UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DE UNIDADES DE SUPORTE MÓVEIS: UM ENFOQUE NA SAÚDE DO TRABALHADOR

Rafaella Cristina Oliveira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas PROPEES da Universidade Federal de Minas Gerais como parte dos requisitos necessários a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Estruturas.

Orientador: Max de Castro Magalhães

Co-orientadora: Juliana Nunes Santos

Belo Horizonte

2014

O48a Oliveira, Rafaella Cristina
Análise das condições acústicas em unidades de suporte móveis [manuscrito]: um enfoque na saúde do trabalhador / Rafaella Cristina Oliveira. – 2014.
xiv, 147 f., enc.: il.

Orientador: Max de Castro Magalhães.
Coorientadora: Juliana Nunes Santos.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia.

Anexos: f. 132-147.

Bibliografia: f. 117-131.

1. Ruído urbano – Teses. 2. Qualidade de vida – Teses. 3. Ruído - Efeito fisiológico – Teses. I. Magalhães, Max de Castro. II. Santos, Juliana Nunes. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU:624(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ESTRUTURAS

"ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS EM UNIDADES DE SUPORTE MÓVEIS: UM ENFOQUE NA SAÚDE DO TRABALHADOR"

Rafaella Cristina Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de "Mestre em Engenharia de Estruturas".

Comissão Examinadora:

_____
Prof. Dr. Max de Castro Magalhães
DEES - UFMG - (Orientador)

_____
Profa. Dra. Juliana Nunes Santos
Fonoaudiologia – UFMG – (Co-orientador)

_____
Prof. Dr. Márcio Henrique de Avelar Gomes
UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

_____
Dr. Frederico Rodrigues
INTRAFF - Engenharia de Tráfego

_____
Prof. Marco Antônio de Mendonça Vecci
DEES - UFMG

Belo Horizonte, 21 de fevereiro de 2014

AGRADECIMENTOS

Após 2 anos de caminhada mais um sonho foi realizado. E para chegar até aqui, inúmeras foram às contribuições essenciais para que esta conquista fosse contemplada.

Primeiramente agradeço a Deus, pelo dom da vida, por me proteger, me dar forças para enfrentar os desafios e iluminar meu caminho com pessoas especiais e oportunidades maravilhosas

Ao meu orientador, Professor Max, pelo apoio, disponibilidade, paciência, aprendizado e dedicação frente a tanta ansiedade.

A minha co-orientadora, Professora Juliana Nunes, pelo aprendizado, empenho, paciência, orações e prontidão em colaborar para realização deste trabalho. Nunca vou me esquecer das orações que tanto me acalmava.

Aos meus pais, Marcelo e Maria Lúcia, pelo exemplo de vida, pela confiança, incentivo e pelo apoio durante toda esta caminhada. Muito obrigada pelos anos de dedicação, paciência e por tudo que fazem até hoje em minha vida. Este título também é de vocês!

À minha querida avó Agueda e tia Lena que estão sempre presentes em todos os momentos da minha vida. Muito obrigada pelas orações e por todo carinho.

A toda minha família, tios e primos que sempre me apoiaram para que esta conquista se tornasse verdadeira e contribuíram com energias positivas, incentivo e torcida.

Ao meu querido namorado Edu pelo companheirismo, por compreender os meus momentos de ausência e finais de semana em que fiquei estudando. Obrigada pela ajuda na revisão do abstract e pelo incentivo.

Aos meus amigos pela companhia, compreensão, conselhos e imensa torcida.

Ao Professor Estevam e todo grupo de Biomecânica pela colaboração técnica e apoio sem o qual esta conquista não teria sido possível.

À fonoaudióloga Alessandra por toda ajuda técnica, bem como pelo companheirismo, pelas semanas de estudo e disponibilidade em ajudar.

À UFMG e PROPEES pela infraestrutura disponibilizada para a concretização desta pesquisa.

À empresa SEU pela recepção, apoio e colaboração para realização desta pesquisa.

Aos profissionais, motoristas e técnicos de enfermagem pela disponibilidade em participar deste estudo e permitir a produção deste conhecimento.

A todos que de alguma forma fizeram parte desta caminhada: Muito Obrigada!

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANSI *American National Standards Institute*

APH Atendimento Pré-Hospitalar

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONTRAN Conselho Nacional de Trânsito

dB escala decibel

dBA escala decibel (ponderação A)

DPM Distúrbios psiquiátricos menores

EPI Equipamento de Proteção Individual

ISO *International Standard Organization*

Leq Nível Sonoro Equivalente

MTL Mudança Temporária do Limiar

NB Norma Brasileira

NIS Nível de Intensidade Sonora

NPS Nível de Pressão Sonora

NR Norma Regulamentadora

OMS Organização Mundial de Saúde

PAIR Perda Auditiva Induzida por Ruído

QV Qualidade de Vida

SASO Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono

WHOQOL *World Health Organization Quality of Life*

RESUMO

Objetivo: Determinar e analisar as condições acústicas da unidade de suporte móvel, suas repercussões na saúde auditiva e qualidade de vida dos trabalhadores e sugerir melhorias das condições acústicas para controle do ruído no veículo. **Métodos:** Trata-se de estudo transversal descritivo dividido em cinco etapas. Na primeira etapa foram realizadas medições na unidade de suporte móvel para análise das condições acústicas incluindo as medidas do tempo de reverberação, isolamento de ruído aéreo e nível sonoro contínuo equivalente produzido pelo motor e sirene. Na segunda etapa foram realizadas medições do nível de pressão sonora na cabine da ambulância durante as viagens de emergência. Na terceira etapa foi realizada análise da exposição de um trabalhador ao ruído durante a jornada de trabalho. Na quarta etapa foram aplicados dois questionários aos funcionários, sendo um referente à história de vida e ocupação, presença de sintomas auditivos e não auditivos, entre outras investigações de possíveis causas de perda de audição; e o outro referente à percepção dos trabalhadores sobre a qualidade de vida. Na última etapa baseado na análise dos dados coletados foram propostas medidas para controle do ruído no veículo e preservação da saúde dos trabalhadores. Os dados foram analisados estatisticamente. **Resultados:** Um tempo de reverberação médio de 0.37 s foi encontrado para a cabine da ambulância. O isolamento de ruído aéreo total do painel traseiro foi menor. O nível sonoro no interior da ambulância devido ao funcionamento do motor da ambulância variou de 61.5 dB(A) (1000rpm) a 70.8 dB(A) (3000 rpm) e o nível sonoro devido ao funcionamento da sirene foi igual a 74.9dB(A) com a ambulância estacionada. A média do nível sonoro contínuo equivalente durante 12 viagens foi superior a 85 dB(A), valor acima do permitido pelas Norma Regulamentadora 15, sendo que o ruído elevado estava associado às condições do trânsito e uso da sirene. Os sintomas auditivos mais relatados foram zumbido e intolerância a sons fortes. Os sintomas não auditivos mais verificados foram irritabilidade, dor de cabeça, dificuldade de comunicação e alteração no sono. Foi observada diferença estatisticamente significante ao analisar a relação entre autopercepção de motoristas e técnicos de enfermagem sobre acuidade auditiva, presença de zumbido, irritabilidade e dificuldade de comunicação, sintomas mais relatados pela categoria de motoristas. Nos escores do WHOQOL-Bref, que mensuram a qualidade de vida dos entrevistados segundo os domínios: Físico, Psicológico, Relações Sociais e Meio Ambiente, observou-se menores valores no domínio do meio ambiente, o que confirma o impacto das condições ambientais vivenciadas no trabalho na qualidade de vida desses profissionais,

sendo ainda observada diferença estatisticamente significante ao compararmos motoristas e enfermeiros em relação ao domínio ambiental. **Conclusão:** As condições acústicas da unidade de suporte móvel não estão adequadas, pois interferem negativamente na saúde auditiva e qualidade de vida dos trabalhadores, assim como podem produzir reações psicológicas nos enfermos que estão sendo transportados. Portanto, verifica-se a necessidade do desenvolvimento de ações para melhorar o isolamento sonoro em ambulâncias e ações preventivas voltadas à saúde geral visando à preservação e adequação da qualidade de vida desses profissionais.

Palavras-chave: Ruído Ocupacional; Acústica; Saúde do Trabalhador; Qualidade de Vida.

ABSTRACT

Objective: To determine and analyze the acoustic conditions of ambulances, their impact on hearing health and quality of workers' life and also suggest improvements to the acoustics noise control on the vehicle. **Methods:** This was descriptive cross sectional study in five steps. In the first step measurements were performed in ambulance for analysis of acoustic conditions including measurements of reverberation time, airborne noise insulation and equivalent continuous sound level produced by the engine and siren. In the second step measures sound pressure level were performed in the cabin of the ambulance emergency while traveling. In the third step analysis of the exposure of a worker to noise during the workday. In the fourth stage two questionnaires were applied to workers, one related to the history of life and occupation, presence of auditory and non-auditory symptoms, among other investigations of possible causes of hearing loss, and the other relating to workers' perception about the quality of life. In the last step based on analysis of data collected were proposed measures for noise control in the vehicle and preserve the workers' health. Data was analyzed statistically. **Results:** An average reverberation time of 0.37 s was found for the ambulance cabin. The total airborne sound insulation in the rear panel was smaller. The noise level inside the ambulance due to ambulance motor operation ranged from 61.5 dB(A) (1000rpm) to 70.8 dB(A) (3000 rpm) and the noise level due to operation of the siren was equal to 74.9dB(A) with a parked ambulance. The average equivalent sound level for 12 trips exceeded 85 dB(A), above the rate allowed by NR 15, with the high noise is associated with traffic conditions and use of siren. The most frequently reported symptoms were hearing tinnitus and intolerance to loud sounds. Most non-auditory symptoms were checked irritability, headache, difficulty in communicating and sleeping. Statistically significant difference was observed when analyzing the relationship between self-perception of drivers and nursing staff on hearing acuity, tinnitus, irritability and difficulty of communication, were the most reported symptoms presented by category of drivers. The WHOQOL - Bref, which measures the quality of life of respondents according to domains: Physical, Psychological, Social Relationships and Environment, observed lower values in the environment field, which confirms the impact of environmental conditions experienced in work on quality of life of these professionals and still observed a statistically significant difference when comparing drivers and nurses in relation to the environmental domain. **Conclusion:** The acoustic conditions of the mobile

support unit are not appropriate because a negative impact on hearing health and quality of life of employees, as may produce psychological reactions in the sick being transported. Therefore, there is a need to develop policies to improve sound insulation in ambulances and focused on general health preventive actions aiming at the preservation and adaptation of the quality of life of these professionals.

Key words: Noise Occupational. Acoustic. Occupational Health. Quality of Life.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ambulância de Jean Larrey Dominique.....28
Figura 2.2 Esquema do Ouvido Humano.....36
Figura 2.3 Curvas de mesmo nível de audibilidade.....39
Figura 2.4 Curvas de ponderação.....40
Figura 3.1 Medidor de Nível de pressão sonora NTI-XL2.....54
Figura 3.2 Comparação entre os sistemas de medição do tempo de reverberação.....54
Figura 3.3 Medições do tempo de reverberação para comparação dos sistemas.....55
Figura 3.4 Medições do Nível de Pressão Sonora Equivalente (Leq) para comparação entre os equipamentos.....56
Figura 3.5 Configuração da medição do tempo de reverberação.....59
Figura 3.6 Configuração da medição do isolamento de ruído aéreo.....62
Figura 3.7 Configuração da medição do nível sonoro equivalente do motor e sirene da ambulância.....64
Figura 3.8 Medidor do Nível de Pressão Sonora DEC-490.....65
Figura 3.9 Dosímetro de Ruído Simpsom modelo 897.....67
Figura 4.1 Vista do interior da ambulância.....76
Figura 4.2 Gráfico do tempo de reverberação (T_{30}) para cada posição do microfone e valor da média.....79
Figura 4.3 Média do NPS medido dentro da cabine da ambulância com a fonte posicionada do lado esquerdo da ambulância.....80
Figura 4.4 Média do NPS medido dentro da cabine da ambulância com a fonte posicionada na traseira da ambulância.....80
Figura 4.5: Nível de pressão sonora (NPS) medido dentro da cabine da ambulância (POS 1.0) com a fonte posicionada na lateral esquerda da ambulância.....81
Figura 4.6: Nível de pressão sonora (NPS) medido dentro da cabine da ambulância (POS 2.0) com a fonte posicionada na lateral esquerda da ambulância.....81
Figura 4.7: $D_{ls,1m}$ (dB) para o painel lateral esquerdo.....82
Figura 4.8: $D_{ls,1m}$ (dB) para o painel traseiro.....82
Figura 4.9: Diferença de nível padronizada [$D_{1m,nT}$ (dB)] para o painel lateral esquerdo.....83
Figura 4.10: Diferença de nível padronizada [$D_{1m,nT}$ (dB)] para o painel traseiro.....83
Figura 4.11: Gráfico do nível de pressão sonora do motor em funcionamento a 1000rpm.....84

Figura 4.12: Gráfico do nível de pressão sonora do motor em funcionamento a 2000rpm.....84
Figura 4.13: Gráfico do nível de pressão sonora do motor em funcionamento a 3000rpm.....85
Figura 4.14: Gráfico do nível de pressão sonora da sirene em funcionamento.....85
Figura 4.15: Gráfico do nível de ruído do motor dentro da ambulância para três velocidades diferentes.....86
Figura 4.16: Gráfico do nível de ruído no interior da cabine da ambulância devido ao funcionamento simultâneo da sirene e motor em três velocidades distintas.....86
Figura 4.17: Nível sonoro equivalente e uso da sirene durante as viagens de emergência.....88
Figura 4.18: Nível sonoro equivalente e as condições do trânsito durante as viagens de emergência.....89
Figura 4.19: Nível sonoro equivalente e o período do dia durante as viagens de emergência90
Figura 4.20: Percepção dos trabalhadores em relação à própria audição.....92
Figura 4.21: Média dos escores de cada domínio do WHOQOL-Bref segundo a função dos profissionais.....97

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1: Relação entre Pressão sonora, Intensidade e Nível sonoro.....11
Tabela 2.2: Número mínimo de posições e medições.....22
Tabela 2.3: Limites sonoros recomendados para ambientes internos de uma edificação de acordo com a finalidade de uso.....24
Tabela 2.4 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente.....26
Tabela 2.5: Tabela de conversão para curva de ponderação A.....41
Tabela 2.6: Limites de nível de ruído estabelecidos pela Resolução CONAMA n. 418.....44
Tabela 3.1: Análise estatística para comparação dos sistemas de medição do tempo de reverberação..... 55
Tabela 3.2: Análise estatística para comparação dos medidores de nível de pressão sonora utilizados na medição do L_{90} e L_{eq}.....57
Tabela 3.3: Posições da fonte (FPos) e microfones (Pos) para medida do tempo de reverberação.....58
Tabela 3.4: Posições dos microfones (Pos) para medida do isolamento de ruído aéreo.....61
Tabela 3.5: Posição do microfone (Pos) para medida do Leq do motor e sirene.....63
Tabela 3.6: Posição do medidor do nível de pressão sonora (Pos) durante medição do Leq durante as viagens de emergência.....66
Tabela 3.7: Critérios para medição da dose de ruído.....69
Tabela 3.8: Domínios do Questionário WHOQOL-Bref.....70
Tabela 3.9: Escalas de resposta para avaliação, capacidade e frequência do questionário WHOQOL-Bref.....71
Tabela 4.1: Dimensões do corpo da ambulância.....74
Tabela 4.2: Dimensões das portas da ambulância.....75
Tabela 4.3: Dimensões das janelas da ambulância.....75
Tabela 4.4: Valores do tempo de reverberação.....77
Tabela 4.5: Valores da média do tempo de reverberação para cada posição.....78
Tabela 4.6: Nível de ruído de fundo para cada posição.....79
Tabela 4.7: Nível sonoro equivalente total do motor e sirene nas três condições medidas.....85
Tabela 4.8: Medidas descritivas das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância..87
Tabela 4.9: Nível sonoro equivalente baseado nas 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância.....87

Tabela 4.10: Teste de normalidade Shapiro-Wilk.....88
Tabela 4.11: Nível sonoro equivalente das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância considerando o uso da sirene.....88
Tabela 4.12: Nível sonoro equivalente das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância considerando as condições do trânsito.....89
Tabela 4.13: Nível sonoro equivalente das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância considerando o período do dia.....89
Tabela 4.14: Nível sonoro equivalente e dose de ruído em porcentagem durante os plantões de um motorista.....90
Tabela 4.15: Característica dos profissionais que atuam em ambulâncias.....91
Tabela 4.16 - Realização do exame de audiometria.....92
Tabela 4.17 - Frequência dos sintomas auditivos relatados pelos trabalhadores.....93
Tabela 4.18 - Frequência dos sintomas não auditivos relatados pelos trabalhadores.....93
Tabela 4.19: Percepção da qualidade de vida pelos tripulantes da ambulância.....94
Tabela 4.20: Média dos escores para cada domínio do WHOQOL-Bref.....94
Tabela 4.21: Sintomas auditivos segundo a função dos 36 tripulantes da ambulância.....94
Tabela 4.22: Sintomas não auditivos relatados por motoristas e técnicos de enfermagem.....95
Tabela 4.23: Média dos escores para cada domínio do WHOQOL-Bref segundo a função dos profissionais.....96

SUMÁRIO

1 Introdução..... 1

1.1. Considerações Iniciais..... 1

1.2. Objetivo Geral..... 4

1.3. Objetivos Específicos..... 4

1.4. Hipóteses..... 5

1.5. Contribuições do Trabalho..... 5

1.6. Organização do Trabalho..... 5

2 Revisão Bibliográfica 7

2.1 Fundamentos de Acústica..... 7

2.1.1 Som e Onda Sonora..... 8

2.1.2 Intensidade Sonora..... 8

2.1.3 Potência Sonora..... 9

2.1.4 Escala Decibel..... 9

2.2 Parâmetros Acústicos..... 11

2.2.1 Tempo de Reverberação..... 11

2.2.2 Coeficiente de Absorção..... 13

2.2.3 Diferença de Nível..... 14

2.2.4 Índice de Redução Sonora..... 15

2.2.5 Nível Sonoro Equivalente..... 16

2.3 Legislação, Normas e Resoluções de Interesse..... 17

2.3.1 ISO 140: Acústica: Medição do Isolamento Sonoro de Edifícios.. 17
e Elementos de Edifícios. Parte 5: Medições em Campo do isolamento de ruído aéreo de fachadas e elementos de fachadas.

2.3.2 ISO 3382: Acústica- Medições dos Parâmetros Acústicos em..... 21
salas. Parte 2: Tempo de Reverberação em salas comuns

2.3.3 NBR 10.151..... 24

2.3.4 NBR 10.152..... 24

2.3.5 Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente..... 25
CONAMA.

2.3.6 NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Anexo I: Limites de.. 26
Tolerância para ruído contínuo ou intermitente

2.3.7 NR 7: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional..... 27
Anexo I: Diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados.
2.4 Unidade de Atendimento Móvel..... 27
2.5 Ruído Ocupacional e seus Efeitos na Saúde do Trabalhador..... 30
2.5.1 Efeitos Auditivos da exposição ao ruído..... 33
2.5.2 Efeitos Não Auditivos da exposição ao ruído..... 34
2.6 Sistema Auditivo e Perda Auditiva Ocupacional..... 36
2.6.1 Ouvido Humano..... 36
2.6.2 Fisiologia da Audição..... 38
2.6.3 Audibilidade Humana..... 39
2.6.4 Perda Auditiva Ocupacional..... 41
2.7 Considerações sobre Ruído Veicular..... 44
2.8 Níveis de Ruído devido ao Tráfego Veicular..... 46
2.9 Qualidade de Vida e Trabalhadores de Unidades de Atendimento..... 48
Móvel 41
3 Metodologia..... 51
3.1 Coleta de Dados..... 48
3.2 Procedimentos..... 52
3.2.1 Primeira Etapa: descrição das especificações da unidade de..... 52
suporte móvel e análise das condições acústicas
3.2.2 Segunda Etapa: Nível Sonoro Contínuo Equivalente na cabine da 65
ambulância durante as viagens de emergência
3.2.3 Terceira Etapa: Análise da exposição de um trabalhador durante 66
a jornada de trabalho
3.2.4 Quarta Etapas: Análise da percepção dos profissionais sobre os... 69
sintomas auditivos e não auditivos
3.2.5 Quinta Etapa: Sugestões para controle do ruído e preservação da 72
saúde auditiva dos trabalhadores
3.3 Análise Estatística..... 72
4 Resultados..... 73

4.1 Medidas Acústicas da Unidade de Suporte Móvel..... 73
4.1.1 Sprinter CDI 315..... 73
4.1.2 Tempo de Reverberação..... 76
4.1.3 Isolamento de Ruído Aéreo..... 79
4.1.4 Nível Sonoro Contínuo Equivalente do motor e da sirene com a... 84
ambulância parada
4.2 Medida do Nível Sonoro Contínuo Equivalente durante as viagens.... 86
de emergência
4.3 Medidas da dose de ruído durante a jornada de trabalho..... 90
4.4 Percepção dos profissionais sobre sintomas auditivos e não auditivos 91
e sobre qualidade de vida
4.4.1 Caracterização da amostra..... 91
4.4.2 Associação das variáveis..... 94
5 Discussão..... 98
5.1 Medição dos Parâmetros Acústicos para caracterização da Unidade.. 98
de Suporte Móvel estacionada
5.2 Avaliação do Ambiente Sonoro da Unidade de Suporte Móvel em..... 100
Operação
5.3 Percepção dos profissionais sobre sintomas auditivos e não auditivos 102
e sobre qualidade de vida
5.3.1 Sintomas auditivos e não auditivos..... 102
5.3.2 Qualidade de vida..... 107
6 Proposta para Controle do Ruído e preservação da Saúde dos profissionais 111
6.1 Medidas para controle do ruído no veículo..... 111
6.2 Medidas de preservação da perda auditiva em profissionais que..... 112
atuam em ambulâncias
7 Considerações Finais..... 114
7.1 Conclusões..... 114
7.2 Hipóteses Confirmadas..... 115
7.3 Sugestões para trabalhos futuros..... 116
Referências Bibliográfica..... 117
Anexos..... 132

....

1

INTRODUÇÃO

Este capítulo iniciará contextualizando o tema da pesquisa, apresentando os objetivos gerais, específicos e as hipóteses. Na continuação será apresentada a contribuição científica da pesquisa e, para finalizar, será apresentada a organização deste trabalho.

1.1 Considerações Iniciais

Com o desenvolvimento industrial e tecnológico as várias fontes de poluição ambiental têm sido causadoras de danos ao ser humano e ao meio ambiente. A crescente urbanização tem contribuído para o aumento dos níveis sonoros nas grandes cidades (ROUQUAYROL E ALMEIDA, 2003).

A principal parcela do ruído presente nos centros urbanos é oriunda do tráfego veicular. Pesquisas realizadas revelaram que os veículos automotores que contribuem para a poluição sonora urbana incluem os ônibus, as ambulâncias, os caminhões e as motos (FREITAS E NAKAMURA, 2003).

Segundo os autores a má conservação dos veículos automotores, a falta de isolamento acústico dos motores e escapamentos, o atrito com o asfalto, a má conservação da pavimentação das vias públicas e as buzinas, são fatores que influenciam na produção do ruído urbano (FREITAS NAKAMURA, 2003).

A definição de ruído é complexa e, por isso, primeiramente deve-se compreender a definição de som, uma vez que todo ruído é um tipo de som.

Segundo a NB-101 (ABNT, 1963) o som pode ser definido como *forma de energia proveniente de um corpo emitindo, em uma ou todas as direções, certos movimentos vibratórios que se propagam em meios elásticos e que se podem ouvir*. A Norma Brasileira TB-143 (ABNT, 1973) refere-se ao som como *toda e qualquer vibração mecânica em um meio elástico na faixa de audiofrequência*. Já na definição feita por Gerges (2000), *o som são*

flutuações de pressão em um meio compressível qualquer e transmitido pela colisão sucessiva das moléculas.

Sendo assim, o ruído pode ser definido como qualquer som desagradável. Esta definição torna este parâmetro extremamente relativo e abstrato, visto que um som pode ser desagradável para alguns e não ser para outros.

Corroborando com esta definição, a Lei número 9.505 (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2008) define o ruído como *sons indesejáveis capazes de causar incômodo*, o que permite concluir que os sons produzidos pelos veículos motores podem ser caracterizados como ruído aos trabalhadores considerados no presente trabalho.

O estilo de vida nas cidades leva à incorporação do ruído como se fosse algo natural. Entretanto, esse comportamento é bastante nocivo à saúde (SILVA, 2002).

O ruído é inimigo "silencioso" e atinge o homem em vários aspectos. Pessoas aparentemente com boa saúde podem ser vítimas da nocividade do ruído, principalmente em seu ambiente de trabalho, pois pode trazer prejuízos à saúde em função de sua intensidade, tempo de exposição e efeitos combinados com outros fatores de risco, como produtos químicos ou vibração (SILVA, 2002). Por isso, há crescente preocupação com seu monitoramento e controle (RODRIGUES et al., 2006).

A Norma Regulamentadora n.º15 (NR-15), da Portaria n.º 3.214/1978 (BRASIL, 1978), estabelece os limites de exposição ao ruído contínuo ou intermitente e para ruídos de impacto, vigentes no país. A exposição máxima permitida para um ruído de 85 dB(A) é de oito horas por dia.

A presença do ruído contínuo acima de 85 dB(A) em um ambiente de trabalho pode lesionar o sistema auditivo dos trabalhadores e causar perda da audição. A Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) é a alteração dos limiares auditivos, do tipo sensório-neural, decorrente da exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Inicialmente o dano prejudica a audição nas frequências mais altas, em torno de 4.000Hz, e depois afeta progressivamente as frequências mais baixas. Os indivíduos só percebem esta perda, que é irrecuperável, quando são afetadas as frequências da conversação, o que prejudica sua relação com as demais pessoas. Além disso, caso não haja diminuição ou eliminação da exposição ao ruído ocorre o agravamento da perda auditiva (EQUIPE ATLAS; SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2004), a qual tem por consequência outros sintomas como: zumbido, dor de cabeça, estresse, entre outros (VERBEEK et al., 2009, OLIVA et al., 2011).

As alterações ou efeitos que o ruído acarreta à audição, todavia à saúde em geral, são influenciados pelo nível de pressão sonora (NPS), assim como, pelo tipo de ruído, pela frequência, pelo tempo total de exposição e ainda pela suscetibilidade individual. Desse modo, o ruído pode afetar de forma diferente os indivíduos expostos pelo mesmo período de tempo (OLIVA et al., 2011).

Estudo realizado para verificar a prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional observou que as disfunções auditivas são queixas frequentes nesta população, reforçando a necessidade permanente da adoção de medidas preventivas em relação à exposição ao ruído, tanto coletivas quanto individuais (OGIDO, 2009).

Além dos sintomas de perda auditiva, a exposição contínua ao ruído elevado, tem como consequência uma variedade de alterações tais como: transtornos cardiovasculares (CORRÊA et al., 2002), alterações musculoesqueléticas devido à exposição a vibração (SILVA E MENDES, 2005), transtornos digestivos, comportamentais, neurológicos, vestibulares e alterações de sono (BALBINOT e TAMAGNA, 2002; SEIXAS, 2002). Além disso, a perda auditiva progride antes mesmo de interferir na comunicação, diminui a qualidade de vida e compromete a segurança pessoal (SEIXAS, 2002).

Considerando os prejuízos que o ruído causa às pessoas expostas a ele, faz-se necessário tomar medidas no sentido de reduzir o máximo possível os níveis de pressão sonora nos ambientes de trabalho. A maneira mais frequente de se solucionar o problema é o fornecimento de protetores auriculares para os trabalhadores (VIEIRA, 1997), entretanto, as ações educativas de treinamento, com ênfase na importância da proteção auditiva são necessárias e eficazes, sendo o questionário uma ferramenta estável e viável para a verificação da efetividade dos programas educativos (ROCHA et al., 2011).

Outra maneira é atuar no ambiente de trabalho reduzindo o ruído na fonte sonora a fim de melhorar as condições de trabalho do empregado e minimizar os efeitos maléficos oriundos da exposição ao ruído (VIEIRA, 1997).

Pensando em ambiente de trabalho, as unidades de suporte móveis ou ambulâncias são projetadas com a finalidade de transportar o paciente para o hospital o mais rápido possível. A maca da ambulância é construída com um sistema de redução de vibrações de modo que o paciente é poupado dos piores buracos e irregularidades da pista. No entanto, menos esforço é realizado para obter um ambiente sonoro adequado no interior da ambulância. O ruído pode provocar estresse ao paciente e trabalhadores durante o transporte em ambulâncias.

Pesquisa realizada com pacientes que sofreram ataque cardíaco e necessitaram ser transportados em ambulâncias avaliou o efeito das fontes de ruído presentes durante o transporte até o hospital. Os pacientes relataram ser afetados pelo ruído do fechamento das portas, do motor, da sirene e dos equipamentos. Todo esse ruído tem uma influência negativa sobre a ansiedade de pacientes e os níveis de estresse. Além disso, estes transportes podem ter duração de minutos a horas (CARIUS, 2006).

Como descrito anteriormente, a presença do ruído em um ambiente de trabalho pode lesionar o sistema auditivo dos trabalhadores e causar perda da audição quando em níveis excessivos.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o limite tolerável ao ouvido humano é de 65 dB(A), sendo que acima deste nível o organismo pode sofrer estresse, o qual aumenta o risco de doenças. Com ruídos acima de 85dB(A), aumenta o risco de comprometimento auditivo como, por exemplo, a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) (OMS, 1999).

A exposição ocupacional ao ruído gerado pelo tráfego de veículos, alarmes sonoros e utilização de sirenes é um fator preocupante para a saúde auditiva dos profissionais que atuam em unidades de suporte móveis, especificamente as ambulâncias.

Existem na literatura muitos trabalhos acerca dos níveis sonoros e achados audiológicos de motoristas de ônibus e caminhão (MARTINS et al, 2001; FREITAS e NAKAMURA, 2003, FERNANDES et al, 2004; GUERRA, 2005; KARIMI et al, 2011) , mas poucos estudos abordam esses achados em trabalhadores de ambulâncias.

Corroborando com a escolha do tema desta pesquisa, bem como justificando a importância da abordagem, publicações de quinze anos atrás já inferiam que, de acordo com a Organização Mundial de Saúde, a poluição sonora, assim como os seus efeitos é tão importante, atualmente, quanto à poluição atmosférica e da água (NIEMEYER & SLAMA 1998).

1.2 Objetivo Geral:

Determinar e analisar as condições acústicas da unidade de suporte móvel, suas repercussões na saúde auditiva e qualidade de vida dos trabalhadores e sugerir melhorias das condições acústicas para controle do ruído no veículo.

1.3 Objetivos Específicos:

- Mensurar as condições acústicas da unidade de suporte móvel incluindo as seguintes medidas: tempo de reverberação, isolamento de ruído aéreo e nível sonoro contínuo equivalente dentro da cabine devido ao funcionamento do motor e sirene.
- Mensurar as condições acústicas na cabine da ambulância durante as viagens de emergência.
- Mensurar os níveis de pressão sonora que os trabalhadores estão expostos durante a jornada de trabalho.
- Investigar a presença de sintomas auditivos e não auditivos dos profissionais que atuam em unidades de suporte móveis.
- Investigar a qualidade de vida destes trabalhadores.

1.4 Hipóteses

- Os profissionais que atuam em ambulâncias estão expostos a níveis de pressão sonora que ultrapassam o recomendado pela norma brasileira (NR15).
- Os profissionais apresentam sintomas auditivos e extra auditivos devido a exposição ao ruído.
- Ruídos elevados geram impactos na qualidade de vida destes profissionais.

1.5 Contribuições do Trabalho

Sabendo que a audição é de fundamental importância para a comunicação humana e que a PAIR pode trazer prejuízos ao indivíduo, inclusive interferir significativamente em seu desempenho profissional, o conhecimento das condições acústicas da unidade de suporte móvel, assim como dos níveis de ruído que estes trabalhadores estão expostos irá contribuir para elaboração de medidas para controlar e/ou minimizar os efeitos do ruído no ambiente de trabalho.

1.6 Organização do Trabalho:

Para facilitar a leitura, este trabalho foi dividido em capítulos, conforme explanado a seguir:

- Capítulo 1: realiza a contextualização do tema, bem como explana os objetivos, justificativas e contribuições do trabalho.

- Capítulo 2: realiza uma revisão bibliográfica sobre os conceitos fundamentais de acústica, parâmetros acústicos e legislações, que serão utilizados, bem como apresenta a abordagem que tem sido dada aos temas de: Perda Auditiva Ocupacional, Efeitos provocados pelo ruído, Ruído Veicular, Qualidade de vida entre outros. Portanto, este capítulo abordará uma vasta revisão bibliográfica em periódicos e publicações de diversas áreas como subsídio para desenvolver os objetivos propostos.
- Capítulo 3: explanação dos procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa para atingir os objetivos propostos, contemplando medições dos parâmetros acústicos (veículo e equipamentos utilizados), percepção dos trabalhadores sobre sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.
- Capítulo 4: apresenta os resultados obtidos a partir da coleta de dados.
- Capítulo 5: apresenta uma discussão dos resultados encontrados, comparando-os com outras pesquisas.
- Capítulo 6: faz sugestões para controle do ruído no veículo e preservação da saúde auditiva dos trabalhadores.
- Capítulo 7: apresenta as conclusões do trabalho, bem como as recomendações para continuidade desta linha de pesquisa.
- Referências bibliográficas: lista dos livros e artigos utilizados para realização desta pesquisa.
- Anexos: para melhor compreensão dos procedimentos realizados na pesquisa e permitir a reprodutibilidade do estudo.

2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, serão apresentados os trabalhos científicos que constituíram a fundamentação teórica do presente estudo. Para melhor compreensão do tema este capítulo será subdividido em nove partes:

- Parte 2.1 Fundamentos em Acústica
- Parte 2.2 Parâmetros Acústicos
- Parte 2.3 Leis, Normas e Resoluções de Interesse
- Parte 2.4 Unidades de Atendimento Móvel
- Parte 2.5 Ruído e seus Efeitos na Saúde do Trabalhador
- Parte 2.6 Considerações sobre Ruído Veicular
- Parte 2.7 Níveis de Ruído devido ao Tráfego Veicular
- Parte 2.8 Sistema Auditivo e Perda Auditiva Induzida por Ruído
- Parte 2.9 Qualidade de Vida e Trabalhadores de Unidades de Atendimento Móvel

2.1 Fundamentos em Acústica

2.1.1 Som e Onda sonora

O som é um fenômeno ondulatório que se caracteriza por transportar energia ao longo da direção de propagação da onda sonora, não ocorrendo o transporte de massa (RUSSO, 1999).

A onda sonora é produzida por uma fonte que quando estimulada produz perturbações ou variações na densidade do seu meio (RUSSO, 1999).

Pode ser classificada quanto à direção como longitudinal, uma vez que a onda oscila paralelamente à direção da propagação. Além disso, a natureza da onda sonora é mecânica,

porque precisa de um meio para se propagar e é tridimensional, pois sua propagação ocorre em todas as direções (RUSSO, 1999).

A propagação da onda sonora ocorre devido à força exercida sobre as moléculas de ar, produzindo regiões de alta densidade, compressão e baixa densidade, rarefação (RUSSO, 1999). No entanto, pode haver obstáculos no trajeto da propagação e, no caso de campo aberto, a presença de ventos e a temperatura também podem dificultar a propagação da onda sonora (GERGES, 2000).

Além disso, é necessário que o meio tenha massa e elasticidade para que a onda sonora possa se propagar (MENEZES et al., 2005). Ao agir sobre uma fonte, o movimento vibratório da fonte sonora não continuará indefinidamente, devido à resistência friccional que reduz a velocidade e amortece as vibrações (RUSSO, 1999).

2.1.2 Intensidade Sonora

A Intensidade sonora (I) pode ser definida como a taxa média de energia sonora, em unidade de tempo, que passa através de uma área unitária perpendicular a direção de propagação da onda (GERGES, 2000). Como energia na unidade de tempo é potência (watts), então a unidade de intensidade sonora é o Watt por metro quadrado (W/m^2) (BISTAFA, 2006).

Para ondas esféricas progressivas, a intensidade sonora à distância r da esfera pulsante é dada por:

$$I_r = \frac{(A/r^2)}{2\rho c} \ [W/m^2], \qquad (2.1)$$

sendo (A/r^2) a amplitude da pressão sonora à distância r (metros), e (ρc) é a impedância característica do meio de propagação [$kg/(m^2.s)$] (BISTAFA,2006).

Considerando o valor eficaz da pressão sonora a equação (2.1) pode ser escrita:

$$I_r = \frac{(P^2{}_{eficaz})}{\rho c} \ [W/m^2], \qquad (2.2)$$

em que P_{eficaz} é o valor da pressão sonora (N/m^2) à distância r (metros), e (ρc) é a impedância característica do meio de propagação [$kg/(m^2.s)$] (BISTAFA, 2006).

2.1.3 Potência Sonora

A potência sonora é uma característica exclusiva da fonte, não dependendo do meio. É medida em Watts (BISTAFA, 2006).

As ondas sonoras que se propagam a partir de uma fonte pontual sem obstruções, condições chamadas de campo livre, são esféricas, o que significa que a energia acústica é distribuída uniformemente em todas as direções. Para que uma fonte seja considerada pontual é necessário que suas dimensões sejam bem inferiores à(s) sua(s) distância(s) até o(s) receptor(es) (SIMONS & WATERS, 2004).

Como as unidades de intensidade sonora são potência por unidade de área, então, para uma onda esférica, ao multiplicarmos a intensidade sonora à distância r da esfera, pela área da superfície que envolve a esfera nessa distância ($4\pi r^2$), obtém-se a potência sonora (W), que está sendo irradiada pela esfera (BISTAFA, 2006):

$$W = I_r . 4 . \pi . r^2 \text{ [Watts]}, \qquad (2.3)$$

As equações (2.2 e 2.3) mostram que a relação entre intensidade, potência e pressão sonora para ondas esféricas progressivas é:

$$I_r = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{{P^2}_{eficaz}}{\rho c} \qquad (2.4)$$

A equação (2.4) mostra que para uma fonte sonora irradiando a potência sonora (W), a intensidade sonora e o quadrado do valor eficaz da pressão sonora são inversamente proporcionais ao quadrado da distância, o que é conhecido como *Lei do inverso do quadrado da distância* (BISTAFA, 2006).

2.1.4 Escala Decibel

O decibel (dB) é uma escala logarítmica utilizada para representar qualquer grandeza física. Como o ouvido humano é capaz de responder a uma larga faixa de frequência, que compreende do limiar de audição até o limiar da dor, e a escala logarítmica é maior se comparada com a escala linear, optou-se pela utilização da escala decibel para se referir à intensidade sonora que atinge o ouvido humano. No entanto, é necessário haver uma referência para a escala decibel ser utilizada (GERGES, 2000).

Um decibel (1dB) equivale a $10^{0,1}$ e é igual a 1.26, ou seja, representa a variação da intensidade em 1.26 vezes. Três decibel (3dB) corresponde a $10^{0,3}$ e é igual a 2, ou seja, mostra que o dobro da intensidade sonora corresponde a um aumento de 3 dB (GERGES, 2000).

O nível de intensidade sonora é dado por:

$$\text{NIS} = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0}\right) \text{ [dB]}, \qquad (2.5)$$

sendo que I = intensidade sonora ($W/m^{2)}$, I_0 = intensidade de referência igual a 10^{-12} (W/m^2). Esse valor corresponde à intensidade de um tom de 1.000Hz .

O resultado encontrado na equação (2.5) é expresso em dB NIS, ou seja, nível de intensidade sonora.

A intensidade sonora é proporcional ao quadrado da pressão sonora, portanto, o nível de pressão sonora é dado por:

$$\text{NPS} = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0}\right) \text{ [dB]}, \qquad (2.6)$$

onde P = pressão sonora (N/m^2), P_0 é a pressão sonora de referência igual a $2x10^{-5}$ (N/m^2) que corresponde ao limiar da audição em 1.000Hz.

O decibel é um valor relativo, por isso é necessário sempre saber o valor de referência ou valor padrão que foi utilizado. Esse valor se refere a menor intensidade ou pressão capaz de ser ouvida (FROTA, 2003).

Na equação (2.6) o resultado da expressão numérica é em dB NPS, ou seja, nível de pressão sonora.

A escala dB representa uma melhor correlação com a audibilidade humana comparada com a escala absoluta (N/m^2) (GERGES, 2000).

Quando a intensidade de energia é duplicada o NIS aumenta 3 dB e o NPS aumenta 6 dB, visto que não são processos lineares.

Pode ser visto na Tab. (2.1) a relação entre pressão sonora em μPa, intensidade em $Watts/m^2$ e o nível sonoro na escala logarítmica em dB, na qual é possível ver claramente que a variação da pressão sonora com o nível sonoro não é linear.

Tabela 2.1 Relação entre Pressão sonora, Intensidade e Nível sonoro

Pressão Sonora (µPa)	Intensidade Sonora (10 -12 watts/m2)	Nível Sonoro (dB)
200000000	100.000.000.000.000	140
	10.000.000.000.000	130
20000000	1.000.000.000.000	120
	100.000.000.000	110
2000000	10.000.000.000	100
	1.000.000.000	90
200000	100.000.000	80
	10.000.000	70
20000	1.000.000	60
	100.000	50
2000	10.000	40
	1.000	30
200	100	20
	10	1
20	1	0

2.2 Parâmetros Acústicos

2.2.1 Tempo de Reverberação

O tempo de reverberação pode ser definido como o tempo, expresso em segundos, que o nível de pressão sonora em um espaço leva para decair 60 dB após a fonte de ruído ser desligada (ISO 3382-2, 2008). É muito importante que a fonte seja capaz de reproduzir um nível de pressão sonora, suficientemente elevado, de modo que a relação sinal ruído seja maior do que 65dB e, consequentemente, o decréscimo possa ser medido (SIMONS & WATERS, 2004).

