IMC para indivíduos adultos é apresentada na Tabela 5.1.

**Tabela 5.1.** Classificação de IMC.

IMC $\frac{kg}{m^2}$	Classificação
Menor do que 18,5	Magreza
Entre 18,5 e 24,9	Saudável
Entre 25,0 e 29,9	Sobrepeso
Entre 30 e 34,9	Obesidade grau I
Entre 35 e 39,9	Obesidade grau II
Maior ou igual a 40,0	Obesidade grau III

Os resultados são apresentados no gráfico da Figura 5.2 e apontam um cenário alarmante, visto que a maior parcela dos motoristas que responderam estas questões está localizado na zona de sobrepeso (47,65%-233). Seguem-se os trabalhadores encontrados na zona saudável que compõe 27,20% do total (133). Ainda são datados 21,06% de condutores com obesidade de grau I (103), 3,68% com obesidade de grau II (18) e 0,41% com obesidade de grau III (2).



**Figura 5.2.** Classificação do Índice de Massa Corpórea.

As questões referentes aos hábitos de vida estão relacionadas à prática de atividade física, consumo de bebidas alcoólicas e cigarros. Com relação à atividade física, 43,95% (218) dos colaboradores que responderam à essa questão informaram que não praticam e dentre os 56,05% (278) que possuem o hábito de se exercitar, 16,74% (83) disseram que a

prática ocorre uma vez na semana, 10,28% (51), duas vezes na semana e 29,03% (144), três vezes ou mais na semana.

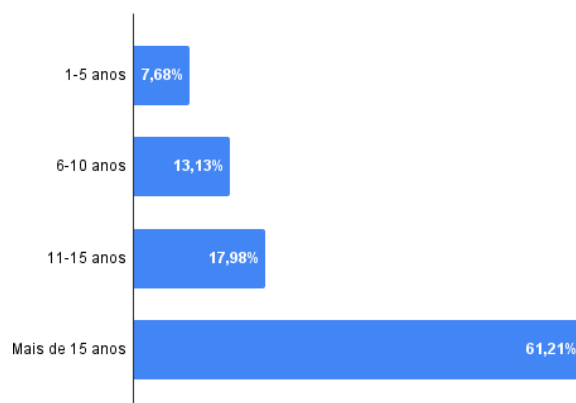
A combinação de parcela majoritária de profissionais com sobrepeso ou obesidade e a falta de atividade física em aproximadamente metade destes indica situação preocupante no tocante à saúde dos motoristas profissionais, visto que a obesidade é fator de risco para o acometimento de doenças como hipertensão, cardiopatias, diabetes e até mesmo alguns tipos de câncer (Carlucchi *et al.*, 2013).

Mais da metade dos condutores que responderam o questionamento (51,30%-256) afirmam que não ingerem bebidas alcoólicas e dentre os 48,70% (243) que consomem, 38,88% (194) declaram a incidência de uma vez na semana, 6,41% (32), de duas vezes na semana e 3,41% (17), de três vezes ou mais na semana.

80,76% (403) dos motoristas que responderam declararam-se não fumantes, 12,22% (61) informaram já possuíram o hábito no passado, mas atualmente não fumam e 7,02% (31) informaram que possuem o hábito de fumar. Acredita-se que a nicotina pode piorar o quadro de zumbidos, um dos principais sintomas associados à perda auditiva, pelo seu carácter estimulante e é também associada a constrição de vasos sanguíneos (Schleuning, 1998).

Quanto ao quesito laboral, 96,98% (481) dos trabalhadores que responderam alegam não possuir outro emprego além da função de motorista profissional na empresa co-participante, enquanto 3,02% (15) desempenham outras atividades. O que nos leva a inferir que os impactos laborais à saúde estão relacionados quase em sua totalidade a condução profissional.

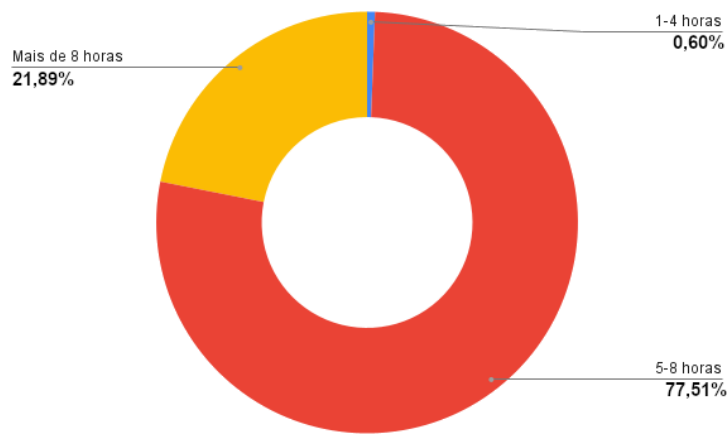
Quando questionados acerca do tempo exercendo a função de motorista, é possível notar pelo gráfico da Figura 5.3 que 61,21% (303) dos respondentes declaram possuir mais de 15 anos de experiência, seguidos de 17,98% (89) que afirmam possuírem entre 11 e 15 anos nesta ocupação, 13,13% (65), com entre 6 e 10 anos e 7,68% (38), com no máximo 5 anos na função.



**Figura 5.3.** Tempo de profissão.

No que se refere a jornada diária de trabalho, 77,51% (386) dos profissionais que responderam manifestaram que trabalham entre 5 e 8 horas ao dia, 21,89% (109) informaram que o

tempo de trabalho ultrapassa as oito horas diárias, indicando que comumente realizam hora extra, e apenas 0,60% (3) realizam jornada inferior ou igual a 4 horas, conforme exibido no gráfico da Figura 5.4.



**Figura 5.4.** Jornada de trabalho diária.

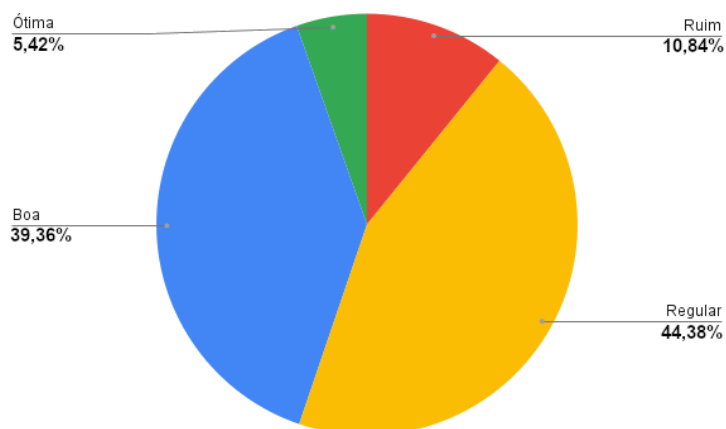
Quando questionados acerca da existência de intervalos durante a sua jornada laboral, 29,92% (149) dos motoristas que responderam informaram que nunca possuem períodos de descanso, 11,85% (59) declararam que raramente gozam de intervalo, 27,11% (135) noticiaram que usufruem de tempo de intervalo às vezes e 31,12% (155), com frequência. Nota-se que a quantidade de motoristas sem períodos de descanso é elevada e recomenda-se a adoção de pausas durante a jornada para a redução do tempo de exposição e conseguinte possível redução dos níveis de exposição ao ruído ocupacional.

Uma vez que a falta de processos de manutenção adequados para os veículos e a má conservação do viário público contribuem para o aumento dos níveis de ruído inerentes à ocupação (Guardiano *et al.*, 2014), os condutores foram convidados a avaliar de forma subjetiva e qualitativa tanto a manutenção dos ônibus quanto a qualidade das vias em que trafegam.

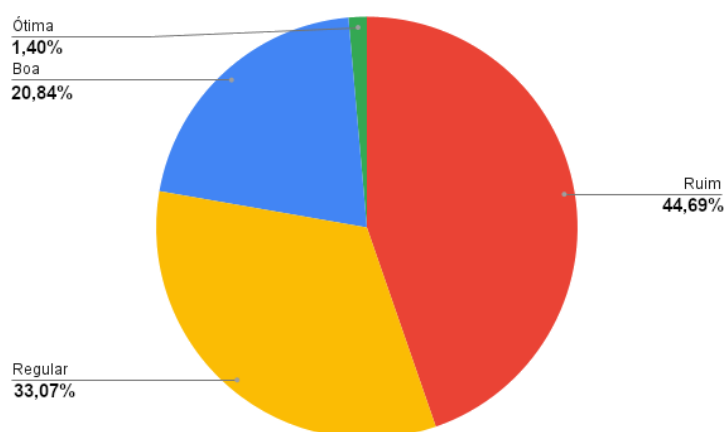
A manutenção dos ônibus utilizados pelos motoristas em sua jornada de trabalho é avaliada pela maioria destes como regular (44,38% - 221). Em seguida, 39,36% (196) dos condutores a definem como boa, seguidos de 10,84% (54) que a consideram ruim e 5,42% (27) que demonstraram estar muito satisfeitos com o processo de manutenção.

A qualidade das vias percorridas por estes trabalhadores também foi questionada e os resultados da percepção dos condutores são apresentados na Figura 5.6. 44,69% (223) dos motoristas respondentes mostraram-se insatisfeitos com as condições viárias, definindo-as como ruins. 33,07% (165) aparentam indiferença ao informar que consideram a qualidade como regular. 20,84% (104) classificam-as como boa e apenas 1,40% (7) as consideram ótimas.

A investigação dos efeitos da exposição ao ruído foi segregada em uma parcela referente aos impactos auditivos e outra, aos não-auditivos. Os efeitos no sistema auditivo foram analisados com o levantamento da escuta de zumbidos e da dificuldade de se comunicar no interior dos veículos, uma vez que estes sintomas são associados na literatura com a incidência de



**Figura 5.5.** Classificação da manutenção dos ônibus.



**Figura 5.6.** Classificação da qualidade viária.

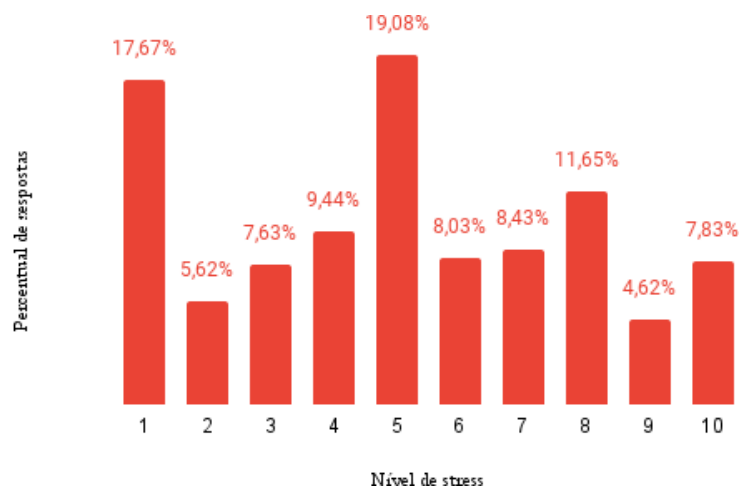
PAINPSE (Portela, 2008; Nadri *et al.*, 2012). A dificuldade se comunicar dentro dos ônibus foi relatada por 20,50% dos motoristas que responderam ao questionamento (102) e a escuta de zumbidos ao fim do expediente, em 28,50% (142) destes.

A ocorrência de zumbidos durante os períodos de repouso auditivo têm sido estudada e constatada na literatura em pesquisas conduzidas com motoristas profissionais. Lacerda *et al.* (2010) verificou a ocorrência de zumbido em 29,20% dos motoristas de ônibus da cidade de Francisco Beltrão (PR) que participaram da pesquisa. Corrêa Filho *et al.* (2002) datou 72,10% motoristas da cidade de Campinas (SP) com escuta de zumbidos e Masterson *et al.* (2016) constatou a ocorrência do distúrbio em 15,00% dos trabalhadores americanos investigados.

A dificuldade auditiva autorreferida também é tema recorrente nas discussões relativas à exposição ao ruído ocupacional. Masterson *et al.* (2016) apontou a prevalência de 23,00% de intercorrências no processo auditivo dos trabalhadores e Kerns *et al.* (2018), 12,00% da mesma queixa.

No tocante aos efeitos não-auditivos, levantou-se a ocorrência de *stress* durante o exercício da atividade de dirigir. O grau de *stress* foi julgado segundo uma escala de zero a dez, em

analogia a escala de dor utilizada na medicina. Nesse caso, o zero indica a não ocorrência de fatos estressantes e dez, a situação mais crítica. A Figura 5.7 ilustra a distribuição percentual de respostas para cada valor da escala.



**Figura 5.7.** Grau de *stress* durante a jornada de trabalho.

Nota-se que 59,44% (296) dos trabalhadores que responderam indicaram grau de *stress* igual ou inferior à 5, o que pode ser considerado como *stress* leve ou moderado, se realizada uma analogia com a escala de dor usada na medicina. Enquanto 40,56% (202) relataram a incidência de grau intenso de *stress* durante a realização de sua jornada diária. Destaca-se que nenhum condutor declarou não sentir *stress*. No tocante ao *stress*, os motoristas destacaram como fatores relevantes a falta de intervalos durante a jornada e a realização de outras atividades além da direção, principalmente relacionadas a resposta de questionamentos provenientes dos passageiros.

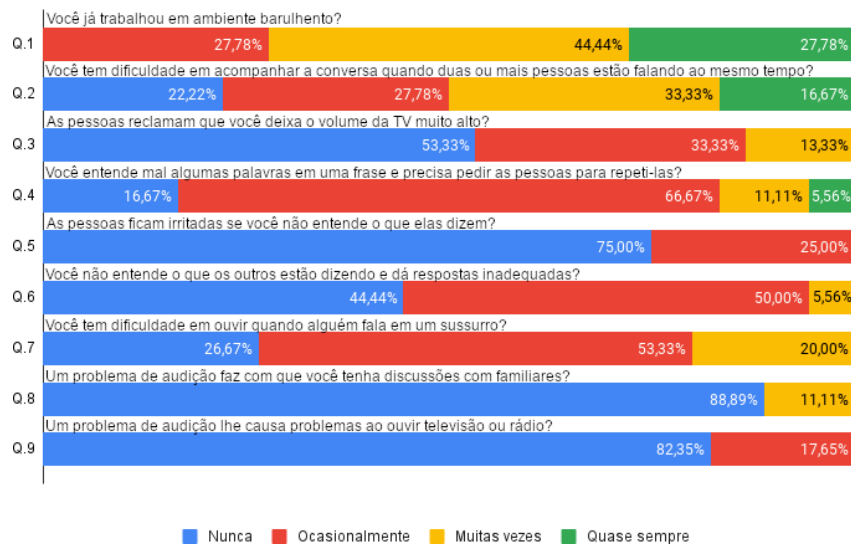
Mousavi Kordemiri *et al.* (2020) avaliou a correlação entre a exposição ao ruído e o *stress* ocupacional em 110 motoristas de ônibus e concluiu que 92,70% dos motoristas apresentavam nível de *stress* alto. Em situações estressantes, o sistema nervoso simpático provoca uma intensa descarga hormonal preparando o indivíduo para fugir ou lutar (*to flight or to fight*). Desse modo, há uma grande mobilização corpórea que pode culminar em sintomas físicos como sudorese, taquicardia, dores de cabeça, palidez, fadiga e hipertensão (Park e Behlau, 2011).

#### 5.1.1.2 Questionário de Triagem Auditiva de Smith

O questionário de triagem auditiva de Smith modificado apresentado na seção 4.1.1.2 foi respondido pelos 18 motoristas que compuseram a amostra de medições experimentais de nível de pressão sonora. As respostas para cada um dos 9 questionamentos é detalhada no gráfico da Figura 5.8.