De acordo com a Norma ANSI S12.60-2010 – Part 1, o tempo de reverberação máximo permitido em bandas de oitava nas frequências de 500, 1.000 e 2.000Hz(s) em espaços de aprendizagem desocupados e mobiliados é de 0.6s, em núcleos de aprendizagem fechados com volume $\leq 283 m^3$ e em volumes >283 m^3 e $\leq 566 m^3$ é de 0.7s.

O tempo de reverberação baixo geralmente é ideal para salas de aula. Quando se apresenta com valores elevados, torna-se difícil distinguir os sons e compreender a fala. Isto ocorre porque as sílabas irão sobrepor e interferir na inteligibilidade (ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA, 2002).

O tempo de reverberação deve ser ajustado de acordo com o uso do ambiente avaliado. Quando o local é utilizado para a fala necessita-se de um tempo de reverberação mais baixo do que ambientes destinados para a música (BISTAFA, 2006).

Para avaliação do tempo de reverberação (T_{60}) com decaimento de 60dB após cessada a fonte, o nível de pressão sonora necessário para que tal decaimento ocorra é muito alto, dificultando as medições. Por isso, é usual nas medições do tempo de reverberação e, também, permitido pela norma ISO 3382-2 (2008) a medição de T_{20} (decaimento de 20dB) ou T_{30} (decaimento de 30dB) e depois este valor é extrapolado para o valor do decaimento de 60dB (ISO 3382-2, 2008).

Para obtenção do tempo de reverberação T_{60} se a área de absorção e o volume da sala são conhecidos, pode ser calculado a partir de:

$$T_{60} = 6.\ln(10).\frac{4.V}{c.A}\,[\mathrm{s}], \qquad (2.7)$$

onde V é o volume da sala (m^3), c é a velocidade do som no ar (m/s) e A é a área total absorção (m^2sab) (RINDEL, 2001).

Quando todos os dados da sala são indicados a equação (2.7) pode ser reduzida e utilizamos a equação (2.8) para o cálculo do T_{60} (RINDEL, 2001):

$$T_{60} = 0{,}16.\frac{V}{A}\ \ [\mathrm{s}], \qquad (2.8)$$

Para a medição do tempo de reverberação podem ser utilizados estouros de balões. Os balões são frequentemente utilizados pela sua portabilidade e baixo custo. Foi realizado um estudo por Pätynen et al (2011) para avaliar a efetividade do estouro do balão para medição de parâmetros acústicos. Os autores avaliaram o estouro de sete diferentes modelos de balão do tamanho médio, em diferentes cores e foi analisada a repetibilidade dos estouros. Os balões foram cheios normalmente pela boca, por um único indivíduo treinado musicalmente para instrumentos de sopro. Foram definidos o diâmetro e tensão da superfície do balão com margem de erro de 1 cm. Foram avaliados o espectro de radiação e diretividade do impulso. Foram estourados mais de 160 balões numa câmara anecóica usando um microfone esférico. Os resultados mostraram desvio maior do que o exigido pela ISO 3382-2 (2008) apenas nas frequências abaixo de 500Hz, em relação à diretividade. Além disso, apenas os balões maiores apresentaram resultados de acordo com a norma na banda de oitava de 1.000Hz.

2.2.2 Coeficiente de Absorção

O coeficiente de absorção é usado para descrever a capacidade da superfície em reduzir a reflexão.

A medição do tempo de reverberação torna possível determinar o coeficiente de absorção de um ambiente.

Para obter uma relação entre T_{60} e o coeficiente de absorção, uma expressão para a área de absorção de uma sala é dada pela equação (2.9):

$$A = \propto . S \ \ [\text{m}^2 \text{ sab}], \qquad (2.9)$$

onde $\propto$ é o coeficiente de absorção da superfície e S é a área da superfície (m^2) (KINSLER et al., 2002). Esta equação pode ser estendida, de modo que, outros materiais, objetos ou pessoas podem ser incluídos na equação, e é dada por:

$$A = \ \sum_i \propto_i S_i \ \ [\text{m}^2 \text{ sab}], \qquad (2.10)$$

Desta forma a área de absorção total da sala pode ser calculada (KINSLER et al., 2002).

O coeficiente de absorção médio de uma sala é determinado por:

$$\propto_m = \ \frac{A}{S_{tot}} \qquad (2.11)$$

onde A é a área total de absorção (m^2 sab), S_{tot} é a área de superfície total (m^2).

O coeficiente de absorção médio ($\propto_m$) para cada banda de frequência é calculado pela equação de Sabine:

$$\propto_m = \ \frac{0{,}16\ V}{T_{60.}\ S} \qquad (2.12)$$

Como pode ser observado o coeficiente de absorção é diretamente dependente do T_{60}, uma vez que, a área de superfície e volume da sala é constante. O maior coeficiente de absorção é, portanto, nas bandas onde o tempo de reverberação é mais baixo.

2.2.3 Diferença de Nível

A diferença de nível proporciona uma medida para o isolamento de ruído e é dada pela equação:

$$D = L_1 - L_2 \text{ [dB]}, \qquad (2.13)$$

sendo que L_1 é o nível de pressão sonora (NPS em dB) a 2 m da fachada e L_2 é o nível de pressão sonora médio (NPS em dB) medido no interior da sala (ISO 140-5, 1998).

O nível de pressão sonora médio L_2 (NPS em dB) medido no interior da sala é dado por:

$$L_2 = 20.log_{10}\left(\frac{P_1+P_2....+P_n}{n.p_0}\right) \text{ [dB]}, \qquad (2.14)$$

onde p_x é a pressão sonora medida no microfone x (Pa), n é o número de microfones e p_0 = 20 µPa é a pressão sonora de referência (ISO 140-5, 1998).

A diferença de nível (D), entretanto, não leva em conta a área de absorção sonora da sala de recepção. Várias correções podem ser aplicadas para fazer isso. Uma baseia-se numa área de absorção de referência de 10 m^2 e é chamada de diferença de nível normalizada, tal como determinado por (ISO 140-5, 1998):

$$D_n = D - 10.log_{10}\left(\frac{A}{A_0}\right) \text{ [dB]}, \qquad (2.15)$$

onde A é a área de absorção da sala de recepção (m^2) e A_0= 10 m^2 é a área de absorção de referência.

Outra maneira de corrigir isto é incluindo o efeito do tempo de reverberação na sala de recepção. Isto é chamado de diferença de nível padronizada e é dada por:

$$D_{nT} = D + 10.log_{10}\left(\frac{T}{T_0}\right) \text{ [dB]} \qquad (2.16)$$

sendo que T é o tempo de reverberação medido dentro da sala (s) e T_0= 0,5 s é o valor de referência do tempo de reverberação (ISO 140-5, 1998).

2.2.4 Índice de Redução Sonora

O desempenho de isolamento sonoro de um painel pode ser caracterizado de várias maneiras. A medida fundamental é o coeficiente de transmissão sonora (τ) que é definido pela equação (SIMONS & WATERS, 2004):

$$\tau = \frac{w_2}{w_1}, \qquad (2.17)$$

sendo que w_1 é a potência sonora incidente no painel (Watts), w_2 é a potência sonora transmitida pelo painel (Watts).

Na maioria das aplicações, é mais conveniente converter o coeficiente de transmissão sonora (τ) para o índice de redução sonora (R), o qual é definido pela equação (2.18):

$$R = 10log_{10}\left(\frac{1}{\tau}\right) = 10\ log_{10}\left(\frac{w_1}{w_2}\right)\ \text{[dB]} \qquad (2.18)$$

Uma característica importante da transmissão sonora entre duas salas é a presença de transmissão por flanco. Este tipo de transmissão é um som que encontra o seu caminho a partir da sala de fonte para a sala de recepção por qualquer via que não seja através do painel de separação. Testes especiais de instalação para medir (R) são projetados para minimizar a transmissão por flanco, mas se a medição é um teste de campo, realizado em um edifício tal como uma habitação, a transmissão por flanco irá inevitavelmente influenciar o resultado (SIMONS & WATERS, 2004).

Considerando duas salas, uma de cada lado do painel, o som é gerado em um ambiente (sala da fonte) e é transmitido através do painel para outro ambiente (sala de recepção). Se os campos de som em ambas as salas são difusos e, na ausência de transmissão por flanco, o nível de pressão sonora na sala de recepção pode estar relacionado com o nível de pressão sonora na sala da fonte e o índice de redução sonora do painel é dado por:

$$L_2 = L_1 - R + C \quad \text{[dB]} \qquad (2.19)$$

sendo que L_1 é o nível de pressão sonora na sala da fonte (dB), L_2 é o nível de pressão sonora na sala de recepção (dB), C é um termo de correção (SIMONS & WATERS, 2004).

A constante C fornece a área de superfície do painel de separação e, também, inclui uma correção para o som refletido na sala de recepção. Esta correção é necessária porque o nível de pressão sonora na sala de recepção (L_2) consiste no som passando direto pelo painel,

além de uma contribuição adicional devido à reflexão do som direto das paredes da sala de recepção. Como este som refletido depende das propriedades acústicas da sala de recepção e não das propriedades de transmissão do som no painel, a contribuição adicional para L_2 pode ser expressa em termos de absorção sonora da sala de recepção, ou, utilizando a equação de Sabine, em termos do tempo de reverberação. Portanto, a constante C pode ser escrita como:

$$C = 10log\left(\frac{S}{A}\right) = 10log_{10}\left(\frac{S.T}{0.16V}\right) \qquad (2.20)$$

sendo que S é a área do painel de separação (m^2), A é a área de absorção sonora total da sala de recepção (m^2), T é o tempo de reverberação da sala de recepção (s), e V é o volume da sala de recepção (m^3).

Por se tratar de uma medida do desempenho global do painel e toda a sua estrutura associada em vez de uma medida do valor de (R) verdadeiro do próprio painel, o resultado de um teste de campo é muitas vezes chamado de índice de redução sonora aparente (SIMONS & WATERS, 2004).

O índice de redução sonora aparente é útil quando se deseja comparar fachadas de diferentes dimensões e é determinado pela equação:

$$R' = D - 10.log_{10}\left(\frac{A_2}{S}\right) \quad [\text{dB}] \qquad (2.21)$$

onde A_2 é a área de absorção total da sala de recepção (m^2) e S é a área da superfície da parede (m^2) (MAEKAWA E LORD, 1994).

2.2.5 Nível Sonoro Contínuo Equivalente (Leq)

O Nível Sonoro Contínuo Equivalente (Leq) é definido como sendo o nível de som contínuo que tenha a mesma energia acústica do som flutuante que está sendo medido em um determinado local. O cálculo é feito integrando-se a variação da pressão no tempo, conforme pode ser visto na equação abaixo (GERGES, 2000):

$$L_{eq} = 10.\log\frac{1}{T}\int_0^T \frac{P^2(t)}{{P_0}^2}\,dt \qquad (2.22)$$

onde T é o tempo de integração; P_t é a pressão acústica instantânea; P_0 é a pressão acústica de referência; Leq representa o nível sonoro contínuo equivalente em dB(A).

Pode-se adotar qualquer tempo para o período de determinação do Leq, sendo este definido em função dos objetivos da medição que está sendo realizada.

O nível sonoro contínuo equivalente (Leq) é usualmente utilizado para quantificar níveis de ruído ambiental expressos na curva de ponderação "A". A NBR 10151 (ABNT, 2000) recomenda o Leq para análise do ruído.

2.3 Legislação, Normas e Resoluções de Interesse

A seguir serão apresentadas algumas normas e legislações que serviram de base para o desenvolvimento deste estudo. Como não existe regulamentação específica para medição de ruído no interior de veículos as normas aqui descritas referem a medições acústicas em edificações e, por isso, foram adaptadas à realidade do veículo conforme descrição na seção de metodologia.

2.3.1 ISO 140: Acústica: Medição do Isolamento Sonoro de Edifícios e Elementos de Edifícios. Parte 5: Medições em campo do isolamento de ruído aéreo de fachadas e elementos de fachadas

A parte 5 da ISO 140 especifica duas séries de métodos (métodos de elementos e métodos globais) para medição do isolamento sonoro aéreo de elementos de fachadas e fachadas inteiras, respectivamente. Os métodos de elementos objetivam estimar o índice de redução sonora de um elemento de fachada, por exemplo, uma janela. O método dos elementos, mais preciso, utiliza um autofalante como fonte de som artificial. Outro, menos preciso, utiliza o ruído de tráfego disponível. Os métodos globais, por outro lado, objetivam estimar a diferença de nível do som no interior/exterior em condições reais de tráfego. Os métodos globais, mais precisos, usam o tráfego real como fonte de som.

O método de elementos utilizando o autofalante produz um índice de redução sonora aparente, que em determinadas circunstâncias pode ser comparado com o índice de redução sonora medido em laboratórios de acordo com a norma ISO 140-3 ou ISO 140-10. Este método é o preferido quando o objetivo da medição é avaliar o desempenho de um elemento de fachada especificado em relação ao seu desempenho em laboratório.

O método de elementos utilizando o tráfego rodoviário tem os mesmos objetivos do método de elementos com autofalante, entretanto, estes dois métodos, muitas vezes, produzem

resultados ligeiramente diferentes. O método de elementos utilizando tráfego rodoviário tende a resultar em valores mais baixos do índice de redução sonora do que o método utilizando autofalante.

O método global utilizando o tráfego em estrada produz a redução real de uma fachada em um determinado lugar em relação a uma posição de 2m em frente da fachada. Este é o método preferido quando o objetivo da medição é avaliar o desempenho de uma fachada inteira, incluindo a transmissão por flanco. Os resultados não podem ser comparados com as medições laboratoriais.

O método global com autofalante produz a redução sonora de uma fachada em relação a uma posição de 2m em frente da fachada. Este método é particularmente útil quando, por diferentes razões práticas, a fonte de ruído real não pode ser utilizada. Os resultados não podem ser comparados com as medições laboratoriais.

2.3.1.1 Equipamentos

Os equipamentos para medição do nível de pressão sonora devem cumprir os requisitos de um instrumento de classe 0 ou 1 de acordo com a IEC 60651 e IEC 60804. Os equipamentos de medição devem ser calibrados usando um calibrador de classe 1 ou melhor de acordo com a norma IEC 60942.

O microfone deve ter um diâmetro máximo de 13mm. Os filtros de $^1/_3$ de oitava ou, se for o caso, os filtros de banda de oitava devem cumprir os requisitos da norma IEC 61260.

Autofalante

A diretividade do autofalante em campo livre deve ser tal que as diferenças locais no nível de pressão sonora em cada banda de frequência de interesse são inferiores a 5 dB, medido sobre uma superfície imaginária de mesmo tamanho e orientação que a amostra em teste.

2.3.1.2 Medição com Autofalante – Método Global

O método global utilizando autofalante vai quantificar o isolamento sonoro aéreo de uma fachada inteira ou mesmo um edifício inteiro em uma situação específica. Este resultado não pode ser comparado com as medições laboratoriais.

Princípio de Medição:

O autofalante é colocado em uma ou mais posições no exterior do edifício a uma distância *d* da fachada, com o ângulo de incidência do som igual a (45 ± 5) °.

O nível de pressão sonora médio é determinado 2m a frente da fachada, bem como no espaço de recepção. O índice de redução sonora aparente $R'_{45º}$ ou a diferença de nível $D_{ls,2m}$ é calculado.

Geração de campo acústico

O campo sonoro gerado deve ser estável e tem que ter um espectro contínuo na faixa de frequências considerada. Se as medições são feitas em bandas de $^1/_3$ de oitava as frequências centrais de pelo menos 100 Hz a 3.150 Hz, de preferência de 50 Hz a 5.000 Hz, devem ser usadas. Se as medições são feitas em bandas de oitava, as frequências centrais de pelo menos 125 Hz a 2.000 Hz, de preferência a partir de 63 Hz a 4.000 Hz, devem ser utilizadas. Além disso, as diferenças entre os níveis de potência sonora nas bandas de $^1/_3$ de oitava, pertencentes a uma faixa de uma oitava não deve ser superior a 6 dB na banda de oitava de 125 Hz, 5 dB na banda de 250 Hz e 4 dB em bandas de frequências mais altas.

Em todas as bandas de frequências relevantes, o nível de potência sonora da fonte de som deve ser suficientemente elevado para dar um nível de pressão sonora na sala de recepção, que excede o nível de ruído de fundo em pelo menos 6 dB.

Posição do autofalante

As posições do autofalante e da distância *d* da fachada devem ser escolhidas de modo que a variação do nível de pressão sonora na amostra de ensaio é minimizada. Isto implica que a fonte de som é, de preferência, colocada no solo.

Alternativamente, a fonte de som deve ser colocada o mais distante do chão quanto possível na prática.

À distância *d* desde a fonte de som para o centro da amostra de ensaio deve ser de pelo menos 7 m (d> 5 m) para o método global com autofalante. O ângulo de incidência do som será de (45 ± 5) °.

2.3.1.3 Medições na sala de recepção

O nível de pressão sonora médio na sala de recepção será obtido por meio de um único microfone movido de uma posição para outra, ou por um conjunto de microfones fixos, ou por um microfone em movimento contínuo ou oscilante.

Os níveis de pressão sonora nas diferentes posições dos microfones serão ponderados em termos de energia para todas as posições da fonte de som. Além disso, será determinado nível de ruído de fundo L_b.

Posições de microfone

Os microfones devem ser posicionados em, no mínimo, cinco posições em cada ambiente para obter o nível de pressão sonora médio de cada campo sonoro. Estas posições devem ser distribuídas e espaçadas de maneira uniforme.

As seguintes distâncias de separação devem ser seguidas:

- 0.7m entre as posições do microfone;
- 0.5m entre qualquer posição do microfone e dos limites da sala ou objetos;
- 1.0m entre qualquer posição do microfone e a fonte sonora.

Ao utilizar um microfone móvel, o raio de varredura deve ser de pelo menos 0.7m. O plano de deslocamento deve ser inclinado a fim de cobrir uma grande parte do espaço da sala permitida e não se encontrar em qualquer plano dentro de 10° com uma superfície da sala. A duração de um período de deslocamento não deve ser inferior a 15s.

Correção do Ruído de Fundo

O nível do ruído de fundo deve ser pelo menos de 6 dB (e de preferência mais do que 10 dB) abaixo do sinal e ruído de fundo combinados. Se a diferença entre os níveis é inferior a 10 dB, mas superior a 6 dB, as correções para o nível de sinal devem ser calculadas de acordo com a equação:

$$L = 10\log(10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10})\ [\text{dB}] \qquad (2.23)$$

onde L é o nível de sinal ajustado (dB); L_{sb} é o nível de sinal e ruído de fundo combinados (dB); L_b é o nível de ruído de fundo (dB).

2.3.1.4 Cálculo dos resultados das medições

Quando forem usadas várias posições para fonte, a diferença de nível média para cada posição é calculada de acordo com a equação:

$$D_{ls,2m} = -10log\left(\frac{1}{n}\sum 10^{-D_1/10}\right) \text{[dB]} \qquad (2.24)$$

2.3.2 ISO 3382: Acústica –Medições dos Parâmetros Acústicos em Salas – Parte 2: Tempo de Reverberação em salas comuns.

A parte 2 da ISO 3382 especifica os métodos para medição do tempo de reverberação em salas comuns. É descrito o procedimento de medição, os equipamentos necessários assim como o número de posições de medições e método de avaliação dos dados.

2.3.2.1 Equipamentos

Fonte Sonora

A fonte deve ser omnidirecional quando possível. Para medição de precisão a diretividade da fonte sonora deve cumprir as exigências da ISO 3381-1. Para medição no método de engenharia não há exigências específicas para a diretividade.

Microfones e Filtros

O microfone deve ser o menor possível e, de preferência, com diâmetro máximo de 14mm. Microfones com diâmetros até 27mm são permitidos desde que sejam do tipo de resposta de pressão ou do tipo de resposta de campo livre, mas fornecidos com corretor de incidência aleatória.

2.3.2.2 Posições para Medição

O número mínimo de posições de medição para obter uma cobertura adequada em uma sala é dado na tabela a seguir. Em uma sala com geometria complexa mais posições de medição devem ser usadas. A distribuição das posições dos microfones deve ser escolhida de forma que antecipa a grande influência susceptível de causar diferenças no tempo de reverberação em toda a sala.

A Tab. (2.2) estabelece o número mínimo de posições e microfones para cada método utilizado:

Tabela 2.2: Número mínimo de posições e medições

	Pesquisa	**Engenharia**	**Precisão**
Combinação fonte-microfone	2	6	12
Posição fonte	> ou = 1	> ou = 2	> ou = 2
Posição microfone	> ou = 2	> ou = 2	> ou = 3
Nº decaimento em cada posição	1	2	3

Para o método do ruído interrompido o número total de decaimentos é normalmente obtido pelo número de repetidos decaimentos em cada posição. No entanto, também é permitida uma nova posição para cada decaimento, desde que o número total de decaimentos seja como prescrito.

2.3.2.3 Método de Pesquisa

O método de pesquisa é apropriado para a avaliação da quantidade de absorção da sala para fins de controle do ruído e medição do isolamento sonoro aéreo e de impacto. Deve ser utilizado para a medição na ISO 10.052. Medições no método de pesquisa são feitas apenas em bandas de oitava. A precisão nominal é assumida como melhor do que 10% para as bandas de oitava.

A medição do tempo de reverberação deve ser realizada em, pelo menos, uma posição da fonte. Pelo menos 2 combinações fonte-microfone independentes são obrigatórias.

2.3.2.4 Método de Engenharia

O método de engenharia é apropriado para a verificação do desempenho de edifícios para comparação com as especificações do tempo de reverberação ou absorção da sala. Este método deve ser usado para medição com ISO 140 com considerações para medição do tempo de reverberação. A precisão nominal é considerada melhor do que 5% para as bandas de oitava e melhor do que 10% para $^1/_3$ de oitava.

A medição do tempo de reverberação deve ser realizada em, pelo menos, duas posições da fonte. Pelo menos 6 combinações fonte-microfone independentes são obrigatórias.

2.3.2.5 Método de Precisão

O método de precisão é apropriado quando alta precisão de medição é necessária. A precisão nominal é assumida como sendo melhor do que 2.5% em bandas de oitava e melhor do que 5% em $^1/_3$ de oitava.

A medição do tempo de reverberação deve ser realizada em, pelo menos, duas posições da fonte. Pelo menos 12 combinações fonte-microfone independentes são obrigatórias.

2.3.3 NBR 10.151

Esta Norma fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades. Ela especifica um método para a medição de ruído, a aplicação de correções nos níveis medidos (de acordo com a duração, característica espectral e fator de pico) e uma comparação dos níveis corrigidos, com um critério que leva em conta os vários fatores ambientais.

O método de avaliação envolve as medições do nível de ruído, na escala de compensação A, em decibéis.

2.3.3.1 Equipamentos de medição

O equipamento utilizado deve ser um medidor de nível de pressão sonora ou um sistema de medição que atenda às especificações da IEC 60651 para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2.

Recomenda-se que o equipamento possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (Leq), conforme a IEC 60804.

2.3.3.2 Medições no exterior de edificações

Deve-se prevenir o efeito de ventos sobre o microfone com o uso de protetor, conforme instruções do fabricante.

No exterior das edificações que contêm a fonte, as medições devem ser efetuadas em pontos afastados aproximadamente 1.2 m do piso e pelo menos 2m do limite da propriedade e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes etc.

2.3.3.3 Medições no interior de edificações

As medições em ambientes internos devem ser efetuadas a uma distância de, no mínimo, 1m de quaisquer superfícies, como paredes, teto, pisos e móveis.

Os níveis de pressão sonora em interiores devem ser o resultado da média aritmética dos valores medidos em pelo menos três posições distintas, sempre que possíveis afastadas entre si em, pelo menos, 0.5 m.

2.3.4 NBR 10.152

Esta Norma estabelece os procedimentos técnicos a serem adotados na execução de medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações, bem como procedimentos e limites para avaliação dos resultados em função da finalidade de uso do ambiente.

Os limites de níveis sonoros para avaliação e planejamento apresentados nesta Norma são estabelecidos de acordo com a finalidade de uso do ambiente no local onde a medição for executada, visando à saúde e ao bem estar humano.

Para fins de avaliação sonora de ambientes internos de uma edificação, a tabela a seguir estabelece os limites sonoros recomendados de acordo com as finalidades de uso.

Tabela 2.3 – Limites sonoros recomendados para ambientes internos de uma edificação de acordo com sua finalidade de uso

FINALIDADE DE USO	**LIMITES**	**SONOROS**	
	RL_{Aeq} em dB(A)	**RL_{ASmax} em dB(A)**	**RL_{NC} em dB(A)**
Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias			
Áreas de check-in e bilheterias	40	45	35
Salas de embarque e circulações	50	55	45
Centros Comerciais (Shopping Centers)			
Circulações	50	55	45
Lojas	45	50	40
Praças de alimentação	50	55	45
Clínicas e Hospitais			
Berçários	35	40	30
Centros Cirúrgicos	35	40	30
Consultórios	35	40	30
Enfermarias	40	45	35
Laboratórios	45	50	40
Quartos coletivos	40	45	35

Quartos individuais	35	40	30
Salas de espera	45	50	40
Recepções	45	50	40
Culturais e Lazer			
Salões de festas	40	45	35
Restaurantes	45	50	40
Auditórios pequenos (<600m^3)	35	40	30
Auditórios grandes (>600m^3)	30	35	25
Cinemas	35	40	30
Salas de concerto	30	35	25
Teatros	30	35	25
Templos religiosos pequenos (<600m^3)	40	45	35
Templos religiosos grandes (>600m^3)	35	40	30

2.3.5 Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA

A Resolução do CONAMA nº.001 (4) de 08/03/1990, bem como suas atualizações, dispõe sobre níveis sonoros e considera que os problemas dos níveis excessivos de ruído deterioram a qualidade de vida, sendo agravados continuamente nos grandes centros urbanos.

Esta resolução resolve que:

• A emissão de ruídos deve obedecer aos padrões, critérios e diretrizes estabelecidas nesta resolução;

• Considera prejudicial à saúde e ao sossego público, ruídos com níveis superiores aos considerados suportáveis pela norma NBR-10.151/2000 – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT;

• A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores deve obedecer às normas expedidas pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN;

• As entidades e órgãos públicos competentes têm plena autoridade de dispor sobre a emissão ou proibição da emissão de ruídos produzidos por quaisquer meios ou de qualquer espécie;

• As medições devem ser efetuadas de acordo com os procedimentos descritos pela norma NBR-10.151/2000; e todas as normas regulamentadoras da poluição sonora.

A resolução CONAMA nº. 252 de 01/02/1999 considera que o ruído excessivo, principalmente o ruído proveniente do tráfego dos veículos rodoviários automotores, causa prejuízo à saúde física e mental, afetando particularmente a audição, sendo necessário reduzir estes altos índices de poluição sonora nos principais centros urbanos do Brasil.

2.3.6 NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Anexo 1: Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

Esta norma estabelece o limite de tolerância, ou seja, a intensidade máxima relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao ruído que não causará dano à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral.

Segundo a norma os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibél (dB) com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador.

Os tempos de exposição aos níveis de ruído não devem exceder os limites de tolerância fixados na Tab. (2.4):

Tabela 2.4 Limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente

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

108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Deve-se destacar que não é permitida exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos.

2.3.7 NR 7: Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Anexo I: Diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados.

Esta norma estabelece diretrizes e parâmetros mínimos para a avaliação e o acompanhamento da audição do trabalhador por meio da realização de exames audiológicos de referência e sequenciais.

Além disso, fornece subsídios para a adoção de programas que visem à prevenção da perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados e a conservação da saúde auditiva dos trabalhadores.

2.3.7.1 Realização dos Exames Audiométricos

Serão submetidos a exames audiométricos de referência e sequenciais, no mínimo, todos os trabalhadores que exerçam ou exercerão suas atividades em ambientes cujos níveis de pressão sonora ultrapassem os limites de tolerância estabelecidos nos anexos 1 e 2 da NR15 da Portaria 3.214 do Ministério do Trabalho, independentemente do uso de protetor auditivo.

2.4 Unidade de Atendimento Móvel

As unidades de atendimento móveis ou ambulâncias operam em todo o mundo e exercem papel fundamental para a manutenção da vida, seja em um acidente, conflitos, ou mesmo para o transporte de pacientes entre uma cidade e outra. Elas sempre estão para servir nos momentos mais críticos ou nos momentos de preservação de nossa saúde.

O termo “ambulância” se originou do latim *ambulantia*, que significa “o ato de encaminhar”. A primeira ambulância idealizada teria sido pela Rainha Isabella, da Espanha

sob a forma de um carro puxado por cavalos para transportar os feridos no cerco de Málaga, em 1487. Em 1792, o cirurgião de Napoleão Bonaparte, Dominique - Jean Larrey (1766-1842) projetou as primeiras ambulâncias para ir até os campos de batalha com os cirurgiões e medicamentos, para resgatar os feridos durante o conflito. Anteriormente, o resgate dos feridos era feito durante um intervalo do confronto (TUOTO, 2009). A Fig. (2.1) ilustra a primeira ambulância idealizada:

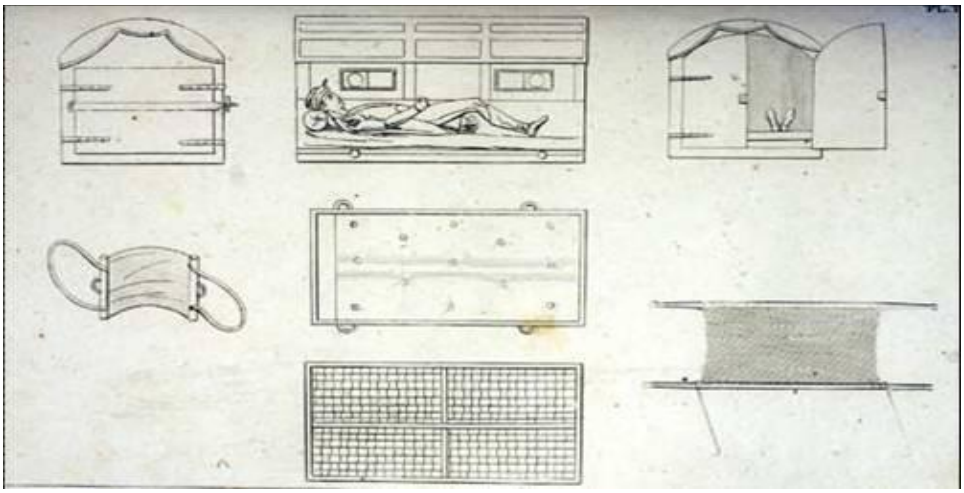


Figura 2.1 Ambulância de Jean Larrey Dominique (Fonte: TUOTO, 2009)

A ambulância é definida como todo veículo (terrestre, aéreo ou hidroviário) exclusivamente destinado ao transporte de enfermos. Segundo a Resolução 1.671 - Normas de Veículos Pré-hospitalares as ambulâncias são classificadas em: Tipo A – Ambulância de transporte: veículo destinado ao transporte em decúbito horizontal de pacientes que não apresentam risco de vida, para remoções simples e de caráter eletivo; Tipo B - Ambulância de suporte básico: veículo destinado ao transporte pré-hospitalar de pacientes com risco de vida desconhecido e transporte inter-hospitalar, contendo apenas os equipamentos mínimos à manutenção da vida; Tipo C - Ambulância de resgate: veículo de atendimento de emergências pré-hospitalares de pacientes com risco de vida desconhecido, contendo os equipamentos necessários à manutenção da vida; Tipo D - Ambulância de suporte avançado (ASA) ou ambulância UTI móvel: veículo destinado ao transporte de pacientes de alto risco de emergências pré-hospitalares e transporte inter-hospitalar. Deve contar com os equipamentos médicos necessários para esta função; Tipo E - Aeronave de transporte médico: aeronave de asa fixa ou rotativa utilizada para transporte de pacientes por via aérea, dotada de equipamentos médicos homologados pelos órgãos competentes; Tipo F - Nave de transporte médico: veículo motorizado hidroviário destinado ao transporte de pacientes por via marítima

ou fluvial. Deve possuir os equipamentos médicos necessários ao atendimento dos mesmos conforme sua gravidade (CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA, 2003).

O Atendimento pré-hospitalar-APH é caracterizado como toda assistência prestada fora do ambiente hospitalar, de forma direta ou indireta, com o intuito de oferecer uma resposta apropriada. Esta varia desde um simples conselho até o envio de uma viatura de suporte básico ou avançado ao local da ocorrência, conforme a solicitação do usuário (STUMM E RIBEIRO et al., 2009).

Os agravos que os usuários sofrem podem ser de natureza traumática, psiquiátrica, clínica, cirúrgica ou obstétrica, exigindo dos profissionais habilidades para prestar atendimento imediato, dispensando o mínimo de tempo nas ações de intervenção e de resgate, contribuindo para aumentar o nível de sobrevida, evitar e minimizar sequelas. Este atendimento pode ser de suporte básico ou avançado de vida. O suporte básico à vida não realiza manobras invasivas, porém o suporte avançado possibilita procedimentos invasivos de suporte ventilatório e circulatório. O cuidado qualificado no local do acidente, o encaminhamento e, a chegada rápida ao hospital são decisivos para que a vítima sobreviva (PEREIRA e LIMA, 2006).

Para Nitschke (2000) as principais atividades desenvolvidas são as transferências inter-hospitalares de pacientes graves e as urgências pré-hospitalares. Quanto às urgências pré-hospitalares, estas são categorizadas pelo médico regulador, aquele que se encontra na central de atendimento e que faz a triagem do caso e a ativação das unidades de acordo com o grau de urgência em dois tipos: Código 1, aqueles com urgência de máxima gravidade (emergência), ameaçadora à vida do paciente, e cuja UTI Móvel se desloca rapidamente utilizando-se, para a abertura do caminho, de sinais sonoros (sirenes) e de sinais luminosos (giroflex), em todo o seu deslocamento. E o Código 2 é aquele com urgência de gravidade moderada, que deve ser resolvida com brevidade, e cuja UTI Móvel se desloca apenas com os sinais luminosos (Giroflex) ligados, respeitando o fluxo normal do trânsito.

O autor ainda descreve as seguintes sequências de atendimento:

1) Urgência pré-hospitalar ocorre pelo: acionamento, deslocamento, atendimento (no domicílio ou na via pública), resolução do caso ou decisão pelo encaminhamento, contato com a central de regulação médica, transferência do paciente do domicílio ou via pública para a UTI Móvel, atendimento na ambulância, deslocamento ao hospital de destino, transferência do paciente da UTI Móvel para o hospital e retorno à base (NITSCHKE, 2000).

2) Transferência inter-hospitalar de pacientes graves ocorre pelo: acionamento, deslocamento, transferência do paciente da unidade hospitalar para a UTI móvel, atendimento na ambulância, deslocamento ao hospital de destino, transferência do paciente da UTI móvel para o hospital de destino e retorno à base (NITSCHKE, 2000).

2.5 Ruído Ocupacional e seus Efeitos na Saúde do trabalhador

No ambiente de trabalho podemos encontrar vários agentes estressores que irão interferir na saúde e desempenho dos profissionais. Os agentes podem ser físicos, químicos ou organizacionais. Dentre os agentes físicos podemos destacar o ruído, calor, vibrações, pressões e radiações, os agentes químicos incluem fumo, poeira, gases e vapores. Os estressores organizacionais estão relacionados à organização do trabalho como, por exemplo, turnos, ritmo e ergonomia. Todos esses agentes alteram o funcionamento do organismo e o sono, aumentam a sensibilidade aos agentes estressores ambientais e, consequentemente, aumentam o risco de acidentes de trabalho. Combinados, esses agentes estressores podem ter uma série de efeitos sobre a saúde, influenciando a capacidade de atenção e reduzindo o desempenho das atividades, tanto intelectuais como físicas (DREOSSI e MOMENSOHN, 2003; FAGERLONN, 2011; PORTELA e ZANNIN, 2010; TSE et al 2006; AREZES et al 2012).

Entre os agentes de risco ocupacional destaca-se o ruído que pode ser definido como *sons indesejáveis capazes de causar incômodo* (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2008). Dependendo de suas características, o ruído vai ser diferenciado em: contínuo, intermitente ou de impacto.

O ruído contínuo é aquele que possui pouca ou nenhuma variação durante certo período de tempo, por exemplo, o ruído produzido por máquinas que funcionam sem interrupção. O ruído intermitente é aquele com variações de intensidade, por exemplo, o ruído de tráfego. No caso do ruído de impacto é aquele som intenso em um período de tempo curto, por exemplo, o ruído produzido por uma explosão (LIDA, 2000).

Sabe-se que trabalhadores expostos a ruído queixam-se de dificuldades de comunicação incluindo alteração na detecção, discriminação e localização da fonte sonora, assim como na inteligibilidade de fala e de vários outros sintomas como dificuldade de concentração e atenção, memória, nervosismo e fadiga excessiva (CORDEIRO et al., 2005). Além disso, estudos mostram que a exposição ao ruído afeta o sistema nervoso simpático e

endócrino, resultando em respostas fisiológicas não específicas (por exemplo, aumento da frequência cardíaca, pressão arterial e vasoconstrição) (LUSK et al 2004; MASCHKE et al., 2002; BABISCH 2003).

De acordo com Kasper et al., (2005), os sons contínuos são menos traumatizantes que os sons interrompidos, pois apesar do primeiro impacto sonoro ser recebido sem proteção, os demais são atenuados pelo mecanismo de proteção. No entanto, em ruídos interrompidos, os impactos não têm atenuação, já que entre um som e outro há tempo para o mecanismo de proteção relaxar-se.

O ruído do tráfego é uma importante fonte de poluição ambiental em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Diariamente as pessoas estão expostas a elevados níveis de ruído. É provável que o ruído nas vias de circulação seja tão prejudicial quanto o industrial. Este é abordado com maior frequência em estudos e pesquisas (MARTINS et al, 2001).

Motoristas profissionais são mais suscetíveis a altos níveis de ruído de longa duração, sendo que no caso de motoristas socorristas a jornada de trabalho é de 12 horas. O objetivo principal para proteger os motoristas dos efeitos auditivos do ruído ocupacional é a preservação da audição para discriminação da fala (MAJUMBER et al., 2009).

Erros no trabalho do motorista podem ocasionar acidentes que colocam em risco a vida de um grande número de pessoas. A análise das condições de trabalho de motoristas profissionais é uma tarefa complexa, em decorrência dos diversos aspectos que caracterizam a atividade. Diferente de outros profissionais, o motorista exerce suas funções extramuros da empresa, o que imprime maior possibilidade de imprevistos e torna ampla a análise deste trabalho.

Segundo Evans, Johansson e Rydstedt, (1999), a profissão de motorista tem sido identificada como uma das mais estressantes, devido à própria natureza do trabalho. Existe um conflito entre três fontes de pressão: conseguir cumprir os horários das escalas apertadas de trabalho, dirigir com segurança e atender bem os passageiros. É difícil priorizar as três demandas sem que uma deixe de ser atendida.

Muitos estudos descritos na literatura abordam os níveis de ruído e achados audiológicos em motoristas de ônibus e caminhões (KARIMI et al., 2010; MARTINS et al., 2004; FREITAS e NAKAMURA, 2003; GUERRA et al., 2005). Um estudo na Índia, identificou níveis de ruído nas cabines de ônibus de 89-106 dB(A) e observou que 89% dos motoristas de ônibus tiveram audiogramas alterados, ou seja, deficiência auditiva (PATWARDHAN et al., 1991). Investigações sobre o ruído em vários tipos de transporte em

Nova Délhi mostrou que, entre os vários tipos de transporte, os níveis de ruído são maiores em riquexós (81-96 dB(A)), seguido por caminhões (83-90 dB(A)) e ônibus (77-92 dB(A)). Os níveis de ruído em carros eram consideravelmente mais baixos (72-80 dB(A)), quando comparados a outros tipos de transporte (KUMAN e JAIN, 1994).

Estudo realizado em uma cidade da província de Fars, Iran, investigou a audição de 500 caminhoneiros por audiometria tonal liminar. Os resultados indicaram que os prejuízos da audição dos motoristas ocorrem mais cedo nas frequências de 4.000 e 8.000 Hz. Além disso, evidenciaram que as condições de trabalho dos motoristas de caminhão podem ter efeito prejudicial bilateral, simétrico e atingir todas as frequências, principalmente 4.000 Hz (KARIMI et al., 2010).

Outros estudos buscaram identificar as adversidades encontradas na situação de trabalho dos motoristas de ônibus urbano e suas consequências para a saúde física e mental dos mesmos.

Na cidade do Rio de Janeiro, destaca-se a pesquisa realizada por Ramos (1991), que realizou estudo minucioso sobre as condições de trabalho utilizando metodologia interdisciplinar e verificou que as principais queixas em relação às condições de trabalho, são: manutenção dos veículos, inexistência de condições sanitárias, pausas de descanso inadequadas e trânsito. Sato (1991) na Cidade de São Paulo fez uma análise qualitativa da penosidade no trabalho dos motoristas de ônibus urbano, destacando que poucas profissões são reconhecidas como penosas, estando a do motorista de ônibus entre elas.

Battiston et al., (2006) analisaram as condições de trabalho e saúde de motoristas de transporte coletivo urbano da cidade de Florianópolis, Santa Catarina, através de observações e entrevistas com 21 motoristas e concluíram que a atividade de dirigir é desgastante, causa fadiga e sofre influência de fatores ambientais como o clima, as condições do tráfego e das vias. Também foi constatada uma alta incidência de distúrbios orgânicos como dores na cabeça, nas pernas, problemas auditivos e problemas psíquicos como estresse, irritabilidade e fadiga (BATTISTON, et al., 2006).

Souza e Silva (1998) descreveram e analisaram as características associadas ao risco de ocorrência de distúrbios psiquiátricos menores (DPM) para a categoria de motoristas e cobradores de ônibus urbanos na cidade de São Paulo. Estes distúrbios são caracterizados por um rol de sintomatologias depressivas e neuróticas que não se constituem morbidade psiquiátrica clássica.

2.5.1 Efeitos auditivos da exposição ao ruído

O principal efeito auditivo é a Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR). Na maioria das vezes, a perda é bilateral e mais ou menos simétrica. A audiometria exibe um traçado bem característico, com um entalhe inicial em torno de 4.000 e 6.000 Hz. Com a continuação da exposição sem proteção, o entalhe tende a se aprofundar e a se alargar na direção das frequências vizinhas (PALMA, 1999).

A PAIR afeta muitos trabalhadores expostos a ambientes de trabalho ruidosos (BARROS, 1998). Frequentemente é considerado o agravo mais comum à saúde dos trabalhadores, estando presente nas indústrias, nos meios de transporte, entre outros (BRASIL, 2006; ROSSI e JUNIOR, 2004).

Inicialmente a PAIR não traz grandes prejuízos auditivos, lesa a orelha de modo insidioso, sendo imperceptível pelo trabalhador afetado e pelas outras pessoas. Os indivíduos tendem a negar seus problemas, não exteriorizam suas dificuldades auditivas, atribuindo a outras causas: falta de concentração e interesse. Com a evolução do quadro surgem desabilidades auditivas, gerando insatisfação e pouca compreensão pelo trabalhador e sua família (PARAGUAY, 1999).

A perda auditiva é somente um dos efeitos negativos da exposição crônica ao ruído. A exposição contínua ao ruído pode provocar diversas limitações auditivas funcionais, as quais se referem, além da alteração da sensibilidade auditiva, às alterações de seletividade de frequência, das resoluções temporal e espacial, do recrutamento e do zumbido (SAMELLI, 2004).

A alteração da seletividade de frequência provoca dificuldades na discriminação auditiva. Essa lesão provoca aumento do tempo mínimo requerido para resolver um evento sonoro (resolução temporal), o que está associado com a reverberação dos ambientes de trabalho e provoca limitação da capacidade do portador de PAIR em reconhecer sons (BAMFORD & SAUNDERS, 1991).

Segundo dados do Ministério da Saúde (2006), a orelha normal opera numa faixa de audição que se estende desde um limiar mínimo (de audibilidade) até um limiar máximo (de desconforto). Quando o indivíduo é portador de PAIR ocorre uma redução na faixa dinâmica entre o limiar auditivo e o limiar de desconforto, provocando um aumento na ocorrência de recrutamento (fenômeno de crescimento rápido e anormal da sensação de intensidade sonora) e, portanto, um aumento da sensação de desconforto. Azevedo (2004) afirma que os recrutantes têm o limiar de desconforto menor e, muitas vezes, o limiar auditivo maior, o que reduz sensivelmente seu campo dinâmico de audição.

O zumbido é um dos sintomas mais comumente relatados pelos portadores de PAIR, e provoca muito incômodo (KANDEL et al., 2003). Ele é definido como sendo a manifestação do mau funcionamento, no processamento de sinais auditivos envolvendo componentes perceptuais e psicológicos (VESTERAGER, 1997). Segundo Azevedo (2004), os zumbidos costumam estarem presentes em aproximadamente 30% de indivíduos com PAIR.

As dificuldades de compreensão de fala em ambientes ruidosos também são muito relatadas pelos portadores de PAIR, o que prejudica o trabalhador com relação a sua segurança e ascensão profissional, além de aumentar o risco de acidentes. A incapacidade de distinguir frequências superpostas ou subsequentes fica evidente, principalmente, nos momentos de conversação em grupo, ou para acompanhar um programa de televisão em meio ao ruído doméstico, o que pode levar o indivíduo a ser considerado desatento e antissocial (PALMA, 1999; EQUIPE ATLAS: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO, 2004).

2.5.2 Efeitos não auditivos da exposição ao ruído

As alterações auditivas não são os únicos efeitos nocivos à saúde desencadeados pelo ruído. Outros fatores como nervosismo, irritabilidade, dor de cabeça, insônia, alterações circulatórias, alterações gastrointestinais, entre outros são apontados como efeitos não-auditivos (VERBEEK et al., 2009, OLIVA et al., 2011).

Segundo Seligman (2001) os sintomas não auditivos mais frequentes em portadores de PAIR incluem: transtornos da comunicação, alterações do sono, transtornos neurológicos, transtornos vestibulares, transtornos digestivos e transtornos comportamentais.

Azevedo (2004) também descreve diversas manifestações patológicas não auditivas tais como: cefaleia, tontura, distúrbios gástricos (gastrite e úlcera gastroduodenal), estresse, distúrbios de atenção, do sono, do humor entre outros.

Segundo alguns autores as vibrações provenientes do ruído refletem por todo o corpo humano causando uma serie de alterações, conforme descritas a seguir (GERGES, 1992; VON GIERKE & ELDRED, 1993; VECCI, 2002, DEN BOER & SCHRTOTEN, 2008):

- Aparelho circulatório – ruídos entre 60 e 115 dB(A) podem provocar alterações no número de batimentos cardíacos e aumento da pressão arterial. As consequências disso podem ser o aparecimento de hipertensão, infarto do miocárdio e até a morte.
- Aparelho digestivo – observam-se alterações nos movimentos peristálticos e ainda o aumento da produção de ácido clorídrico (HCl), sendo que este último é responsável pelo aparecimento de gastrites e úlceras.

- Sistema endócrino – responsável pela produção e regulação de hormônios no nosso corpo. Alguns desses têm sua produção aumentada em situações de elevados níveis de ruído como, por exemplo, adrenalina e cortisol (alteram a pressão arterial), o hormônio de crescimento (sua produção excessiva pode causar diabetes mellitus) e a prolactina (causa alterações sexuais e reprodutivas).
- Sistema imunológico – seu funcionamento pode ser afetado, dificultando a cura de doenças.
- Sistema reprodutor – no homem há a diminuição da libido, impotência e/ou infertilidade e nas mulheres ocorrem alterações no ciclo menstrual, dificuldade para engravidar e maior incidência de abortos. Mulheres grávidas também podem sofrer quando expostas a elevados níveis sonoros, podendo ter filhos com anomalias congênitas.

Outra alteração fisiológica provocada por situações de ruído elevado é a liberação de algumas endorfinas que podem ocasionar algum tipo de dependência, ou seja, um indivíduo pode se tornar "barulho-dependente" (PIMENTEL-SOUZA, 2000).

Além disso, o ruído pode ainda causar consideráveis diminuições de produtividade na realização de tarefas intelectuais e físicas. Em situações monótonas ou desinteressantes, o ruído pode ser causar distração, dificultando a concentração. Para o bom desempenho de tarefas é aconselhável níveis de ruído em torno de 55 dB(A) (PIMENTEL-SOUZA, 2000).

O ruído também causa sérias interferências no sono. Um estudo realizado por Pimentel & Souza (2000) mostrou que, para ruídos de fundo em torno de 65 dB(A), os reflexos protetores do ouvido médio parecem funcionar, o que ocasiona uma maior demora para adormecer. Segundo o estudo o ideal seria um nível de ruído abaixo de 35 dB(A) para que haja um sono de qualidade.

Outro estudo que merece destaque foi realizado por Den Boer & Schroten (2008), no qual foram apresentados os efeitos do ruído no sono, doenças do coração, funções cognitivas, entre outros. A pesquisa, que referencia o ruído de tráfego como um problema de saúde pública mostra que aproximadamente 50.000 pessoas na Europa sofrem ataques do coração fulminantes com significativa influência dos níveis de ruído de tráfego. Foi feito um detalhamento de todos os efeitos do ruído na saúde incluindo fatores psicológicos, físicos e mentais. O incômodo, classificado como fator psicológico foi definido como sentimento de desprazer e foi percebido para valores acima de 55 dB(A). Ainda referente a este tipo de fator encontram-se os efeitos das funções cognitivas, que podem ser significativamente influenciadas, tais como a facilidade de aprendizado, concentração, compreensão da fala, etc.

No âmbito dos fatores físicos encontram-se efeitos em diversos órgãos, nos quais se destaca o sistema cardiovascular que pode sofrer disfunções como aumento da pressão sanguínea, vários tipos de infartos (isquêmico, miocárdico, etc), entre outros.

Além das patologias ocasionadas pelo ruído na faixa de frequência entre 20 Hz e 20.000 Hz, vibrações incapazes de ser detectadas pelo ouvido humano também podem ser muito prejudiciais à saúde. O corpo humano pode ser considerado como um sistema mecânico complexo de múltiplos graus de liberdade. A faixa de frequência na qual o corpo humano apresenta maior sensibilidade está entre 1 Hz e 80 Hz. Na faixa de frequência entre 4 Hz e 8 Hz encontram-se as frequências naturais dos elementos do corpo humano e apesar destas frequências não serem audíveis podem causar sérios danos fisiológicos (GERGES, 1992).

2.6 Sistema Auditivo e Perda Auditiva Ocupacional

2.6.1 Ouvido Humano

O ouvido humano é um sistema bastante sensível, complexo e discriminativo que permite a percepção e interpretação dos sons.

O sistema auditivo é dividido em central e periférico. O sistema auditivo central compreende o nervo e o córtex cerebral e o periférico é constituído pelo ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno conforme mostra a Fig. (2.2):

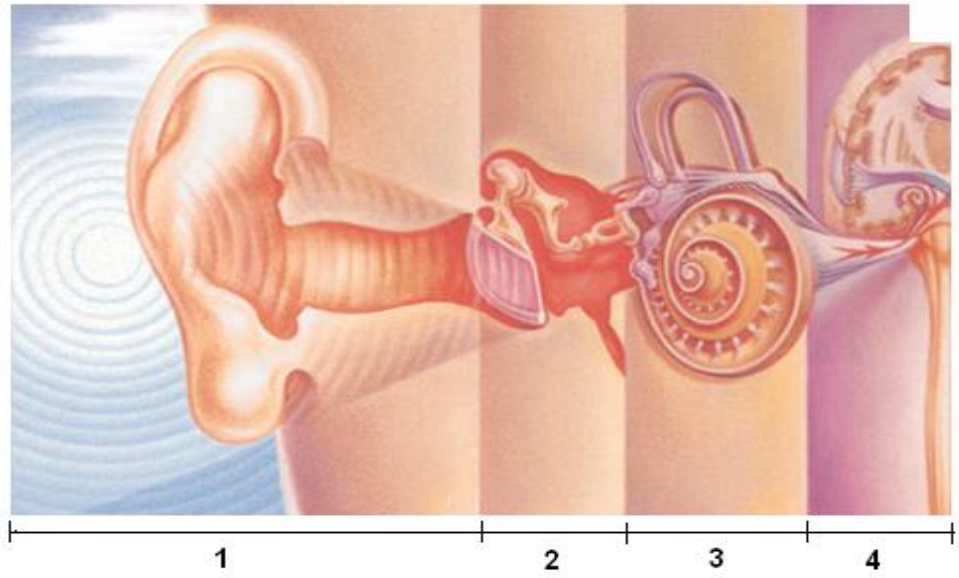


Figura 2.2: Esquema do Ouvido Humano

1: Ouvido externo 2: Ouvido médio 3: Ouvido interno 4: Córtex auditivo

(Fonte: PICKLES, 1998)

Ouvido externo

O ouvido externo é responsável por proteger contra danos mecânicos, captar e conduzir a onda sonora até o ouvido médio (ZEMLIN, 2005). É constituído pelo pavilhão auricular e pelo meato e conduto acústico externo (BONALDI et al., 2003) e exerce funções acústicas e não acústicas.

A função acústica propicia uma eficiente transmissão sonora para a membrana timpânica. O conduto acústico externo é o principal responsável pelas funções não acústicas que incluem a proteção da membrana timpânica e a manutenção da trajetória do som sem obstruções (BISTAFA, 2006).

Ouvido médio

O ouvido médio é responsável pelo acoplamento de impedância entre o meio aéreo do ouvido médio e o meio líquido do ouvido interno, proporcionando reflexão mínima e a transmissão máxima da energia sonora para o ouvido interno (BONALDI et al., 2003). É constituído pela membrana timpânica e por uma cavidade timpânica preenchida por ar que contêm os ossículos da audição, martelo, bigorna e estribo, músculo estapédio, músculo tensor do tímpano e ligamentos (MOORE et al., 2010).

O ouvido médio funciona como um amplificador sonoro aumentando as vibrações da membrana timpânica através das ligações dos três ossículos: o martelo bate contra a bigorna que por sua vez é ligada ao estribo, sendo este último ligado a uma membrana na cóclea chamada janela oval (GERGES, 2000).

Ouvido Interno

O ouvido interno está relacionado com a recepção do som e a manutenção do equilíbrio. Está envolvido por uma cápsula óssea labiríntica e é dividido em duas partes: labirinto ósseo e labirinto membranáceo (MOORE et al., 2010).

O labirinto ósseo é formado por cavidades e canais dentro do osso temporal sendo eles: cóclea, vestíbulo e canais semicirculares. É um espaço com líquido, a perilinfa (MOORE et al., 2010).

O labirinto membranáceo é constituído de vesículas comunicantes e ductos alojados no labirinto ósseo, e é preenchido por um líquido, a endolinfa (MOORE et al., 2010).

No labirinto membranáceo há seis ductos: três semicirculares, o sáculo e o utrículo que são responsáveis pelo equilíbrio, e a cóclea, especializada na detecção e codificação do som.

Os sinais elétricos gerados no labirinto membranáceo pelas células ciliadas, localizadas na cóclea, serão transmitidos ao cérebro pelos nervos vestibular e coclear (BISTAFA, 2006).

2.6.2 Fisiologia da Audição

Para que possamos ouvir o caminho percorrido pela energia sonora inicia no pavilhão auricular, em seguida é conduzida pelo canal auditivo externo até a membrana timpânica e cadeia ossicular, depois segue para o ouvido interno, nervo auditivo até o nível do córtex cerebral (MENEZES E MOTTA, 2005).

As etapas da fisiologia coclear são descritas a seguir:

1) Transdução mecanoelétrica nas células ciliadas externas:

As vibrações mecânicas da membrana basilar e órgão de Corti provocadas pelas vibrações da perilinfa causam a deflexão mecânica do feixe de estereocílios das células ciliadas, que se deflete como um todo devido às conexões laterais existentes entre cada estereocílio e pelo fato da base ser mais estreita em relação ao corpo. As conexões laterais permitem que a pressão aplicada a um estereocílio seja aplicada ao cílio vizinho. Há também uma conexão (“tip link”) que une a extremidade de um estereocílio ao vizinho mais alto e acredita-se que aí exista um canal iônico de transdução. No repouso este canal oscila entre aberto e fechado, mas permanece fechado a maior parte do tempo. Se o feixe é defletido, cada estereocílio desliza sobre o vizinho, fazendo com que o *tip link* (conexão) seja esticado, abrindo o canal de transdução e permitindo o influxo de cálcio e, principalmente, potássio despolarizando a membrana celular (RUSSO, 1993).

2) Transdução eletromecânica nas células ciliadas externas: (cóclea ativa)

Os potenciais elétricos assim formados provocariam contrações mecânicas rápidas das células ciliadas externas, que constituem a base da eletromotilidade e ocorrem em fase com a frequência sonora estimulante. Estas contrações determinariam uma amplificação da vibração da membrana basilar numa área restrita do órgão de Corti devido ao acoplamento que as células ciliadas externas realizam entre a membrana basilar e a membrana tectória. Tais contrações rápidas poderiam ocorrer por um mecanismo de eletrosmose que depende da presença do sistema de cisternas laminadas das células ciliadas externas (RUSSO, 1993).

3) Transdução mecanoelétrica nas células ciliadas internas:

A amplificação das vibrações da membrana basilar provocaria o contato dos cílios mais longos das células ciliadas internas com a membrana tectória e consequente inclinação dos mesmos.

Isto nas células de uma área delimitada pequena onde é liberada a energia pelo mecanismo ativo. Nesta área, pequeno número de células ciliadas internas é estimulado com máxima intensidade. A inclinação e estimulação dos cílios determinaria a despolarização das células ciliadas internas, com formação de potenciais receptores pela entrada de potássio pelos canais iônicos dos cílios. Em seguida, há a liberação de neurotransmissores e a formação de uma mensagem sonora codificada em impulsos elétricos, que é transmitida ao SNC pelo nervo acústico (RUSSO, 1993).

As vias auditivas centrais iniciam na recepção do sinal elétrico pelo nervo auditivo (VIII par craniano). Este sinal elétrico será conduzido primeiramente para o núcleo olivar superior, seguido do lemnisco lateral, colículo inferior, corpo geniculado medial e córtex auditivo, onde a informação auditiva será interpretada (ZEMLIN, 2005).

2.6.3 Audibilidade Humana

O ouvido humano não é igualmente sensível para todas as frequências e por isso foi realizada uma pesquisa e montou-se uma curva formada por todos os sons que produzem a mesma sensação auditiva a uma determinada intensidade, tendo como referencia a frequência de 1000 Hz. Nesta pesquisa, encontrou-se que a região de maior sensibilidade auditiva estava entre 3.000 Hz e 4.000 Hz e as curvas foram denominadas curvas de igual audibilidade (RUSSO, 1999). A Fig. (2.3) mostra as curvas de mesmo nível de audibilidade.

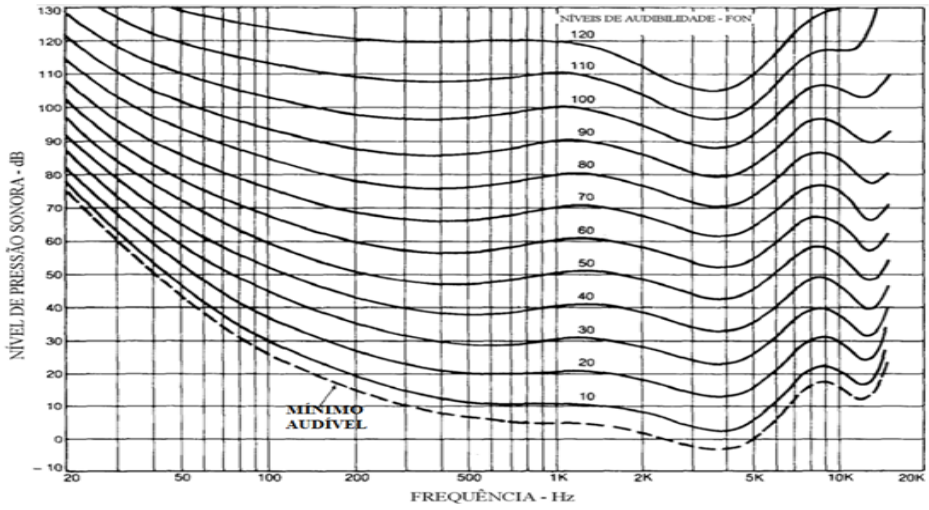


Figura 2.3: Curvas de mesmo nível de audibilidade (Fonte: BISTAFA, 2006)

Diante do exposto anteriormente, houve uma necessidade em corrigir os valores calculados com base nos descritores puramente físicos, de modo que os resultados fossem compatíveis com a resposta do ouvido que não varia linearmente com a frequência. Para obter esse efeito foram introduzidos filtros de ponderação nos aparelhos de medição e obtida curva de ponderação A, B, C e D. A curva A é aquela que mais aproxima da audição humana (BISTAFA, 2006). Na Fig. (2.4) temos as curvas de ponderação:

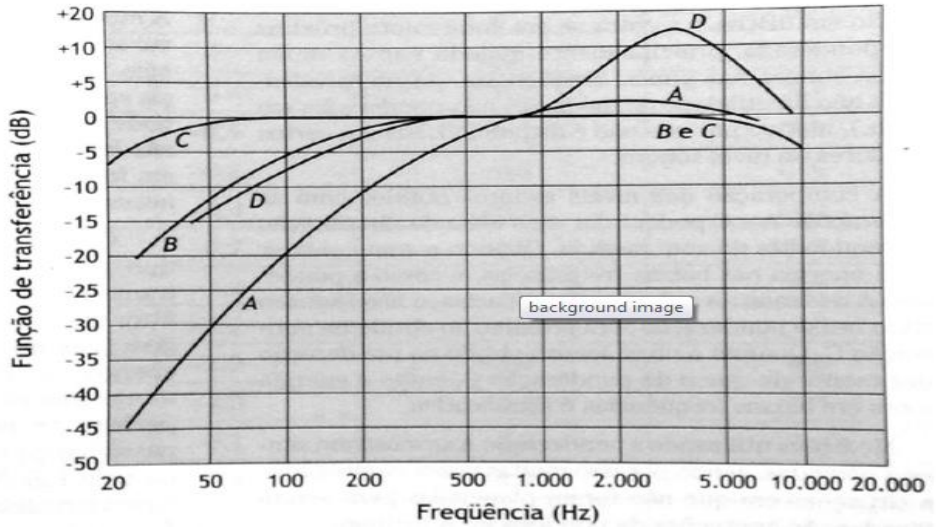


Figura 2.4: Curvas de Ponderação (Fonte: BISTAFA, 2006)

Na prática clínica audiológica os exames de audiometria são normalmente relacionados à escala A. O dB(A) surgiu da necessidade de padronização de valores de nível de pressão sonora para as diferentes frequências padrão na audiologia, pois é, também, a curva que mais aproxima da percepção do som pelo ouvido humano (FROTA, 2003).

Para determinação dos valores de dB(A) que serviram de base para a primeira norma técnica sobre o assunto publicada pela *American Standards Association* em 1951, definiu-se como 0 dB(A), o menor nível de pressão sonora audível por um indivíduo normal. Entretanto, é importante notar que o 0 dB(A) não significa ausência de som.

Na Tab. (2.5) pode ser observada a relação para algumas frequências entre a intensidade sonora dB NPS e a curva A (dB).

Tabela 2.5: Tabela de conversão para curva de ponderação (A)

Frequência (Hz)	Curva A (dB)	Curva B (dB)	Curva C (dB)
250	-8.6	-1.3	0
500	-3.2	-0.3	0
1000	0	0	0
2000	+1.2	-0.1	-0.2
4000	+1	-0.7	-0.8
8000	-1.1	-2.9	-3

Na tabela anterior pode ser vizualizado que o ouvido humano é mais sensível entre 1.000 e 4.000 Hz e menos sensível a sons acima e abaixo dessas frequências (GERGES, 2000).

2.6.4 Perda Auditiva Ocupacional

A perda auditiva relacionada ao trabalho, particularmente, a perda auditiva induzida por ruído (PAIR) é uma doença ocupacional de alta prevalência nos países industrializados, destacando-se como um dos agravos à saúde do trabalhador exposto a níveis sonoros elevados (ALMEIDA, 2000).

A maior característica da PAIR é a degeneração das células ciliadas do órgão de Corti. Recentemente, tem sido demonstrado o desencadeamento de lesões e de apoptose celular em decorrência da oxidação provocada pela presença de radicais livres formados pelo excesso de estimulação sonora ou pela exposição a determinados agentes químicos. Esses achados têm levado ao estudo de substâncias e condições capazes de proteger as células ciliadas cocleares contra as agressões do ruído e dos produtos químicos (OLIVEIRA, 2001; HYPPOLITO, 2003).

O American College of Occupational and Environmental Medicine (Acoem), em 2003, apresenta como principais características da PAIR:

- Perda auditiva sensório-neural com comprometimento das células ciliadas do ouvido interno.
- Quase sempre bilateral.
- Seu primeiro sinal é o acometimento do limiar auditivo em uma ou mais frequências na faixa de 3.000 a 6.000 Hz, sendo que as frequências mais altas e mais baixas

poderão levar mais tempo para serem acometidas. Geralmente percebe-se melhora do limiar na frequência de 8.000 Hz.

- Em condições normais, apenas a exposição ao ruído não produz perdas maiores do que 75 dB em frequências altas e do que 40 dB nas baixas.
- A progressão da perda auditiva decorrente da exposição crônica é maior nos primeiros 10 a 15 anos e tende a diminuir com a piora dos limiares.
- Evidências científicas indicam que o ouvido com exposições prévias a ruído não é mais sensível a futuras exposições.
- Depois de cessada a exposição não haverá progressão da PAIR.
- O risco de PAIR aumenta muito quando a média da exposição está acima de 85 dB(A) por oito horas diárias. As exposições contínuas são piores do que as intermitentes, porém, curtas exposições a ruído intenso também podem desencadear perdas auditivas.
- Quando o histórico identificar o uso de protetores auditivos, deve ser considerada a atenuação real do mesmo, assim como a variabilidade individual durante o seu uso.

Avaliação e diagnóstico da PAIR

A avaliação do trabalhador exposto a ruído consta de avaliação clínica e ocupacional, na qual pesquisa-se a exposição ao risco, pregressa e atual, considerando-se os sintomas característicos, descritos anteriormente.

É importante o detalhamento da exposição para que seja possível buscar relações entre a exposição e os sinais e sintomas. Dessa forma, a anamnese ocupacional configura-se como instrumento fundamental para a identificação do risco.

O conhecimento sobre o ambiente de trabalho também pode ser feito por meio de visita ao local e informações sobre fiscalizações, além do relato do paciente.

1) Avaliação dos efeitos auditivos da PAIR

Para a confirmação da existência de alterações auditivas é fundamental a realização da avaliação audiológica. A avaliação audiológica é formada por uma bateria de exames:

- Audiometria tonal por via aérea.
- Audiometria tonal por via óssea.
- Logoaudiometria.
- Imitanciometria.

Essa avaliação deve ser feita sob determinadas condições estabelecidas pela Portaria n.º 19, da Norma Regulamentadora n.º 7 (NR-7):

- Utilização de cabina acústica.
- Utilização de equipamento calibrado.
- Repouso acústico de 14 horas.
- Profissional qualificado para a realização do exame (médico ou fonoaudiólogo).

Essas condições são fundamentais para que o exame seja confiável, principalmente, considerando-se que a audiometria tonal é um exame subjetivo. A necessidade do repouso auditivo se dá em função da existência da Mudança Temporária de Limiar (MTL), que ocorre após exposição ao ruído e que pode ser confundida com a PAIR. Além desses fatores definidos como extrínsecos ao exame, existem os fatores intrínsecos que se referem ao paciente e suas condições gerais, motivação, inteligência, atenção, familiaridade com a tarefa e interpretação da instrução do exame. O resultado será compatível com PAIR quando apresentar as características descritas anteriormente.

2) Avaliação dos efeitos não-auditivos da PAIR

A avaliação dos efeitos não-auditivos da exposição ao ruído está relacionada com o significado da perda de audição e suas consequências na vida diária do indivíduo. Essa avaliação se faz necessária para indicar de que forma e quanto essa perda auditiva está interferindo na vida pessoal e profissional do indivíduo, possibilitando o real dimensionamento do problema, assim como direcionando possíveis ações de reabilitação.

Ela pode ser feita utilizando-se a própria anamnese ocupacional para caracterização dos sintomas não-auditivos que podem estar relacionados à exposição ao ruído e à própria perda auditiva, assim como outros instrumentos padronizados específicos para o levantamento de dificuldades de vida diária (principalmente comunicação) como questionários de auto avaliação.

O diagnóstico de PAIR de origem ocupacional depende da representação típica nos audiogramas e da comprovação da existência de exposição ao ruído no ambiente de trabalho, considerando-se sempre a intensidade e a característica desse agente, assim como o modo de exposição (GUERRA et al., 2005).

A PAIR, na grande maioria dos casos, não ocasiona a incapacidade para o trabalho, o que determina dificuldades na notificação desse agravo à saúde do trabalhador no país.

Portanto, as estimativas da prevalência dessa doença nas diferentes classes de trabalhadores brasileiros são efetuadas, basicamente, por meio de alguns estudos epidemiológicos (BARBOSA, 2001; MARTINS et al., 2001).

Estudo realizado com motoristas de ônibus de várias linhas na cidade de São Paulo mostrou que o nível de exposição semanal para uma das linhas foi de 85 dB(A), e para as demais linhas o valor foi superior a 85 dB(A) chegando a 93 dB(A). As audiometrias mostraram que 49.1% dos ouvidos direitos e 62.8% dos ouvidos esquerdos dos motoristas apresentaram audiogramas com configuração de PAIR (FERNANDES, 2004).

Estudos com motoristas de ônibus (SILVA & MENDES, 2005) e caminhões (KARIMI et al., 2010), expostos ao mesmo ruído do tráfico dos motoristas de ambulâncias, revelam presença de alterações auditivas nesses trabalhadores, especialmente, na faixa de frequências entre 4.000 e 8.000 Hz.

2.7 Considerações sobre Ruído Veicular

As legislações brasileiras específicas sobre ruído proveniente de automóveis são ainda escassas ou inexistentes como, por exemplo, no que se refere à emissão de ruído por pneus. Diferentemente da Europa, onde a Diretiva 2001/43/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de junho de 2001, regulamenta os pneumáticos dos veículos motorizados (PINTO, 2010).

No entanto, pode-se inferir que, de forma geral, a preocupação em regulamentar os limites de emissão sonora por veículos tem aumentado a cada dia, conforme corroborado pelas resoluções do CONAMA, o que faz com que a emissão sonora da frota de veículos atualmente seja bem menor do que 20 anos atrás. Obviamente esta redução é tanto pelo aumento da tecnologia empregada nos veículos quanto pelas referidas imposições legais, conforme exemplificado na Tab. (2.6):

Tabela 2.6: Limites de nível de ruído estabelecidos pela Resolução CONAMA número 418.

CATEGORIA	POSIÇÃO DO MOTOR	NÍVEL DE RUÍDO (dB(A))
Veículo de passageiros até 9 lugares e veículo de uso misto derivado de automóveis	Dianteiro	95
	Traseiro	103

Veículos de passageiros com mais de 9 lugares, veículo de carga ou de tração, veículo misto não derivado de automóveis ou PBT até 3.500Kg	Dianteiro Traseiro	95 103
Veículo de passageiro ou de uso misto com mais de 9 lugares e PBT com mais de 3.500Kg	Dianteiro Traseiro	92 98
Veículo de carga ou de tração com PBT acima de 3.500Kg	Todos	101
Motocicletas, motonetas, ciclomotores, bicicletas com motor auxiliar e veículos assemelhados	Todas	99

(Fonte: Resolução CONAMA número 418, 2009)

Deve-se ressaltar que além de estabelecer parâmetros para emissão de ruído para veículos parados, há também recomendações específicas para veículos em movimento (NBR 8433, ABNT 1995).

Além disso, no contexto de esforços em prol de melhorar o controle de emissão de ruído veicular pode-se citar o trabalho desenvolvido por Pinto (2010), que realizou uma análise dos procedimentos atuais de medição de ruído em condição parado, realizando uma série de recomendações para tornar mais preciso e eficiente este procedimento.

Outro estudo que merece destaque é o apresentado por Hills et al., (2007) que realizou uma análise estatística de uma série de medições da resposta de audiofrequência de um grande número de veículos.

O ruído no interior do veículo é uma combinação do ruído do motor, ruído de tráfego, ruído do escapamento, ruído aerodinâmico, ou seja, aquele devido ao fluxo de ar ao longo do corpo do veículo em movimento, ruído do sistema de freio e dos próprios componentes internos no interior do veículo.

Um ruído externo pode ser transmitido para o interior da cabine de um veículo por meio do ar (ruído aéreo) ou pela estrutura do veículo (ruído estrutural). O ruído aéreo é aquele transmitido diretamente pelas frestas das portas e painéis, e, além disso, pode ser transmitido por vidros (janelas e para-brisas) que irradiam som para o interior do veículo. Já o ruído estrutural pode ser causado pela vibração dos suportes do motor, suspensão, escapamento e propagação de vibrações através das ligações estruturais.

O nível de ruído no interior de um veículo é um fator primordial que agrega valor comercial ao mesmo, já que tem influência na saúde e bem estar dos seus usuários. Por outro lado, o ruído emitido pelo veículo tem pouca importância comercial, mas deve atender às exigências de normas locais e/ou internacionais relacionadas ao nível máximo de ruído emitido por este veículo no ambiente (impacto ambiental).

O ruído no interior da cabine de um veículo é controlado pelas exigências legais das normas que regulam os níveis de ruído emitidos para o ambiente externo. O sucesso em reduzir o ruído interno, está diretamente relacionado ao tratamento acústico para redução sonora de forma a atender os limites máximos de ruído emitidos pelo veículo. Por exemplo, para Vans, este valor atualmente está em torno de 77 dB(A) (ISO 362-2, 2009).

2.8 Níveis de Ruído devido ao Tráfego Veicular

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos há algum tempo em áreas urbanizadas com o intuito de avaliar o nível de insalubridade no que diz respeito a níveis sonoros. Neste contexto, Álvares & Souza (1992) levantaram dados sobre o ruído de forma geral na cidade de Belo Horizonte (MG). Segundo os autores, o trânsito é o maior contribuinte para a poluição sonora na cidade. Os 21 pontos mais ruidosos apontaram para valores de Nível Sonoro Equivalente, Leq, acima de 79 dB(A).

Outro estudo foi realizado por Silva & Goldner (1998) sobre o ruído de tráfego e a poluição atmosférica na cidade de Florianópolis. As medições de ruído foram realizadas em dias típicos da semana (terça, quarta e quinta-feira), e simultaneamente a isso, contabilizou-se o fluxo de tráfego. Os resultados das medições mostraram que todos os pontos pesquisados apresentaram níveis sonoros que excederam o valor padronizado pela legislação municipal, isto é, 65 dB(A).

Algumas pesquisas desenvolvidas em ambientes internos também têm sido muito importantes, visto que grande parte da população vem sofrendo com a poluição sonora em seus próprios domicílios. Um estudo de caso do incômodo gerado pelo ruído de tráfego em

zonas residenciais foi feito por Arruda *et al.* (2000). Foi detectado que moradores de um condomínio de elevado padrão no Rio de Janeiro estavam sujeitos a níveis sonoros muito elevados devido ao tráfego em avenidas próximas. As medições realizadas mostraram que, nos apartamentos, os valores obtidos estavam acima do permitido para o local, que é igual a 55 dB(A).

Outra pesquisa realizada para mensurar os níveis sonoros em um centro urbano foi desenvolvida por Morrilas (2002). Os resultados mostraram que em 90% dos locais de medição, o nível sonoro equivalente (Leq) estava acima de 65 dB(A) e 100% estavam acima de 55 dB(A).

Um levantamento de níveis sonoros em centros urbanos foi realizado por Li *et al.* (2002) na cidade de Beijing, na China. Os resultados das análises feitas mostraram que apenas um ponto de medição não possuía níveis sonoros acima do que é permitido pela legislação local (70 dB(A)). Além disso, o nível sonoro equivalente (Leq) estava acima de 75 dB(A) para 22 dos 41 pontos medidos.

Ali & Tamura (2003) realizaram trabalho similar, fazendo um levantamento dos níveis sonoros na cidade do Cairo (Egito). O Leq em todos os pontos medidos esteve acima de 76 dB(A), chegando a 88.9 dB(A) em determinados locais.

Outro trabalho, com o mesmo objetivo, realizado por Bortoli (2002) em alguns pontos na cidade de Curitiba em diversas épocas do ano, encontrou Leq's da ordem de 72 dB(A). Em geral, para todos os pontos analisados, os níveis sonoros foram considerados insalubres.

Um trabalho que objetivou mensurar o ruído em duas configurações distintas de sistema viário foi realizado por Alba *et al.* (2003). Compararam-se níveis sonoros em uma via, antes e depois de modificações significativas no sistema viário do entorno que causaram alterações na escolha de rotas e, consequentemente, no volume veicular, que por sua vez alterou diretamente os níveis sonoros. Após o término das obras verificou-se que os níveis sonoros caíram significativamente. As reduções, devido à redução dos volumes de tráfego, foram da ordem de 3.0 a 7.5 dB(A) atingindo, em vários locais, e permitiu verificar que, em grande parte dos pontos de medição, os níveis sonoros encontrados estavam acima do que é considerado saudável para tempos de exposição maiores que uma hora.

Nos centros urbanos, as vias expressas e avenidas possuem os maiores fluxos de tráfego e, portanto, estão bastante sujeitas ao ruído. Valadares & Suyama (2003) realizaram uma vasta pesquisa sobre poluição sonora na cidade de Belo Horizonte. Os níveis sonoros encontrados não atendem os níveis recomendados para saúde pública. A média do Leq

encontrado para os corredores de tráfego foi de 78 dB(A) no período diurno e 77 dB(A) no período noturno.

Já o estudo realizado por Pimentel *et al.* (2007) no campus da UFPB teve como objetivo verificar as alterações nos níveis sonoros em função de uma alteração no sistema viário próximo. No entanto, o trabalho concluiu que os níveis sonoros se mantiveram constantes. Os autores mencionam o fato de que a diminuição da velocidade média dos veículos, bem como a substituição do pavimento gasto por um novo, pode ter compensado a diminuição da distância entre a fonte e o receptor.

2.9 Qualidade de Vida e Trabalhadores de Unidades de Atendimento Móvel

O termo qualidade de vida foi empregado, com repercussão, pela primeira vez, em 1964, pelo presidente dos Estados Unidos, Lyndon Johnson, ao declarar que *"os objetivos não podem ser medidos através do balanço dos bancos. Eles só podem ser medidos através da qualidade de vida que proporcionam às pessoas"* (WHOQOL, 1994).

A qualidade de vida (QV) se tornou um tema importante para a sociedade em geral, na literatura científica, e especialmente no campo da saúde, pois a progressiva desumanização devido ao desenvolvimento tecnológico das ciências de saúde trouxe uma maior preocupação com o tema (KLUTHCOVSKY e TAKAYANAGUI, 2007).

A definição mais utilizada é dada pelo grupo de qualidade de vida da Organização Mundial de Saúde (OMS) que a conceitua como "a percepção do indivíduo da sua posição na vida, no contexto da cultura e do sistema de valores nos quais ele vive e com relação a seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações" (FLECK 2000).

É importante destacar que a qualidade de vida está relacionada às percepções que o ser humano tem sobre os aspectos físicos, psicológicos, sociais, culturais, elementos importantes para sua condição humana, tanto no âmbito individual quanto coletivo. Ela é uma expressão de difícil conceituação devido ao caráter subjetivo, complexo e multidimensional (FLECK et al., 2000; The WHOQOL Group, 1996).

A OMS propõe que a qualidade de vida é multifatorial, referendando-se a partir das seguintes dimensões: (1) saúde física, (2) saúde psicológica, (3) nível de independência (em aspectos de mobilidade, atividades diárias, dependência de medicamentos, cuidados médicos e capacidade laboral), (4) relações sociais e (5) meio ambiente (SOUZA e CARVALHO, 2003).

Ter qualidade de vida depende de fatores intrínsecos e extrínsecos. Desta forma, existe uma conotação diferente de qualidade de vida para cada pessoa, resultante da sua inserção na sociedade.

Segundo alguns autores a qualidade de vida está ligada a satisfação das necessidades mais elementares da vida humana: alimentação, acesso à água potável, habitação, trabalho, saúde e lazer, pois estes são elementos que tem como referência noções relativa ao conforto, bem estar, realização individual e coletiva (MINAYO et al 2000).

Dessa forma, o trabalho é um dos meios de assegurar a satisfação das necessidades pessoais e como tal representa um fator determinante da qualidade de vida. Portanto, um ambiente de trabalho insalubre pode acarretar uma má qualidade de vida para o trabalhador (ALMEIDA, 2009).

Considerando o ambiente de trabalho, nas unidades que prestam atendimento pré-hospitalar (APH) são realizados inúmeros procedimentos, desde os mais simples até os que envolvem alta complexidade. São locais onde os profissionais se deparam, cotidianamente, com situações inesperadas que envolvem sofrimento, dor, morte e, muitas vezes, colocam em risco suas próprias vidas (LADEIRA e BARRETO, 2008). A qualidade de vida dos respectivos profissionais está diretamente relacionada à realização profissional e depende da valorização, do desenvolvimento e do reconhecimento que lhes é oferecido por meio de uma relação humanística (LENTZ, COSTENARO et al., 2000).

Compete aos profissionais que atuam nos serviços de APH realizar um trabalho integrado, com destreza, agilidade, fundamentação teórica, preparo físico e estabilidade emocional. Viver neste ambiente pode contribuir para a tensão e o estresse, tendo como cenário, situações que envolvem sofrimento, dor, angústia, medo, tensão e morte. Além disso, esses profissionais estão expostos a uma série de fatores ergonômicos que podem afetar negativamente a sua saúde, tais como altos níveis sonoros, vibrações, poluição do ar e sobrecargas posturais (PORTELA e ZAMIM, 2010; TSE e FLIN et al., 2006, OKURUNBIDO e SHIMBLES, 2007; AREZES e BERNARDO, 2012). Todos estes aspectos podem influenciar tanto na percepção acerca das situações avaliadas pelos indivíduos como estressantes, quanto nas respostas deles ao estresse, possivelmente repercutindo no desempenho profissional, na vida pessoal, familiar e social e, como consequência, interferir negativamente na qualidade de vida.