Nota-se que todos os entrevistados afirmaram que já trabalharam em ambiente ruidoso ao longo de sua vida laboral. Metade destes sentem dificuldade de acompanhar conversas





**Figura 5.8.** Respostas do questionário de triagem auditiva de Smith modificado.

quando duas ou mais pessoas falam ao mesmo tempo regularmente e o mesmo percentual ocasionalmente fornece respostas inadequadas às perguntas que recebe por dificuldade de escutar o que está sendo dito pelo interlocutor. Ademais, mais de 15% dos entrevistados necessitam com frequência de que as pessoas repitam suas falas por não conseguirem compreender o que foi falado. Mais da metade destes eventualmente sente dificuldade de escuta quando lhe falam em sussurro. Fatos estes estão associados aos indícios de perda auditiva e corroboram com o quadro de interrupção dos processos comunicativos datados na literatura revisada anteriormente (Portela, 2008; Nadri *et al.*, 2012).

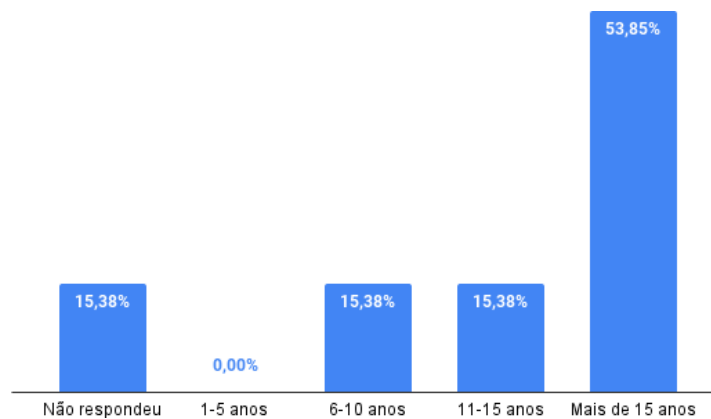
Segundo os critérios avaliativos apresentados na subseção 4.1.1.2, 13 destes profissionais têm indicativo de algum grau de deficiência auditiva, o que representa 72,22% do total e apenas 5 deles apresentaram resultado normal na triagem (27,78%). Ao se levantar o tempo de trabalho dos indivíduos com indicativo de perda auditiva, observa-se pelo gráfico da Figura 5.9, a predominância daqueles que exercem a atividade de motorista profissional por mais de 15 anos. É importante ressaltar que a PAINPSE é caracterizada pelo fato da deterioração auditiva ser progressiva com o tempo de exposição ao ruído (Guardiano *et al.*, 2014).

## 5.1.2 Avaliação Quantitativa

### 5.1.2.1 Comparação Normativa

A análise dos exames audiométricos dos 500 motoristas que responderam o questionário de anamnese permitiu a constatação de 199 audiogramas sugestivos de PAINPSE (39,80%), 284 (56,80%) exames normais e 17 (3,40%) com indicativo de outras causas, de acordo com os critérios estabelecidos na NR 7 e apresentados na subseção 4.1.2.2.

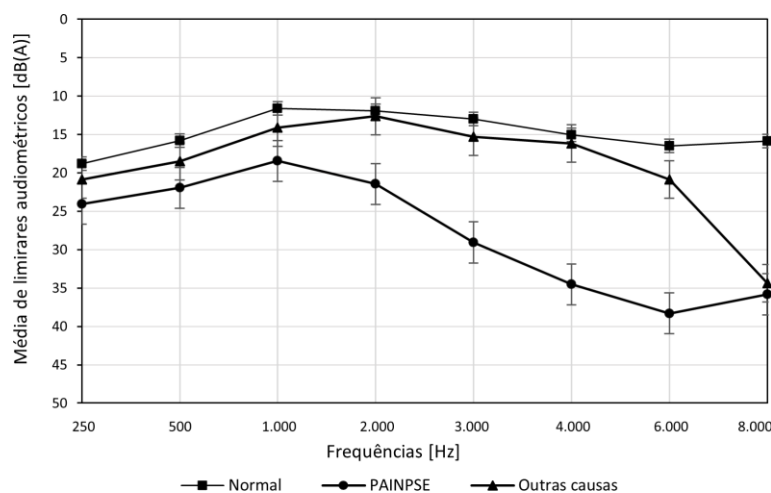
Quanto à lateralidade, observou-se que em 60,80% dos casos esta era bilateral e em



**Figura 5.9.** Tempo de profissão de motoristas com indicativo de deficiência auditiva.

39,20% dos casos acometia apenas uma das orelhas. Não foi notada prevalência significativa entre a orelha a esquerda e a orelha direita, visto que em 51,28% dos exames com indicativo de lateralidade, as alterações no limiar auditivo ocorreriam na orelha esquerda e em 48,72%, na orelha direita. Embora haja ligeiro aumento do índice de sugestividade para o lado esquerdo.

Na Figura 5.10 é apresentado o comparativo entre os limiares audiométricos médios da orelha direita dos motoristas, e na Figura 5.11, para a orelha esquerda. É possível notar que tanto para a orelha direita, o grupo com exames sugestivos de PAINPSE apresentou tendência de configuração de curva audiométrica descendente. As bandas de frequências de oitava mais acometidas em ambos os lados foram as 6.000 Hz, 8.000 Hz e 4.000 Hz, respectivamente.



**Figura 5.10.** Comparativo entre limiares audiométricos médios da orelha direita.

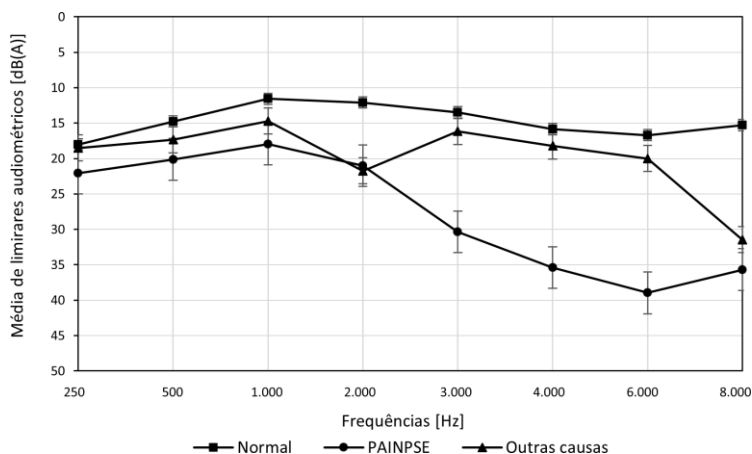


Figura 5.11. Comparativo entre limiares audiométricos médios da orelha esquerda.

### 5.1.2.2 Comparação entre grupos

Os condutores que possuíam exames com indicativo de acometimento de PAINPSE têm média de idade de 50,49 com desvio padrão de 7,67 anos. A Figura 5.12 mostra o percentual de motoristas com exames sugestivos de PAINPSE dentre o total de condutores de acordo com a faixa etária. Nota-se uma progressão de exames alterados com o avançar da idade, o que pode indicar a combinação de perda auditiva por motivação laboral e presbiacusia, declínio auditivo em função do processo de envelhecimento caracterizado pela degeneração da parte basal da cóclea prejudicando a percepção auditiva em altas frequências do mesmo modo como datado para a PAINPSE (Lacerda *et al.*, 2010; Bisi *et al.*, 2013).