Dentre os fatores que os profissionais estão expostos, o ruído merece destaque, pois provoca danos ao desempenho no trabalho e pode ser a causa do aumento de afastamentos e dos conflitos sociais (FAGERLONN, 2011). A legislação brasileira (Regulamento ato NR-

15: operações insalubres) (NR 15, 1997) mostra um limite máximo de 85 dB(A) para a jornada de trabalho de 8 horas. No entanto, a norma NR- 17 (Regulamento ato NR- 17: Ergonomia) (NR 17, 1997) estabelece que um nível de exposição superior a 65 dB(A) durante 8 horas de trabalho é considerável desconfortável.

Considerando os danos provocados pelo ruído, estimativas do incômodo devido ao ruído do tráfego rodoviário foram obtidas internacionalmente através de inquéritos sociais com os dados europeus, sugerindo que entre 10% e 35% dos habitantes urbanos estão incomodados com o ruído de tráfego rodoviário (DRATVA e SEMP, 2010; PAUNOVIAE et al., 2009; FYHRI e AASVANG, 2010).

Um trabalho que identificou a reação da população com relação ao ruído foi feito por Zannin *et al.* (2002) na cidade de Curitiba - PR. Os resultados da pesquisa mostraram que 76% dos entrevistados dizem-se incomodados com o ruído e apontam como principal fator responsável o trânsito intenso. Com relação a um possível aumento do ruído com o passar dos anos, 60% dos entrevistados afirmam que o ruído aumentou nos locais próximos de suas residências.

Pesquisa mais específica sobre o incômodo do ruído de tráfego foi feita por Versfeld &Vos (2002). Os autores investigaram a possibilidade de haver alguma relação entre o incômodo causado pelo ruído e a proporção de veículos pesados. A metodologia adotada para a realização dos testes em laboratório, com vinte pessoas adultas selecionadas, indicou que o incômodo gerado pelos veículos leves é maior do que o gerado pelos veículos pesados, isto sob determinadas condições (como Leq = 60 dB(A) para as duas situações, e condições de tráfego estáveis).

Os trabalhadores de unidades de suporte móveis representam um grupo de fundamental importância no dia a dia da sociedade. O processo de adoecimento e, consequente, afastamento pode estar associado ao local de trabalho, podendo contribuir para a diminuição da sua qualidade de vida.

3

METODOLOGIA

Trata-se de estudo descritivo transversal realizado com dois serviços particulares de urgência e emergência e seus trabalhadores.

A amostra foi composta pela equipe de profissionais que atuam nas unidades de suporte móveis sendo eles: motoristas, enfermeiros e técnicos.

Foram incluídos os profissionais que trabalham nestas unidades de suporte móveis há no mínimo um ano e que não tinham nenhuma outra atividade laboral em ambientes com nível sonoro superior a 85 dB(A).

Foram excluídos os profissionais que estavam de férias ou licença médica durante o período de coleta de dados.

3.1 Coleta de Dados

Foi realizado contato com os diretores de duas empresas privadas localizadas no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, onde foi apresentado o projeto, seus objetivos e repercussões. Os diretores concordaram com a realização do estudo e assinaram a carta de anuência autorizando a realização de medições na unidade de suporte móvel para análise acústica (Anexo 1).

Os funcionários foram convidados a participarem da pesquisa e os que concordaram foram esclarecidos e orientados sobre todos os procedimentos. Receberam informações escritas (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - Anexo 2) sobre o objetivo, importância, sigilo, riscos e benefícios da pesquisa, sobre a participação voluntária e o direito de desistir de participar em qualquer momento do estudo sem a perda de quaisquer de seus benefícios.

O projeto foi analisado e aprovado pelos Departamentos de Fonoaudiologia e Engenharia de Estruturas da UFMG e pelo Comitê de Ética em pesquisa da universidade sob o número 12711013.5.0000.5149 (Anexo 3).

3.2 Procedimentos:

3.2.1 Primeira Etapa: Descrição das especificações da unidade de suporte móvel e análise das condições acústicas.

Nesta etapa foram determinadas as dimensões físicas, detalhes do interior e da sirene, assim como as condições acústicas da unidade de suporte móvel.

Para análise acústica foram realizadas as seguintes medições: Tempo de Reverberação (T_{60}), Isolamento de Ruído Aéreo e Nível Sonoro Contínuo Equivalente total (Leq) do motor e da sirene. Estas medições serão descritas detalhadamente a seguir.

3.2.1.1 Equipamentos

Para realização das medições foram utilizados os seguintes equipamentos:

• **Fonte de som Omnidirecional (OSS):** usa 12 colunas correspondentes em uma configuração dodecaédrica para atingir um padrão de distribuição esférica satisfazendo as exigências da ISO 3382-2. Quando ligada a um amplificador de potência Marantz SR 6000, a OSS pode proporcionar uma potência de saída de aproximadamente 80 dB a 2.5m da fonte. As 12 colunas selecionadas são ligadas em série de uma rede paralela para garantir tanto a operação em fase quanto em correspondência de impedância para o amplificador de potência. A OSS é de 30cm de diâmetro.

• **Microfones**: são do tipo I fabricados pela BSWA. Eles são do tipo de resposta de campo livre, omnidirecional, com cápsula do condensador de 1/2pol de diâmetro. Os microfones têm uma sensibilidade de 45.2 mV/Pa.

• **Interface National Instruments USB-9233**: A interface National Instruments foi utilizada juntamente com o software MATLAB. A interface possui quatro entradas que utilizam

conectores do tipo BNC e funciona como um conversor AD/DA conectada a um computador via USB.

• **Software WinMLS**: foi utilizado para o cálculo dos seguintes parâmetros acústicos: tempo de reverberação, diferença de nível e nível sonoro contínuo equivalente de acordo com as exigências da ISO 140-5 e ISO 3382-2.

A resposta do sinal aleatório devido à fonte omnidirecional utilizada como fonte de ruído branco nas medições da ambulância foi captada utilizando-se a placa de aquisição NI 9233 (filtro anti-aliasing já incluído na placa), microfone omnidirecional tipo I (BSWA), e software MATLAB. O conversor A/D utilizado (NI 9233) pode operar com fs de até 50.000 amostras/s.

O tempo total de medição foi de 8s. Para a captação, utilizou-se janela tipo *hanning*. Esta função, ou janela *hanning*, seleciona uma porção do sinal original (pressão sonora em Pa) que será analisado e dá para cada ponto pesos diferentes. Este tipo de janela é adequado para sinais aleatórios (BENDAT e PIERSON, 2000).

Uma taxa de amostragem fs foi igual a 25.000 amostras/s (a frequência máxima de interesse fmax foi de 8.000 Hz). A pressão sonora de excitação (fonte omnidirecional) foi elevada o suficiente, ou seja, bem acima do ruído de fundo.

Após a captação do sinal, o mesmo foi armazenado em um arquivo o qual foi lido pelo software WinMLS (WINMLS, 2004) para o cálculo das Densidades de Potência Espectral e, consequentemente, dos níveis de pressão sonora em bandas de oitava (BENDAT e PIERSON, 2000).

Antes de cada medida, todo o arranjo foi verificado e calibrado com um calibrador BSWA. Os microfones utilizados estavam com os certificados de calibração dentro do prazo de validade (Anexo 4) e os equipamentos foram transportados para os locais de medição em caixas especiais.

3.2.1.2 Sistema de Calibração

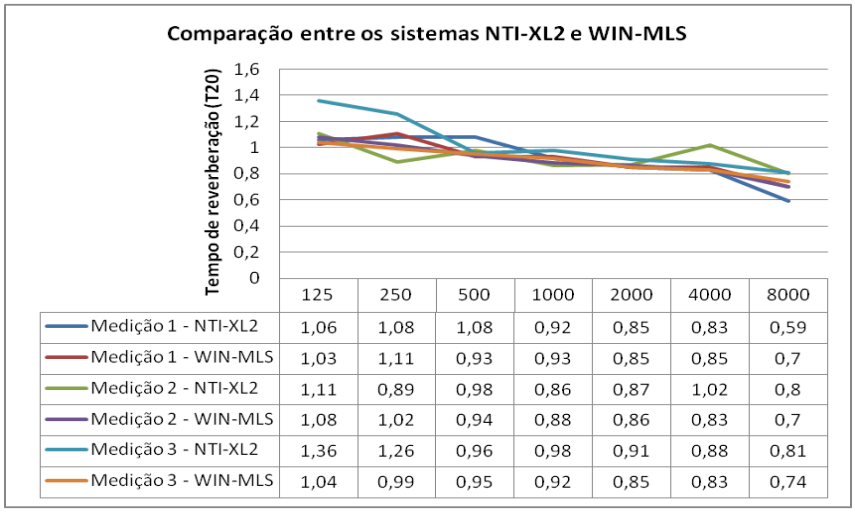
3.2.1.2.1 Medições do Tempo de Reverberação

Para a medição do Tempo de Reverberação (T_{60}) foi utilizado um microfone tipo I e os dados foram captados pela placa de aquisição National Instruments (NI 9233) utilizando o software MATLAB e analisados no software WinMLS. Para comprovar a eficiência desse

sistema utilizado, foi realizada calibração do mesmo e testes de comparação com o medidor de nível de pressão sonora NTI-XL2 (Fig. 3.1), que também tem microfone tipo I de acordo com a norma IEC-61672-1. O NTI-XL2 tem capacidade de medir na faixa de frequência de 63Hz a 8.000Hz.

Figura 3.1: Medidor de Nível de pressão sonora NTI-XL2

Para a comparação foi realizada medição em uma sala de aula utilizando simultaneamente os dois equipamentos e os resultados foram analisados. Foram feitas 3 medições em pontos diferentes da sala nas frequências de 125Hz a 8.000Hz. Estes pontos foram escolhidos de forma aleatória e respeitando as distâncias exigidas pela norma ISO 3382-2. Os valores obtidos estão apresentados nas Figs. (3.2 e 3.3).



	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Medição 1 - NTI-XL2	1,06	1,08	1,08	0,92	0,85	0,83	0,59
Medição 1 - WIN-MLS	1,03	1,11	0,93	0,93	0,85	0,85	0,7
Medição 2 - NTI-XL2	1,11	0,89	0,98	0,86	0,87	1,02	0,8
Medição 2 - WIN-MLS	1,08	1,02	0,94	0,88	0,86	0,83	0,7
Medição 3 - NTI-XL2	1,36	1,26	0,96	0,98	0,91	0,88	0,81
Medição 3 - WIN-MLS	1,04	0,99	0,95	0,92	0,85	0,83	0,74

Figura 3.2: Comparação entre os sistemas de medição do tempo de reverberação

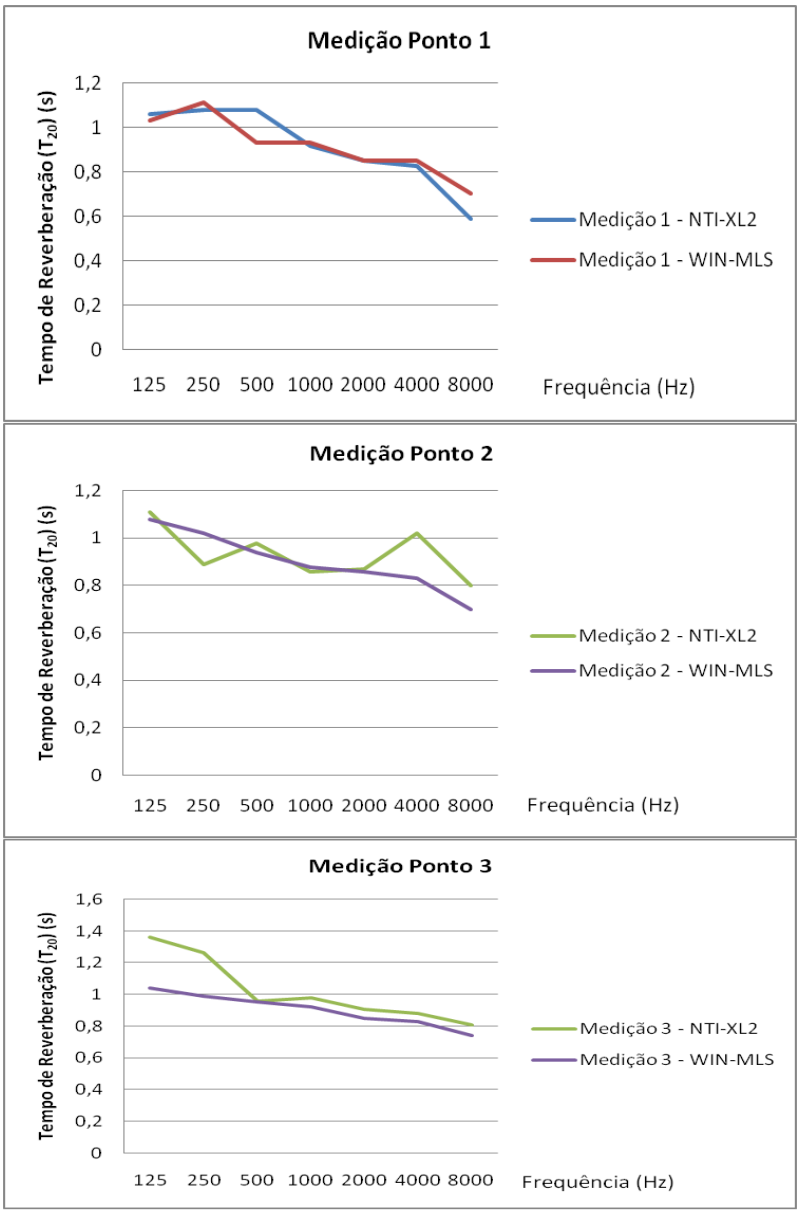


Figura 3.3: Medições do tempo de reverberação para comparação dos sistemas

Foi realizada análise estatística para comparar a aproximação dos valores encontrados pelos dois sistemas e pode-se comprovar que eles não são diferentes estatisticamente conforme descrito na Tab.(3.1).

Tabela 3.1: Análise estatística para comparação dos sistemas de medição do tempo de reverberação

	125Hz	**250Hz**	**500Hz**	**1000Hz**	**2000Hz**	**4000Hz**	**8000Hz**
Teste T de Student	1.34	0.32	1.77	0.26	1.30	1.28	0.27

Média das diferenças	0.12	0.03	0.06	0.10	0.02	0.07	0.02
Valor p	0.30	0.76	0.21	0.80	0.26	0.32	0.80

O mesmo sistema foi utilizado para realização das medições do Isolamento de Ruído Aéreo e Nível Sonoro Contínuo Equivalente (Leq) do motor e da sirene com a ambulância estacionada.

3.2.1.2.2 Medições do Ruído de fundo e Nível Sonoro Contínuo Equivalente durante as viagens de emergência

Para a medição do Ruído de fundo e Nível sonoro contínuo equivalente durante as viagens de emergência foi utilizado medidor de nível de pressão sonora DEC-490 com microfone tipo II e os dados foram analisados no programa Microsoft Excel e SPSS 16.0. Para comprovar a eficiência do método utilizado, foi realizada calibração do mesmo e realizados testes de comparação com o medidor de nível de pressão sonora NTI-XL2, que tem microfone tipo I.

Para a comparação foi realizada medição em uma sala de aula utilizando, simultaneamente, os dois equipamentos e os resultados foram analisados. Foram feitas 6 medições no mesmo ponto da sala nas frequências de 63Hz a 8.000Hz. Este ponto foi escolhido de forma aleatória e respeitando as distâncias exigidas pela norma ANSI S12.60 (2010). Os valores obtidos estão apresentados na Fig. (3.4).

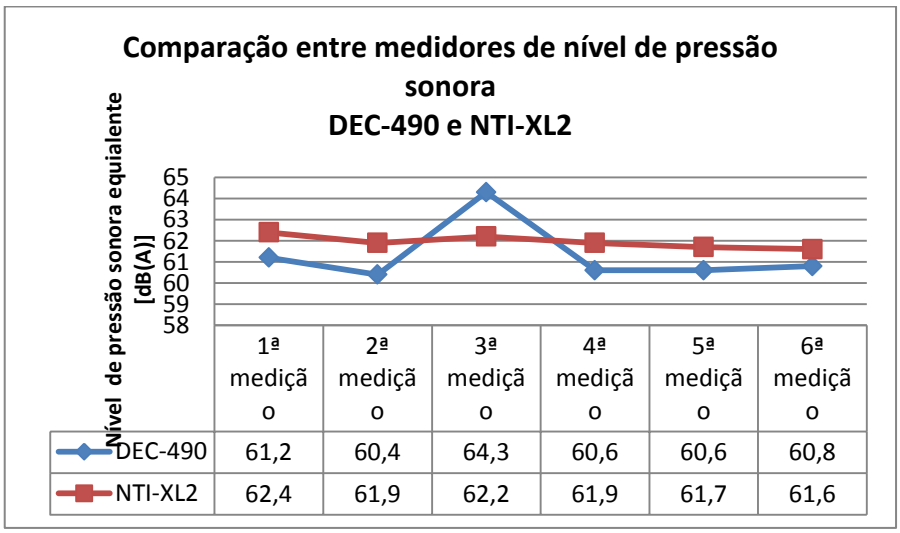


Figura 3.4: Medições do Nível de Pressão Sonora Equivalente (Leq) para comparação entre os equipamentos

Neste caso também foi realizada análise estatística para comparar a aproximação dos valores encontrados pelos dois medidores de nível de pressão sonora e pode-se comprovar que eles não são diferentes estatisticamente conforme descrito na Tab. (3.2).

Tabela 3.2: Análise estatística para comparação dos medidores de nível de pressão sonora utilizados na medição do L_{90} e L_{eq}

	DEC-490	**NTI-XL2**
Média do L_{eq} das 6 medições [dBA]	61.31	61.95
Teste T de Student	-1.14	
Média das diferenças	-0.63	
Desvio padrão	1.35	
Valor p	0.30	

3.2.1.3 Tempo de Reverberação

Esta medição teve como objetivo determinar o tempo de reverberação dentro da cabine da ambulância.

Estímulo

Neste sistema de medição o estímulo utilizado foi o estouro de balão. A escolha do tipo de estímulo foi baseada nos estudos de Jambrosic et al., (2007) e Pätynen et al., (2011) que mostraram que estouros de balões constituem uma boa opção para as medições do tempo de reverberação.

A resposta impulsiva devido ao estouro do balão foi captada utilizando-se placa de aquisição NI 9233 (filtro anti-aliasing já incluído na placa), microfone omnidirecional tipo I (BSWA) e software MATLAB.

O tempo total de medição foi de 8s. Para a captação utilizou-se janela retangular, que é uma função cujo valor é igual a 1 no intervalo 0(zero)-1(um), e igual a zero fora deste intervalo. Esta função, ou janela retangular, seleciona uma porção do sinal original (pressão sonora em Pa) que será analisado e dá para cada ponto o mesmo peso (ou seja, mesma ponderação). Este tipo de janela é recomentado para os sinais de excitação (impulso) e resposta impulsiva (BENDAT e PIERSON, 2000).

Para esta medição a taxa de amostragem utilizada foi de 25.000 amostras/seg e a faixa de frequência variou de 63Hz a 10.000Hz, sendo que a frequência mínima de interesse ($f_{mín}$) foi de 125Hz e a máxima de interesse ($f_{máx}$) foi de 8.000 Hz.

Após a captação do sinal, o mesmo foi armazenado em um arquivo o qual foi lido pelo software WinMLS para o cálculo do T_{60}. No software WinMLS, as respostas impulsivas foram filtradas em bandas de oitava. Para cada medida o software calculou os parâmetros **snr** (*signal to noise range*), **corr (***coeficiente de correlação*) e **edr** (*effective decay range*). Para o cálculo do **srn**, a estimativa do ruído de fundo é baseada utilizando o valor final correspondente a 10% da curva da resposta impulsiva. Já o parâmetro **edr**, descreve a faixa da curva de decaimento disponível para análise. O software também calcula o coeficiente de correlação **corr**, conforme descrito ISO 3382-2. Estes coeficientes fornecem importantes informações sobre a qualidade das medições e dos parâmetros calculados (ISO 3382-2; LUNDEBY, 1981).

Nesta medição, tanto a fonte de som (estouro de balão) como o microfone foram colocados em três posições, sendo realizadas duas medições em cada posição conforme recomendações da norma 3382-2 (método de engenharia).

Posição da Fonte e Microfones

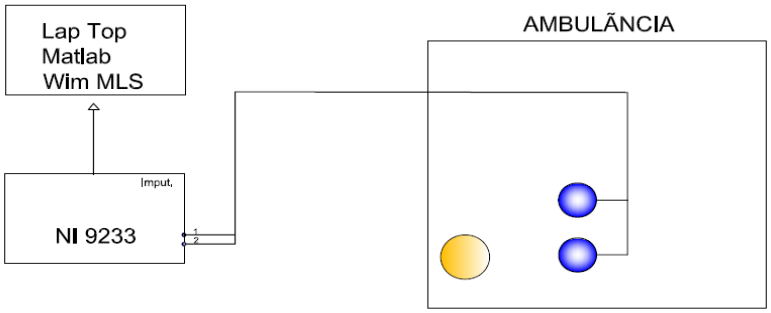
As posições da fonte e microfones são ilustradas na figura 1 (Anexo 5) e listadas na Tab. (3.3):

Tabela 3.3: Posições da fonte (FPos) e microfones (Pos) para medida do tempo de reverberação

	Distância do chão (m)	**Distância parede esquerda (m)**	**Distância parede traseira (m)**
FPos 1	76	1.35	0.30
FPos 2	76	1.35	1.18
FPos 3	1.35	0.63	0.14
Pos 1	1.44	0.50	2.36
Pos 2	0.40	1.35	2.00
Pos 3	0.40	1.35	2.36

Configuração para Medições

Para as medições do tempo de reverberação, a configuração da (Fig 3.5) foi utilizada.



Legenda: Microfones (azul); Fonte = balão (amarelo).

Figura 3.5: Configuração da medição do tempo de reverberação.

Procedimento de Medição

1) Montagem dos equipamentos conforme a configuração mostrada na figura (3.5) e colocação dos microfones nas três posições marcadas na figura 1 (Anexo 9.5).

2) Posicionamento para estouro do balão na posição FPos1.

3) Registro do tempo de reverberação para o microfone na Pos1.

4) Mudança do posicionamento para estouro do balão para a posição FPos2.

5) Registro do tempo de reverberação para o microfone na Pos2.

6) Mudança do posicionamento para estouro do balão para a posição FPos3.

7) Registro do tempo de reverberação para o microfone na Pos3.

3.2.1.4 Isolamento de Ruído Aéreo

O objetivo desta medição foi determinar o isolamento de ruído aéreo da cabine da ambulância.

Este isolamento de ruído aéreo deve ser medido para determinar a influência que uma fonte de ruído fora da ambulância tem sobre o ambiente sonoro interno.

Estímulo

Para esta medição o estímulo foi produzido por uma fonte omnidirecional. O estímulo foi um sinal de ruído branco na faixa de frequência de 50Hz a 8.000Hz. A taxa de amostragem utilizada foi de 25.000 amostras/seg.

Posicionamento da Fonte e Microfones para Medição

A ISO 140-5 especifica o posicionamento da fonte sonora e microfones, entretanto, uma vez que as especificações são destinadas para edifícios, as posições e número de microfones utilizados nesta medição, bem como o posicionamento da fonte desviaram do especificado devido às dimensões da ambulância em comparação com a de um espaço interior de um edifício. A ISO 5128 foi utilizada uma vez que fornece as especificações para a colocação de microfones dentro de veículos motorizados.

Duas medições foram realizadas: lateral esquerda e parte traseira da cabine da ambulância. Todas as medições foram realizadas utilizando o mesmo procedimento, apenas o microfone e a fonte foram movidos.

Posição do Autofalante

A ISO 140-5 especifica que o autofalante deve ser posicionado a 7m da fachada, e de modo que um ângulo de 45º com a superfície seja obtido. Entretanto, não foi possível obedecer todas as exigências devido à disponibilidade no momento da medição, às dimensões da ambulância e às condições do local da medição. Sendo assim, foi utilizada uma fonte de som omnidirecional e estabelecida uma distância menor igual a 3.5m. Além disso, não foi possível posicionar a fonte de forma que o ângulo de 45º fosse obtido devido à altura da ambulância. Portanto, optou-se por ter incidência normal, colocando a fonte na mesma altura que o centro do painel da ambulância.

Quando posicionada do lado esquerdo da ambulância a fonte foi identificada como 1, quando posicionada na traseira foi identificada como 2.

Posição dos Microfones;

Não foi possível utilizar as especificações da ISO 140-5 para as posições do microfone, pois as dimensões do interior da ambulância são muito pequenas. Segundo estas determinações deve ter pelo menos 5 microfones espaçados de 0.7m entre si, com 0.5m de distância de qualquer superfície ou objeto e 1m entre qualquer microfone e a fonte sonora.

Diante das dificuldades em manter as distâncias especificadas pela ISO 140-5 dentro da ambulância, foram selecionados 2 microfones, sendo um fixo no exterior e um móvel colocado no interior da cabine da ambulância. A posição do microfone fixo foi identificado como **Pos 0.** A figura 2 (Anexo 9.5) mostra as três posições do microfone no interior da cabine marcadas por um "*".

Como a ISO 140-5 não determina quaisquer posições específicas no interior de veículos, a ISO 5128 foi utilizada e determina que as medições dos níveis sonoros devam ser feitas em mais de um ponto no interior do veículo, e pelo menos na posição dos ouvidos do motorista e em um ponto na parte traseira do veículo. Os microfones devem ter mais de 15 cm de distância de qualquer superfície dentro do veículo.

O posicionamento específico dos microfones no interior da ambulância é descrito na Tab. (3.4).

Tabela 3.4: Posições dos microfones (Pos) para medida do isolamento de ruído aéreo

	Distância do chão (m)	**Distância parede esquerda (m)**	**Distância parede traseira (m)**
Pos 1	0.55	0.66	2.03
Pos 2	1.12	1.27	2.20
Pos 3	1.03	1.40	0.87

Segundo as especificações da norma ISO 140-5 o microfone no exterior da ambulância deve ser colocado a uma distância de 2m da fachada de frente para a fonte. Entretanto, devido ao ajuste realizado na posição da fonte, o microfone foi posicionado mais próximo do painel a uma distância de 1m e ao nível do centro do painel da ambulância. Devido a esse ajuste, as quantidades calculadas terão o índice "1m" em vez de "2m" como especificado na norma.

Considerações para Medição

Para esta medição, várias condições foram levadas em conta:

• Motor e Sirene: Tanto o motor quanto a sirene da ambulância foram desligados durante esta medida, uma vez que não era de interesse determinar os efeitos dos mesmos.

• Local da Medição: O local da medição possibilitou a instalação e manuseio dos equipamentos.

• Ruído de fundo: O ruído de fundo foi medido inicialmente para garantir que outros sons não iriam interferir nas medições.

Configuração da Medição

Para as medições do isolamento de ruído aéreo a configuração da Fig. (3.6) foi utilizada.

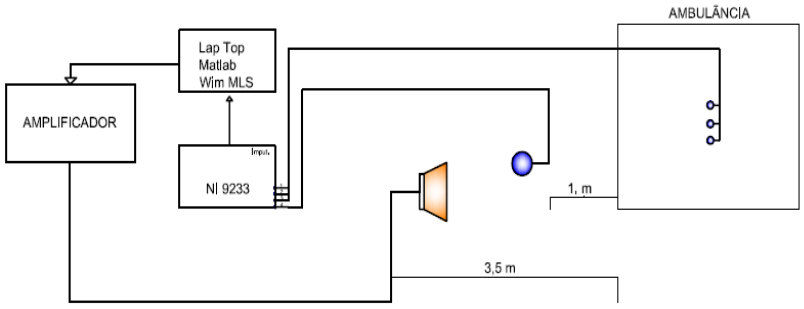


Figura 3.6: Configuração da medição do isolamento de ruído aéreo.

Procedimento de Medição

Primeiramente foi realizada a medição do ruído de fundo:

1) Montagem dos equipamentos conforme a configuração mostrada na figura (3.6).

2) Verificação do motor e sirene que devem permanecer desligados.

3) Calibração do microfone.

4) Com a fonte desligada medir o nível de pressão sonora no microfone nas quatro posições.

5) Verificação dos NPS medidos para garantir que grandes picos ou fontes de ruído indesejáveis não estão presentes.

6) Armazenamento dos dados gravados.

Em seguida, o isolamento acústico foi medido:

1) Manutenção da configuração a partir da medição do ruído de fundo.

2) Ligação da fonte omnidirecional.

3) Transmissão do estímulo através da fonte utilizando a placa de aquisição NI9233, microfone omnidirecional tipo I e software MATLAB.

4) Verificação se o NPS medido dentro da ambulância foi, pelo menos, 6 dB acima do ruído de fundo.

5)Armazenamento dos dados gravados.

3.2.1.5 Nível Sonoro Contínuo Equivalente (Leq) do Motor e Sirene

O objetivo desta medição foi determinar a presença de ruído dentro da ambulância quando o motor está em funcionamento e durante uma resposta de emergência quando a sirene está em uso.

Segundo a ISO 5128 o ruído no interior do veículo devido ao motor deve ser medido durante pelo menos 5seg.

Para esta medição a taxa de amostragem utilizada foi de 25.000 amostras/seg e a faixa de frequência variou de 31.5Hz a 8.000 Hz.

Para obter uma medida do ruído no interior da ambulância durante uma resposta de emergência, o sinal bruto foi medido na posição da cabeça do trabalhador (enfermeiro ou técnico).

As medidas foram realizadas para os seguintes casos:

1) Funcionamento do motor a 1.000 RPM sem sirene.
2) Funcionamento do motor a 2.000 RPM sem sirene.
3) Funcionamento do motor a 3.000 RPM sem sirene
4) Funcionamento da sirene + motor a 1.000 RPM com a ambulância parada.

Posicionamento do Microfone para Medição

A ISO 5128 especifica a posição do microfone no interior dos veículos motores e, portanto, foi adotada.

O nível de pressão sonora dentro da ambulância foi medido na posição marcada por "*" conforme mostrado na figura 3 (Anexo 9.5) e listado na Tab. (3.5).

Tabela 3.5: Posição do microfone (Pos) para medida do Leq do motor e sirene

	Distância do assoalho (m)	**Distância da parede esquerda(m)**	**Distância da parede traseira(m)**
Pos	1.12	1.27	2.20

Considerações para Medição

Para esta medição algumas condições foram levadas em conta:

• Portas e Janelas: Estavam totalmente fechadas.

• Motor e Sirene:

- Para o caso 1 o motor estava funcionando em marcha lenta (1.000 RPM) e a sirene desligada.

- Para o caso 2 o motor estava funcionando a 2.000 RPM e a sirene desligada.

- Para o caso 3 o motor estava funcionando a 3.000 RPM e a sirene desligada.

- Para o caso 4 o motor estava funcionando em marcha lenta (1.000 RPM) e a sirene ligada.

• Local da Medição: O local da medição possibilitou a instalação e manuseio dos equipamentos

• Ruído de fundo: O ruído de fundo foi medido inicialmente para garantir que outros sons não iriam interferir nas medições.

• Tempo de medição: foi igual a 8 segundos para cada situação.

Configuração da Medição

Para as medições do nível sonoro equivalente do motor e sirene da ambulância a configuração da (Fig. 3.7) foi utilizada.

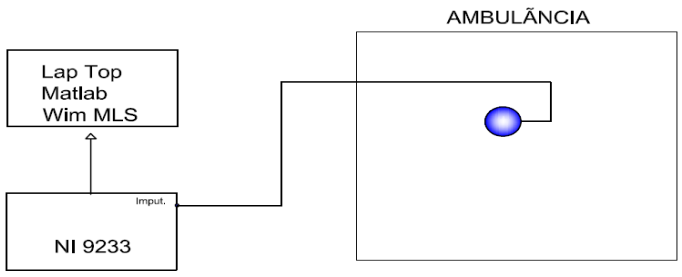


Figura 3.7: Configuração da medição do nível sonoro equivalente (Leq) do motor e sirene da ambulância.

Procedimento de Medição

1) Montagem dos equipamentos conforme a configuração mostrada na figura (3.7).

2) Ligar o motor da ambulância em marcha lenta.

3) Medição do Leq.

4) Armazenamento dos dados.

5) Manter o motor funcionando a 2.000 RPM.

6) Repetir os procedimentos 3 e 4.

7) Manter o motor funcionando a 3.000 RPM.

8) Repetir os procedimentos 3 e 4.

9) Ligar a sirene e manter o motor em marcha lenta.

10) Repetir os procedimentos 3 e 4.

3.2.2 Segunda Etapa: Nível Sonoro Contínuo Equivalente (Leq) na cabine da ambulância durante as viagens de emergência

O objetivo desta medição foi determinar a presença de ruído dentro da cabine da ambulância durante as viagens de emergência.

As medições foram realizadas durante 20 viagens de emergências. As variáveis consideradas nestas medições foram: condições do trânsito, período do dia e utilização da sirene. Cada motorista recebeu um quadro com estas variáveis e preencheram para cada viagem realizada.

3.2.2.1 Equipamento

Para obter uma medida do ruído na cabine da ambulância durante as viagens de emergência foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora digital com datalogger da marca Instrutherm modelo DEC-490.

As medições foram realizadas nas frequências de 63Hz a 8.000 Hz e o equipamento foi programado para coletar dados no modo "*Fast"*, utilizando a curva de ponderação "A", conforme recomendações da NBR 10.151 (ABNT, 2000) e ISO 5128. Utilizou-se espuma protetora no microfone para minimizar efeitos do vento. O equipamento pode ser observado na Fig.(3.8):

Figura 3.8: Medidor do Nível de Pressão Sonora-DEC490

Posicionamento do Equipamento para Medição

O nível sonoro equivalente dentro da ambulância durante as viagens de emergência foi medido na posição marcada por "*" conforme ilustrado na figura 4 (Anexo 9.5) e listado na Tab. (3.6).

Tabela 3.6: Posição do medidor do nível de pressão sonora (Pos) para medição do Leq durante as viagens de emergência

	Distância do assoalho (m)	**Distância da parede esquerda(m)**	**Distância da parede traseira(m)**
Pos	1.12	1.27	2.20

Considerações para Medição

Para esta medição algumas condições foram levadas em conta:

• Ambulância trafegando durante viagens de emergência.

• Janelas: estavam abertas.

• Sirene: utilizada nos casos necessários.

• Tempo de medição: variou de 15 a 37 minutos de acordo com a viagem realizada.

Procedimento de Medição

1) Posicionamento do equipamento conforme descrito na Tab. (3.6).

2) Ligar o medidor de nível de pressão sonora.

3) Apertar GRAV para gravar os dados.

4) Descarregar os dados no computador.

5) Repetir os procedimentos 2, 3 e 4 durante as demais viagens.

3.2.3 Terceira Etapa: Análise da exposição de um trabalhador ao ruído durante a jornada de trabalho.

O objetivo desta medição foi determinar a dose diária de ruído expressa em porcentagem da exposição ocupacional ao ruído durante o período do plantão de um motorista da unidade de suporte móvel.

3.2.3.1 Equipamento

Para determinação da dose de exposição ao ruído foi utilizado o dosímetro de ruído da marca Simpsom modelo 897, fixado durante toda a coleta de dados no lado esquerdo do motorista.

O equipamento ficou preso na lateral do cinto do indivíduo avaliado, passando-se o fio por dentro da camisa, a fim de preservar os movimentos necessários para a atividade do motorista. O microfone saiu pela abertura da gola e foi fixado próximo a área auditiva esquerda. O equipamento pode ser observado na Fig. (3.9):

Figura 3.9: Dosímetro de ruído Simpsom modelo 897

O dosímetro utilizado na pesquisa fornece e armazena as medidas do nível de pressão sonora equivalente, ao mesmo tempo em que faz a dosimetria. Selecionaram-se parâmetros específicos de medição conforme recomendação da NR 15 anexos I e II, como tempo de resposta *slow* e a escala de compensação A, pois esta indica que os níveis medidos estão sendo ponderados pelas frequências de acordo com a subjetividade do ouvido humano. Portanto, os resultados são em dB(A). Suas características técnicas atendem às especificações do padrão dois, das normas ISO 1999 (1989) e ANSI SI-4-1971 para uso geral em trabalho de pesquisa de campo.

Considerações para Medição

Para esta medição algumas condições foram levadas em conta:

• Ambulância: trafegando durante viagens de emergência ou estacionada.

• Janelas: estavam abertas.

• Sirene: utilizada nos casos necessários.

• Tempo de medição: durante o plantão do motorista, em média 12 horas.

OBS: Não foram considerados os períodos de descanso do trabalhador. O cálculo da dose foi baseado em todo o período do plantão.

Cálculo da dose de ruído

De acordo com Gerges (2000) a dose é o parâmetro utilizado para caracterização da exposição ocupacional ao ruído, expresso em porcentagem de energia sonora.

A exposição a níveis diferentes é considerada dentro dos limites permitidos da Portaria Brasileira 3.214, se o valor de Dose Diária de Ruído - D, calculada pela equação (2.29), não excede a unidade.

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \frac{C_4}{T_4} + \cdots + \frac{C_n}{T_n} \qquad (3.1)$$

onde: Ci é o tempo real de exposição a um específico nível de pressão sonora e Ti é o tempo total permitido para o mesmo.

Para o cálculo da dose percentual de ruído absorvida diariamente, além da equação (2.29), a equação (2.30) também pode ser utilizada:

$$\mathrm{D} = \frac{T_{exp}}{8} . 2^{(L_{crit} - L_{eq})/q} . 100\% \qquad (3.2)$$

onde: Texp é o tempo de exposição; Lcrit é o nível limiar de integração a partir do qual os valores devem ser computados para fins de determinação da dose de exposição; Leq é o nível médio baseado na equivalência de energia; q é o incremento de dose que quando adicionado a um determinado nível, implica a duplicação da dose de exposição ou a redução para a metade do tempo máximo permitido.

Um exemplo para entender o que é o incremento de dose é descrito a seguir: se utilizarmos o fator q=5, que é o valor utilizado no Brasil e nos EUA, para um Leq de 90 dB(A) e uma exposição diária de 8 horas, temos uma dose diária de 200%, caso utilize-se um fator q=3, que é o valor utilizado nos países europeus , para o mesmo Leq de 90 dB(A) e tempo de exposição diária de 8 horas, teremos uma dose diária de 317%

A tabela a seguir expressa os critérios a serem adotados na análise da dose diária segundo a NR-15 (Norma Regulamentadora do Ministério do Trabalho) que estabelece em seu Anexo N° 1, os Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.

Tabela 3.7: Critérios para medição da dose de ruído

Parâmetro	**Valor**
Jornada	8 horas
Ruído para jornada	85dB
Incremento de dose	5dB
Circuito de ponderação	A
Circuito de Resposta	Lenta
Nível de Limiar de Integração	85dB
Faixa de Medição	85-115dB

3.2.4 Quarta Etapa: Análise da percepção dos profissionais sobre os sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.

Nesta etapa os profissionais foram investigados por meio da aplicação de dois questionários. O primeiro questionário destinado a analisar os sintomas auditivos e não auditivos é composto por perguntas referentes a dados de identificação e informações sobre a história de vida e ocupação, antecedentes familiares de perda auditiva, uso de medicamentos, presença de sintomas auditivos e não auditivos, entre outras investigações de possíveis causas de perda de audição. Este questionário foi adaptado pela pesquisadora baseado no padrão de Fernandes e Morata (2002b) e contém 17 questões de múltipla escolha (Anexo 9.6).

O segundo questionário investigou a qualidade de vida geral dos trabalhadores. Ele foi desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e é denominado *World Health Organization Quality of Life* (WHOQOL-Bref), versão abreviada do WHOQOL-100 (FLECK, 1999). Utilizou-se a versão abreviada do questionário, traduzido e validado para o Português Brasileiro, conhecido como Avaliação da Qualidade de Vida (Anexo 9.7).

O WHOQOL-Bref é composto por 26 questões sobre qualidade de vida, sendo que, das 26 questões, duas são gerais e as demais representam cada uma das 24 facetas que compõem o instrumento original. Assim, diferentemente do WHOQOL-100 em que cada uma das 24 facetas é avaliada a partir de quatro questões, no WHOQOL-Bref as facetas são

avaliadas por apenas uma questão. O questionário é dividido em quatro domínios conforme é descrito na Tab. (3.8):

Tabela 3.8: Domínios do questionário WHOQOL-Bref

Domínio 1 - Domínio físico
1. Dor e desconforto
2. Energia e fadiga
3. Sono e repouso
9. Mobilidade
10. Atividades da vida cotidiana
11. Dependência de medicação ou de tratamentos
12. Capacidade de trabalho
Domínio 2 - Domínio psicológico
4. Sentimentos positivos
5. Pensar, aprender, memória e concentração
6. Auto-estima
7. Imagem corporal e aparência
8. Sentimentos negativos
24. Espiritualidade/religião/crenças pessoais
Domínio 3 - Relações sociais
13. Relações pessoais
14. Suporte (Apoio) social
15. Atividade sexual
Domínio 4 - Meio ambiente
16. Segurança física e proteção
17. Ambienar
18. Recursos financeiros
19. Cuidados de saúde e sociais: disponibilidade e qualidade
20. Oportunidades de adquirir novas informações e habilidades
21. Participação e oportunidades de recreação/lazer
22. Ambiente físico: (poluição/ruído/trânsito/clima)
23. Transporte

Tal questionário foi pontuado atribuindo-se 0 a 5 pontos por questão, sendo que quanto maior a pontuação, melhor qualidade de vida o indivíduo considera ter. A partir dessa pontuação, a qualidade de vida pôde ser classificada em escalas de avaliação, capacidade e frequência, como pode ser observado na Tab. (3.9).