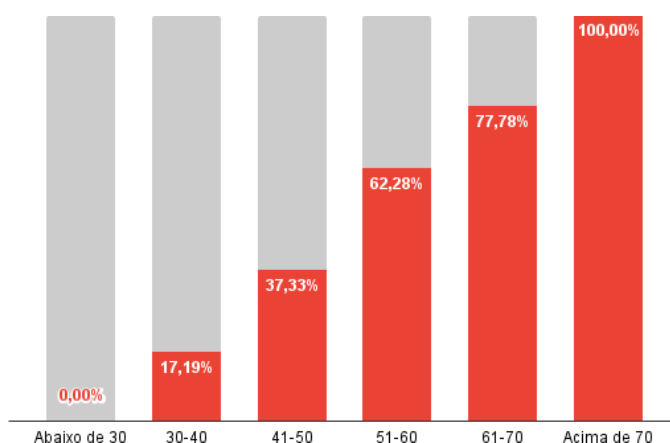
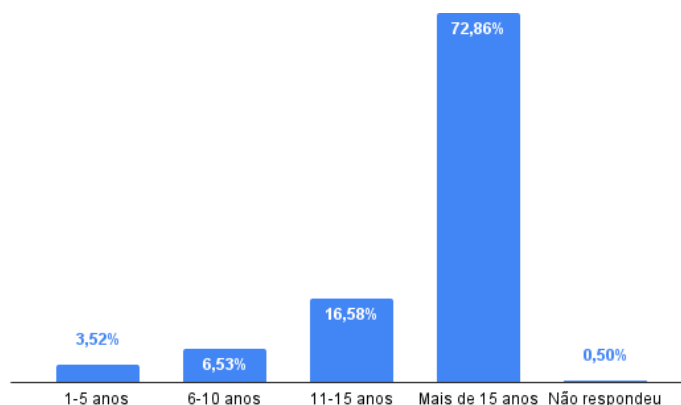


Figura 5.12. Percentual de exames sugestivos de PAINPSE por faixa etária.

A prevalência de exames que apresentam comprometimento do sistema auditivo no tocante ao tempo exercendo a função de motorista ocorreu entre aqueles que possuem mais de 15 anos de profissão (72,86%) e diminuiu gradualmente com a regressão da experiência e consequente redução do tempo de exposição ocupacional ao ruído devido à condução, como é possível observar no gráfico da Figura 5.13.

O registro de maior incidência de quadros de PAINPSE quanto maior é o tempo acumulado de trabalho na profissão de motorista é observado em outros estudos já desenvolvidos e está associado ao fato de que esta patologia é caracterizada pela progressividade com o tempo de exposição (Cordeiro *et al.*, 1994; Bisi *et al.*, 2013).



**Figura 5.13.** Exames sugestivos de PAINPSE por tempo de profissão.

## 5.2 AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

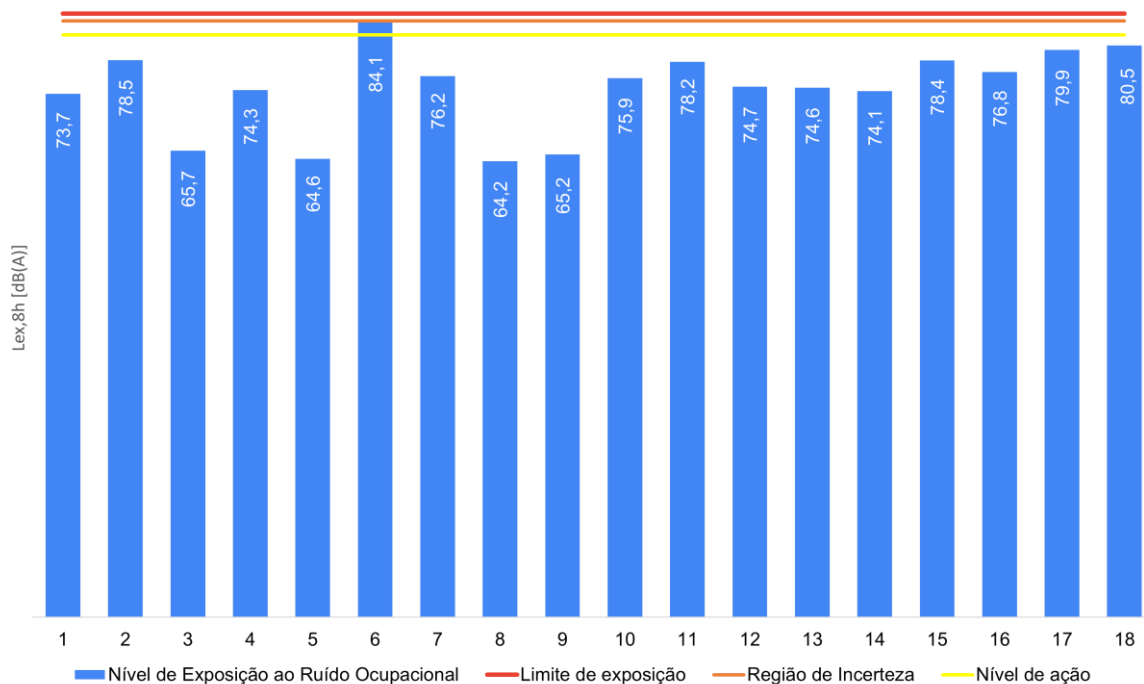
### 5.2.1 Comparação Normativa

Para cada um dos 18 motoristas que participaram das mensurações experimentais obteve-se o nível de exposição ao ruído ocupacional normalizado para uma jornada de 8 horas de trabalho ( $L_{EX,8h}$ ), segundo a norma ISO 9612. Os resultados são apresentados no gráfico da Figura 5.14.

Os valores obtidos foram então comparados com as considerações técnicas expressas no norma NHO 01 e as linhas presentes no gráfico da Figura 5.14 representam os limiares estabelecidos nesta normativa e que foram apresentadas na Tabela 3.6. As linhas em vermelho, laranja e amarelo representam respectivamente os valores de 85 dB(A), 84 dB(A) e 82 dB(A), que são o limite de exposição, a região de incerteza e o nível de ação.

Valores acima do limite de exposição (85 dB(A)) são considerados danosos a saúde do trabalhador necessitando de adoção imediatas de medidas corretivas com intuito de reduzir os níveis de exposição ao ruído ocupacional. Valores na região de incerteza, de 84 a 85 dB(A), também requerem a adoção de medidas corretivas e valores acima do nível de ação (82 dB(A)) carecem da adoção de medidas preventivas com o objetivo de não se chegar a situação de prejuízo à saúde laboral. Para os valores inferiores ou iguais ao nível de ação ( $\leq 82$  dB(A)) deve-se no mínimo garantir a manutenção da condição existente, pois estes situam-se dentro da faixa de nível de exposição aceitável.

Nota-se que nenhum dos motoristas ultrapassou o limite de exposição previsto na NHO 01 e que apenas um condutor está localizado na chamada região de incerteza. Todos os outros



**Figura 5.14.** Nível de exposição diária ao ruído ocupacional normalizado.

condutores possuem consideração técnica dentro da faixa aceitável prevista pela norma, visto que os níveis de exposição não ultrapassaram 82 dB(A).

Embora a grande parte dos motoristas que participaram da mensuração experimental de nível de pressão sonora possui situação de saúde laboral no tocante à exposição ao ruído dentro da faixa aceitável, é necessário monitoramento constante dos níveis de exposição visto que os dados audiométricos indicaram a incidência de PAINPSE em aproximadamente 40% dos condutores que responderam o questionário de anamnese.

A literatura recomenda a adoção de medidas ambientais e coletivas de controle de ruído e outros agentes otoagressores, investimentos em processos rotineiros de manutenção veicular, a utilização de ônibus cuja disposição do motor esteja na parte traseira, o uso de protetores auditivos condizentes com função e a realização de pausas durante a jornada diária de trabalho como opções a minimização dos efeitos danosos à saúde em função da exposição ao ruído ocupacional ao qual os motoristas de ônibus estão submetidos (Lacerda *et al.*, 2010). Estas ações vem a prevenir a ocorrência da PAINPSE proporcionando aos condutores melhores condições de trabalho e qualidade de vida a estes profissionais, o que pode potencializar seu desempenho e sua satisfação no trabalho.