Tabela 3.9: Escalas de respostas para avaliação, capacidade e frequência do questionário WHOQOL-Bref.

Escala	**0% (âncora)**	**25%**	**50%**	**75%**	**100% (âncora)**
	Muito insatisfeito	Insatisfeito	Nem satisfeito nem insatisfeito	Satisfeito	Muito satisfeito
Avaliação	Muito ruim	Ruim	Nem ruim nem bom	Bom	Muito bom
	Muito infeliz	Infeliz	Nem feliz nem infeliz	Feliz	Muito feliz
Capacidade	Nada	Muito pouco	Médio	Muito	Completamente
Frequência	Nunca	Raramente	Às vezes	Repetidamente	Sempre

Os profissionais foram instruídos a responderem ao questionário considerando as duas semanas anteriores ao preenchimento. Cada indivíduo respondeu ao questionário individualmente, no seu ambiente de trabalho, e na existência de dificuldade de compreensão das questões a pesquisadora teve liberdade para explicar o conteúdo da questão.

As respostas obtidas no WHOQOL-Bref foram analisadas por meio de testes estatísticos, visando comparar os dados obtidos no questionário WHOQOL-Bref entre os seus domínios e entre os domínios e as funções dos trabalhadores.

3.2.5 Quinta Etapa: Sugestões para controle do ruído e preservação da saúde auditiva dos trabalhadores

Depois de concluídas as quatro primeiras etapas do estudo e baseado na análise dos dados coletados foram propostas medidas para controle do ruído no veículo e preservação da saúde auditiva dos trabalhadores.

3.3 Análise Estatística:

Para entrada, processamento e análise quantitativa dos dados, foi utilizado o software SPSS, versão 16.0.

Para fins de análise descritiva, foi feita distribuição de frequência das variáveis categóricas envolvidas nos dados em estudo e análise das medidas de tendência central e de dispersão das variáveis contínuas.

Na análise estatística foram empregados os testes t-Student nos casos de variáveis quantitativas contínuas com distribuição normal e Qui-quadrado ou Exato de Fischer na análise das variáveis categóricas. Para verificação da distribuição das variáveis quantitativas foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk. O nível de significância considerado foi de 5% ($p<0.05$).

4

RESULTADOS

Neste capítulo apresentamos os resultados das análises descritivas e quantitativas das medições acústicas, das medições do Leq em situações de emergência, da medição da dose de ruído durante a jornada de trabalho e das avaliações perceptivas dos profissionais sobre os sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.

O capítulo foi dividido em quatro partes a fim de facilitar a compreensão dos resultados apresentados:

- Parte 4.1: Medidas Acústicas na Unidade de Suporte Móvel;
- Parte 4.2: Medidas do Nível Sonoro Contínuo Equivalente durante as viagens de emergência;
- Parte 4.3: Medidas da dose de ruído durante a jornada de trabalho;
- Parte 4.4: Percepção dos profissionais sobre os sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.

4.1. Medidas Acústicas na Unidade de Suporte Móvel

4.1.1 Sprinter CDI 315

A ambulância analisada obedece ao padrão utilizado pela maioria dos serviços de urgência e emergência da cidade de Belo Horizonte (MG) em termos de especificações técnicas, dimensões físicas, detalhes do interior da cabine e sirene.

Descrição Geral

A ambulância é da marca Mercedes-Benz, modelo Sprinter 315 CDI, 4 portas, diesel, câmbio mecânico e ano de fabricação 2008. O modelo é um padrão Sprinter com teto alto.

Dimensões físicas

As dimensões da ambulância foram medidas durante a visita a empresa SEU (Serviço de Urgência e Emergência). Apenas as dimensões relevantes para este projeto foram obtidas. Os painéis da ambulância são construções de folha dupla com uma folha de metal do lado de fora e metal plástico no interior, separados por aproximadamente 10 cm de espaço de ar. Existe um forte acoplamento estrutural entre as duas folhas, o que é necessário para a construção do veículo.

Não foi possível obter dados mais detalhados sobre os materiais de construção dos painéis da ambulância. As dimensões do corpo, portas e janelas foram obtidas por meio de medidas manuais, sendo possível comparar algumas destas medidas com as fornecidas pela Mercedes-Benz no folheto explicativo da Sprinter 315 CDI.

Determinou-se que as janelas são de vidro individuais de cerca de 6 mm de espessura. Entretanto, as janelas de carro são construídas de forma diferente do vidro comum para evitar a fragmentação quando atingido por um objeto. Isto pode ter um efeito sobre a qualidade do isolamento das janelas, no entanto, não foi possível determinar em que medida uma vez que não havia informação disponível.

As portas são construídas de folha dupla com uma espessura variável e as dimensões dadas, portanto, referem a uma espessura média avaliada. Há também um forte acoplamento estrutural entre as duas folhas em todas as portas. As Tabs. (4.1, 4.2 e 4.3) listam as dimensões do corpo, portas e janelas:

Tabela 4.1: Dimensões do corpo da ambulância

	Altura (m)	**Largura (m)**	**Comprimento (m)**
Exterior	2.36	1.92	4.89
Interior da Cabine	1.60	1.87	2.52

Tabela 4.2: Dimensões das portas da ambulância

	Altura (m)	**Largura (m)**	**Comprimento (m)**
Porta lado Direito	1.87	1.28	10(4)
Porta Traseira Esquerda	1.77	0.80	10(4)
Porta Traseira Direita	1.77	0.80	10(4)

Tabela 4.3: Dimensões das janelas da ambulância

	Altura (cm)	**Largura (cm)**
Janela porta traseira	55	55-51
Janela porta lateral direita	55	96

Sirene

A sirene desta ambulância possui apenas um tipo de alarme sonoro, sendo que o nível de som da sirene é predefinido e não pode ser ajustado pelo motorista, enfermeiros e técnicos.

O nível de pressão sonora produzido pela sirene em funcionamento foi determinado e será apresentado a seguir.

Interior

O interior da cabine da ambulância é mostrado na Fig. (4.1) com a maca, posicionada ao lado esquerdo. Os equipamentos são colocados em armários e prateleiras que ocupam o painel lateral esquerdo. Três cadeiras são disponíveis para os médicos, enfermeiros e técnicos, sendo uma contra a partição da cabine do motorista e as outras duas ao lado do paciente.

Figura 4.1: Vista do interior da ambulância

4.1.2 Tempo de Reverberação

Segundo a ISO 3382-2 o tempo de reverberação T_{60} deve ser considerado duas vezes o tempo necessário para o decaimento do ruído 5-35 dB abaixo do nível médio. Portanto, os resultados que não se encontraram dentro desta faixa foram rejeitados.

Foi realizado o cálculo da média do tempo de reverberação com base numa combinação de posições de microfone para cada $^1/_3$ de oitava.

Os resultados da medição do tempo de reverberação para cada posição medida e a média em cada posição são apresentados nas Tabs. (4.4 e 4.5):

Tabela 4.4: Valores do tempo de reverberação

Banda Freq (Hz)	$T_{30}1$	$T_{30}2$	$T_{30}3$	$T_{30}4$	$T_{30}5$	$T_{30}6$	**Média**	**Desvio Padrão**
125	1.17	0.88	0.26	0.56	0.86	0.40	0.69	0.31
160	0.91	1.01	0.25	0.47	0.39	0.27	0.55	0.30
200	0.54	0.53	0.35	0.55	0.47	0.45	0.48	0.07
250	0.27	0.30	0.26	0.21	0.22	0.26	0.25	0.03
315	0.17	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.02
400	0.27	0.23	0.21	0.2	0.14	0.22	0.21	0.04
500	0.22	0.19	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.01
630	0.23	0.22	0.21	0.18	0.21	0.22	0.21	0.02
800	0.21	0.22	0.20	0.21	0.19	0.19	0.20	0.01
1.000	0.22	0.22	0.21	0.24	0.20	0.21	0.22	0.01
1.260	0.22	0.22	0.20	0.24	0.22	0.21	0.22	0.01
1.600	0.25	0.27	0.24	0.26	0.24	0.23	0.25	0.01
2.000	0.27	0.26	0.25	0.26	0.26	0.24	0.26	0.01
2.500	0.29	0.27	0.28	0.28	0.29	0.27	0.28	0.01
3.160	0.27	0.27	0.28	0.29	0.27	0.27	0.28	0.01
4.000	0.27	0.26	0.29	0.28	0.27	0.27	0.27	0.01
5.000	0.27	0.27	0.28	0.28	0.29	0.27	0.28	0.01
6.300	0.29	0.28	0.28	0.29	0.27	0.27	0.28	0.01
8.000	0.29	0.28	0.27	0.28	0.27	0.27	0.28	0.01
10.000	0.27	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.26	0.01

Tabela 4.5: Valores da média do tempo de reverberação para cada posição

Banda Freq (Hz)	**Média Pos 1**	**Média Pos 2**	**Media Pos 3**
125	1.02	0.41	0.63
160	0.96	0.36	0.33
200	0.53	0.45	0.46
250	0.28	0.23	0.24
315	0.19	0.22	0.21
400	0.25	0.20	0.18
500	0.20	0.19	0.20
630	0.22	0.19	0.21
800	0.21	0.20	0.19
1000	0.22	0.22	0.20
1260	0.22	0.22	0.21
1600	0.26	0.25	0.23
2000	0.26	0.25	0.25
2500	0.28	0.28	0.28
3160	0.27	0.28	0.27
4000	0.26	0.28	0.27
5000	0.27	0.28	0.28
6300	0.28	0.28	0.27
8000	0.28	0.27	0.27
10.000	0.27	0.26	0.25

A Fig. (4.2) ilustra o valor do tempo de reverberação para cada posição do microfone e a média correspondente às três posições medidas:

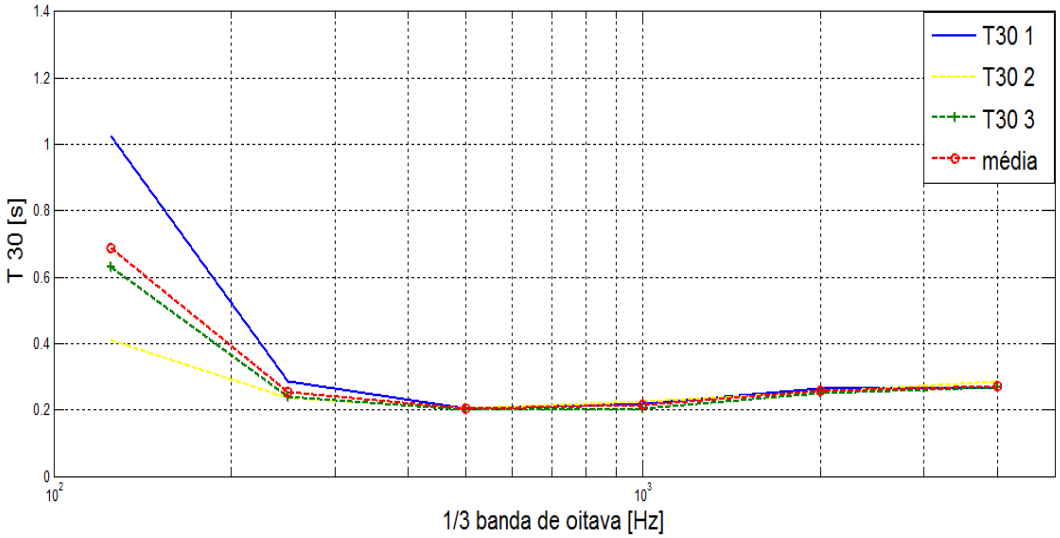


Figura 4.2: Gráfico do tempo de reverberação (T_{30}) para cada posição do microfone e valor da média

Com base na média em cada faixa de frequência para as três posições medidas o valor médio encontrado para o tempo de reverberação no interior da cabine da ambulância foi de, aproximadamente, 0.37s.

4.1.3 Isolamento de Ruído Aéreo

Essa medição foi feita no estacionamento da empresa SEU, no período noturno e, por isso, o ruído do tráfego estava reduzido e teve pouca influência ou nenhuma.

Os resultados das medições do ruído de fundo para cada posição são listados na Tab.(4.6):

Tabela 4.6: Nível de ruído de fundo para cada posição

Posição	NPS_{total} **Ruído de Fundo (dB)**
Pos 1.0	54.3
Pos 1.1	38.9
Pos 1.2	37.3
Pos 1.3	37.7
Pos 2.0	49.2
Pos 2.1	38.7
Pos 2.2	36.8
Pos 2.3	39.0

Para todas as posições de medição o nível de ruído de fundo foi no mínimo 10dB abaixo do sinal e ruído de fundo combinados conforme recomendações da ISO 140-5.

As Figs. (4.3 e 4.4) mostram a média do nível de pressão sonora medido no interior da ambulância com a fonte posicionada a 3.5 metros da lateral esquerda e da traseira da ambulância, respectivamente.

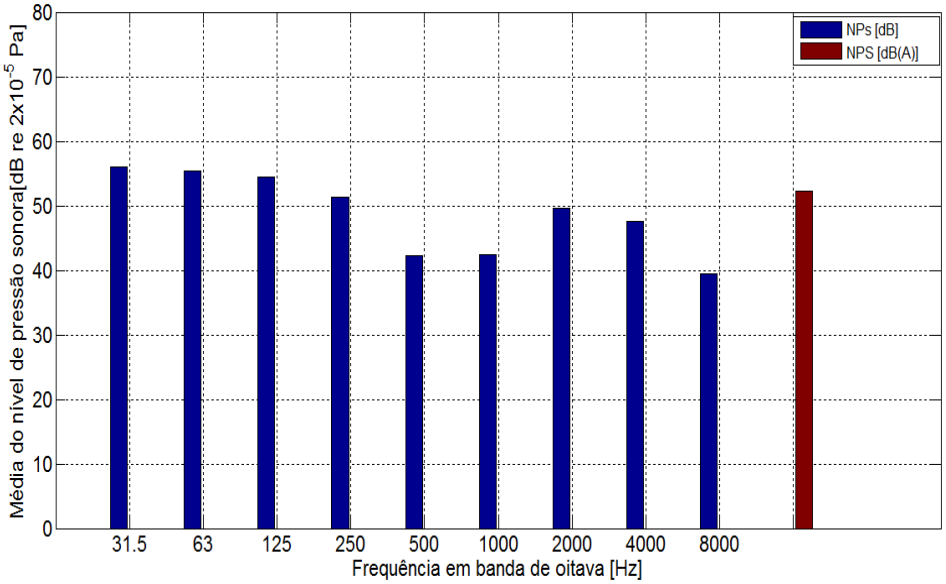


Figura 4.3: Média do NPS medido dentro da cabine da ambulância com a fonte posicionada do lado esquerdo da ambulância

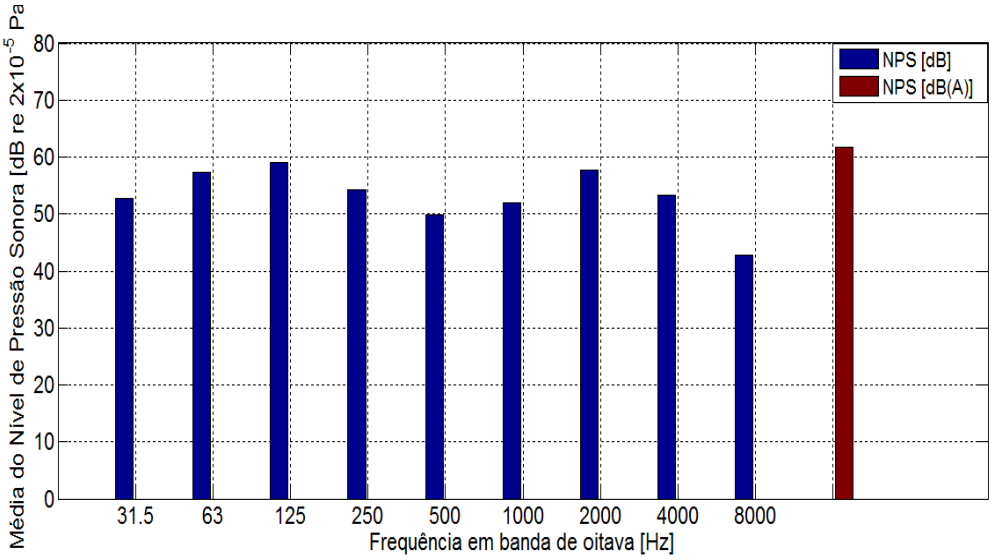


Figura 4.4: Média do NPS medido dentro da cabine da ambulância com a fonte posicionada na traseira da ambulância

Observa-se nas Figs. (4.3 e 4.4) que a média do nível de pressão sonora no interior da cabine medido com a fonte na lateral esquerda e traseira da ambulância, respectivamente,

apresentou um espectro razoavelmente constante. Entretanto, se analisarmos cada posição separadamente pode-se observar que o espectro se mantém uniforme na faixa de frequências entre 125 Hz a 4.000 Hz. Considerando a posição 1.0 em que a fonte está posicionada a 3.5m e o microfone a 1m do painel lateral esquerdo a diferença máxima de 8 dB foi encontrada na frequência de 2.000 Hz na faixa de 125 Hz a 4.000 Hz. Já para a posição 2.0 em que a fonte está posicionada a 3.5m e o microfone a 1m do painel traseiro diferenças superiores a 5 dB foram encontradas em 250 Hz e 2.000 Hz como mostram as Figs.(4.5 e 4.6). Assim, a faixa de frequências considerada para análise dos dados foi entre 125-4.000 Hz, em que o nível de pressão sonora medido apresentou um espectro uniforme.

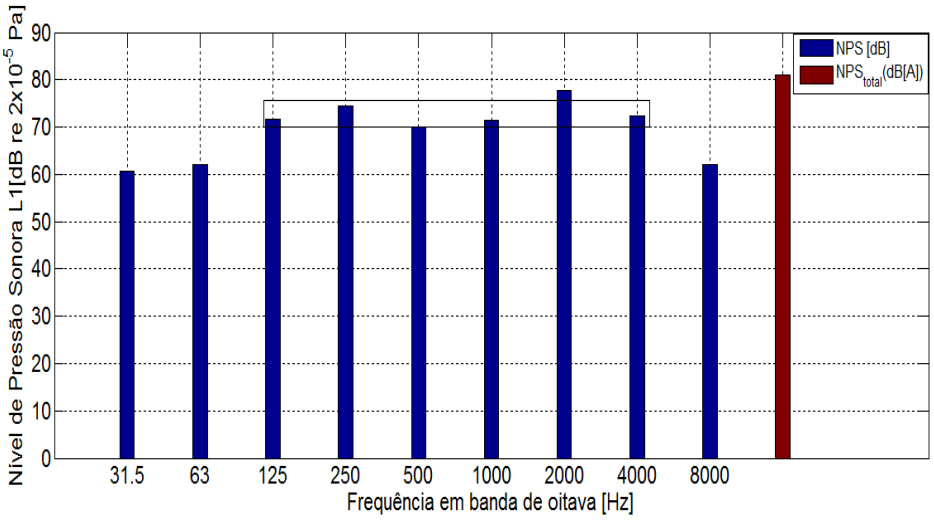


Figura 4.5: Nível de pressão sonora (NPS) medido dentro da cabine da ambulância (POS 1.0) com a fonte posicionada na lateral esquerda da ambulância

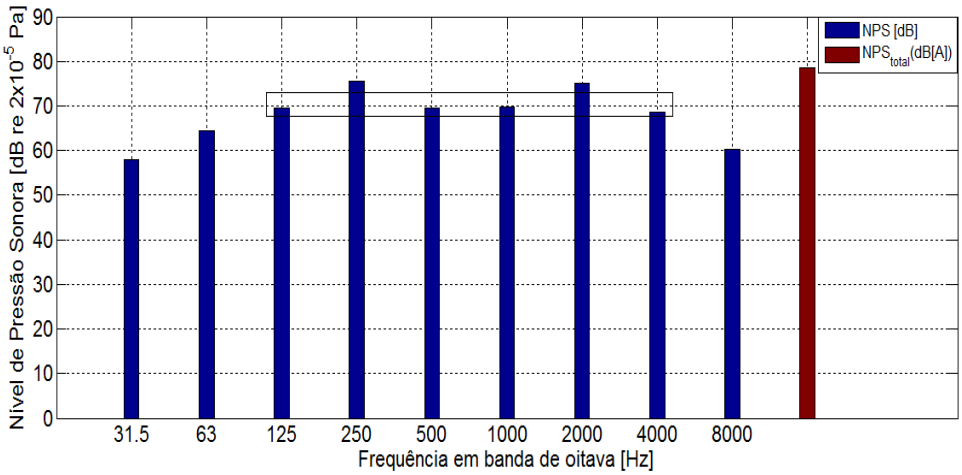


Figura 4.6: Nível de pressão sonora (NPS) medido dentro da cabine da ambulância (POS 2.0) com a fonte posicionada na lateral esquerda da ambulância

Após a análise das medições em cada posição o primeiro parâmetro a ser calculado foi a diferença de nível definida por:

$$D_{ls,1m} = L_{1,1m} - L_2 \qquad (4.1)$$

onde $L_{1,1m}$ é o nível de pressão sonora do microfone exterior à ambulância a 1m de distância do painel esquerdo; L_2 é o nível de pressão sonora média no interior da cabine da ambulância.

As Figs. (4.7 e 4.8) ilustram a diferença de nível $D_{ls,1m}$ para os painéis, esquerdo e traseiro, respectivamente.

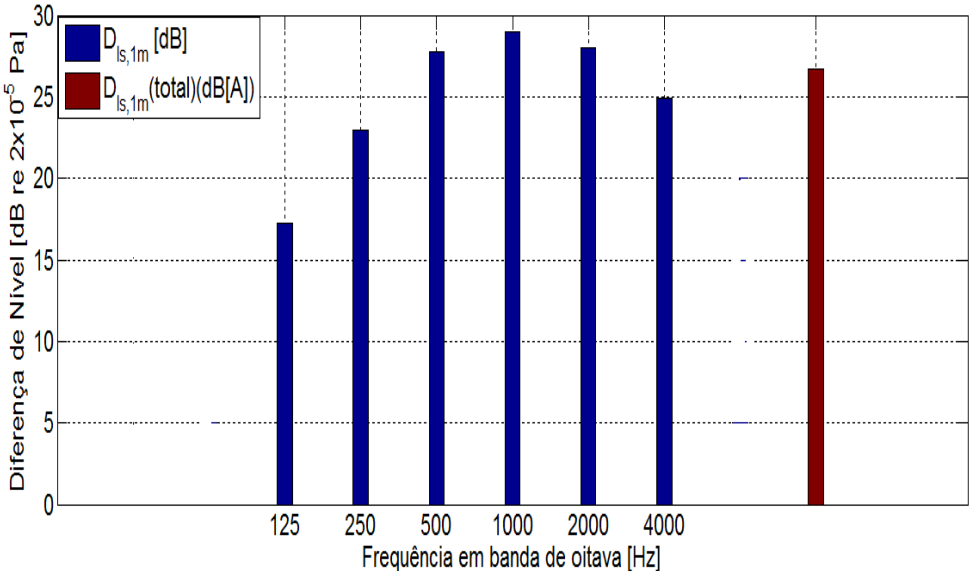


Figura 4.7: $D_{ls,1m}$ (dB) para o painel lateral esquerdo

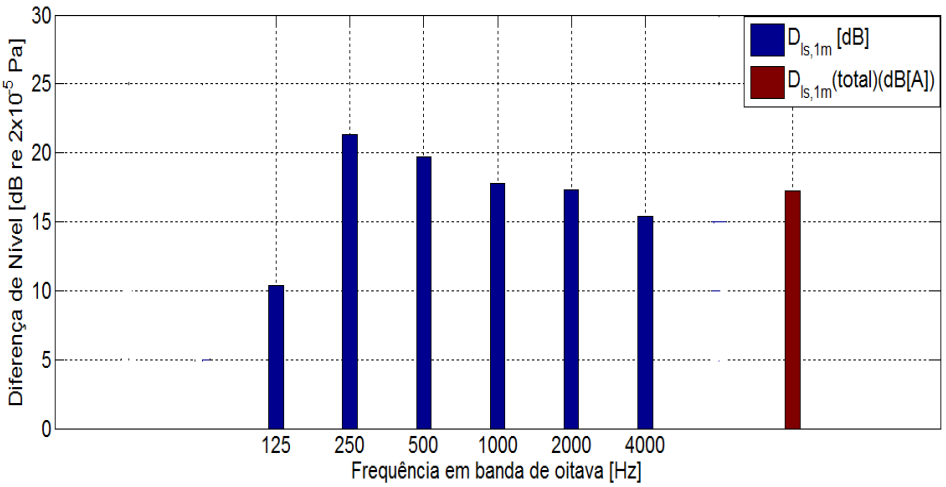


Figura 4.8: $D_{ls,1m}$ (dB) para o painel traseiro

É bem conhecido que a medição da pressão sonora em baixas frequências em um pequeno compartimento é complicada devido à predominância distinta espacial de alguns modos de largura de banda específica, conduzindo a ressonância. Assim, um valor espacial médio do nível de pressão sonora na cabine foi difícil obter experimentalmente.

A diferença de nível padronizada para os painéis, lateral esquerdo e traseiro, foi obtida usando a seguinte expressão:

$$D_{1m,nt} = D_{1m} + 10log_{10}\left(\frac{T}{T_0}\right) \qquad (4.2)$$

onde T é o tempo de reverberação medido na ambulância e T_0 é igual a 0.5s.

As Figs. (4.9 e 4.10) mostram a diferença de nível padronizada $D_{1m,nT}$ para os painéis, esquerdo e traseiro, respectivamente.

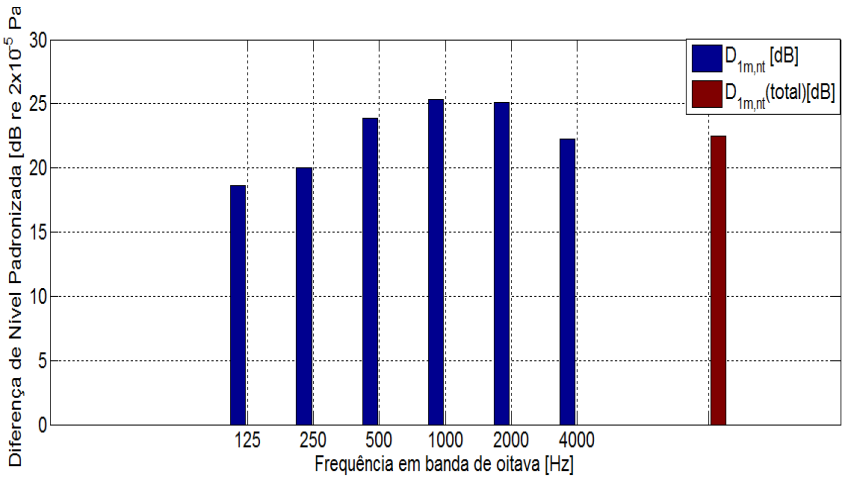


Figura 4.9: Diferença de nível padronizada [$D_{1m,nT}$ (dB)] para o painel lateral esquerdo

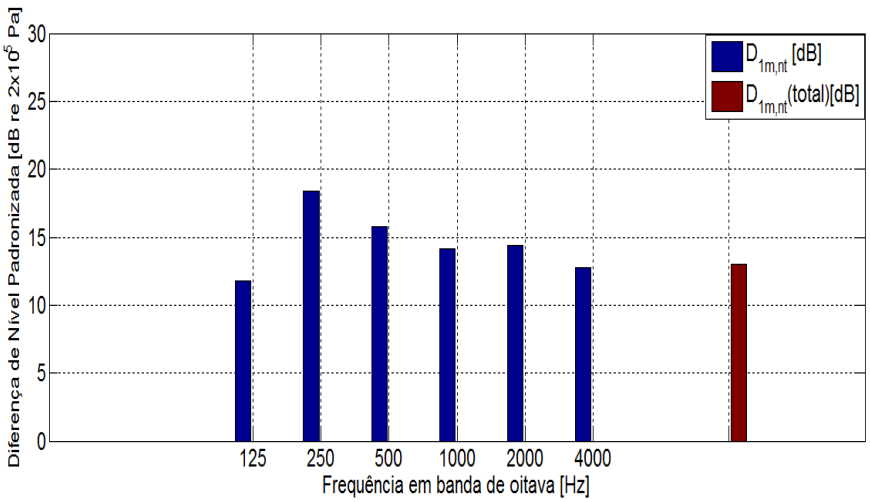


Figura 4.10: Diferença de nível padronizada [$D_{1m,nT}$ (dB)] para o painel traseiro

Observa-se que o isolamento total do painel traseiro é menor do que o do painel esquerdo. Essa diferença deve-se à presença da porta traseira.

4.1.4 Nível Sonoro Equivalente (Leq) do Motor e Sirene com ambulância parada

Os resultados obtidos a partir da medição do nível sonoro equivalente (Leq) do motor em funcionamento a 1.000, 2.000 e 3.000 rpm, assim como do funcionamento da sirene são demonstrados nas Figs. (4.11, 4.12, 4.13, 4.14) e na Tab. (4.7):

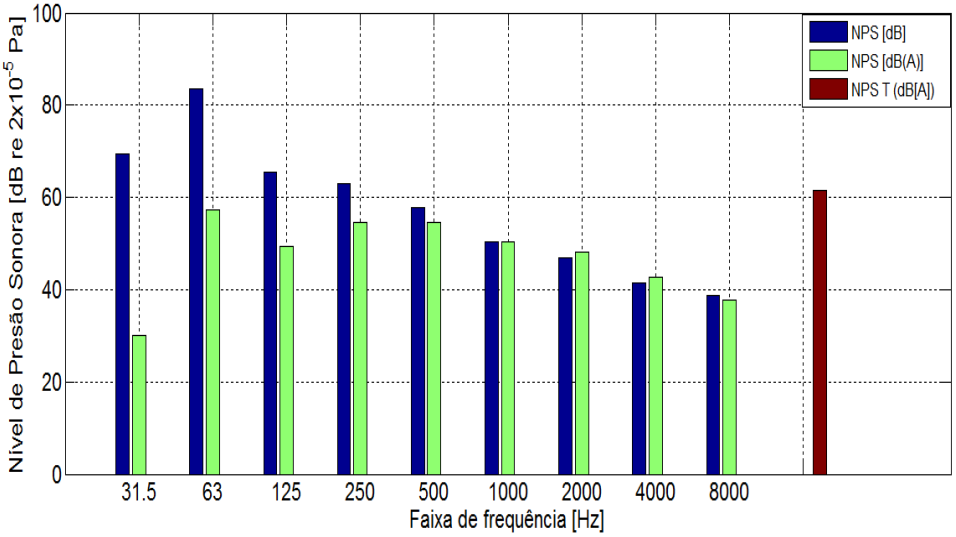


Figura 4.11: Gráfico do nível de pressão sonora do motor em funcionamento a 1.000rpm

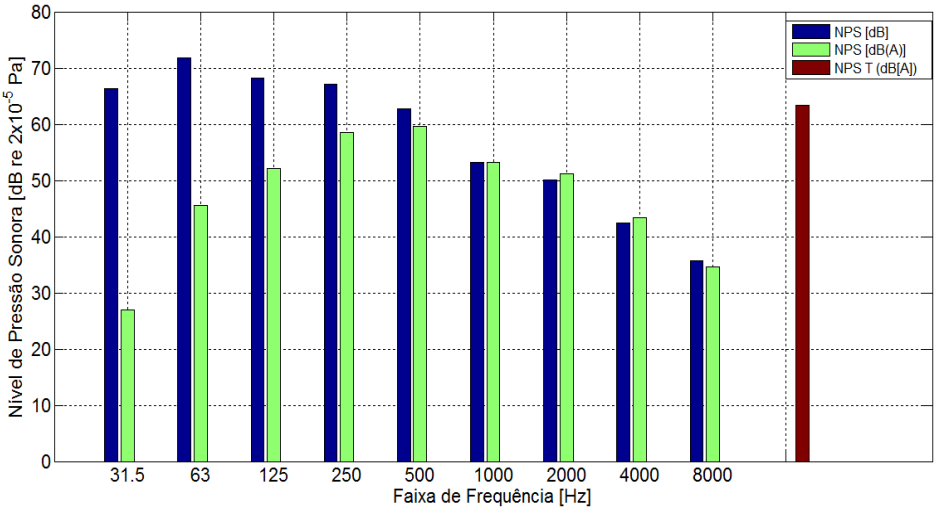


Figura 4.12: Gráfico do nível de pressão sonora do motor em funcionamento a 2.000rpm

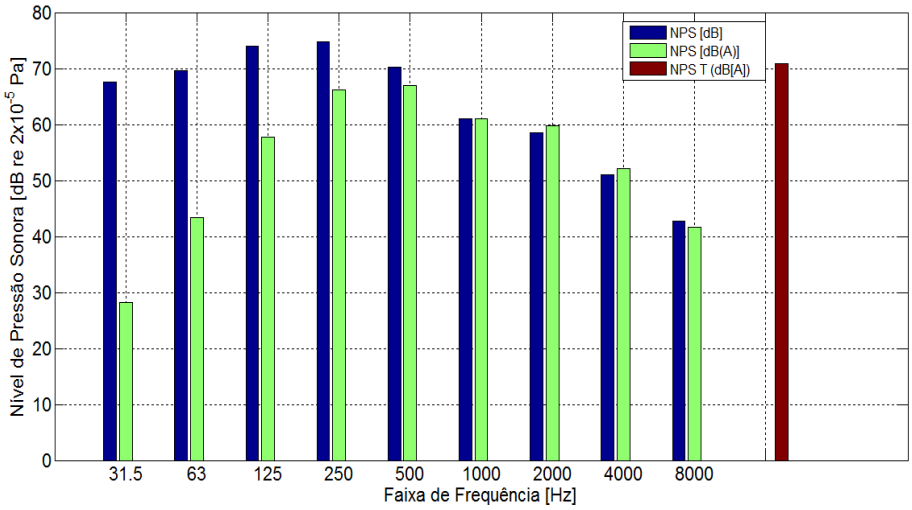


Figura 4.13: Gráfico do nível de pressão sonora do motor em funcionamento a 3.000rpm

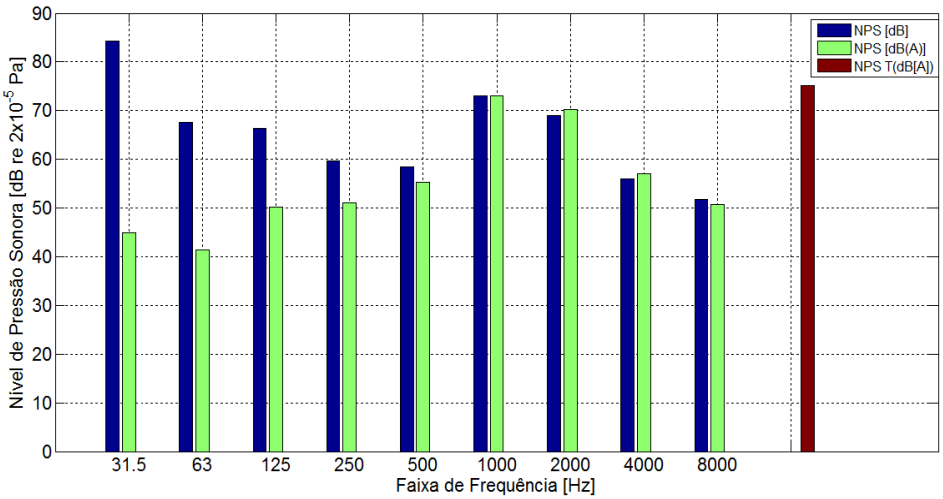


Figura 4.14: Gráfico do nível de pressão sonora da sirene em funcionamento

Tabela 4.7: Nível sonoro equivalente total do motor e sirene nas três condições medidas

Condição de Medição	$\boldsymbol{Leq_{Total}}$**(dB)**
Motor a 1000 rpm	61.5
Motor a 2000 rpm	63.4
Motor a 3000 rpm	70.8
Sirene + Motor 1000 rpm	74.9

As Figs. (4.15 e 4.16) ilustram o nível sonoro equivalente do motor nas três condições medidas e do motor + sirene, respectivamente:

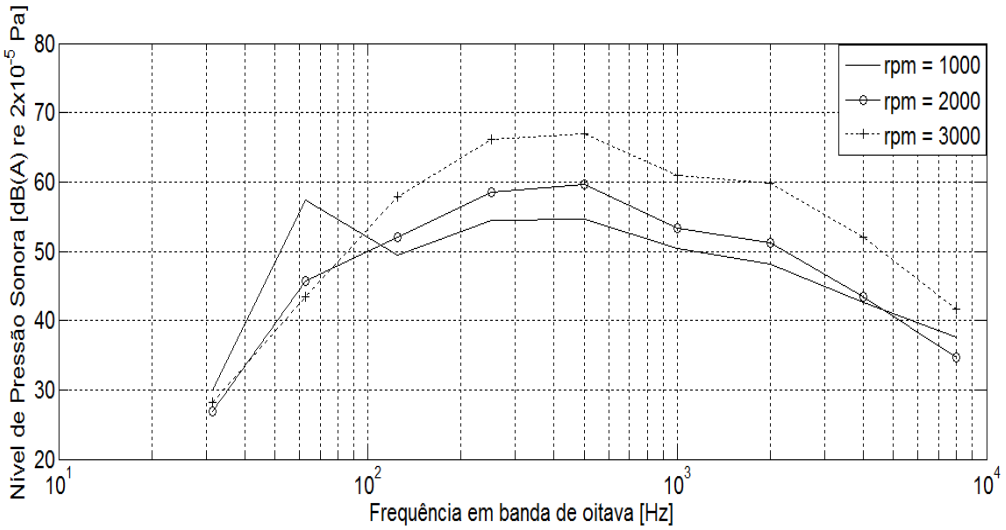


Figura 4.15: Gráfico do nível de ruído do motor dentro da ambulância para três velocidades diferentes

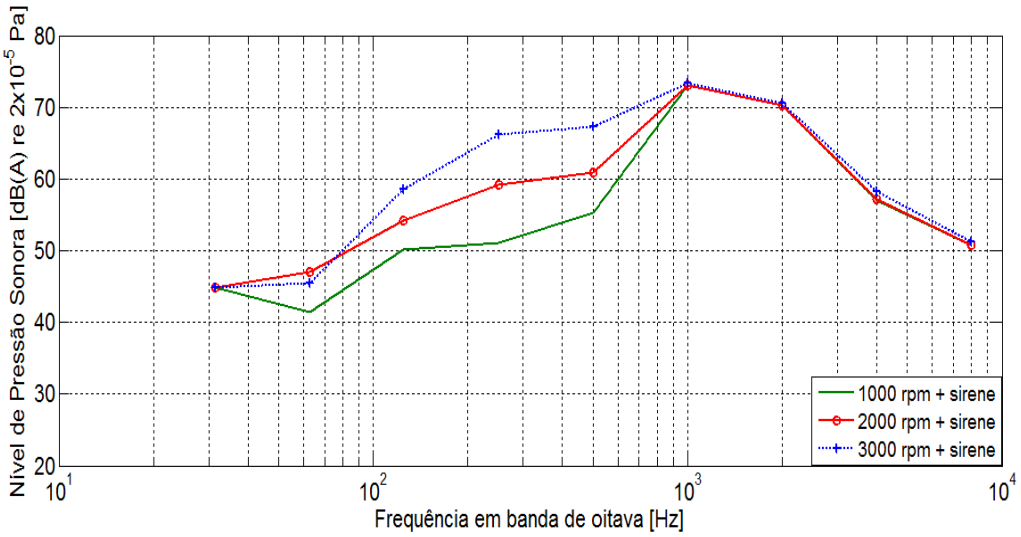


Figura 4.16: Gráfico do nível de ruído no interior da cabine da ambulância devido ao funcionamento simultâneo da sirene e motor em três velocidades distintas

4.2. Medidas do Nivel Sonoro Contínuo Equivalente durante as viagens de emergencia

Os resultados obtidos a partir da medição do nível sonoro contínuo equivalente (Leq) durante as viagens de emergência realizadas pela ambulância em diferentes períodos do dia são demonstrados nas Tabs.(4.8 e 4.9):

Tabela 4.8: Medidas descritivas das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância

Viagens	Leq (dBA)	Condições Trânsito	Período do dia	Uso da Sirene
1	75.28	Bom	Noite	Não
2	79.07	Bom	Tarde	Não
3	87.38	Bom	Tarde	Sim
4	79.23	Bom	Tarde	Não
5	78.96	Bom	Noite	Não
6	87.48	Ruim	Noite	Sim
7	78.85	Bom	Manhã	Não
8	93.83	Ruim	Tarde	Sim
9	92.98	Ruim	Manhã	Sim
10	86.49	Ruim	Noite	Sim
11	97.86	Ruim	Tarde	Sim
12	99.73	Ruim	Noite	Sim
13	76.98	Bom	Manhã	Não
14	75.48	Bom	Tarde	Não
15	95.76	Ruim	Tarde	Sim
16	88.47	Bom	Manhã	Sim
17	92.37	Ruim	Noite	Sim
18	77.28	Bom	Tarde	Não
19	82.06	Bom	Noite	Não
20	91.48	Ruim	Tarde	Sim

Tabela 4.9: Nível sonoro equivalente baseado nas 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância

Leq (dBA)	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
	85.85	86.93	7.97	75.28	99.73

Para análise deste parâmetro foi utilizado o teste de normalidade Shapiro-Wilk que pode ser visualizado na Tab. (4.10):

Tabela 4.10: Teste de normalidade Shapiro-Wilk

	Shapiro-Wilk	
Estatística	**Df**	**Valor de p**
0.921	20	0.104

Considerando o uso ou não da sirene foram encontrados os resultados que podem ser visualizados na Tab. (4.11) e Fig. (4.17):

Tabela 4.11: Nível sonoro equivalente das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância considerando o uso da sirene

Leq (dBA)	**Sirene**	**N**	**Média**	**Mediana**	**Desvio Padrão**	**Mínimo**	**Máximo**	**Teste T**	**Valor p**
	Sim	11	92.16	92.37	4.44	86.48	99.73	8.67	0.000*
	Não	9	78.13	78.85	2.11	75.28	82.06		

Legenda: * Diferença estatisticamente significante

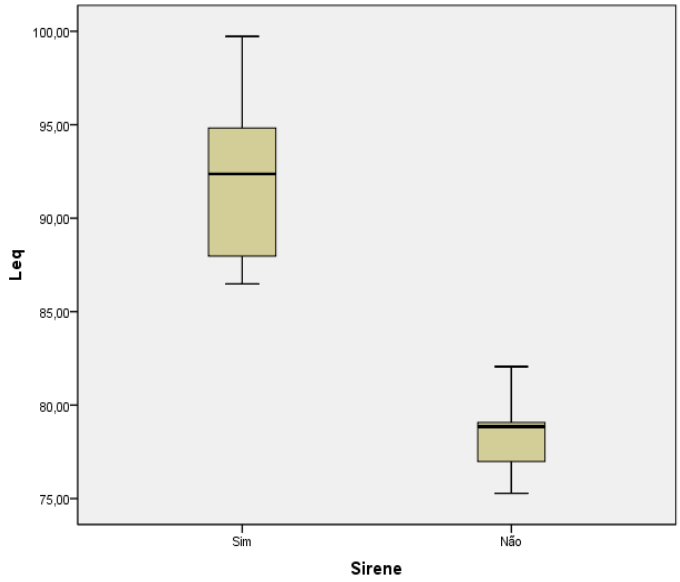


Figura 4.17: Nível sonoro equivalente e uso da sirene durante as viagens de emergência

Considerando a percepção dos motoristas em relação ao trânsito foram obtidos os seguintes resultados listados na Tab. (4.12) e Fig. (4.18):

Tabela 4.12: Nível sonoro equivalente das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância considerando as condições do trânsito

Leq (dBA)	Trânsito	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Teste T	Valor p
	Bom	10	79.05	78.90	3.54	75.28	87.38	-7.63	0.000*
	Ruim	10	92.64	92.67	4.37	88.49	99.73		

Legenda: * Diferença estatisticamente significante

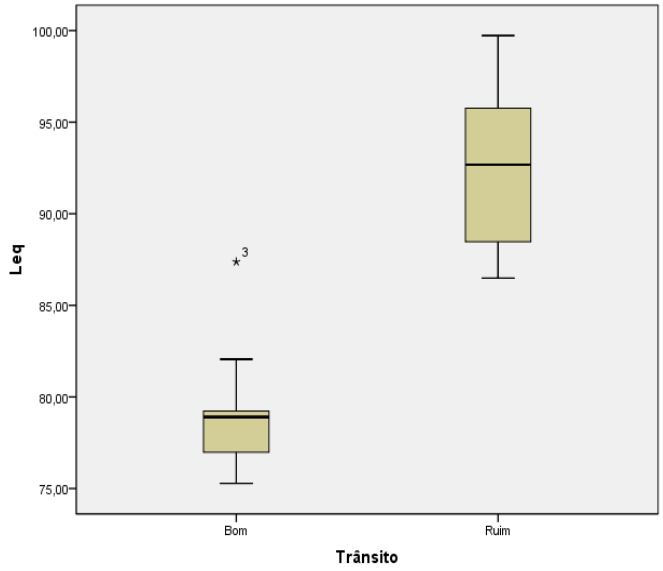


Figura 4.18: Nível sonoro equivalente e as condições do trânsito durante as viagens de emergência

Em relação ao período do dia no qual foram realizadas as medições os resultados são demonstrados na Tab. (4.13) e Fig. (4.19):

Tabela 4.13: Nível sonoro equivalente das 20 viagens de emergência realizadas pela ambulância considerando o período do dia

Leq (dBA)	Período	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Valor p
	Manhã	10	84.32	83.66	7.65	76.98	92.98	
	Tarde	10	86.37	93.07	8.72	75.48	97.86	0.918
	Noite		86.05	86.49	8.28	75.28	99.73	

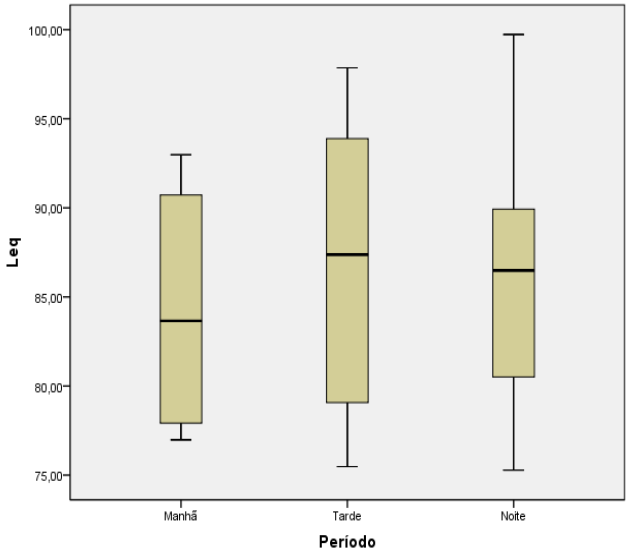


Figura 4.19: Nível sonoro equivalente e o período do dia durante as viagens de emergência

4.3. Medidas da dose de ruído durante a jornada de trabalho

Os resultados obtidos a partir da medição da dose de ruído do motorista da ambulância durante a jornada de trabalho em diferentes plantões são demonstrados na Tab. (4.14):

Tabela 4.14: Nível sonoro equivalente e dose de ruído em porcentagem durante os plantões de um motorista

Leq (dBA)	**Dose %**	**Período**	**Condições do Trânsito**	**Uso Sirene**	**Tempo Medição (min)**
73.38	30.1	Noturno (dia de semana)	Bom	Não	723
85.43	155.68	Diurno (dia de semana)	Ruim	Sim	704
68.73	17.51	Noturno (final de semana)	Bom	Não	698
79.85	72.95	Diurno (final de semana)	Ruim	Sim	715

4.4 Percepção dos profissionais sobre os sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.

4.4.1 Caracterização da Amostra

A amostra foi composta por 37 profissionais, mas um foi excluído por relatar ter realizado cirurgia no ouvido. Dos 36 participantes 5 (13.9%) eram do sexo feminino e 31 (86.1%) do sexo masculino com idade variando de 27 a 69 anos.

No que se refere à função 23 (63.9%) dos participantes eram motoristas e 13 (36.1%) eram técnicos de enfermagem, sendo que todos relataram ter uma jornada de 12 horas de trabalho e 32 (88.8%) relataram trabalhar em duas empresas distintas. O tempo de trabalho em ambulâncias variou de 2 a 30 anos. Na Tab. (4.15) estão descritas as características dos profissionais:

Tabela 4.15: Característica dos profissionais que atuam em ambulâncias

Característica	**N**	**%**
Gênero		
Feminino	5	13.9
Masculino	31	86.1
Idade		
25 a 30	5	13.9
30 a 35	4	11.2
35 a 40	9	25
40 a 45	2	5.5
Acima de 45	16	44.4
Categoria Profissional		
Motorista Socorrista	23	63.9
Técnico de Enfermagem	13	36.1
Tempo na função		
1 a 5 anos	10	27.8
6 a 10 anos	14	38.9
Acima de 11 anos	12	33.3

Com relação aos dados ocupacionais 8 (22.2%) dos funcionários relataram trabalhar em ambiente ruidoso anteriormente e 3 (8.3%) relataram sentir mal estar após a jornada de trabalho. Além disso, o tempo de exposição a ruído desde o primeiro emprego variou de 2 a 32 anos.

Em relação à audição a Fig. (4.20) ilustra a percepção dos profissionais em relação a sua própria audição.

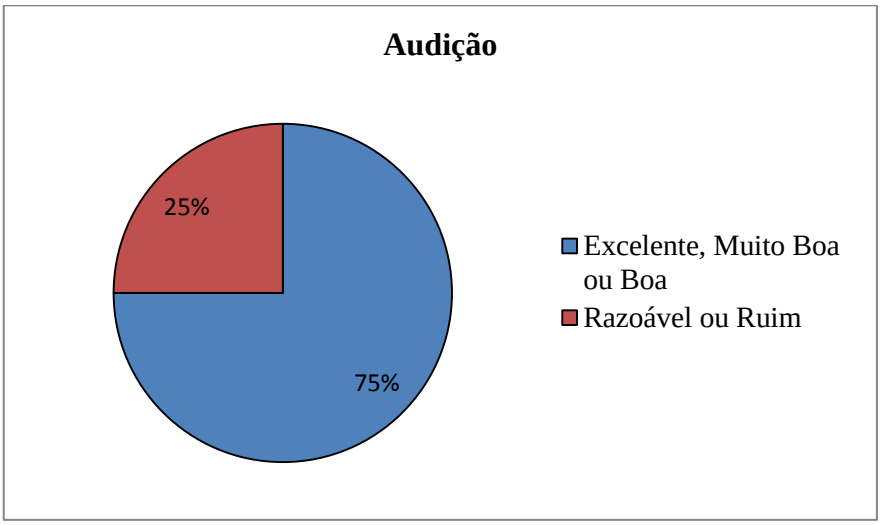


Figura 4.20: Percepção dos trabalhadores em relação à própria audição

No que se refere à realização do exame de audiometria a Tab. (4.16) demonstra os resultados:

Tabela 4.16 - Realização do exame de audiometria

Audiometria	Frequência (N)	Porcentagem (%)
Sim Normal	26	72.2
Sim Alterada	8	22.2
Não	2	5.6
Total	**36**	**100**

Os sintomas auditivos relatados pelos profissionais estão descritos na Tab. (4.17):

Tabela 4.17 - Frequência dos sintomas auditivos relatados pelos trabalhadores

Sintomas Auditivos		**Dor de Ouvido**	**Intolerância a Sons Intensos**	**Plenitude Auricular**	**Zumbido**
Sim	**Frequência (N)**	1	10	8	14
	Porcentagem (%)	2.8	27.8	22.3	38.9
Não	**Frequência (N)**	35	26	28	22
	Porcentagem (%)	97.2	72.2	77.8	61.1

Já os sintomas não auditivos estão descritos na Tab. (4.18):

Tabela 4.18 - Frequência dos sintomas não auditivos relatados pelos trabalhadores

Sintomas Não Auditivos		**Tontura**	**Dor de Cabeça**	**Irritabilidade**	**Dificuldade de Conversar em Ambiente Ruidoso**	**Desatenção**	**Alteração do Sono**
Sim	**Frequência (N)**	1	14	17	12	1	12
	Porcentagem (%)	2.8	38.9	47.2	33.3	2.8	33
Não	**Frequência (N)**	35	22	19	24	35	24
	Porcentagem (%)	97.2	61.1	52.8	66.7	97.2	66.7

Com relação à qualidade de vida, dos 36 profissionais entrevistados, 88% consideram a qualidade de vida “muito boa” ou “boa” e 11% consideram “nem boa nem ruim” conforme descrito na Tab. (4.19):

Tabela 4.19: Percepção da qualidade de vida pelos tripulantes da ambulância

Qualidade de Vida	N	%
Muito ruim	0	0
Ruim	0	0
Nem boa nem ruim	4	11.2
Boa	24	66.6
Muito boa	8	22.2

Para análise dos dados do questionário WHOQOL-Bref foi calculada a média aritmética simples dos escores das 26 questões do instrumento. A estatística descritiva de cada domínio foi calculada e é apresentada na Tab. (4.20):

Tabela 4.20: Média dos escores para cada domínio do WHOQOL-Bref

Domínio	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Valor Mínimo	Valor Máximo	Amplitude
Físico	77.8	9.1	0.11	60.7	96.4	35.7
Psicológico	74.5	7.7	0.10	58.3	91.6	33.3
Relações Sociais	77.3	1.1	0.01	50	100	50
Meio Ambiente	59.8	8.5	0.14	46.8	84.3	37.5

4.4.2 Associação das Variáveis

Ao associar o exame de audiometria, a percepção dos funcionários em relação à audição e os sintomas auditivos com a função do profissional foram obtidos os resultados descritos na Tab. (4.21):

Tabela 4.21: Sintomas auditivos segundo a função dos 36 tripulantes da ambulância

Percepção, Exame e Sintomas Auditivos		Categoria profissional					
		Motorista		Técnico de Enfermagem		Exato de Fisher	Valor p
		N	%	N	%		
Audição	**Boa ou**	14	51.9	13	48.1	9.6	0.01*

	muito boa						
	Razoável ou ruim	09	100	0	0		
Audiometria	**Normal**	13	50	13	50	9.1	0.01*
	Alterada	10	100	0	0		
Dor de Ouvido	**Sim**	01	100	0	0	0.91	0.34
	Não	22	62.9	13	37.1		
Intolerância a sons intensos	**Sim**	08	80.0	02	20.0	1.6	0.19
	Não	15	57.7	11	42.3		
Plenitude Auricular	**Sim**	06	75	02	25	0.57	0.68
	Não	17	60.7	11	39.3		
Zumbido	**Sim**	13	92.8	01	7.2	9.57	0.004*
	Não	10	45.5	12	54.5		

Legenda: * Diferença estatisticamente significante

Na Tab. (4.22) podem ser visualizados os sintomas não auditivos categorizados segundo a função do tripulante da ambulância.

Tabela 4.22: Sintomas não auditivos relatados por motoristas e técnicos de enfermagem.

Sintomas não Auditivos		**Categoria profissional**					
		Motorista		**Técnico de Enfermagem**		**Exato de Fisher**	**Valor p**
		N	%	N	%		
Tontura	Sim	01	100	0	0	0.91	0.34
	Não	22	62.9	13	37.1		
Dor de cabeça	Sim	11	78.6	3	21.4	2.22	0.13
	Não	12	54.5	10	45.5		
Irritabilidade	Sim	14	82.4	03	17.6	4.9	0.04*
	Não	09	47.4	10	52.6		

Dificuldade de Conversar em Ambiente Ruidoso	Sim	12	100	0	0	13.9	0.000*
	Não	11	45.8	13	54.2		
Desatenção	Sim	01	100	0	0	0.91	0.34
	Não	22	62.9	13	37.1		
Alteração do Sono	Sim	13	54.2	11	45.8	3,1	0,07
	Não	10	83.3	02	16.7		

Legenda: * Diferença estatisticamente significante

Ao compararmos os domínios do WHOQOL-Bref com a função dos profissionais obtivemos os resultados apresentados na Tab. (4.23) e Fig (4.21):

Tabela 4.23: Média dos escores para cada domínio do WHOQOL-Bref segundo a função dos profissionais

Domínio	**Função**	**N**	**Média**	**Desvio Padrão**	**Erro Médio**	**Teste-t**	**Valor p**	**Dif média**
Físico	Motorista	23	76.0	10.6	2.2	-1.92	0.06	-4.95
	Enfermagem	13	81.0	4.6	1.3			
Psicológico	Motorista	23	72.8	8.0	1.6	-1.81	0.07	-4.73
	Enfermagem	13	77.5	6.4	1.7			
Social	Motorista	23	76.8	12.2	2.5	-0.36	0.07	-1.39
	Enfermagem	13	78.2	8.6	2.4			
Ambiental	Motorista	23	57.8	9.2	1.9	-1.96	0.05*	-5.58
	Enfermagem	13	63.4	5.7	1.5			

Legenda: * Diferença estatisticamente significante

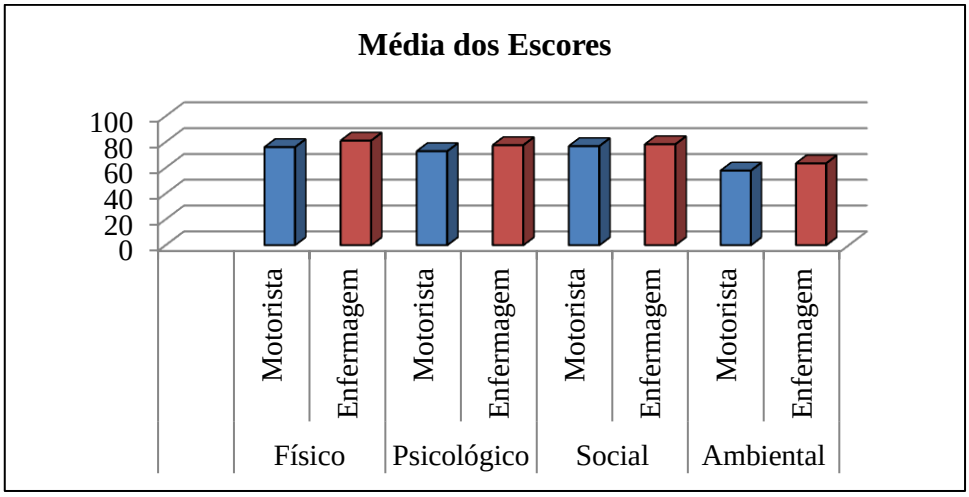


Figura 4.21: Média dos escores de cada domínio do WHOQOL-Bref segundo a função dos profissionais.

Resumo dos Resultados

Em relação às medidas acústicas o tempo de reverberação médio de 0.37 s foi encontrado para a cabine da ambulância. A diferença de nível padronizada foi maior no painel esquerdo se comparada com o painel traseiro, o que mostra que o isolamento total do painel traseiro é menor. O Leq no interior da cabine da ambulância devido ao funcionamento do motor variou de 61.5 dB(A) (1000rpm) a 70.8 dB(A) (3000 rpm) e o da sirene foi igual a 74.9dB(A) com a ambulância estacionada.

No que se refere às medições realizadas durante as viagens de emergência, das 20 medições realizadas, 12 apresentaram NPS superior ao permitido pela NR 15 e os valores encontrados estavam associados às condições do trânsito e uso da sirene. Já em relação à dosimetria o maior valor encontrado foi igual a 155% e ocorreu durante o plantão diurno, em dia de semana, em condições ruins de trânsito e com uso de sirene. Esse valor ultrapassa a dose diária permitida (100%) segundo a norma brasileira.

Com relação à presença de sintomas auditivos os mais relatados foram zumbido e intolerância a sons fortes; dentre os sintomas não auditivos os mais verificados foram irritabilidade, dor de cabeça, dificuldade de comunicação e alteração no sono. A associação entre sintomas e função do tripulante, assim como piora da qualidade de vida e função de tripulante mostrou que os motoristas parecem sofrer maior impacto negativo da exposição ao ruído ocupacional e das condições do ambiente de trabalho se comparados com os técnicos de enfermagem.

5

DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidos os resultados encontrados nesta pesquisa com estudos descritos na literatura.

O capítulo foi dividido em três partes para melhor compreensão:

- Parte 5.1: Medição de Parâmetros Acústicos para caracterização da Unidade de Suporte Móvel estacionada;
- Parte 5.2: Avaliação do Ambiente Sonoro da Unidade de Suporte Móvel em operação;
- Parte 5.3: Percepção dos profissionais sobre os sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.

5.1. Medição de Parâmetros Acústicos para caracterização da Unidade de Suporte Móvel estacionada

Este estudo permitiu uma análise acústica descritiva de uma unidade de suporte móvel padrão da marca Mercedes-Bens, modelo Sprinter 315 CDI, 4 portas, diesel, câmbio mecânico e ano de fabricação 2008.

Para medição do tempo de reverberação foi utilizado como estímulo o estouro de balão. A escolha deste estímulo se justifica no estudo realizado por Jambrosic et al., (2007) que determinou a influência do tipo de excitação e do método de medição nos resultados do tempo de reverberação e mostrou que outras fontes sonoras como os balões constituem uma boa opção para as medições, uma vez que não foram observadas diferenças significativas nas frequências acima de 250Hz quando comparadas com autofalantes omnidirecionais. Outro estudo realizado por Pätynen et al (2011) avaliou a efetividade do estouro do balão para medição de parâmetros acústicos e os resultados mostraram um desvio superior ao exigido pela ISO 3382-2 (2008) apenas nas frequências abaixo de 500Hz, em relação à diretividade.

Além disso, os balões maiores apresentaram resultados de acordo com a norma na banda de oitava de 1000 Hz.

Para a medição do isolamento de ruído aéreo foram adaptadas às especificações da ISO 140-5 (BRASIL, 1998) que é destinada para edifícios e da ISO 5128 (BRASIL, 1990) que fornece as especificações para a colocação de microfones dentro de veículos motorizados. Isso mostra a necessidade do estabelecimento de normas específicas para medições em veículos.

Os resultados encontrados mostraram um tempo de reverberação médio de 0.37s para a cabine da ambulância. Este resultado foi superior ao encontrado em estudo realizado na Dinamarca cujo tempo de reverberação foi igual a 0.19s na cabine da ambulância (MIRAELSEN e ODDERSHED, 2009). Apesar disso, esses dados são apropriados para uma cabine de ambulância, pois proporcionam boa inteligibilidade de fala. Isso mostra que é desnecessário melhorar a absorção sonora da cabine da ambulância.

Com relação ao índice de redução sonora fornecido pelos painéis esquerdo e traseiro os resultados foram iguais a 23 dB(A) e 13 dB(A), respectivamente. Esses dados diferem dos encontrados no estudo de Miraelsen e Oddershed (2009) cujos valores foram iguais a 32 dB(A) para o painel esquerdo e 27 dB(A) para o painel traseiro. Essa diferença pode ser atribuída ao modelo da ambulância e fabricante.

A diferença de nível padronizada foi maior no painel esquerdo se comparada com o painel traseiro. Isso mostra que o isolamento total do painel traseiro é menor, o que se justifica pela presença da porta traseira e, consequentemente a presença de frestas. Este dado corrobora com estudo descrito na literatura (MIRAELSEN e ODDERSHED, 2009) e reforça a necessidade de melhorias nestes painéis.

Com relação à medição do Leq com a ambulância estacionada os valores encontrados no interior da ambulância para o motor em operação variou de 61.5 dB(A) (1000rpm) a 70.8 dB(A) (3000 rpm) e o da sirene com motor em marcha lenta foi igual a 74.9dB(A). Esses valores estão dentro do limite determinado pelas resoluções do CONAMA (1999) e pela NR15 (BRASIL, 1978). Entretanto, esse nível de pressão sonora não representa a real exposição dos trabalhadores, pois o ruído de tráfego, as buzinas provenientes de outros veículos contribuem para aumento do nível de pressão sonora. Além disso, segundo estudo descrito na literatura exposição a ruídos a partir de 65 dB(A) geram estresse gradativo ao organismo (PASQUALETTO, et al, 1999).

Considerando o desconforto gerado pelo ruído, outro estudo concluiu que o ruído dentro da cabine da ambulância durante a resposta de emergência foi um grande fator de estresse e incômodo para os pacientes (CARIUS, 2006).

As medições apresentadas neste estudo constituem uma alternativa para melhorar a qualidade e confiabilidade do controle de ruído em ambulâncias. Apesar da transmissão em flanco através dos painéis da ambulância não ter sido investigada, acredita-se que as medições realizadas permitem a elaboração de medidas de controle do ruído e o estabelecimento de um ambiente sonoro adequado no interior da ambulância.

5.2. Avaliação do Ambiente Sonoro da Unidade de Suporte Móvel em operação

Para as medidas do nível sonoro contínuo equivalente no interior da cabine da ambulância durante as viagens de emergência foi utilizado um equipamento classe II, mas ao realizarmos a comparação com equipamento classe I não foram observadas diferenças estatisticamente significantes conforme demonstrado na seção (3.2.1.2 Sistema de Calibração), o que reforça a confiabilidade das medições realizadas.

As medições durante as viagens de emergência mostraram que das 20 medições realizadas 12 apresentaram NPS superior ao permitido pela NR 15. O ruído elevado estava associado com as condições do trânsito e o uso da sirene (Tabs. 4.11 e 4.12). Deve-se destacar que as variáveis condições do trânsito e uso da sirene possuem alta correlação e são dependentes, pois o trânsito ruim leva ao uso da sirene.

Esses dados corroboram com estudo realizado com equipe de paramédicos que trabalha com ambulância e encontrou um nível sonoro na cabine variando de 96 a 102.5 dB(A) quando a sirene estava ligada (JOHNSON et al., 1980).

Outro estudo descrito na literatura com o mesmo objetivo, determinar os níveis de pressão sonora a que os trabalhadores estão expostos, foi realizado com motoristas de ônibus e mostrou que de 17 carros medidos, 10 apresentam NPS iguais ou superiores a 85 dB(A). Dos sete ônibus cujo ruído foi menor que 85 dB(A), quatro tinham motor traseiro. Estes valores estavam relacionados com o ano do carro: quanto mais antigo maior o NPS (DIDONÉ, 2004).

Os valores encontrados nesta pesquisa e nos estudos descritos são superiores ao estabelecido pela NR 15 e, por isso, podem gerar danos à saúde do trabalhador, enfatizando a necessidade de medidas para controle do ruído.

Não foram encontradas normas que definam o ruído interno máximo para cabines de veículos, mas sim norma que determina o nível máximo de ruído que determinado veículo possa emitir no ambiente. Por isso, foram consideradas as especificações da NR 15 que estabelece o valor de 85 dB(A) como limite do ruído ocupacional para 8 horas de exposição. Vale a pena ressaltar, que mesmo que atendamos este valor, ainda assim, há reações psicológicas (como raiva, estresse e nervosismo) e/ou físicas (por exemplo, aumento da pressão sanguínea) que podem levar o homem a sequelas permanentes. Portanto, o limite estabelecido pela NR15 deveria ser revisto com o intuito de preservar a saúde do trabalhador.

A percepção dos motoristas em relação às condições do trânsito foi de fundamental importância para caracterizar o ruído de tráfego. Observou-se que todas as vezes que as condições do trânsito foram descritas como "ruins" o NPS medido foi superior ao permitido pela NR 15. Vários estudos de percepção são encontrados na literatura para descrever o nível de incômodo gerado pelo ruído de tráfego.

Estudo desenvolvido por Paz et al., (2005) avaliou a percepção das pessoas com relação aos níveis sonoros presentes em determinadas áreas urbanas. Foram selecionadas basicamente duas áreas distintas, uma onde existe controle de ruído, e a outra não, totalizando 123 pontos e 234 entrevistados. O resultado das medições mostra que na zona controlada os níveis sonoros equivalentes foram da ordem de 53 dB(A), enquanto que na zona não controlada foram de 73 dB(A). Conforme era esperado, 94% dos entrevistados na zona não controlada se sentem incomodados com o ruído, contra 50% na outra.

Outra pesquisa de opinião foi realizada por Ali & Tamura (2003) na cidade do Cairo. Verificou-se que 73.8% dos entrevistados se diziam incomodados com o ruído da cidade. A pesquisa apontou ainda que 72.2% dos respondentes dizem estar incomodados com as buzinas dos veículos, 51.7% com o ruído dos veículos em alta velocidade, 46.3% com os ruídos devido à má conservação dos veículos em circulação e 43% dizem estar incomodados com o ruído provocado pelo contato dos pneus com o pavimento.

Com relação à dosimetria o menor valor registrado neste estudo ocorreu durante o plantão noturno de final de semana em condições boas de trânsito e sem necessidade de uso de sirene. O maior valor encontrado foi igual a 155% e ocorreu durante o plantão diurno durante a semana em condições ruins de trânsito e com uso de sirene. Esse valor ultrapassa a dose diária permitida que é de 100% segundo a NR15, e, consequentemente, irá gerar impactos negativos à saúde auditiva do trabalhador como o desenvolvimento da PAIR, assim como implicações em sua qualidade de vida com o aumento do estresse.

Esses dados corroboram com estudo realizado com motoristas de ônibus que mostrou doses de ruído superior a 100%, sendo que o dia da semana e as condições de trânsito também interferiram na determinação de doses elevadas (DIDONÉ, 2004).

Outro estudo realizado em São Paulo com motoristas de ambulância mostrou que a ocorrência de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) foi de 50% (N = 14), não houve diferença estatisticamente significante entre a PAIR nas orelhas direita e esquerda. Dentre os sujeitos que apresentaram PAIR, 35.7% (N = 10) tiveram a presença do fenômeno do recrutamento (SILVA et al., 2006).

Uma vez que a perda auditiva causada pelo ruído é progressiva e irreversível, faz-se necessário o uso de rígidas medidas de controle. Estas são divididas em medidas de controle técnico (engenharia) e controle aplicado ao homem. O controle técnico inclui as medidas aplicadas ao ambiente de trabalho: a redução do ruído na fonte e a redução ou prevenção da propagação do ruído. O controle aplicado sobre o homem inclui a redução do tempo de exposição do trabalhador ao ruído, uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e o controle médico que visa prevenir a ocorrência da perda auditiva ocupacional (NITCHKE, 2000).

Algumas sugestões para o controle do ruído e prevenção da perda auditiva serão abordadas a seguir no capítulo 6.

5.3. Percepção dos profissionais sobre os sintomas auditivos e não auditivos e sobre qualidade de vida.

5.3.1 Sintomas auditivos e não auditivos

Este estudo permitiu identificar os sintomas auditivos e não auditivos relatados pelos profissionais que atuam em ambulâncias e verificar sua relação com a função desempenhada, aspectos ainda não descritos em estudos nacionais e internacionais, os quais são de suma importância para compreensão das interferências das atividades laborais na vida dos trabalhadores de ambulância.

O instrumento utilizado para avaliação da autopercepção dos aspectos de saúde dos trabalhadores de ambulância foi um questionário. A maioria dos estudos descrito na literatura (ROCHA, et al., 2011; FERNANDES & MORATA, 2002a), também utiliza questionários de autopercepção de saúde por serem uma boa ferramenta avaliativa e um indicador global para

o qual a pessoa considera, além de possíveis doenças de que seja portador, o impacto que geram no bem-estar físico, social e mental. Apesar do instrumento não ser validado, algumas questões utilizadas (ex: “Você sente que tem um problema auditivo?”; “Em geral, você diria que sua audição é ‘excelente’, ‘muito boa’, ‘boa’, ‘regular’, ‘ruim’?”) foram validadas para população brasileira na avaliação da perda auditiva auto referida (FERRITE et al., 2011). As questões apresentaram acurácia suficiente para recomendar o uso da perda auditiva auto referida em estudos epidemiológicos com adultos quando a audiometria de tons puros não for factível (FERRITE et al., 2011).

Apesar da maioria dos profissionais (75%) ter relatado que a audição é boa, grande parte afirmou apresentar sintomas auditivos como zumbido (38.9%), intolerância a sons intensos (27.8%) e plenitude auricular (22.3%). Esses dados corroboram com diversos estudos descritos na literatura (KARIMI et al., 2010; ROCHA et al., 2011; MARTINS et al., 2001; FREITAS e NAKAMURA, 2003; GUERRA, 2005; KHAN et al., 2012).

O zumbido é definido como uma percepção de som na cabeça sem uma fonte sonora externa e que tem efeito adverso sobre a qualidade da vida cotidiana. Este sintoma auditivo tem sido classificado em várias formas e muitos estudos têm investigado a origem do zumbido (KHAN et al., 2012; KALTENBACH, 2000). Ainda é incerto se a perda auditiva é apenas um gatilho para o aparecimento do zumbido ou se está estritamente relacionada com o zumbido de intensidade e qualidade, pois o zumbido pode estar presente também em pacientes com audiometria normal. Estudo descrito na literatura mostrou que indivíduos com zumbido e audiometria normal possuem potenciais evocados auditivos com uma redução significativa da amplitude da onda I em potencial (gerada por fibras do nervo auditivo primário), mas amplitudes normais da onda V. Isto fornece a evidência fisiológica direta de "perda auditiva oculta" que se manifesta como redução da produção neural da cóclea e consequente renormalização da magnitude de resposta neuronal dentro do tronco cerebral (MOLLER, 2005). Empregando um modelo computacional criado os autores demonstraram como o zumbido pode surgir a partir de uma resposta homeostática de neurônios no sistema nervoso auditivo central para a entrada reduzida do nervo auditivo na ausência de limiares auditivos elevados (MOLLER, 2005).

Outro sintoma auditivo relatado é a hiperacusia, que é definida como uma condição de mais sensibilidade a sons altos e até mesmo moderadamente altos com um nível de desconforto para tons puros inferiores ao normal. O mecanismo envolve as vias auditivas e está provavelmente ligado a uma hiperatividade do sistema auditivo central (EGGERMONT, 2007). Hiperacusia e zumbido em muitos casos coexistem: 40% dos pacientes com zumbido

apresentam uma tolerância diminuída ao som, enquanto 86 % dos pacientes com hiperacusia relatam a presença de zumbido, mas esta relação entre zumbido e hiperacusia ainda é obscura (SALVI et al., 2000). A intolerância a sons intensos pode ser um problema isolado, e, em muitos casos, não existe qualquer relação com limiar de audição (SCHAETTE e McALPINE, 2011).

Outro estudo realizado para verificar a prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional observou que as disfunções auditivas e o zumbido são queixas frequentes nesta população (JASTREBOFF e HAZELL, 2007). Estudo com o mesmo objetivo realizado em Campinas (SP) com trabalhadores dos setores de transportes, metalúrgica, têxtil, construção civil e mineradora encontrou como queixas mais relatadas hipoacusia (74%), zumbido (80.8%) e vertigem (13.2%).

Além dos sintomas relacionados à audição muitos profissionais relataram irritabilidade (47.2%), dor de cabeça (38.9%), dificuldade de conversar em ambiente ruidoso (33.3%) e alteração do sono (33.3%), o que permite afirmar que a exposição contínua ao ruído também resulta no aparecimento de sintomas extra-auditivos que irão afetar o bem estar do indivíduo e, consequentemente, sua qualidade de vida.

Alguns estudos mostram a influência do ruído no sistema nervoso simpático e endócrino, resultando em respostas fisiológicas não específicas como aumento da frequência cardíaca, da pressão arterial e vasoconstrição (LUSCK, 2004; MASCHKE, 2002; BABISCH 2003; FAGERLONN, 2011). Além disso, o estresse e os disturbios do sono são frequentemente relatados (MASCHKE, 2002; BABISCH, 2003; GRIEFAHN, 2002).

Os dados encontrados neste estudo concordam com pesquisa realizada com 40 profissionais expostos a ruído ocupacional que encontrou como sintomas não auditivos mais relatados a ansiedade (30.30%), seguido de cefaleia, distúrbios gástricos e insônia (18.18%) (NUNES et al., 2011). Outros estudos da literatura pesquisada também descrevem o aparecimento de sintomas não auditivos como transtornos cardiovasculares (CORRÊA et al., 2002), alterações musculoesqueléticas devido à exposição à vibração (SILVA e MENDES, 2005), transtornos digestivos, comportamentais, neurológicos, vestibulares e alterações de sono (BALBINOT e TAMAGNA, 2002; SEIXAS, 2002).

Ao associar os sintomas auditivos e a função desempenhada pelos profissionais observou-se que o zumbido foi mais frequente entre os motoristas de ambulância se comparado com os técnicos de enfermagem, sendo essa diferença estatisticamente significante. Em relação à percepção da audição e ao exame de audiometria também foram encontradas diferenças estatisticamente significantes ao comparar motoristas e técnicos de

enfermagem. Essa diferença pode ser atribuída à função desempenhada pelos motoristas, pois além de estarem expostos ao ruído intenso do tráfego e da sirene precisam conduzir o veículo de forma eficiente e segura, o que exige um reflexo rápido, muita atenção e, consequentemente, aumenta os níveis de estresse (COSTA, 2006).

Foi observada ainda diferença estatisticamente significante em relação aos sintomas não auditivos, pois a irritabilidade e dificuldade de conversar em ambiente ruidoso foram mais relatadas entre os motoristas se comparados com os técnicos de enfermagem.

Os achados deste estudo mostraram que trabalhadores expostos ao ruído de tráfego e sirene apresentaram zumbido, intolerância a sons intensos, irritabilidade e alteração na comunicação. Esses sintomas foram mais frequentes entre a classe de motoristas, possivelmente devido maior exposição ao ruído e maior estresse durante a jornada de trabalho. A atividade do motorista socorrista exige atenção constante, precisão na realização das ações, autocontrole, reflexo rápido (direção defensiva), análise e interpretação das informações fornecidas pelos equipamentos do veículo (COSTA, 2006). O sistema visual, auditivo, a percepção, a coordenação dos movimentos, o raciocínio rápido para manipular os mecanismos e equipamentos do veículo, estacionar, avançar e desviar são solicitações que devem ser percebidas, analisadas e respondidas em fração de segundos. E, a exigência mental da profissão, aliada aos fatores econômicos, administrativos, físicos e sociais pode aumentar o nível de estresse no organismo, sendo este a disfunção geradora de distúrbios orgânicos dos mais variados que incluem os sintomas auditivos como o zumbido e não auditivos como a irritabilidade (COSTA, 2006).

Segundo a literatura, o ruído pode perturbar o trabalho, o descanso, o sono e a comunicação nos seres humanos. Assim, quando uma pessoa é submetida a intensos níveis sonoros, existe a reação de todo o organismo a esse estímulo, que é dada por respostas neurovegetativas, as quais podem se tornar permanentes, dando origem a alterações orgânicas e psicológicas (FERNANDES e MORATA, 2002).

Além das consequências conhecidas de perda auditiva em alta frequência bilateral e a probabilidade de zumbido persistente, há evidências crescentes de que os trabalhadores expostos ao ruído no local de trabalho (dose diária igual ou superior a 80 dB(A) também estão em maior risco de acidente. De alguma forma, parece que a exposição ao ruído e a perda auditiva podem interagir para interferir com o desempenho seguro de atividades ocupacionais (GIRARD et al., 2009; PICARD et al.,2008). Distúrbios relacionados ao estresse também são dignos de nota como um aumento do risco de acidentes. Quando o ruído no local de trabalho induz perda de audição temporária ou permanente é razoável esperar que isso também afetará

o desempenho psicoacústico por comprometer a percepção e localização de sons ambientais, incluindo o reconhecimento de fala e de sinais de alerta. A perda auditiva pode contribuir para o risco de acidentes de trânsito em diversas maneiras. Isto é confirmado por estudo que observou que os pedestres e ciclistas adultos com perda auditiva moderada estavam em maior risco de ser ferido por um veículo (LUNDALV, 2004). O mesmo se aplica para o risco de acidentes por motoristas maduros que são moderadamente deficientes auditivos (IVERS, 1999).

Estudo abrangente foi realizado para verificar a existência de associação entre a exposição ocupacional ao ruído, a perda auditiva induzida por ruído e segurança de condução (PICARD et al.,2008). As investigações mostraram que exposições ocupacionais diárias de ruído igual ou superior a 100 dB(A) e perdas auditivas induzidas por ruído, mesmo quando pouco perceptíveis (16 a 30 dB) podem interferir com a operação segura dos veículos. Esses dados da literatura são preocupantes, pois os motoristas de ambulância estão transportando vidas em risco e por isso a segurança no transporte se torna fundamental.

Sabe-se que o ruído excessivo é considerado um perigo no local de trabalho e está exposto a ele é um dos 67 fatores de risco considerados por contribuir significativamente para o Global Burden of Disease (GBD) (LIM et al., 2012). A Organização Mundial da Saúde (WHO, 1980) tem enfatizado a exposição ao ruído como perigo por várias décadas e as Normas Internacionais existem para estimar o risco de perda auditiva na população exposta ao ruído (ISO, 1999). Além dos efeitos da perda auditiva o ruído irá interferir diretamente na qualidade de vida do indivíduo e por isso se tornou um problema de saúde pública. Portanto, os programas de vigilância em saúde, educação e exames médicos periódicos devem ser enfatizados para o pré-diagnóstico e prevenção de qualquer eventual perda auditiva. Há também necessidade urgente de tomar algumas medidas para melhor manutenção de estradas, esforços das indústrias de automóvel para reduzir os níveis sonoros emitidos pelos veículos e redução do número de horas de trabalho por dia dos motoristas (KARIMI et al., 2010).

Não foi possível, no presente estudo, realizar exames de audiometria nos trabalhadores. No entanto, as questões de autopercepção auditiva tem acurácia adequada para retratar a perda auditiva com confiabilidade. Vale ressaltar que a amostra obtida foi reduzida e poderá ser ampliada em estudos futuros, a fim de se estabelecer uma relação causal entre os fatores estudados, o que não foi possível no desenho do estudo realizado, transversal. Os dados apontam para importantes questões relacionadas à atividade laboral dos tripulantes de ambulância e espera-se que estudos posteriores longitudinais possam trazer evidências mais

contundentes do perfil audiológico e dos sintomas auditivos e não auditivos destes trabalhadores.

5.3.2 Qualidade de Vida

O presente estudo identificou a percepção da qualidade de vida pelos profissionais que atuam em ambulâncias e verificou sua relação com a função desempenhada

Ao analisar a idade dos profissionais evidencia-se que trata de uma população ainda em fase produtiva, apesar de o maior percentual situar-se na faixa etária acima de 45 anos. O fato de ser uma população predominantemente mais experiente merece atenção do gestor no sentido de que se associada ao estresse e à QV, trabalhadores mais experiente podem apresentar maiores níveis de fadiga e estresse devido ao tempo de trabalho.