## 5.2.2 Comparação entre grupos

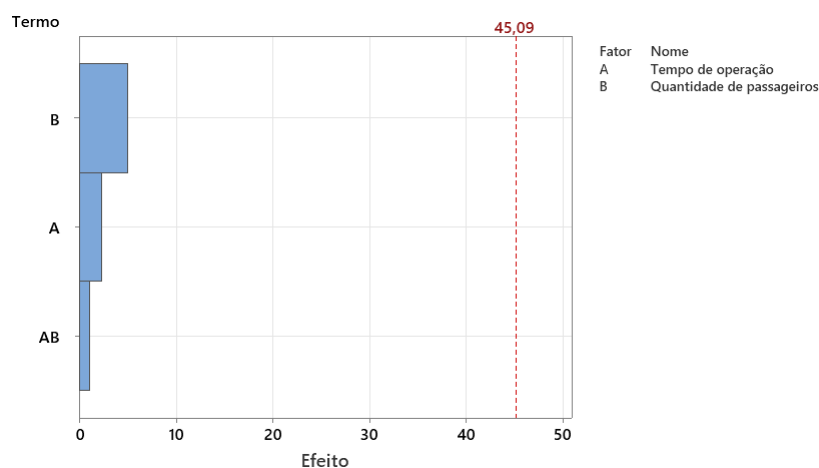
A exposição diária ao ruído ocupacional normalizada para uma jornada de 8 horas ( $L_{EX,8h}$ ) foi calculada para cada um dos grupos de exposição de acordo com as orientações apresentadas no Anexo E da ISO 9612. As incertezas ( $U(L_{EX,8h})$ ) inerentes ao número de amostras

selecionadas, ao instrumento de medição e ao posicionamento do microfone também foram calculadas observando os dispostos Anexo C da mesma normativa. Os resultados são apresentados na Tabela 5.2.

**Tabela 5.2.** Exposição diária ao ruído ocupacional por grupo de exposição.

Grupo	Quantidade de passageiros	Tempo de Operação	$L_{EX,8h}$ [dB(A)]	$U(L_{EX,8h})$ [dB(A)]
1	Baixa	1 ano	81,7	2,4
2	Baixa	3 anos	78,2	3,1
3	Elevada	1 ano	75,5	2,4
4	Elevada	3 anos	74,2	5,8

Com o auxílio da ferramenta de *Design of experiments* (DOE) do software minitab, os resultados do planejamento fatorial  $2^2$  foram analisados. O gráfico de Pareto mostrado na Figura 5.15 aponta que o fator de quantidade de passageiros é mais significativo do que o tempo de operação do veículos e ainda que ambos os efeitos combinados.

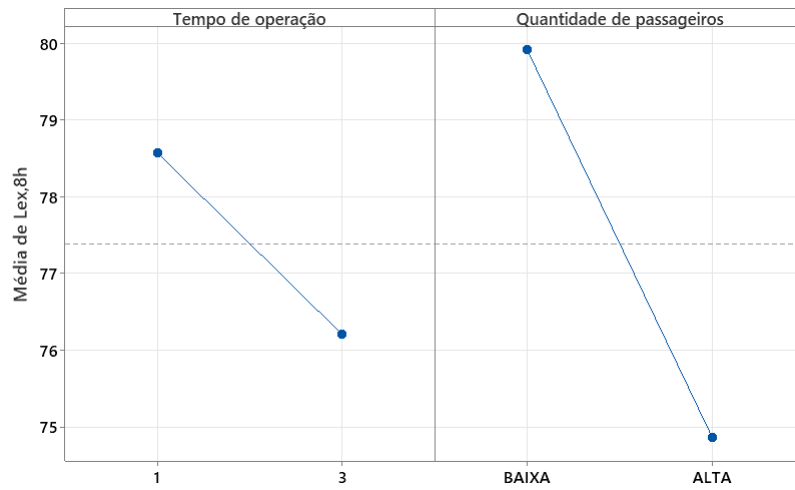


**Figura 5.15.** Gráfico Pareto de Efeitos dos Fatores.

A Figura 5.16 apresenta o gráfico de efeitos principais para cada um dos fatores. Ao analisar este e se comparar os grupos de exposição 1 e 2, que possuem a mesma classificação quanto a quantidade de passageiros, distinguindo-se entre si no tocante ao tempo de operação, nota-se que os motoristas que dirigem veículos com menor idade operacional possuem valores de exposição diária normalizada ligeiramente maiores. De forma análoga, podemos observar o mesmo quando comparamos os grupos de exposição 3 e 4, que possuem elevada quantidade de passageiros transportados.

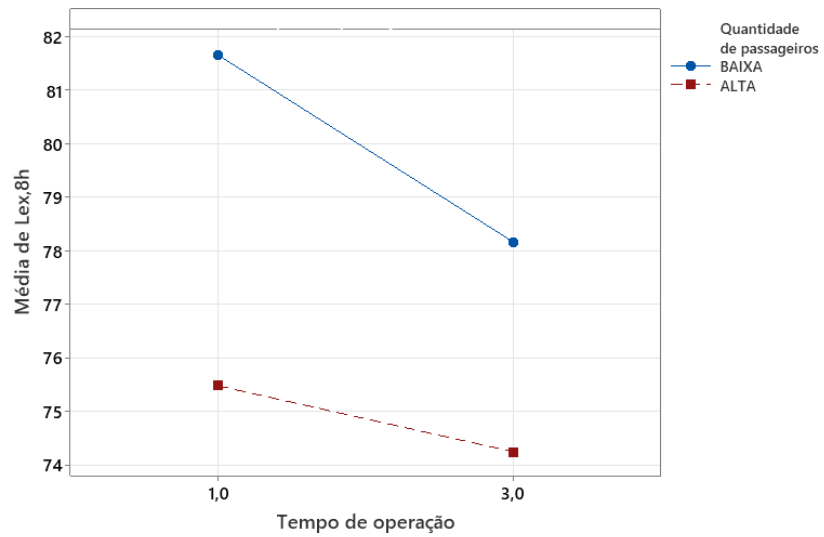
Se comparados os grupos de exposição de mesmo tempo de operação e diferentes na quantidade de passageiros transportados (1-3 e 2-4) constata-se superioridade para os casos de baixa quantidade de passageiros. O comprimento das linhas do gráfico de efeitos principais corrobora com a prevalência na significância do efeito da quantidade de passageiros apresentado no gráfico de Pareto de efeitos.

A Figura 5.17 mostra o gráfico de interação entre os fatores. É possível notar que a situação mais crítica é aquela do grupo de exposição 1, com baixa quantidade de passageiros



**Figura 5.16.** Gráfico de Efeitos Principais.

transportados e tempo de operação do veículo igual a um ano.



**Figura 5.17.** Gráfico de Interação.

## 6 CONCLUSÃO

No presente trabalho foram realizadas a avaliação da exposição ao ruído ocupacional e da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados em motoristas de transporte coletivo urbano do Distrito Federal. Participaram do estudo 500 condutores profissionais que concordaram voluntariamente em compor a amostra que corresponde a mais de 50% do quadro motoristas da empresa co-participante.

A avaliação da exposição ocupacional ao ruído ocupacional com base na normativas ISO 9612 e NHO 01 abrangeu 18 profissionais de um dos terminais de atuação da empresa parceira e constatou que nenhum motorista estava acima do limite de exposição previsto em norma, ou seja, não foram constatados níveis de exposição danosos á saúde dos trabalhadores na amostra analisada. 94,44% dos condutores possuem níveis de exposição dentro da faixa aceitável estabelecida pela norma, cuja atuação recomendada é de no mínimo se manter as condições de trabalho atuais, e apenas 1 condutor (5,56%) estava na região de incerteza prevista na normativa, onde se faz necessária a adoção de medidas corretivas com intuito de reduzir o nível de exposição.

Foi-se realizada a comparação dos valores de exposição diária para cada um dos quatro grupos de exposição, distintos entre em si no tocante a quantidade de passageiros transportados e tempo de operação do veículo, definidos no planejamento fatorial  $2^2$ , e os resultados foram analisados com a ferramenta de *DOE* do *software* minitab. Notou-se que o fator quantidade de passageiros possui maior efeito na resposta de exposição diária ao ruído, de forma que experimentos onde a quantidade de passageiros era mais baixa apresentaram maiores valores de exposição ao ruído ocupacional. De forma análoga, foi-se observado para o tempo de operação, os veículos de menor tempo em operação apresentaram maiores valores de níveis de exposição ao ruído.

Os profissionais que participaram das aferições de níveis de pressão sonora responderam o questionário de triagem auditiva de Smith usado para a predição de deficiência auditiva e constatou-se que em 72,22% dos casos houve indicativo de deficiência auditiva. Quando levantado o tempo de profissão destes condutores foi possível notar que mais da metade destes possuíam mais de 15 anos de experiência como motorista.

A avaliação da incidência de Perda Auditiva Induzida por Níveis de Pressão Sonora Elevados foi realizada através da análise dos resultados da última audiometria sequencial de posse da empresa co-participante para os 500 motoristas que responderam o questionário de anamnese. Observou-se 39,80% dos trabalhadores possuíam indicativo de acometimento de



PAINPSE, sendo que em 60,80% a perda auditiva era bilateral e em 39,20% dos casos unilateral. As bandas de frequências de oitava de 6.000, 8.000 e 4.000 Hz foram as mais acometidas, respectivamente.

Ao se analisar a prevalência de exames alterados por faixa etária foi possível notar a progressão destes com o avançar da idade, o que pode indicar uma combinação entre PAINPSE e presbiacusia. Constatou-se também que 72,86% dos condutores que possuíam audiogramas sugestivos de PAINPSE estavam a mais de 15 anos na função de motorista profissional.

Ademais, os sintomas de perda auditiva foram levantados no questionário de anamnese e datou-se a dificuldade se comunicar no interior dos ônibus em 20,50% dos motoristas e a escuta de zumbidos ao fim do expediente, em 28,50% destes.

## **6.1 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS**

De forma a complementar os estudos acerca da exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus foram identificadas algumas lacunas que poderiam ser sanadas com o desenvolvimento de outros estudos. São dadas como sugestão:

- Utilizar uma amostra maior de condutores;
- Verificar a diferença dos níveis de ruído para ônibus de motor dianteiro e motor traseiro;
- Comparar os níveis de exposição de motoristas e cobradores;
- Investigar a evolução dos resultados audiométricos comparando os exames referencial e de sequência;
- Relacionar as frequências de perda auditiva com as frequências de exposição ao ruído;
- Estimar a perda auditiva em função do nível de exposição ao ruído e duração da exposição (em anos) de acordo com a ISO 1999.

## LISTA DE REFERÊNCIAS

- Abbasi, A. M., Motamedzade, M., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., e Tapak, L. (2018). Study of the physiological and mental health effects caused by exposure to low-frequency noise in a simulated control room. *Building Acoustics*, 25(3):233-248.
- Abbasi, M., Yazdanirad, S., Mehri, A., Fallah Madvari, R., Alizadeh, A., Ghaljahi, M., e Falahati, M. (2020). Noise exposure and job stress-a structural equation model in textile industries. *Archives of Acoustics*, 45.
- Andrade, D. R. d., Finkler, C., Closs, M., Marini, A. L. S., e Capp, E. (1998). Efeitos do ruído industrial no organismo. *Pró-fono: revista de atualização científica. São Paulo. Vol. 10, n. 1 (1998), p. 17-20.*
- Anil, H. e Arunima, S. (2020). Noise induced hearing loss in autorickshaw drivers in bangalore: a cross sectional study. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, páginas 1-7.
- Aslam, M. J., Aslam, M. A., e Batool, A. (2008). Effect of noise pollution on hearing of public transport drivers in lahore city. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 24(1):142.
- Basilio, P. (2021). Brasil é 2º país do G20 em mortalidade por acidentes no trabalho.
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., e Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The lancet*, 383(9925):1325-1332.
- Bisi, R. F., Coifman, J. D. d. S., Ferreira, M. I. D. d. C., e Mitre, E. I. (2013). Correlação entre o perfil audiométrico, idade e o tempo de atividade em motoristas de ônibus. *Revista CEFAC*, 15:749-756.
- Bistafa, S. R. (2018). *Acústica aplicada ao controle do ruído*. Editora Blucher.
- Bovenzi, M., Rui, F., Negro, C., D'Agostin, F., Angotzi, G., Bianchi, S., Bramanti, L., Festa, G., Gatti, S., Pinto, I., et al. (2006). An epidemiological study of low back pain in professional drivers. *Journal of sound and vibration*, 298(3):514-539.
- Carlucchi, E. M. d. S., Gouvêa, J. A. G., Oliveira, A. P. d., Silva, J. D. d., Cassiano, A. C. M., e Bennemann, R. M. (2013). Obesidade e sedentarismo: fatores de risco para doença cardiovascular. *Comun. ciênc. saúde*, páginas 375-384.
- Carvalho, A. R. d. S. (2017). Estudo das vibrações de corpo inteiro em motoristas de autocarros na zona histórica da cidade do porto. Dissertação de mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais da Faculdade de Engenharia da Universidade do

Porto.

CNT (2021). *Anuário CNT do Transporte. Dados do transporte público urbano*. Confederação nacional do transporte.

Cordeiro, R., Lima-Filho, E. C., e Nascimento, L. C. (1994). Associação da perda auditiva induzida pelo ruído com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. *Cadernos de Saúde Pública*, 10:210-221.

Corlett, E. e Manenica, I. (1980). The effects and measurement of working postures. *Applied ergonomics*, 11(1):7-16.

Corrêa Filho, H. R., Costa, L. S., Hoehne, E. L., Pérez, M. A. G., Nascimento, L. C. R., e Moura, E. C. d. (2002). Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão em condutores de ônibus. *Revista de Saúde Pública*, 36:693-701.

Eauriz (2012). Anatomia da cóclea.

Ebrahimi, H., Nasiri, P., Alimohammadi, I., Mousavi, S., Abedi, K., e Danesh, F. (2017). Modeling of sound exposure in bus drivers of tehran branch by neural network method. *RSJ* 3, (1):36-42.

Fernandes, J. (2005). Acústica e ruídos. *Apostila do Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da UNESP*.

Frontczak, M. e Wargocki, P. (2011). Literature survey on how different factors influence human comfort in indoor environments. *Building and environment*, 46(4):922-937.

Gan, W. Q. e Mannino, D. M. (2018). Occupational noise exposure, bilateral high-frequency hearing loss, and blood pressure. *Journal of occupational and environmental medicine*, 60(5):462-468.

Giuliani, A. (2011). O nível de ruído próximo aos motoristas de ônibus urbano na cidade de porto alegre, rs. *Revista Liberato*, 12(17):97-104.

Goelzer, B., Hansen, C. H., e Sehrndt, G. (2001). *Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control*. World Health Organization.

Golbabaee Pasandi, H., Mahdavi, S., Solmaz Talebi, S., Jahanfar, S., Shayestefar, M., e Hossein Ebrahimi, M. (2021). Investigating the prevalence of hearing loss and its related factors in professional drivers in shahroud city, iran. *International journal of occupational safety and ergonomics*, páginas 1-6.

Guardiano, J. A. S., Chagas, T. Z., e Slomp Junior, H. (2014). Avaliação da perda auditiva em motoristas de ônibus de Curitiba. *Revista CEFAC*, 16:50-54.

Hirata, R. P., Sampaio, L. M. M., Leitao Filho, F. S. S., Braghiroli, A., Balbi, B., Romano, S., Insalaco, G., e Oliveira, L. V. F. d. (2012). General characteristics and risk factors of cardiovascular disease among interstate bus drivers. *The Scientific World Journal*, 2012.

IBGE (2010). *Série histórica de taxa de urbanização*. Instituto Brasileiro de Geografia e

Estatística.