Este dado discorda de estudo realizado com 80 profissionais que atuam no Serviço de Atendimento Móvel de Urgência-SAMU em Santa Catarina que mostrou que trabalhadores jovens necessitam aprender a lidar com as demandas do ambiente de trabalho e podem apresentar maiores níveis de estresse, pela necessidade de desenvolver autonomia e responsabilidade (STUMM et al., 2009)

Quanto ao tempo de atuação profissional, bem como de atuação em atendimento móvel, constata-se que um percentual de 38.9% possui de 6 a 10 anos de profissão e que mais de 30%, acima de 11 anos. Esses resultados confirmam que se trata de uma população em plena fase produtiva. O tempo de atuação desses profissionais é um indicador importante de gestão e o fato de um elevado percentual deles atuar em outros locais merece atenção, no sentido de prevenir o estresse crônico, muitas vezes, inviabilizando o trabalhador de continuar exercendo suas atividades profissionais.

Nesse contexto, pesquisa com 224 empregados de uma empresa de auto-gestão de planos de previdência privada e de saúde de São Paulo-SP, mostrou que trabalhadores com menos tempo de atuação apresentaram nível maior de satisfação em relação ao trabalho (MARTINEZ et al., 2004). Importante ressaltar que “um dos fatores de desgaste físico e psicológico para os trabalhadores da área da saúde é o acúmulo de dois ou mais vínculos empregatícios” (PASCHOA et al., 2007).

O instrumento utilizado para avaliação da qualidade de vida dos trabalhadores de ambulância foi um questionário proposto pela OMS. A maioria dos estudos descrito na literatura (LOPES et al., 2007; STUMM et al., 2009; PEREIRA et al., 2010; PUCCI, 2012; ALEXANDRE, 2009;)’ também utiliza o questionário WHOQOL-Bref para avaliação da qualidade de vida por ser validado.

A qualidade de vida nos profissionais que atuam em ambulâncias apresentou-se para a maioria como “Boa” (24 sujeitos) ou “Muito Boa” (8 sujeitos). Porém, este conceito refletiu o cotidiano das duas últimas semanas vividas por eles, de acordo com as instruções de preenchimento seguidas pelo protocolo. Por isso, por meio do questionário adotado, a qualidade de vida poderia estar adequada no presente momento, porém, futuramente poderá ser comprometida. O dado, portanto, torna-se pontual. A qualidade de vida deveria ser precedida da discussão sobre condições de vida, a fim de se garantir a qualidade de moradia, educação, saneamento básico e alimentação na vida do sujeito (LAPCEVIC et al, 2006; BULLINGER et al., 2006).

Resultado semelhante foi encontrado em pesquisa realizada em um hospital universitário para analisar a qualidade de vida de 89 enfermeiros, 14 fisioterapeutas e 6 nutricionistas. Os autores constataram que a satisfação com a saúde somou 52 respostas para satisfeitos e 16 para muito satisfeitos. Vale destacar que 14 enfermeiros relataram insatisfação com sua saúde (SPILLER et al., 2009) . Outro estudo realizado com motoristas de caminhão mostrou por intermédio do questionário WHOQOL-Bref, que a qualidade de vida nestes profissionais apresentou-se para a maioria como “Boa” (44 sujeitos– 58.7%) ou “Muito Boa” (18 sujeitos – 24.0%) (LOPES et al., 2007).

Uma investigação das relações entre trabalho, saúde e condições de vida de 10 profissionais de enfermagem (enfermeiras, técnicas e auxiliares), mostrou que todas referiram ter realizado algum tratamento médico por depressão e nervosismo (ELIAS, 2006). Nesse contexto, os fatores que influenciam a QV podem estar relacionados à atividade laboral do individuo, mas, também, às condições de trabalho oferecidas pela organização em que está inserido (PIZZOLI, 2005). Contribuindo, a falta de tempo para lazer e atividades físicas pode prejudicar a QV, pois estas ajudam a manter a saúde, tanto física quanto mental dos trabalhadores (SCHMIDT, 2006).

Em relação aos domínios do WHOQOL-Bref o estudo demonstrou que o domínio físico obteve a melhor avaliação, seguido dos domínios social e psicológico. A avaliação do domínio ambiental apresentou escores baixos, e a maioria dos entrevistados a classificaram entre “muito ruim” e “ruim”, sendo a média do escore igual a 57.8% para motoristas e 63.4% para enfermeiros. Esses dados corroboram com estudos descritos na literatura (LOPES et al., 2007; STUMM et al., 2009).

A avaliação ruim do domínio ambiental pode ser atribuída às características do ambiente de trabalho desses profissionais, em que há presença de ruídos, a ventilação muitas vezes é inadequada, a conformação da poltrona de forma incorreta e o estresse no trânsito. O

ruído pode ser considerado como um fator de relevância na interferência da qualidade de vida desses profissionais, visto que estudos têm atribuído à ocorrência de perda auditiva devido a este fator (LOPES et al., 2007; STUMM et al., 2009; CEPINHO, 2003).

Ao associar os domínios do WHOQOL-Bref e a função desempenhada pelos profissionais observou-se que a média encontrada no domínio ambiental foi inferior entre os motoristas de ambulância se comparado com os técnicos de enfermagem, sendo essa diferença estatisticamente significante. Essa diferença pode ser atribuída à função desempenhada pelos motoristas, pois além de estarem expostos ao ruído intenso do tráfego e da sirene precisam conduzir o veículo de forma eficiente e segura, o que exige um reflexo rápido e muita atenção e, consequentemente, aumenta os níveis de estresse (COSTA, 2006; PORTELA e ZAIMIM, 2010; AREZES e BERNARDO 2012).

Apesar da relevância do tema qualidade de vida em profissionais que atuam em ambulâncias, há poucos estudos divulgados no meio científico, o que dificulta compararmos se os trabalhadores de ambulância do presente estudo apresentaram uma qualidade de vida pior, ou melhor, que outros já estudados. Porém, ao comparar com os estudos realizados com caminhoneiros e motoristas de ônibus (LOPES, 2007, PRADO, 2011) observamos resultados semelhantes.

Os achados mostraram que os aspectos envolvidos pelo ambiente e condições psicológicas dos trabalhadores de ambulâncias retratam como eles perceberam sua QV geral de forma negativa. Quanto menor o escore da QV geral, menores eram os escores dos domínios ambiental e psicológico. Diante deste argumento, é possível confirmar que a percepção da qualidade de vida no âmbito geral dos trabalhadores de ambulância possui interferências dos sentimentos positivos, da autoestima, imagem corporal e aparência, sentimentos negativos, espiritualidade, religiosidade, crenças pessoais, segurança física e proteção, ambiente no lar, recursos financeiros, cuidados de saúde e sociais, oportunidades de recreação/lazer e ambiente físico.

A privação do sono é outro fator que também interfere na qualidade de vida (SOUZA, 2008), seja por aspectos físicos, sociais ou psicológicos. Ao avaliar a faceta Q16 observou-se que a minoria dos motoristas relatou satisfação com sono, o que pode repercutir em sonolência e diminuição do desempenho no trabalho.

É comprovado por vários estudiosos (MORENO, 2009; ULHOA, 2010; SOUZA 2008) que as condições de trabalho de motoristas, por exemplo, caminhoneiros, como redução do tempo normal do sono e os turnos de trabalho influenciam na qualidade do sono desses indivíduos. Estudos com caminhoneiros apontaram que esses profissionais possuem má

qualidade de sono (MORENO, 2009; SOUZA, 2008) e, mesmo aqueles que ainda não a apresentam, têm maior propensão a desenvolver a síndrome da apneia obstrutiva do sono (SASO).

Além das implicações como o sono, estudos (BRAECKMAN, 2011; HANOWSKI, 2007) demonstraram que entre os acidentes críticos com motoristas envolvidos, a maioria acontecia entre 10 e 11 horas de trabalho. Autores afirmam que o risco de acidentes aumenta significativamente de madrugada ou no início da manhã (FISCHER, 2003).

Quanto ao lazer desses profissionais, foi comprovado que aqueles que trabalham acima de 8 horas diariamente possuíam pouca oportunidade de lazer. Este resultado deve-se às exigências impostas pelo trabalho que os coloca sob o risco de fadiga, estresse, sonolência e à distância da família que pode contribuir no desenvolvimento de doenças psicológicas e exposição a acidentes.

Apesar da maioria dos trabalhadores ter relatado boa qualidade de vida percebeu-se que no domínio ambiental esse aspecto obteve pior avaliação tanto em motoristas quanto em técnicos de enfermagem o que mostra que o ambiente de trabalho é desfavorável a saúde e bem estar destes profissionais e reforça a necessidade de medidas de controle de fatores como o ruído, assim como o desenvolvimento de ações objetivando o conforto e preservação da saúde.

O questionário WHOQOL é validado e, portanto, tem acurácia adequada para retratar a qualidade de vida com confiabilidade. Vale ressaltar que a amostra obtida foi reduzida e poderá ser ampliada em estudos futuros, a fim de se estabelecer uma relação causal entre os fatores estudados. Os dados apontam para importantes questões relacionadas à atividade laboral dos tripulantes de ambulância e espera-se que estudos posteriores longitudinais possam trazer evidências do perfil audiológico e sua relação com a qualidade de vida dos trabalhadores.

6

PROPOSTA PARA CONTROLE DE RUÍDO E PRESERVAÇÃO DA SAÚDE AUDITIVA

Neste capítulo serão apresentadas algumas sugestões para controle do ruído na unidade de suporte móvel e ações preventivas para preservação da saúde auditiva dos trabalhadores.

6.1 Medidas para controle do ruído no veículo

A proposta para controle do ruído no veículo baseia-se nas medições em campo e nas observações realizadas na unidade de suporte móvel selecionada para este estudo e incluem:

- Trocar periodicamente as borrachas que auxiliam na vedação das portas e janelas para garantir o isolamento do ruído aéreo proposto pelos painéis, pois para frequências, acima de 500 Hz, o ruído aéreo geralmente domina os níveis de ruído no interior do compartimento do veículo. Por outro lado, o ruído aéreo também pode ter uma contribuição significativa para o ruído total no interior do veículo, principalmente se a vedação dos compartimentos não é adequada.
- Proteger os fios soltos no interior do painel com fitas de espuma ou feltro para minimizar o ruído produzido durante o movimento.
- Revestir as portas laterais e a porta traseira com material isolante como a lã de vidro.
- Para veículos mais antigos com menor isolamento de ruído aéreo estes materiais devem ser incluídos no assoalho e teto.
- Permanecer com as janelas fechadas durante as viagens de emergência, pois desta forma o ruído de tráfego e da sirene serão reduzidos.
- Uso de ar condicionado para controlar a temperatura no interior do veículo durante as viagens de emergência em que as janelas são mantidas fechadas.

- Melhorar o isolamento acústico aéreo fornecido pelas janelas, já que elas degradam a redução de ruído global significativamente. Se a espessura da janela é dobrada é possível um aumento do índice de redução sonora.
- Controle de ruído em pneus: o ruído produzido pelo ar que é comprimido quando o pneu é pressionado contra o asfalto é transmitido do pneu para a roda e chega ao interior da cabine através da direção e da suspensão. O uso de uma esponja de poliuretano no interior do pneu desenhada para absorver as vibrações irá reduzir a quantidade de ruído que passa para o interior do veículo.
- Durante as viagens de emergência buracos provocam a vibração de equipamentos, e, assim geram ruído. O efeito do isolamento de vibrações através de componentes resilientes tende a limitar a importância do ruído estrutural veicular para frequências abaixo de 500 Hz.Uma maneira de reduzir as vibrações seria a implementação de um melhor sistema de suspensão para a ambulância. Outra opção é adicionar o material de amortecimento.

Ao realizar algumas das medidas descritas anteriormente será possível reduzir o nível de pressão sonora no interior do veículo, tanto na cabine do paciente como na do motorista e proporcionar um ambiente sonoro adequado.

6.2 Medidas de Prevenção da Perda Auditiva em profissionais que atuam em Ambulâncias

A proposta de prevenção da perda auditiva nos profissionais que atuam em ambulâncias, especialmente os motoristas, baseia-se nas orientações já previstas na NR 9 que trata do programa de prevenção de riscos ambientais e da Portaria 19 do Ministério do Trabalho que orienta os parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição de trabalhadores expostos a NPS elevados. Podemos adotar como ações preventivas:

- Medir o NPS com maior frequência durante as viagens de emergência, principalmente nos plantões diurnos.
- Realizar medições do NPS com maior frequência em diferentes tipos de ambulância, principalmente nas mais antigas.
- Realizar manutenções periódicas nas ambulâncias.
- Controlar o ruído externo com o uso de medidores de NPS digitais e o tratamento acústico nas fontes com maior contribuição: sirene e motor.

- Controlar o ruído em sua trajetória com o uso do protetor auditivo especial pelos profissionais, principalmente pelos motoristas da ambulância durante as viagens com uso da sirene. Esse protetor auditivo deverá ser desenvolvido de modo que não comprometa a segurança no trânsito.
- Realizar exames de audiometria tonal e vocal periodicamente para determinar o limiar auditivo, identificar os casos indicativos de Perda Auditiva Induzida por Ruído e acompanhar os casos já instalados de PAIR.
- Reduzi a jornada de trabalho dos profissionais, em especial dos motoristas.
- Realizar avaliações qualitativas e quantitativas com os profissionais investigando a presença de sintomas auditivos e não auditivos, o uso correto do protetor auditivo, consequências da perda auditiva, entre outros.

7

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho se propôs a determinar e analisar as condições acústicas das unidades de suporte móveis, suas repercussões na saúde auditiva e qualidade de vida dos trabalhadores e sugerir melhorias das condições acústicas para controle do ruído no veículo. Algumas hipóteses foram levantadas e realizados todos os procedimentos explanados no capítulo de metodologia foi possível contemplar este propósito.

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões, as limitações e as recomendações para futuros trabalhos:

7.1 Conclusões

Em relação às condições acústicas da unidade de suporte móvel observou-se:

- O tempo de reverberação médio de 0.37 s foi encontrado para a cabine da ambulância. Esse dado é apropriado para uma cabine de ambulância, pois proporciona boa inteligibilidade de fala.
- A diferença de nível padronizada foi maior no painel esquerdo se comparada com o painel traseiro. Isso mostra que o isolamento total do painel traseiro é menor e se justifica pela presença da porta traseira.
- O Leq no interior da cabine da ambulância devido ao funcionamento do motor variou de 61.5 dB(A) (1000rpm) a 70.8 dB(A) (3000 rpm) e o da sirene foi igual a 74.9dB(A) com a ambulância estacionada. Esses valores estão dentro do especificado pela NR 15, mas segundo a OMS ruído acima de 65 dB(A) já são capazes de gerar estresse e podem interferir negativamente na saúde do trabalhador.

Na caracterização da exposição ao ruído dos profissionais que atuam em ambulâncias concluiu-se que:

- Das 20 medições realizadas durante as viagens de emergência, 12 apresentaram NPS superior ao permitido pela NR 15.
- O ruído elevado está associado com as condições do trânsito e o uso da sirene.
- Com relação à dosimetria o menor valor registrado ocorreu durante o plantão noturno de final de semana em condições boas de trânsito e sem necessidade de uso de sirene. O maior valor encontrado foi igual a 155% e ocorreu durante o plantão diurno, em dia de semana, em condições ruins de trânsito e com uso de sirene. Esse valor ultrapassa a dose diária permitida (100%) segundo a norma brasileira.

Com relação à presença de sintomas auditivos e extra auditivos concluiu-se:

- Os sintomas auditivos mais relatados foram zumbido e intolerância a sons fortes.
- Os sintomas não auditivos mais verificados foram irritabilidade, dor de cabeça, dificuldade de comunicação e alteração no sono.
- A associação entre sintomas e função do tripulante mostrou que os motoristas parecem sofrer maior impacto negativo da exposição ao ruído ocupacional do que os técnicos de enfermagem.

Com relação à percepção dos profissionais sobre a qualidade de vida concluiu-se:

- O ambiente de trabalho interfere na qualidade de vida dos profissionais que atuam em ambulâncias.
- A associação entre piora da qualidade de vida e função do tripulante mostrou que os motoristas parecem sofrer maior impacto negativo das condições do ambiente de trabalho do que os técnicos de enfermagem.

7.2 Hipóteses Confirmadas

- Os profissionais que atuam em ambulâncias estão expostos a níveis de pressão sonora que ultrapassam o recomendado pela NR 15. Esta hipótese foi confirmada em parte com base nas medidas de NPS durante as viagens de emergência e medida da dose de ruído durante a jornada de trabalho.
- Os profissionais relataram a presença de sintomas auditivos e extra auditivos devido a exposição ao ruído.

- Os altos níveis sonoros geram impactos na qualidade de vida destes profissionais, principalmente entre os motoristas.

7.3 Sugestões para trabalhos futuros

- Realizar as medidas das condições acústicas em diferentes tipos de unidades de suporte móveis.
- Incluir as medidas e análise das vibrações transmitidas pelos painéis da ambulância e de um ponto de vista estrutural determinar a forma de reduzi-las.
- Incluir medidas dos níveis sonoros produzidos pelos pneus.
- Incluir medições da frente da ambulância para verificar o isolamento de ruído na cabine do motorista.
- Incluir medidas do nível sonoro produzido pelo fechamento e abertura das portas da ambulância.
- Incluir a avaliação audiológica dos profissionais para possibilitar a correlação do perfil audiológico com os sintomas auditivos e não auditivos relatados e com o impacto na qualidade de vida dos trabalhadores.
- Pesquisar a possibilidade de o motorista usar protetores auditivos sem atenuação constante durante as viagens de emergência.
- Investigar o impacto do ruído nos pacientes que estão sendo transportados na ambulância.
- Preparar uma ambulância acusticamente e repetir as medições.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBA, J. R., GARCIA, D., & HERNANDEZ, F. *Noise Effects of Reducing Traffic Flow Trought a Spanish City.* Applied Acoustics, v. 64, n.3, p:343-63, 2003.
2. ALI, S. A., & TAMURA, A. *Road Traffic Noise Mitigation Strategies in Greater Cairo, Egypt*. Applied Acoustics. v. 64 n. 8, p:815-23, 2003.
3. ALEXANDRE, T.S., CORDEIRO, R.C., RAMOS, L,R. *Factors Associated to quality of life in active elderly.* Rev Saúde Publ. n. 49, v. 4, p:613-21, 2009.
4. ALMEIDA, S. I. C., ALBERNAZ, P. L. M., ZAIA, P. A., XAVIER, O. G., KARAZAWA, E. H. I. *História natural da perda auditiva ocupacional provocada por ruído.* Rev Assoc Med Bras. n. 46, v. 2, p:143-58, 2000.
5. ALMEIDA, J.R., ELIAS, E.T, MAGALHÃES, M.A, VIEIRA, A.J.D. *Efeito da idade sobre a qualidade de vida e saúde de catadores de materiais recicláveis de uma associação em Governador Valadares.* Ciências & Saúde. n.14, v. 6, p:2169-80, 2009.
6. AMERICAN COLLEGE OF OCCUPATIONAL AND ENVIRONMENTAL MEDICINE; ACOEM EVIDENCE BASED STATEMENT. *Noise induced hearing loss.* J. Occup. Environ. Med., n.6, v.45, n. 6, jun. 2003.
7. ÁLVARES, P. A., & SOUZA, F. P. *A Poluição sonora em Belo Horizonte.* Revista Acústica e Vibrações. Sociedade Brasileira de Acústica, nº 10, 1992.
8. ANARI, M.; AXELSSON, A.; ELIASSON, A.; MAGNUSSON, L.. *Hypersensitivity to sound - Questionnaire data, audiometry and classification*. Scand Audiol n. 28, p:219-30, 1999.
9. AREZES, P.M., BERNARDO, C.A., MATEUS, O.A. *Measurement strategies for occupational noise exposure assessment: A comparison study in different industrial environments.* Int J Ind Ergon. n.42, p:172-7, 2012.
10. ARRUDA, F. R., COELHO, J. L., SLAMA, J. G., & TENEMBAUM, R. A. *Aspectos do Controle de Ruído Urbano na Cidade do Rio de Janeiro*. In: Anais do XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Belo Horizonte. 2000.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-101: Tratamento Acústico em Recintos Fechados.* ABNT. 1963.

12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *TB-143: Poluição Sonora*. Rio de Janeiro: ABNT. 1973.
13. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-8433: Veículos rodoviários automotores em aceleração – Determinação do nível de ruído*. Rio de Janeiro: ABNT. 1995.
14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR-10.151: Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade*. ABNT. 2000.
15. AZEVEDO, A. P. M. *Efeito de produtos químicos e ruído na gênese da perda auditiva ocupacional*. 2004. 156p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2004.
16. BABISCH, W. *Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise.* Noise Health. n:5, v.18, p:1-11, 2003.
17. BALBINOT, A; TAMAGNA, A. *Avaliação da transmissibilidade da vibração em bancos de motoristas de ônibus urbanos: um enfoque no conforto e na saúde.* Revista Brasileira de Engenharia Biomédica. n:18, v.1, p:31-8, 2002.
18. BAMFORD, J.; SAUNDERS, E. *Hearing impairment, auditory perception and language disability*. 2nd ed. San Diego, California: Singular Publishing Group, 1991.
19. BARBOSA, A. S. M. *Ruído urbano e perda auditiva: o caso da exposição ocupacional em atividades ligadas à coordenação do tráfego de veículos no município de São Paulo.* 2001. (Dissertação de mestrado). São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2001.
20. BARROS E. A. *PAIR seus efeitos e suas Leis*. 1998. 55p. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) CEFAC, Rio de Janeiro. 1998.
21. BABISCH, W. *Stress hormones in the research on cardiovascular effects of noise.* Noise Health. n.5 v.18, p:1-11, 2003.
22. BATTISTON, M., CRUZ, R. M. & HOFFMANN, M. H. *Condições de trabalho e saúde de motoristas de transporte coletivo urbano*, 2006.
23. BENDAT, J. S., PIERSON A. G. Pierson. *Random Data – Analysis and Measurement Procedures*, John Wiley & Sons, Inc. 2000.
24. BISTAFA, S. R. *Acústica Aplicada ao Controle de Ruído.* 1ª edição. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.

25. BONALDI, L. V., DE ANGELIS, M. A., SMITH, R. L. *Anatomia funcional do sistema vestibulococlear.* In: FROTA S. Fundamentos em Fonoaudiologia: Audiologia. 2º edição. Rio de Janeiro: Koogan, 2003, p.1-17.

26. BORTOLI, P. S. *Análise da Poluição Sonora Urbana em Zoneamentos Distintos da Cidade de Curitiba*. Curitiba, Paraná: Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, CEFET-PR. 2002.

27. BRASIL, Ministério da saúde. Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. *Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR)*, 2006.

28. BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n. 3.214 de 08 de junho de 1978. Descreve a Norma Regulamentadora nº. 7 (NR-7) - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF); 1978 Jun 08; Suplemento. Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_07_at.pdf Acesso em: 29 de maio de 2011 às 18:48.

29. BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n. 3.214 de 08 de junho de 1978. Descreve a Norma Regulamentadora nº. 15 (NR-15) – Atividades e Operações Insalubres. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília (DF); 1978 Jun 08; Suplemento. Disponível em: http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf Acesso em: 29 de maio de 2011 às 18:50.

30. BRAECKMAN, L., VERPRAET, R., MARLEEN, V.R., PEVERNAGIE, D., De BACQUER, D. *Prevalence and Correlates of Poor Sleep Quality and Daytime Sleepiness in Belgian Truck Drivers.* Chronobiology International, USA. N. 28, v.2, p:126–34, 2011.

31. BULLINGER, M. *Methodological basis and aspects of quality of life*. Dtsch Med Wochenschr. n.131, v.19, 5-7, 2006.

32. CARIUS, A. M. *Lydmiljøet omkring den akutte ikke traumatiserede patient. September.* 2006.

33. CEPINHO, C.P., CORRÊA, A., BERNARDI, A.P.A. *Ocorrência da perda auditiva em motoristas de ônibus e caminhões de Saõ Paulo*. Rev CEFAC. n.5, v.2, p:181-6, 2003.

34. CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. *Resolução nº 1.671 de 29 de julho de 2003. Dispõe sobre a regulamentação do atendimento pré-hospitalar e dá outras providências.* Disponível em: <http://www.portalmedico.org.br/resolucoes/cfm/2003/1671_2003.htm>. Acesso em: 20 maio 2010

35. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, 1999. Resolução número 001 (4) de 08/03/90.

36. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA, 1999. Resolução número 418 25/11/09.

37. CORRÊA FILHO, H. R., COSTA, L. S., HOEHNE, E. L, PÉREZ, M. A. G., NASCIMENTO L. C. R., MOURA, E. C. *Perda Auditiva Induzida por Ruído e hipertensão em condutores de ônibus.* Rev. Saúde Pública. n.36, v.6, p:693-701, 2002.

38. COSTA, E.A.V.G. *Estudo dos constrangimentos físicos e mentais sofridos pelos motoristas de ônibus urbano da cidade do Rio de Janeiro.* 2006. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro (RJ): Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2006.

39. DIAS, A.; CORDEIRO, R.; CORRENTE, J. E.; GONÇALVES, C. G. O. *Associação entre perda auditiva induzida pelo ruído e zumbidos.* Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 63-68, jan., 2006.

40. DIDONÉ, J.A. *Perda Auditiva dos Motoristas de Ônibus por exposição ao ruído: Medição, Análise e Proposta de Prevenção.* Tese de Doutorado. 2004. Florianópolis, SC, 2004.

41. DRATVA, J., ZEMP, E., FELBER DIETRICH, D., BRIDEVAUX, P.O., ROCHAT, T., SCHINDLER, C., *et al*. *Impact of road traffic noise annoyance on health-related quality of life: Results from a population-based study.* Qual Life Res. v.19, p:37-46, 2010.

42. DEN BOER, L. C., & SCHROTEN, A. (2008). *Traffic Noise Reduction in Europe: health effects, social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise.* Arquivo eletrônico disponível em: http://www.transportenvironment.org/publications.

43. DREOSSI, RCF., MOMENSOHN-SANTOS, T.M. *O ruído e sua interferência sobre estudantes em uma sala de aula: revisão de literatura*. Pró-Fono. v.17, p:251-8, 2005.

44. ELIAS, M.A., NAVARRO, V.L. *A relação entre o trabalho, a saúde e as condições de vida: negatividade e positividade no trabalho das profissionais de enfermagem de um hospital escola*. Rev Latino-Am Enferm. n.14, v.4, p:517-25, 2006.

45. EQUIPE ATLAS. *Segurança e medicina do trabalho.* 54. ed. São Paulo: Atlas; 2004.

46. EGGERMONT, J.J. *Pathophysiology of tinnitus*. Prog Brain Res. v.166, p:19-35, 2007.

47. EVANS, G. W., JOHANSSON, G. & RYDSTEDT, L. *Hassles on the job: A study of a job intervention with urban bus drivers.* Journal of Organizational Behavior. v.20, p:199-208, 1999.

48. FAGERLONN, J. *Urgent alarms in trucks: Effects on annoyance and subsequent driving performance.* IET Intell Transp Syst. v.5, p:252-8, 2011.

49. FAHY, F. *Sound and Structural Vibrations*. Academic Press, London, 1985.

50. FERNANDES, J. C. Apostila. *Acústica e Ruídos.* Bauru: UNESP – Faculdade de Engenharia. 2002a.

51. FERNANDES, M., MORATA, T. C. *Estudo dos efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição ocupacional a ruído e vibração.* Rev Bras Otorrinolaringol. v.68, p:705-13, 2002b.

52. FERNANDES, J. C. MARINHO, T; FERNANDES, V. M. *Avaliação dos Níveis de Ruído e da Perda Auditiva em Motoristas de Ônibus na Cidade de São Paulo.* XI SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 2004.

53. FERRITE, S., SANTANA, V. M., MARSHALL, S. W. *Validity of self-reported hearing loss in adults: performance of three single questions.* Rev Saúde Pública 2011;45(5):824-30

54. FISCHER, F.M., LIEBER, R.R. *Trabalho em turnos*. In: Mendes R, editor. Patologia do trabalho 2ª edição atualizada e ampliada. São Paulo: Editora Atheneu; 2003.

55. FLECK, M.P.A., LOUZADA, S., XAVIER, M., CHACHAMOVICH, E., VIEIRA, G, SANTOS, L., et al. *Aplicaçäo da versão em português do instrumento abreviado de avaliaçäo da qualidade de vida "WHOQOL-bref"*. Rev saúde pública. n.34, v.2, p:178-83, 2000.

56. FREITAS, R. G. F., NAKAMURA, H. Y. *Perda Auditiva Induzida por Ruído em Motoristas de Ônibus com Motor Dianteiro*. Rev. Saúde Piracicaba. n.10, v. 5, p. 13-19, 2003.

57. FROTA, S. *Avaliação básica da audição.* In: FROTA S. Fundamentos em Fonoaudiologia: Audiologia. 2º edição. Rio de Janeiro: Koogan, 2003, cap.3, p.41- 59.

58. FYHRI, A., AASVANG, G.M. *Noise, sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems.* Sci Total Environ. v.408, p:4935-42, 2010.

59. GERGES, S. N. Y. *Ruído: fundamentos e controle*. 2º ed. Florianópolis: UFSC, NR Editora. 2000.

60. GIRARD, S.A.; PICARD, M.; DAVIS, A.C. Simard M, Larocque R, Leroux T, et al. *Multiple work-related Accidents: Tracing the role of hearing status and noise exposure.* Occup Environ Med. v.66, p:319-24, 2009.

61. GRIEFAHN, B. *Sleep disturbances related to environmental noise*. Noise Health [serial online] 2002 [cited 2013 Oct 11];4:57-60. Available from: http://www.noiseandhealth.org/text.asp?2002/4/15/57/31788

62. GUERRA, M. R; LOURENÇO, P. M. C.; BUSTAMANTE-TEIXEIRA, M. T.; ALVES, M. J. M. *Prevalência de perda auditiva induzida por ruído.* Rev. Saúde Pública, n. 39, v.2, p.:238-44, 2005.

63. HANOWSKI, R.J., HICKMANL, J., FUMERO, M.C, OLSON, R.L, DINGUS, T.A. *The sleep of commercial vehicle driver under the 2003 hours-of-service regulations.* Accident Analysis and Prevention - USA. v.39, 2007.

64. HILLS, E., MACE, B. R., FERGUSON, N.S. *Acoustic response variability in automotive vehicles.* Journal of Sound and Vibration. v. 321, p:286–304, 2009.

65. HYPPOLITO, M. A. et al. *Ototoxicidade da cisplatina e otoproteção pelo extrato de ginkgo biloba às células ciliadas externas: estudo anatômico e eletrofisiológico.* Rev. Bras. Otorrinolaringol., [S. l.], n. 4, v. 69, 2003.

66. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 5128 Acoustics -- Measurement of noise inside motor vehicles. ISO. 1990.

67. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 140 Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades. ISO. 1998.

68. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 3382. Acoustic -- Measurement of room acoustic parameters. Part 2: Reverberation time in ordinary rooms. ISO. 2008.

69. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 140. Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 10:

Laboratory measurement of airborne sound insulation of small building elements. ISO. 1991.

70. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 10052. Acoustics -- Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound -- Survey method. ISO. 2004.
71. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 362. Part 2: Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles -- Engineering method. ISO. 2009.
72. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 3745. Acoustics -- Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure -- Precision methods for anechoic rooms and hemi-anechoic rooms. ISO. 2012.
73. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 3744. Acoustics -- Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure -- Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane. ISO. 2010.
74. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS 1999. Acoustics- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment. Geneva: ISO. 2013.
75. IVERS, R.Q, MITCHELL, P., CUMMING, R.G. *Sensory impairment and driving: The Blue Mountains Eye Study*. Am J Public Health. v.89, p:85-7, 1999.
76. JAMBROSIC, K.; HOUVAT, M.; DOMITROVIC, H. *The Influence of excitation type on reverberation time measurement.* 3rd Congress of the Alps Adria Acoustics Association. 2007. Graz – Austria.
77. JASTREBOFF, P.J., HAZELL, J.W. *Introduction. Tinnitus Retraining Therapy. Implementing the neurophisiological model*. Cambridge: Cambridge University press; 2007. p. 12-3.
78. JOHNSON, D.W; HAMMOND, R.J; SERMAN, R.E; *Hearing in ambulance paramedic population.* Annals of Emergency Medicine. n.9, v.11, p:557-61, 1980.
79. KALTENBACH, J.A. *Neurophysiologic mechanisms of tinnitus.* J Am Acad Audiol v. 11, p:125-37, 2000.
80. KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. *Princípios da neurociência.* São Paulo: [s.n.], 2003.

81. KARIMI, A., KAZEROONI, F., NASIRI, S., OLIAEI, *M. Noise induced hearing loss risk assessment in truck drivers.* Noise and Health. n.12, v. 46, p:49-52, 2010.
82. KASPER, K. C. F., GÓMEZ, M.V.S.G., ZAHER, V.L.O *Ruído como Fator Estressante na Vida de Trabalhadores dos Setores de Serralheria e Marcenaria*. Arquivos internacionais de otorrinolaringologia. São Paulo, n.1, v.9, 2005.
83. KHAN, N.; KHAN, A.R.; KHAN, A.; KHAN, S. *Frequency of hearing loss in noisy occupational settings.* Jounal of Medical Sciences. n. 20 v.4, p: 192-5, 2012.
84. KINSLER, L. E., Frey, A. R., COPPENS, A. B. e SANDERS, J. V. *Fundamentals of Acoustics*. John Wiley & Sons, Inc, 4ª edição, 2002. ISBN 0-471-84789-5.
85. KLUTHCOVSKY, A.C.G.C., TAKAYANAGUI, A.M.M. *Qualidade de vida: aspectos conceituais.* Rev Salus. n. 1, v. 1, p:13-5, 2007.
86. LADEIRA, R.M., BARRETO, S.M. *Fatores associados ao uso de serviço de atenção pré-hospitalar por vítimas de acidentes de trânsito*. Cad Saúde Publ. n. 24, v.2, p:287-94, 2008.
87. LAPCEVIC, M., DEMITRIJEVIC, I., RISTIC, J., VUKOVIC, M. *Rating of life valuation scale.* Srp Arh Celok Lek. n. 134, v. 9-10, p:432-7, 2006.
88. LENTZ, R.A, COSTENARO, R.G.S, GONÇALVES, L.H.T, NASSAR, S.N. *O Profissional de enfermagem e a qualidade de vida: uma abordagem fundamentada nas dimensões propostas por Flanagem.* Rev Latino-Am Enferm. n.8, v. 4, p: 7-14, 2000.
89. LI, B., TAO, S., & DAWSON, R. W. *Evaluation and Analysis of Traffic Noise from Main Urban Roads in Beijing.* Applied Acoustics, v.63, n.10, p:1137-42, 2002.
90. LIDA, I. *Ergonomia: Projeto e Execução.* São Paulo. 6.ed. Editora Edgard Blucher, 2000.
91. LIM, S.S., VOS; T; FLAXMAN, A.D; DANAEI, G; SHIBUYA, K; ADAIR-ROHANI, H. *A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions*, 1990-2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010. Lancet. v.380, p:2224-60, 2012.
92. LOPES, G.; RUSSO, I.C.P.; FIORINI, A.C. Estudo da Audição e Qualidade de vida em Motoristas de Caminhão. Rev CEFAC. n.9, v.4, p:532-42, 2007.
93. LUNDEBY, A., VIGRAN, T. E., BIETZ, H., VORLANDER, M. *Uncertanties of Measurements in Room Acoustics*, Acustica. v. 81, p: 344-55, 1981.

94. LUNDALV, J. *Self-reported experiences of incidents and injury events in traffic among hearing impaired people as pedestrians and cyclists. A follow-up study of mobility and use of hearing equipment.* Int J Rehabil Res. v.27, p: 79-80, 2004.

95. LUSK, S.L., GILLESPIE, B, HAGERTY, B.M., ZIEMBA, R.A. *Acute effects of noise blood pressure and heart rate.* Arch Environ Health. v.59, p:392-9, 2004.

96. MAEKAWA, Z., LORD, P. *Environmental and Architectural Acoustics*. E and FN Spon, 1ª. edição, 1994.

97. MAJUMDER, J., MEHTA, C.R., SEN, D. *Excess risk estimates of hearing impairment of Indian professional drivers.* International Journal of Industrial Ergonomics. v. 39, p :234-8, 2009.

98. MARTINEZ, M.C.; PARAGUAY, A.I.B.B.; LATORRE, M.R.D.O. *Relação entre satisfação com aspectos psicossociais e saúde dos trabalhadores.* Rev Saúde Publ. n.38, v. 1, p :55-61, 2004.

99. MARTINS, A. L., ALVARENGA, K. F, BEVILACQUA, M. C, COSTA FILHO, O. A. *Perda auditiva em motoristas e cobradores de ônibus.* Rev Bras Otorrinolaringol. n. 67, v. 4, p: 467-73, 2001.

100. MASCHKE, C., HARDER, J., ISING, H., HECHT, K., THIERFELDER, W. *Stress hormone changes in persons exposed to simulated night noise.* Noise Health. n. 5, v.17, p :35-45, 2002.

101. MENEZES, P. L., GRIZ, S., MOTTA, M. A. *Psicoacústica.* In: MENEZES P L; NETO S C; MOTTA M A. *Biofísica da audição.* 1ª edição. São Paulo: Lovise, 2005, cap. 3, p.65-67.

102. MINAYO, M.C.S., HARTZ, Z.M.A., BUSS, P.M. Qualidade de vida: um debate necessário. Cienc. Saúde. Colet. n. 5, v.1, p: 7-18, 2000.

103. MORENO, C.R.C, ROTEMBERG, L. *Fatores determinantes da atividade dos motoristas de caminhão e repercussões à saúde: um olhar a partir da análise coletiva do trabalho.* Rev bras saúde ocup. n. 34, v.120, p :128-38, 2009.

104. MORILLAS, J. M. *An Environmental Noise Study in the City of Cáceres, Spain.* Applied Acoustics, v.63, n.10, p:1061-70, 2002.

105. MOLLER, A.R. *Pathophysiology of tinnitus.* Otolaryngol Clin North Am. v.36, p:249-66, 2005.

106. MOORE, K. L., DALLEY, A. F., AGUR, A. M. *Anatomia orientada para a clínica.* 6° edição. Rio de Janeiro: Koogan, 2010 cap. 7, p 958-966.

107. NETO, S. C. *Anatomofisiologia da orelha.* In: MENEZES, P. L.; NETO, S. C.; MOTTAM, A. *Biofísica da audição.* 1º edição. São Paulo: Lovise, 2005, cap. 5, p.102-103.

108. NIEMEYER, M. L., & SLAMA, J. G. *O Ruído e a Cidade: elementos de ruído urbano.* In: V. Del Rio (org), *Arquitetura, Pesquisa e Projeto.* 1998 1ª ed., Vol. 1, p.75-89. São Paulo: PROARQ.

109. NITSCHKE, C.A.S., LOPES, N.G., BUENO, R.M.L. Riscos Laborais em Unidade de Tratamento Intensivo Móvel. Florianópolis. 2000. Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.

110. NUNES, C.P.; ABREU, T.R.M.; OLIVEIRA, V.C.; ABREU, R.M. Sintomas Auditivos e não auditivos em trabalhadores expostos a ruído. Rev. Baiana Saúde Pública. n. 35, v. 3, p :548-55, 2011.

111. OLIVA, F. C., MORATA, T. C., LACERDA, A. B. M., STEINMENTS, L., BRAMATTI, L., et al. *Mudança significativa do limiar auditivo em trabalhadores expostos a diferentes níveis de ruído.* Rev. soc. bras. fonoaudiol. n.3, v.16, p.260-265, 2011.

112. OGIDO, R. C., COSTA, E. A., MACHADO, H. C. *Prevalência de sintomas auditivos e vestibulares em trabalhadores expostos a ruído ocupacional*. Rev. Saúde Pública. n. 2, v.43, p.377-380, 2009.

113. OLIVEIRA, J. A. A. *Prevenção e proteção contra perda auditiva induzida pelo ruído*. In: NUDELMANN, A. A. et al. Pair – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído: volume II. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

114. PALMA, D. C. *Quando o Ruído Atinge a Audição*. 1999. 74p. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) CEFAC, Porto Alegre. 1999.

115. PATYNEN, J., KATZ, B.F., LOKKI, T. *Investigations on the ballon as an impulse source.* J. Acoust. Soc. Am. v. 129, n. 1, 2011.

116. PAUNOVIAE, K., JAKOVLJEVIAE, B., BELOJEVIAR, G. *Predictors of noise annoyance in noisy and quiet urban streets*. Sci Total Environ v. 407, p: 3707-11, 2009.

117. PARAGUAY, A. T. T. *Perda Auditiva Induzida por Ruído em Consultório Odontológico*. 1999. 29p. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) CEFAC, Recife. 1999.

118. PASCHOA, S.; ZANEI, S.S.V.; WHITAKER, I.Y. *Qualidade de vida dos trabalhadores de enfermagem de unidades de terapia intensiva.* Acta Paul Enferm. n.20, v. 3, p :305-10, 2007.

119. PASQUALETTO, A. MARQUES, E. G., ARAÚJO, C. A. R., CRISPIM, A. C, GONÇALVES, M. T. *Níveis de ruídos no Campus II da Universidade Católica de Goiás*–UCG.Goiânia,UCG,1999. <http://agata.ucg.br/formularios/ucg/docentes/eng/ pasqualeto/jornais/pdf/jornal_03.pdf

120. PATWARDHAN, M.S., KOLATE, M.M., MORE, T.A. *To assess effect of noise on hearing ability of bus drivers by audiometry.* Indian J Physiol Pharmacol. v.35, p:35-8, 1991.