- lida, I. e Buarque, L. (2005). Ergonomia: projeto e produção. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, 200.
- ISO 1999 (2013). Acoustics – determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Standard, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 9612 (2009). Acoustics – Determination of occupational noise exposure – Engineering method. Standard, International Organization for Standardization, Geneva.
- Junior, F. (1998). Perda auditiva induzida por ruído: Bom senso e consenso. São Paulo: VK.
- Kerns, E., Masterson, E. A., Themann, C. L., e Calvert, G. M. (2018). Cardiovascular conditions, hearing difficulty, and occupational noise exposure within us industries and occupations. *American journal of industrial medicine*, 61(6):477-491.
- Krishnamoorthy, Y., Sarveswaran, G., e Sakthivel, M. (2020). Prevalence of hypertension among professional drivers: Evidence from 2000 to 2017—a systematic review and meta-analysis. *Journal of Postgraduate Medicine*, 66(2):81.
- Lacerda, A., Figueiredo, G., Massarolo Neto, J., e Marques, J. M. (2010). Achados audiológicos e queixas relacionadas à audição dos motoristas de ônibus urbano. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 15:161-166.
- Lakshman, A., Manikath, N., Rahim, A., e Anilakumari, V. (2014). Prevalence and risk factors of hypertension among male occupational bus drivers in north kerala, south india: a cross-sectional study. *International Scholarly Research Notices*, 2014.
- Lima, K. C. S. d. et al. (2015). Avaliação da exposição ao ruído ocupacional em policiais militares do motopatrulhamento. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal da Paraíba.
- Lopes, A. C., Otowiz, V. G., de Barros Lopes, P. M., Lauris, J. R. P., e Santos, C. C. (2012). Prevalence of noise-induced hearing loss in drivers. *International Archives of Otorhinolaryngology*, 16(04):509-514.
- Manfro, R. P. (2021). Avaliação da exposição ao ruído ocupacional em uma fábrica de rações.
- Masterson, E. A., Themann, C. L., Luckhaupt, S. E., Li, J., e Calvert, G. M. (2016). Hearing difficulty and tinnitus among us workers and non-workers in 2007. *American journal of industrial medicine*, 59(4):290-300.
- Medeiros, A. M. d., Assunção, A. Á., e Santos, J. N. (2015). Perda auditiva em trabalhadores do transporte urbano na região metropolitana de belo horizonte, minas gerais, brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 31:1953-1963.
- Mendes, R. (2013). Patologia do trabalho-volume 1. São Paulo: Editora Ateneu.
- Merchant, A. T., Lalani, I., Afridi, Z. H., Latif, N., Malik, T. A., Merchant, S. S., Momin, I. A., Moizuddin, S. S., Motiei, A., e Motiwala, S. (2000). What is the effect of riskshaw noise on

- its driver? *Journal of Pakistan Medical Association*, 50(4):124.
- Mesquita, L. (2018). Crise revela dependência de transporte rodoviário que é 'mais barato e dá voto'? Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44247460>. Acesso em: 10 novembro 2022.
- Mousavi Kordemiri, S. H. *et al.* (2020). Effect of noise exposure on the occupational stress of bus drivers in bojnourd, iran in 2018. *Journal of health research in community*, 6(1):48-57.
- Mukherjee, A., Bhattacharya, S., Ahmed, S., Roy, S., Roychowdhury, A., e Sen, S. (2003). Exposure of drivers and conductors to noise, heat, dust and volatile organic compounds in the state transport special buses of kolkata city. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 8(1):11-19.
- Nadri, F., MONAZZAM, M., Khanjani, N., GHOTBI, M., RAJABIZADE, A., e NADRI, H. (2012). An investigation on occupational noise exposure in kerman metropolitan bus drivers. *International Journal of Occupational Hygiene*, 4(1):1-5.
- NHO 01 (2001). Norma de higiene ocupacional-procedimento técnico: Avaliação da exposição ocupacional ao ruído. Standard, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, Brasil.
- Nissenbaum, M. A., Aramini, J. J., Hanning, C. D., *et al.* (2012). Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health. *Noise and Health*, 14(60):237.
- NR 15 (2022). Atividades e operações insalubres. Standard, Ministério do Trabalho e Previdência, Brasil.
- Nudelmann, A. A., Costa, E. A. d., Seligman, J., e Ibañez, R. N. (1997). *PAIR: perda auditiva induzida pelo ruído*. Bagagem Comunicação Porto Alegre.
- OIT (2021). Gastos com doenças e acidentes do trabalho chegam a 100 bilhões desde 2012.
- Park, K. e Behlau, M. (2011). Sinais e sintomas da disfunção autônoma em indivíduos disfônicos. *Jornal da sociedade brasileira de fonoaudiologia*, 23:164-169.
- Patrícia Basilio (2021). Brasil é 2º país do g20 em mortalidade por acidentes no trabalho. <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/05/01/brasil-e-2o-pais-do-g20-em-mortalidade-por-acidentes-no-trabalho.ghtml>. Acessado em 05 de novembro de 2022.
- Patwardhan, M. S., Kolate, M. M., e More, T. A. (1991). To assess effect of noise on hearing ability of bus drivers by audiometry. *Indian J Physiol Pharmacol*, 35(1):35-8.
- Portela, B. S. (2008). Análise da exposição ocupacional ao ruído em motoristas de ônibus urbanos: avaliações objetivas e subjetivas. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná.
- Pourabdian, S., Yazdanirad, S., Lotfi, S., Golshiri, P., e Mahaki, B. (2019). Prevalence hearing loss of truck and bus drivers in a cross-sectional study of 65533 subjects. *Environmental health*

*and preventive medicine*, 24(1):1-5.

PróAcústica (2018). Organização mundial da saúde considera a poluição sonora, um problema de saúde pública. <https://www.proacustica.org.br/publicacoes/reportagens/oms-considera-poluicao-sonora-problema-de-saude-publica/>. Acessado em 02 de novembro de 2022.

Rahmani, R., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Babamiri, M., e Farhadian, M. (2021). Evaluation of cognitive performance of city bus drivers with respect to noise and vibration exposure. *Acoustics Australia*, 49(3):529-539.

Rahmani, R., Aliabadi, M., Golmohammadi, R., Babamiri, M., e Farhadian, M. (2022). Body physiological responses of city bus drivers subjected to noise and vibration exposure in working environment. *Heliyon*, 8(8):e10329.

Saliba, T. M. (2011). *Estudo de Conforto Acústico nas Praças de Alimentação de Shopping Centers. 2011. 70 f.*, Dissertação de Mestrado em Turismo e Meio Ambiente do Centro Universitário Una.

Sandberg, U. (2001). *Tyre/road noise: myths and realities*. Statens väg-och transportforskningsinstitut.

Sanju, H. K., Kumar, P., et al. (2016). Self-assessment of noise-induced hearing impairment in traffic police and bus drivers: Questionnaire-based study. *Indian Journal of Otology*, 22(3):162.

Schettini, C. F. L. (2014). Avaliação da exposição ao ruído ocupacional em galpões de triagem de resíduos recicláveis. Monografia de Especialização em Engenharia e Segurança do Trabalho da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Schleuning, A. (1998). Medical aspects of tinnitus. *Tinnitus treatment and relief*. Boston: Ally and Bacon, páginas 20-27.

SEMOB (2022). Perguntas frequentes da secretaria de transporte e mobilidade do df. Disponível em: <https://www.semob.df.gov.br/perguntas-frequentes-da-semob/>. Acesso em: 12 de dezembro 2022.

SES (2021). O que é cerest? Disponível em: <http://www.saude.mt.gov.br/cosat/pagina/251/o-que-e-cerest>. Acesso em: 22 novembro 2021.

Shin, S. Y., Lee, C. G., Song, H. S., Kim, S. H., Lee, H. S., Jung, M. S., e Yoo, S. K. (2013). Cardiovascular disease risk of bus drivers in a city of Korea. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 25(1):1-9.

Simões, M. R. L., Souza, C., Alcantara, M. A. d., e Assunção, A. Á. (2019). Precarious working conditions and health of metropolitan bus drivers and conductors in Minas Gerais, Brazil. *American journal of industrial medicine*, 62(11):996-1006.

Smith, M. F., Nathan, R. G., Wayner, D., e Mitnick, N. C. (1992). Comparative validity of two hearing loss screening questionnaires. *Journal of family practice*, 35:411-411.

TST (2019). Relatório geral da justiça do trabalho. Disponível em: <http://www.tst.jus.br/documents/18640430/26518944/RGJT+2019.pdf/f8c0ae2d-8247-b4d8-3479-2bbd1d821e4c?t=1593177429682>. Acesso em: 15 novembro 2022.

TST (2020). Relatório geral da justiça do trabalho. Disponível em: <https://www.tst.jus.br/documents/18640430/27418815/RGJT+2020.pdf/a2c27563-1357-a3e7-6bce-e5d8b949aa5f?t=1624912269807>. Acesso em: 15 novembro 2021.

TST (2022). Ranking de assuntos mais recorrentes no tst em outubro de 2022. Disponível em: <https://www.tst.jus.br/web/estatistica/tst/assuntos-mais-recorrentes>. Acesso em: 12 dezembro 2022.

Zanatta, M. (2017). Exposição ocupacional à vibração de corpo inteiro e repercussões sobre a saúde de pilotos agrícolas. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Zannin, P. H. T. (2008). Occupational noise in urban buses. *International Journal of industrial ergonomics*, 38(2):232-237

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Avaliação da exposição combinada ao ruído ocupacional e a vibração de corpo inteiro em motoristas de ônibus urbanos”, de responsabilidade de Larissa Saboia da Rocha, estudante de mestrado da Universidade de Brasília.

O objetivo desta pesquisa é medir os níveis de vibração e ruído aos quais motoristas estão submetidos durante a sua jornada de trabalho e avaliar de acordo com os limites estabelecidos em norma para estabelecer se há riscos à saúde dos trabalhadores. Assim, gostaria de consultá-lo/a sobre seu interesse e disponibilidade de cooperar com a pesquisa.

Você receberá todos os esclarecimentos necessários antes, durante e após a finalização da pesquisa, e lhe asseguro que o seu nome não será divulgado, sendo mantido o mais rigoroso sigilo mediante a omissão total de informações que permitam identificá-lo/a.

A coleta de dados será realizada por meio da instalação de um equipamento de medição em cima de seu assento e do posicionamento de um microfone próximo ao seu ouvido de forma que estes não lhe ofereçam incômodo durante o tempo estimado de realização de sua rota. É para estes procedimentos que você está sendo convidado a participar. Sua participação na pesquisa não implica em nenhum risco, uma vez que sua participação será dada por meio do cumprimento de sua jornada de trabalho.

Espera-se com esta pesquisa possamos identificar se os níveis de ruído e de vibração à que os motoristas estão submetidos contribuem de forma prejudicial à sua saúde e sugerir medidas que possam reduzir a ação do ruído e da vibração.

Sua participação é voluntária e livre de qualquer remuneração ou benefício. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper sua participação a qualquer momento. A recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, você pode me contatar através do telefone 61 98291-3195 ou pelo e-mail [larissa.saboia@gmail.com](mailto:larissa.saboia@gmail.com). A equipe de pesquisa garante que os resultados do estudo serão devolvidos aos participantes por meio da publicação da dissertação de mestrado na Biblioteca Digital da Produção Intelectual Discente da Universidade de Brasília (BDM) podendo ser publicados posteriormente na comunidade científica.

Este projeto foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP/CHS) da Universidade de Brasília. As informações com relação à assinatura do TCLE ou aos direitos do participante da pesquisa podem ser obtidas por meio do e-mail do CEP/CHS: [cep\\_chs@unb.br](mailto:cep_chs@unb.br) ou pelo telefone: (61) 3107 1592. Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o/a pesquisador/a responsável pela pesquisa e a outra com você.

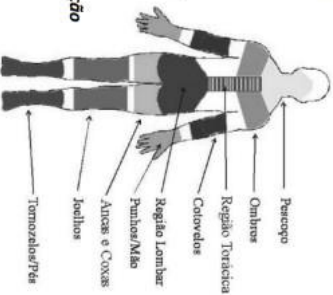


# APÊNDICE B



## Questionário

01. Qual o seu nome? \_\_\_\_\_
02. Qual a sua idade? \_\_\_\_\_
03. Qual o seu gênero?  Masculino  Feminino  Outros
04. Qual seu peso? \_\_\_\_\_
05. Qual a sua altura? \_\_\_\_\_
06. Você pratica atividade física?  Não pratico atividade física  Uma vez na semana  Duas vezes na semana  Três vezes na semana ou mais
07. Você possui o hábito de fumar?  Não fumante  Ex-fumante  Possui hábito de fumar
08. Você possui hábito de ingerir bebida alcoólica?  Não consumo bebida alcoólica  Uma vez na semana  Duas vezes na semana  Três vezes na semana ou mais
09. Você possui outro emprego?  Sim  Não
10. Há quantos anos você atua como motorista profissional?  01 – 05 anos  06 – 10 anos  11 – 15 anos  Mais de 15 anos
11. Quantas horas você dirige por dia?  01 – 04 horas  05 – 08 horas  Mais de 8 horas
12. Você possui horários de intervalo durante a jornada de trabalho?  Nunca  Raramente  Às vezes  Frequentemente
13. Como você define a manutenção do ônibus que você opera?  Ótima  Boa  Regular  Ruim
14. Como você descreve a qualidade das vias que você percorre durante a realização da sua jornada de trabalho?  Ótima  Boa  Regular  Ruim



Nos últimos doze meses, você sentiu dor, formigamento ou dormência em?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Nos últimos doze meses, você foi impedido de realizar atividades de trabalho, domésticas ou de lazer por causa desse problema?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim
Nos últimos doze meses, você consultou algum profissional de saúde (Ex.: médico, fisioterapeuta) por causa desse problema?	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não	<input type="checkbox"/> Sim

15. Qual postura você adota ao dirigir?  Erreta  Curvada
16. Você sente dificuldade de se comunicar dentro do ônibus?  Sim  Não
17. Você sente zumbidos no ouvido no final do seu expediente?  Sim  Não
18. Você faz uso de medicamentos para dor muscular?  Sim  Não
19. Em uma escala de 0 a 10 como você define o grau de estresse que você sente durante a realização da sua jornada de trabalho?  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  10
20. Por favor, responda as questões colocando um X no quadrado apropriado. Responda as perguntas mesmo que você nunca tenha tido problemas em qualquer parte do seu corpo. Essa figura mostra como o corpo foi dividido. Você deve decidir por si mesmo, qual parte está ou foi afetada, se houver alguma.

## APÊNDICE C

### Questionário auditivo



RE do motorista: \_\_\_\_\_

Nome do motorista: \_\_\_\_\_

Perguntas	Quase sempre	Muitas vezes	Ocasionalmente	Nunca
1. Você já trabalhou em ambiente barulhento?				
2. Você tem dificuldade em acompanhar a conversa quando duas ou mais pessoas estão falando ao mesmo tempo?				
3. As pessoas reclamam que você deixa o volume da TV muito alto?				
4. Você entende mal algumas palavras em uma frase e precisa pedir às pessoas para repeti-las?				
5. As pessoas ficam irritadas se você não entende o que elas dizem?				
6. Você não entende o que os outros estão dizendo e dá respostas inadequadas?				
7. Você tem dificuldade em ouvir quando alguém fala em um sussurro?				
8. Um problema de audição faz com que você tenha discussões com familiares?				
9. Um problema de audição lhe causa problemas ao ouvir televisão ou rádio?				

INSTITUTO DE CIÊNCIAS  
HUMANAS E SOCIAIS DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA -  
UNB



Continuação do Parecer: 5.196.143

que apenas desempenharão suas atividades cotidianas com um pequeno aparato de medição de vibração.

Há, contudo, um outro risco, não identificado no projeto de pesquisa. Trata-se do risco de identificação dos condutores/participantes da pesquisa, que podem ser objeto de retaliação por parte da empresa/empregador caso a empresa/empregador venha a saber quem participou de pesquisa cujos resultados podem ser danosos à sua imagem ou reputação. Dessa forma, acredito que a pesquisa deve ser feita mediante anonimato - o anonimato deve ser, ao menos, uma opção aos participantes.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa atende a todos os requisitos éticos necessários, conforme comentários dispostos no item acima, porém a pesquisa deve permitir participação anônima. O TCLE da pesquisa indica o anonimato da participação, porém é recomendável que essa característica seja apresentada de maneira explícita no próprio projeto da pesquisa.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados.

**Recomendações:**

Recomenda-se a inclusão explícita da possibilidade de participação anônima aos participantes.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Este projeto foi aprovado pelo CEP/CHS