121. PAZ, E. C., FERREIRA, A. M., & ZANNIN, P. H. *Estudo Comparativo da Percepção do Ruído Urbano*. Revista Saúde Pública. v.39, n.3, p:467-72, 2005.

122. PEREIRA, W.A.P., LIMA, M.A.D.S. *Atendimento pré-hospitalar: caracterização das ocorrências de acidente de trânsito.* Acta Paul Enferm. n. 9, v. 3, p:279-83, 2006.

123. PEREIRA, E.F, TEIXEIRA, C.S.T, MERINO, E.A, DORONCO, L.S.E. *Percepção de qualidade de sono e da qualidade de vida de músicos de orquestra.* Rev. Psiquiatria Clínica. n.37, v. 2, 2010.

124. PICKLES J.O. *An Introduction to the Physiology of Hearing.* USA: Academic Press, 1998.

125. PICARD, M.; GIRARD, S.A.; SIMARD, M., LAROCQUE, R.; LEROUX, T.; TURCOTTE F. *Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240,000 person-years of observation.* Accid Anal Prev. v.40 p:1644-52, 2008.

126. PIMENTEL-SOUZA, F. *Efeito do Ruído no Homem Dormindo e Acordado*. Revista de Acústica e Vibrações, n. 25, 2000.

127. PIMENTEL, R. L., MELO, R. A., CHAVES, G. V., JUNIOR, M. C., & FILHO, M. R. *Impacto Gerado por Alterações em Via Urbana no Nível de Ruído em Edificações Circunvizinhas*. In: Anais do XXI ANPET. Rio de Janeiro, RJ. 2007.

128. PINTO, R. *Uma alternativa para viabilizar as medições necessárias à vistoria do ruído veicular, na condição parado, nos postos do Detran, no estado do Rio de Janeiro*. 2010. Dissertação de Mestrado. Programa de Engenharia Mecânica, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010.

129. PIZZOLI, L.M.L. *Qualidade de vida no trabalho: um estudo de caso de enfermeiras do Hospital Heliópolis.* Ciênc Saúde Col. n. 10, v.4, p:1055-62, 2005.

130. PORTELA, B.S., ZANNIN, P.H. *Analysis of factors that influence noise levels inside urban buses.* J Sci Ind Res. v. 69, p: 684-7, 2010.

131. PRADO, R.L., FONSECA, V., MELO, C.M. Percepção da qualidade de vida e nível de atividade física em motoristas de ônibus urbano na cidade de Aracajú/SE. Fiepbulletin.net.2011. Acesso em http://www.fiepbulletin. net/index. php/fiepbulletin /article/view/320

132. PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. Lei 9505: Dispõe sobre o controle de ruídos, sons e vibrações no município de Belo Horizonte e da outras providências. 2008. Disponível em: http://www.leismunicipais.com.br/legislacao-de-belo-horizonte/714574/lei-9505-2008-belo-horizonte-mg.html. Acesso em 19/02/2013.

133. PUCCI, G.C.M.F; RECH, C.R., FERMINO, R.C.; REIS, R.S. *Associação entre atividade física e qualidade de vida em Adultos*. Rev Saúde Publ. n. 26, v. 1, 2012.

134. RAMOS, R. E. B. *Condições de trabalho dos motoristas de ônibus – uma contribuição a uma abordagem interdisciplinar com estudo de caso no Rio de Janeiro*.1999. Dissertação de Mestrado Não-Publicada em Psicologia, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1999.

135. RINDEL, J. H. *An introduction to room acoustics.* Note nº. 0114, 2001.

136. ROCHA, C. H., SANTOS, L. H. D, MOREIRA, R. R., NEVES-LOBO, I. F., SAMELLI, A. G. *Verificação da efetividade de uma ação educativa sobre proteção auditiva para trabalhadores expostos a ruído.* J. Soc. Bras. Fonoaudiol. n.1, v. 23 p: 38-43, 2011.

137. RODRIGUES, M. A. G., DEZAN, A. A., MARCHIORI, L. L. M. *Eficácia da escolha do protetor auditivo pequeno, médio e grande em programa de conservação auditiva.* Rev CEFAC. n.8, v. 4, p:543-7, 2006.

138. ROUQUAYROL, M. Z., ALMEIDA FILHO, N. *Epidemiologia e saúde.* 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. Médica e Científica Ltda; 2003. p. 37-415.

139. ROSSI, M. M., JUNIOR, M. F. *O Impacto do Ruído Urbano Sobre a Audição de Operadores de Tráfego.* Rev. Bras. Med. Trab. , Belo Horizonte, n. 2, v. 2, p: 126-132, 2004.

140. RUSSO, I. C. P. *Acústica e psicoacústica aplicadas a fonoaudiologia*. 2º edição. São Paulo: Lovise, 1999.

141. SALVI, R.J.; LOCKWOOD, A.H.; BURKARD, R. *Neural plasticity and tinnitus.* In: Tyler RS, editor. Tinnitus Handbook. San Diego, CA: Singular; 2000. p. 123-48.

142. SAMELLI, A. G. *Zumbido: avaliação, diagnóstico e reabilitação: abordagens atuais.* São Paulo: Lovise, 2004.

143. SATO, L. Abordagem psicossocial do trabalho penoso: estudo de caso de motoristas de ônibus urbano. 1991. 119p. Dissertação (Mestrado Psicologia Social). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 1991.

144. SEIXAS, N. *Prospective study of hearing damage among newly hired construction workers.* University of Washington. v. 206, p: 685–718, 2002.

145. SCHAETTE, R.; McALPINE, D. *Tinnitus with a normal audiogram: Physiological evidence for hidden hearing loss and computational model*. J Neurosci v. 31, p: 13452-7, 2011.

146. SELIGMAN, J. *Sintomas e sinais na Pair.* In: NUDELMANN, A. A. et al. Pair – Perda Auditiva Induzida pelo Ruído. Rio de Janeiro, Revinter, 2001.

147. SILVA, L. F. *Estudo sobre a exposição combinada entre ruído e vibração de corpo inteiro e os efeitos na audição de trabalhadores.* 2002. Tese (Doutorado) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

148. SILVA, L. F., MENDES, R. *Exposição combinada entre ruído e vibração e seus efeitos sobre a audição de trabalhadores.* Rev. Saúde Pública. n. 39, v.1, 9-17, 2005.

149. SILVA, G.L.L; GOMEZ, M.V.S.G.; ZAHER, V.L. *Perfil Audiológico de Motoristas de Ambulância de Dois Hospitais na Cidade de São Paulo – Brasil.* Arq. Int. Otorrinolaringol. São Paulo, n. 2, v.10, p: 132-140, 2006.

150. SIMONS, M. W., WATERS, J. R. *Sound Control in Building: A Guide to Part E of the Building Regulations.* ISBN 1-4051-1883-0, 2004.

151. SCHMIDT, D.R.C, DANTAS, R.A.S. *Qualidade de vida no trabalho de profissionais de enfermagem, atuantes em unidades do bloco cirúrgico, sob a ótica da satisfação.* Rev Latino-Am Enferm. n. 14, v.1, p:54-60, 2006.

152. SOUZA, R.A., CARVALHO, A.M. *Programa de Saúde da Família e qualidade de vida: um olhar da Psicologia*. Estud. Psicol. n. 8, v.3, 2003.

153. SOUZA, M. F. M. e SILVA, G. R. *Risco de distúrbios psiquiátricos menores em área metropolitana na região Sudeste do Brasil.* Revista de Saúde Pública. São Paulo, n.1, v.32, p: 50-58, 1998.

154. SOUZA, J.C., PAIVA, T., REIMÃO, R. *Sono, qualidade de vida e acidentes em caminhoneiros brasileiros e portugueses*. Rev Psicologia em Estudo. n. 13, v.3 p:429-36, 2008.

155. SPILLER, A.P.M., DYNIEWICZ, A.M., SLOMP, M.G.F,S. *Qualidade de vida de profissionais da saúde em hospital universitário.* Cogitare Enferm. n.13, v.1, p:88, 2008.

156. STUMM, E.M.F., RIBEIRO, G., KIRCHNER, R.M., LORO, M.M, SCHMIDT, C.L., ROSANELLI, P. *Avaliação da Saúde e Qualidade de vida: Profissionais de um SAMU.* Cogitare Enferm. n.14, v.4, p:620-7, 2009.

157. TUOTO, E.A. *A História da medicina – a origem dos termos influenza e gripe.* 2009. Disponivel em: http://historyofmedicine.blogspot.com.br/2009/08/origem-dos-termos-influenza-e-gripe.html

158. TECHNICAL COMMITTEE ON SPEECH COMMUNICATION OF ACOUSTIC SOCIETY OF AMERICA. *Classroom Acoustics II.* Acoustical Barriers to learning 2002.

159. TSE, J.L., FLIN, R., MEARNS, K. *Bus driver well-being review: 50 years of research.* Transp Res Part F. v.9, p: 89-114, 2006.

160. ULHOA, M.A, MARQUEZE, E.C., LEMOS, L.C., SILVA, L.G., SILVA, A.A., NEHME, P., FISCHER, F.M, et al. *Distúrbios psíquicos menores e condições de trabalho em motoristas de caminhão.* Rev Saúde Pública. n. 44, v.6, p:1130-6, 2010.

161. VALADARES, V. M., & SUYAMA, E. *Traffic Noise on Arterial Street in Belo Horizonte City: a Comprehensive Database*. In: 32º International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Inter-noise 2003.

162. VIEIRA, S. D. G. *Análise ergonômica do trabalho em uma empresa de fabricação de móveis tubulares. Estudo de caso.* 1997. Dissertação de Mestrado. Florianópolis: UFSC, 1997.

163. VIEIRA, I. L. *Ruído e Perda Auditiva.* 1999. 43p. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) CEFAC, Recife. 1999.

164. VECCI, M. A. Apostila. *Ruído Ambiental*. Belo Horizonte: Curso de Especialização em Engenharia Sanitário e Meio Ambiente/UFMG. 2002.

165. VERBEEK, J.H., KATEMAN, E., MORATA, T. C., DRESCHLER, W., SORGDRAGER, B. *Interventions to prevent occupational noise induced hearing loss.* Cochrane Database Syst Rev. v. 3, 2009.

166. VESTERAGER, V88. *Tinnitus: investigation and management*. BJM, [S. l.], v. 314, p. 728-31, 1997.

167. VON GIERKE, E. H., & ELDRED, K. M. *Efeitos do Ruído no Homem.* Noise/News International (NNI), v.1, n. 2, p. 67-89, 1993.

168. WinMLS, *Morset Sound Development*, Norway, 2004.

169. WHO. *Environmental Health Criteria 12 NOISE*. Geneva: World Health Organisation; 1980.

170. WHOQOL Group. *Development of the WHOQOL: Rationale and current status*. International Journal of Mental Health. n.23, v.3, p:24-56, 1994.

171. WHOQOL Group. *What Quality of Life? World Health Forum.* WHO: Geneva; 1996. p. 354-56.

172. ZEMLIN, W. R. *Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia.* Artmed. 4ª edição. São Paulo, 2005.

ANEXOS

- Anexo 9.1: Carta de Anuência
- Anexo 9.2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- Anexo 9.3: Autorização do Comitê de Ética em Pesquisa;
- Anexo 9.4: Certificado de Calibração
- Anexo 9.5: Lista de figuras
- Anexo 9.6: Questionário sobre sintomas auditivos e não auditivos
- Anexo 9.7: Questionário WHOQOL-Bref

Anexo 9.1: Carta de Anuência

ANEXO 1: CARTA DE ANUÊNCIA PARA EMPRESA

Carta de Anuência

Eu, Daniel Junio Anastácio Dias

responsável pela empresa SEU "Serviço de Enfermagem e Emergência" estou ciente de que a pesquisadora Rafaella Cristina Oliveira, sob orientação dos professores da UFMG Estevam B. Las Casas, Max de Castro Magalhães e Juliana Nunes Santos, irá realizar sua pesquisa de mestrado na área de Saúde do Trabalhador.

O projeto de pesquisa intitulado "Caracterização dos Níveis de Ruído em Unidades de Suporte Móveis: um enfoque em conforto e saúde" tem como objetivo avaliar e comparar estatisticamente o nível de ruído em unidades de suporte móveis, suas repercussões na saúde auditiva e qualidade de vida do trabalhador e propor a implantação de medidas de controle do ruído no veículo para prevenção e alívio dos danos auditivos aos trabalhadores.

Serão realizados ensaios experimentais (medidas acústicas) no veículo, consulta ao banco de dados com os exames audiológicos dos trabalhadores e aplicação de questionários aos trabalhadores que concordarem em participar da pesquisa

Para realização da pesquisa, disponibilizo o veículo, assim como o banco de dados, ciente de que os procedimentos não trarão nenhum prejuízo à Instituição.

Belo Horizonte, 18 de dezembro de 2012.

Responsável pela Empresa

Anexo 9.2: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA TRABALHADORES

Declaração de Consentimento Livre e Esclarecido

Prezado(a) trabalhador(a),

O ruído é, na maioria dos países, o agente nocivo mais prevalente nos ambientes de trabalho e por isso vem sendo muito discutido atualmente. A exposição ao ruído ocupacional de grandes níveis é um risco potencial à audição, e mesmo em baixos níveis podem causar perda auditiva em algumas pessoas. As causas mais comuns de perda auditiva induzida pelo ruído em adultos são a exposição ao ruído, os efeitos da idade, a interação dos efeitos do ruído e da idade e a interação do ruído com outras variáveis.

Estamos realizando uma pesquisa, com o objetivo de analisar o nível de ruído em unidades de suporte móveis, suas repercussões na saúde auditiva e qualidade de vida do trabalhador e propor a implantação de medidas de controle do ruído no veículo. Esta pesquisa é promovida pelos Departamentos de Engenharia de Estruturas e de Fonoaudiologia da UFMG.

Para isso, solicitamos que você responda algumas questões relativas à sua história de vida e ocupação, antecedentes familiares de perda auditiva, presença de sintomas auditivos e não auditivos e aspectos relacionados à sua qualidade de vida.

A sua participação não trará qualquer benefício direto, mas proporcionará um melhor conhecimento sobre as queixas e sintomas auditivos dos trabalhadores expostos ao ruído veicular e de tráfego, e consequentemente, irá contribuir para projetos futuros para controle do ruído e prevenção dos danos auditivos.

Os resultados desta pesquisa ficarão sob responsabilidade dos pesquisadores e serão apresentados na Faculdade de Medicina e Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. O seu nome será mantido em sigilo. Este trabalho deverá também ser publicado em revista especializada.

Os responsáveis se comprometem a manter total sigilo dessas informações e todos os demais requisitos éticos, de acordo com a Resolução n.o 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde.

A sua participação nesta pesquisa é absolutamente voluntária e não haverá qualquer compensação material por ela. Mesmo que concorde com a sua participação, você poderá desistir dela a qualquer momento. Caso não concorde em participar, não haverá qualquer penalidade por isso.

Caso queira desistir da pesquisa ou obter mais informações sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com a fonoaudióloga Rafaella Cristina Oliveira pelo telefone (31) 9227-7518, uma das pesquisadoras.

Em caso de dúvidas sobre a ética da pesquisa entre em contato com o Comitê de ética e pesquisa da UFMG, situado à Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2° Andar – sala 2005 – Cep 31270-901– BH-MG, telefone (31) 3409-4592 – e-mail: coep@prpq.ufmg.br.

Rafaella Cristina Oliveira	Juliana Nunes Santos	Max de Castro Magalhães
Pesquisadora responsável	Pesquisadora responsável	Pesquisador responsável

Li e entendi as informações acima. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Nome:_____

CPF: _____C. Identidade: _____

Função: _____

_____ Data: ____/_____/_____

Assinatura do trabalhador

Anexo 9.3: Autorização do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

Projeto: CAAE –12711013.5.0000.5149

Interessado(a): Profa. Juliana Nunes Santos
Departamento de Fonoaudiologia
Faculdade de Medicina- UFMG

DECISÃO

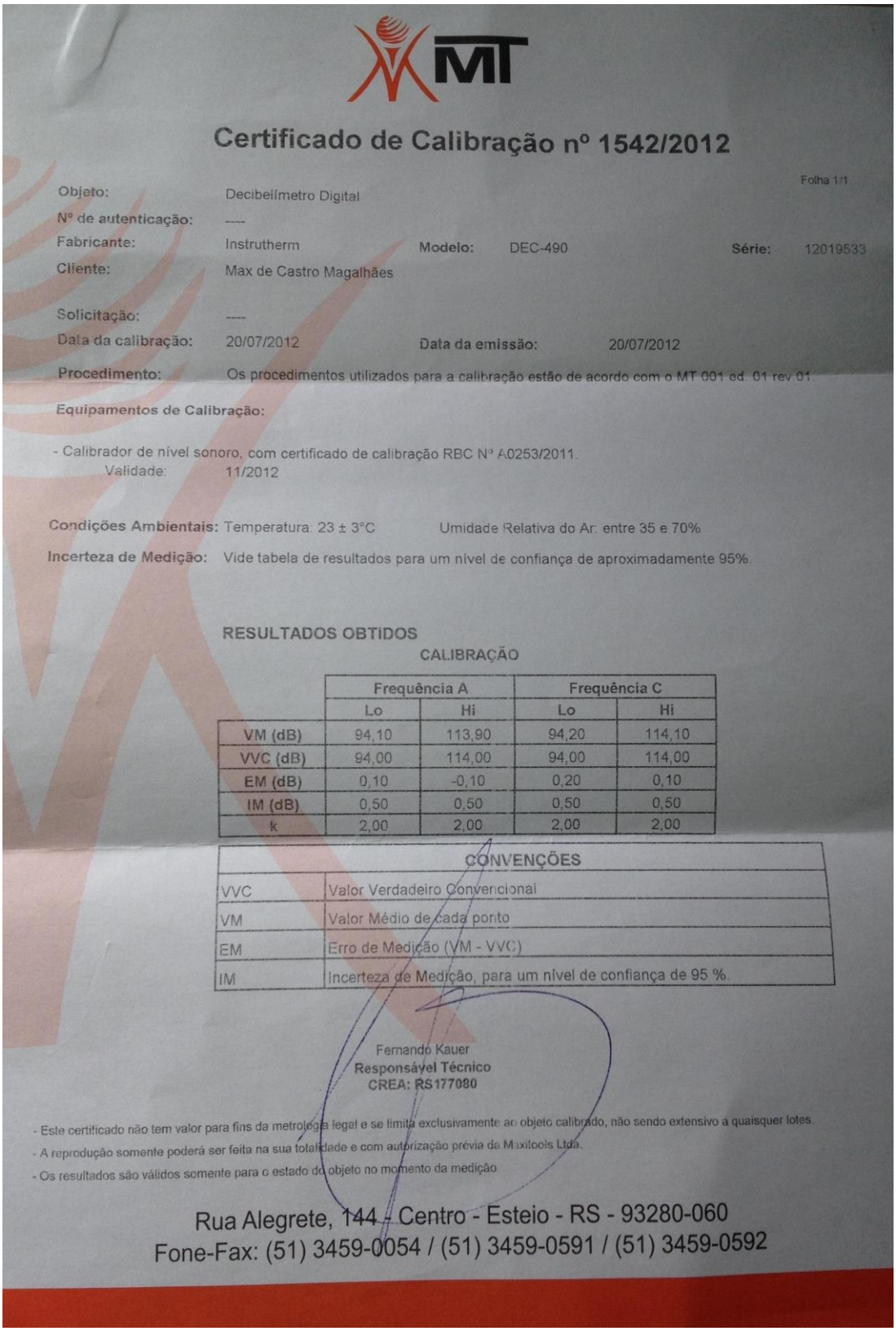
O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 03 de abril de 2013, o projeto de pesquisa intitulado **"Caracterização do ruído em ambulâncias: um enfoque em conforto e saúde"** bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

Profa. Maria Teresa Marques Amaral
Coordenadora do COEP-UFMG

Av. Pres. Antonio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2º andar – Sala 2005 – Cep:31270-901 – BH-MG
Telefax: (031) 3409-4592 - e-mail: coep@prpq.ufmg.br

Anexo 9.4: Certificados de Calibração



MT

Certificado de Calibração nº 1542/2012

Folha 1/1

Objeto: Decibelímetro Digital
Nº de autenticação: ----
Fabricante: Instrutherm **Modelo:** DEC-490 **Série:** 12019533
Cliente: Max de Castro Magalhães
Solicitação: ----
Data da calibração: 20/07/2012 **Data da emissão:** 20/07/2012
Procedimento: Os procedimentos utilizados para a calibração estão de acordo com o MT 001 ed. 01 rev 01

Equipamentos de Calibração:

- Calibrador de nível sonoro, com certificado de calibração RBC Nº A0253/2011.
  Validade: 11/2012

Condições Ambientais: Temperatura: 23 ± 3°C Umidade Relativa do Ar: entre 35 e 70%

Incerteza de Medição: Vide tabela de resultados para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

RESULTADOS OBTIDOS

CALIBRAÇÃO

	Frequência A		Frequência C	
	Lo	Hi	Lo	Hi
VM (dB)	94,10	113,90	94,20	114,10
VVC (dB)	94,00	114,00	94,00	114,00
EM (dB)	0,10	-0,10	0,20	0,10
IM (dB)	0,50	0,50	0,50	0,50
k	2,00	2,00	2,00	2,00

CONVENÇÕES	
VVC	Valor Verdadeiro Convencional
VM	Valor Médio de cada ponto
EM	Erro de Medição (VM - VVC)
IM	Incerteza de Medição, para um nível de confiança de 95 %

Fernando Kauer
Responsável Técnico
CREA: RS177080

- Este certificado não tem valor para fins da metrologia legal e se limita exclusivamente ao objeto calibrado, não sendo extensivo a quaisquer lotes.
- A reprodução somente poderá ser feita na sua totalidade e com autorização prévia da Maxitools Ltda.
- Os resultados são válidos somente para o estado do objeto no momento da medição

Rua Alegrete, 144 - Centro - Esteio - RS - 93280-060
Fone-Fax: (51) 3459-0054 / (51) 3459-0591 / (51) 3459-0592

GROM-LAB
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO & ENSAIOS

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
Nº: 1531/13

CAL 0399

Solicitante:
MAX DE CASTRO MAGALHÃES

Equipamento:
Calibrador de Nível Sonoro

Fabricante:	Modelo:	N.º série:	Tipo:	Data da calibração:	Data de emissão:
BSWA	**CA106**	**44106**	**2**	**28/02/13**	**05/03/13**

Itens Avaliados:
Nível de pressão sonora e Freqüência.

Condições de Teste:

Temperatura	Umidade Relativa do Ar	Pressão atmosférica
22,4 °C	**63,5 %**	**1013,3 mbar**

Procedimento de Calibração:
Os itens avaliados neste certificado seguiram o procedimento interno PRC-T014-10 e os requisitos das normas de referência IEC 60942:2003 – Electroacoustics – Sound Calibrators, para o tipo especificado pelo fabricante. A calibração foi realizada pelo método da comparação sequêncial. Esta calibração consiste na medição do nível de pressão sonora produzido pelo objeto obtido pela comparação deste com o nível de pressão sonora do calibrador padrão do laboratório.

Aplicabilidade:
Os resultados aqui declarados referem-se apenas ao equipamento especificado, não se estendendo a qualquer outro item, ainda que de mesmo lote de fabricação.

Equipamentos Utilizados:

Equipamento:	Fabricante:	Modelo:	N.º Série:	Certificado/Origem:	Validade:
Multímetro	Agilent 1	34401A	MY44010728	E0321/2012	08/02/14
Medidor de Freqüência	Agilent 1	34401A	MY44010728	E0321/2012	08/02/14
Power Supply	GRAS	12AK	58710	DIMCI 1942/2011	06/03/13
Pistonphone	GRAS	42AA	55630	DIMCI 15438/11	14/03/13
Microfone 1/2"	B&K	4180	2541548	DIMCI 1938/2011	12/03/13
Pré-amplificador	GRAS 1	26AK	50964	DIMCI 1942/2011	06/03/13
Barômetro Digital	ZURICH Z10B	Z - 10 - B	LAB-035	92042/12	11/01/14
Termohigrômetro	VaisalaPTU200	PTU200	A2420001	LV 45562/12	29/04/14

Incerteza de Medição:
A incerteza expandida de medição é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k=2, que para distribuição normal corresponde a probabilidade de abrangência de 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Observações:
Este calibrador de nível sonoro encontra-se de acordo com a norma IEC 60942:2003 atendendo aos seguintes itens:
- **B.3.4.4: Nível de pressão sonora**
- **B.3.5: Frequência**

1/2

Rua Pedro Alves, 47, Santo Cristo - Rio de Janeiro/RJ - CEP: 20220.280
Tel.: (21)2516-0077 - Fax: 2516-0308 - comercial@grom.com.br – www.grom.com.br

GROM-LAB
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO & ENSAIOS

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
Nº: 1529/13

CAL 0399

Solicitante:
MAX DE CASTRO MAGALHÃES

Equipamento:
Microfone Capacitivo

Fabricante:	Modelo:	Número de série:	Data Calibração:	Data de emissão:
BSWA	**201**	**4400535**	**28/02/2013**	**05/02/2013**

Itens Avaliados:
Sensibilidades X Freqüências

Sensibilidade do Microfone:
31,01 mV/Pa **ou** **-30,17 dB re. 1V/Pa** **(@ 250 Hz e 1013,25 mbar)**

Condições de Teste:

Temperatura	Umidade Relativa do Ar	Pressão atmosférica	Tensão de Polarização
22,2 °C	**52,5 %**	**1015,3 mbar**	**0 VDC**

Procedimento de Calibração:
A resposta em freqüência do microfone foi determinada utilizando-se a técnica do Atuador Eletrostático conforme a norma IEC 61094-6:2004 – *Measurement Microphones – Part 6: Eletrostatic Actuators for determination of Frequency Response*. Os valores indicados são normalizados em 250Hz.
A determinação da sensibilidade na freqüência de referência de 250Hz foi feita pelo método da inserção de tensão, tomando-se como padrão de referência um Pistonphone.

Normas de Referência:
IEC61094-4:1995, IEC61094-6:2004 e procedimento PRC-T010-09.

Aplicabilidade:
Os resultados aqui declarados referem-se apenas ao equipamento especificado, não se estendendo a qualquer outro item, ainda que de mesmo lote de fabricação.

Equipamentos Utilizados:

Equipamento:	Fabricante:	Modelo:	Nº. Série:	Certificado/Origem:	Validade:
UIT	GROM	***	***	***	***
Multímetro	Agilent 1	34401A	MY44010728	E0321/2012	08/02/14
Atuador Eletrostático	GRAS 1/2"	RA0014	***	DIMCI 0124/13	06/07/14
Power Module	GRAS	12AK	58710	DIMCI 1942/2011	06/03/13
Pré-Amplificador	GRAS	26AG	39237	***	***
Gerador de Sinais	Stanford 1	DS360	61337	***	***
Pistonphone	GRAS	42AA	55630	DIMCI 15438/11	14/03/13
Barômetro Digital	ZURICH	Z - 10 - B	LAB-035	92042/12	11/01/14
Termohigrômetro	Vaisala PTU200	PTU200	A2420001	LV 45562/12	29/04/14

Incerteza de Medição:
A incerteza expandida de medição é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k=2, que para distribuição normal corresponde a probabilidade de abrangência de 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Observações:
****

1/2

Rua Pedro Alves, 47, Santo Cristo - Rio de Janeiro/RJ - CEP: 20220.280
Tel.: (21)2516-0077 - Fax: 2516-0308 - comercial@grom.com.br – www.grom.com.br

GROM-LAB
LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO & ENSAIOS

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO
Nº: 1530/13

CAL 0399

Solicitante:
MAX DE CASTRO MAGALHÃES

Equipamento:
Microfone Capacitivo

Fabricante:	Modelo:	Número de série:	Data Calibração:	Data de emissão:
BSWA	**201**	**4400231**	**28/02/2013**	**05/03/2013**

Itens Avaliados:
Sensibilidades X Freqüências

Sensibilidade do Microfone:
44,20 mV/Pa **ou** **-27,09 dB re. 1V/Pa** **(@ 250 Hz e 1013,25 mbar)**

Condições de Teste:

Temperatura	Umidade Relativa do Ar	Pressão atmosférica	Tensão de Polarização
22,1 °C	**52,0 %**	**1014,3 mbar**	**0 VDC**

Procedimento de Calibração:
A resposta em freqüência do microfone foi determinada utilizando-se a técnica do Atuador Eletrostático conforme a norma IEC 61094-6:2004 – *Measurement Microphones – Part 6: Eletrostatic Actuators for determination of Frequency Response*. Os valores indicados são normalizados em 250Hz.
A determinação da sensibilidade na freqüência de referência de 250Hz foi feita pelo método da inserção de tensão, tomando-se como padrão de referência um Pistonphone.

Normas de Referência:
IEC61094-4:1995, IEC61094-6:2004 e procedimento PRC-T010-09.

Aplicabilidade:
Os resultados aqui declarados referem-se apenas ao equipamento especificado, não se estendendo a qualquer outro item, ainda que de mesmo lote de fabricação.

Equipamentos Utilizados:

Equipamento:	Fabricante:	Modelo:	Nº. Série:	Certificado/Origem:	Validade:
UIT	GROM	***	***	***	***
Multímetro	Agilent 1	34401A	MY44010728	E0321/2012	08/02/14
Atuador Eletrostático	GRAS 1/2"	RA0014	***	DIMCI 0124/13	06/07/14
Power Module	GRAS	12AK	58710	DIMCI 1942/2011	06/03/13
Pré-Amplificador	GRAS	26AG	39237	***	***
Gerador de Sinais	Stanford 1	DS360	61337	***	***
Pistonphone	GRAS	42AA	55630	DIMCI 15438/11	14/03/13
Barômetro Digital	ZURICH	Z - 10 - B	LAB-035	92042/12	11/01/14
Termohigrômetro	Vaisala PTU200	PTU200	A2420001	LV 45562/12	29/04/14

Incerteza de Medição:
A incerteza expandida de medição é declarada como a incerteza padrão da medição multiplicada pelo fator de abrangência k=2, que para distribuição normal corresponde a probabilidade de abrangência de 95%. A incerteza padrão de medição foi determinada de acordo com a publicação EA-4/02.

Observações:
****

1/2

Rua Pedro Alves, 47, Santo Cristo - Rio de Janeiro/RJ - CEP: 20220.280
Tel.: (21)2516-0077 - Fax: 2516-0308 - comercial@grom.com.br – www.grom.com.br

Anexo 9.5: Lista de figuras

POSIÇÕES DA FONTE E MICROFONES PARA ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DA UNIDADE DE SUPORTE MÓVEL

3.2.1.3 Tempo de Reverberação

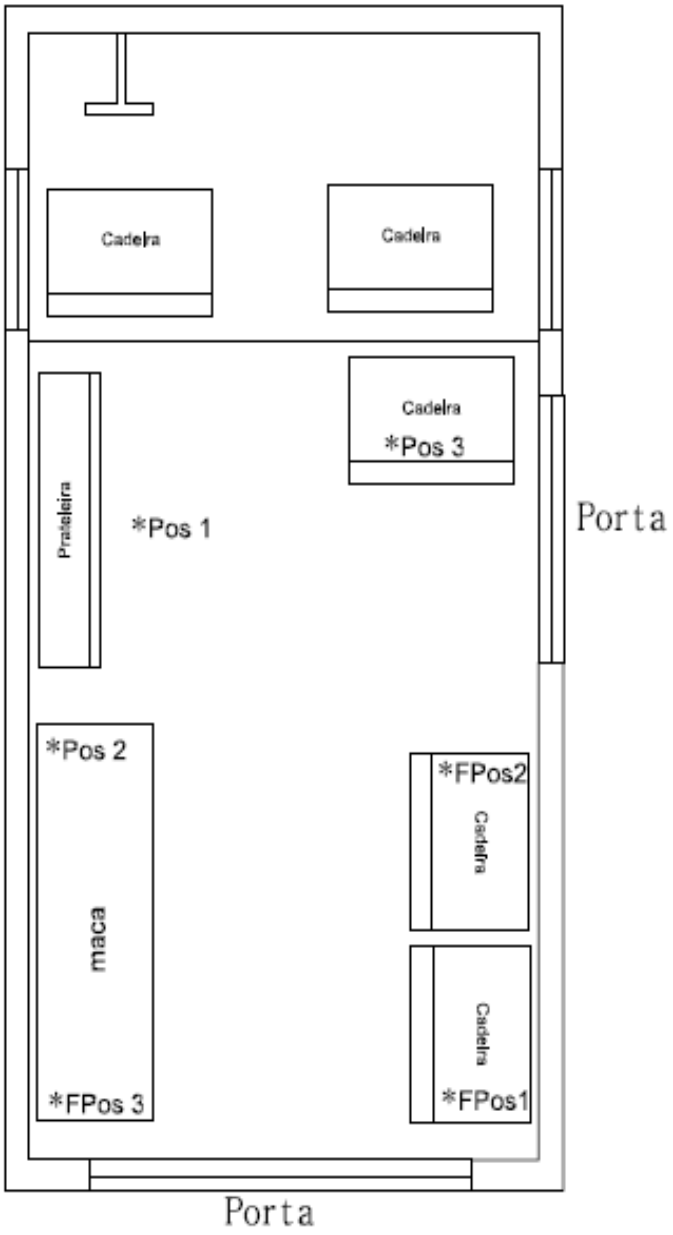


Figura 1: Vista superior da ambulância, com posição da fonte (FPos) e dos microfones (Pos) marcadas por um *.

3.2.1.4 Isolamento de Ruído Aéreo

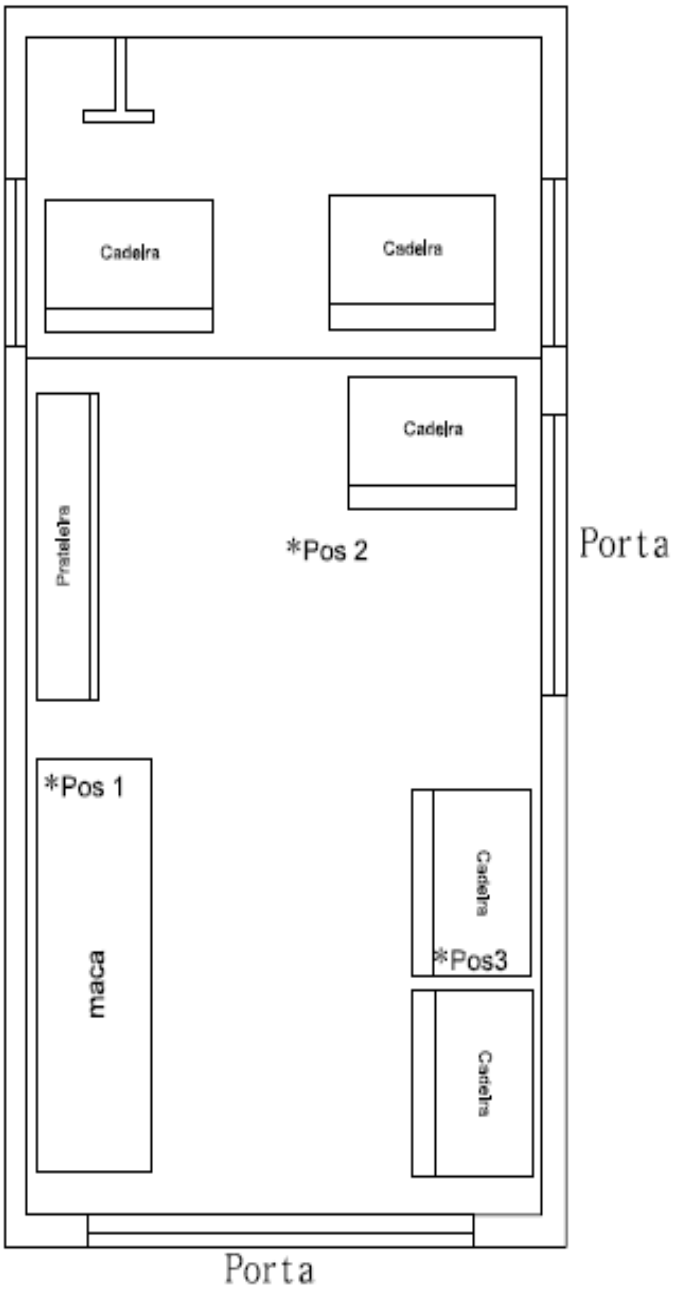


Figura 2: Vista superior da ambulância, com posições dos microfones (Pos) marcadas por um *.

3.2.1.5 Nível Sonoro Equivalente (Leq) do Motor e Sirene

Figura 3: Vista superior da ambulância, com posição do microfone (Pos) marcada por um *.

3.2.2 Nível Sonoro Equivalente (Leq) durante as viagens de emergência

Figura 4: Vista superior da ambulância, com posição do microfone (Pos) marcada por um *.

Anexo 9.6: Questionário sobre sintomas auditivos e não auditivos

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS TRABALHADORES

Questionário Sobre Queixas e Sintomas Auditivos dos Trabalhadores

Prezado (a) Trabalhador (a),
Com o objetivo de pesquisar as queixas e sintomas auditivos de trabalhadores expostos a ruído solicitamos a sua colaboração para o preenchimento do questionário que se segue.

Informações pessoais
Nome:_____
Função:_____
Tempo em unidades de saúde móveis:_____
Idade: _____ Sexo: 1- ( ) Masculino 2-( ) Feminino
Possui algum tipo de problema auditivo? 1-( ) Sim 2-( ) Não
Há quanto tempo trabalha exposto a ruído?_____

1) EM GERAL VOCÊ DIRIA QUE SUA AUDIÇÃO É:
1 ( ) Excelente ( ) Muito Boa ( ) Boa
2 ( ) Razoável ( ) Ruim

2) EXAMES AUDIOMÉTRICOS ANTERIORES:
1 ( ) Sim
2 ( ) Não

3) DADOS OCUPACIONAIS:
3.1 – Função: _____
3.2 – Horas diárias de trabalho: _____
3.3 – Tempo de trabalho em unidades de saúde móveis:_____
3.4 – Exposição a ruído no trabalho (equipamentos barulhentos)?_____
3.5 – Sente algum mal estar após trabalhar neste ambiente ruidoso?
( ) Sim ( ) Não.
Tempo total de exposição:_____
3.6 – Antes deste trabalho atual você trabalhou em algum lugar muito barulhento?
( ) Não ( ) Sim. Por quanto tempo?_____
3.7 – Pratica alguma atividade barulhenta fora do expediente de trabalho?
( ) Não ( ) Sim. Qual?_____
Com que frequência?_____

4) ANTECEDENTES PESSOAIS:
4.1 – Dor de Ouvido: 1 ( ) Sim ( ) OD ( ) OE ( ) Bilateral
2 ( ) Não
4.2 – Secreção no ouvido: 1 ( ) Sim ( ) OD ( ) OE ( ) Bilateral
2 ( ) Não
3 ( ) Não sabe
4.3 – Toma algum medicamento? 1 Sim ( ) Qual: _____
2 Não ( )
4.4 – Você percebeu alguma mudança na sua audição depois de alguma doença séria?
2 ( ) Não 1 ( ) Sim. Qual doença?_____
4.5 – Você notou alguma diferença na sua audição depois que tomou algum remédio?
2 ( ) Não 1 ( ) Sim ( ) Melhorou ( ) Piorou
4.6 – Cirurgia de orelha:
1 ( ) Sim, bilateral 2 ( ) Sim, OD 3 ( ) Sim, OE 4 ( ) Não 5 ( ) Sim, não sabe referir o lado

5) SOFREU TRAUMA CRANIANO:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não 3 ( ) Não sabe

6) SOFREU TRAUMA ACÚSTICO:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não 3 ( ) Não sabe

7) ALGUMA PESSOA NA FAMÍLIA TEM PROBLEMA AUDITIVO:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não 3 ( ) Não sabe. Qual grau de parentesco?_____

8) TONTURA:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

9) INTOLERÂNCIA A SONS INTENSOS
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

10) ZUMBIDO:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto
( ) orelha direita ( ) orelha esquerda ( )ambas
Com que frequência?_____ Desde quando?_____

11) DOR DE CABEÇA:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

12) IRRITABILIDADE:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

13) DIFICULDADE DE ENTENDER AS PALAVRAS:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

14) É DESATENTO?
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

15) DIFICULDADE DE CONVERSAR EM AMBIENTES RUIDOSOS:
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

16) ALTERAÇÕES NO SONO
1 ( ) Sim 2 ( ) Não Classifique seu sintoma: 0- baixo 1- médio 2- alto

Questionário adaptado do padrão de: Morata TC e Fernandes M 2002
Primeira questão padronizada de: Ferrite, Santana e Marshall 2011

Anexo 9.7: Questionário WHOQOL-Bref

WHOQOL – ABREVIADO – Versão em Português

A pontuação dos escores deverá ser realizada utilizando o programa estatístico SPSS, com a sintaxe do WHOQOL-bref.

Instruções
Este questionário é sobre como você se sente a respeito de sua qualidade de vida , saúde e outras áreas de sua vida. **Por favor responda a todas as questões.** Se você não tem certeza sobre que resposta dar em uma questão, por favor, escolha entre as alternativas a que lhe parece mais apropriada. Esta, muitas vezes, poderá ser sua primeira escolha. Por favor, tenha em mente seus valores, aspirações, prazeres e preocupações. Nós estamos perguntando o que você acha de sua vida, tomando como referência as **duas últimas semanas**. Por exemplo, pensando nas últimas duas semanas, uma questão poderia ser:

	nada	muito pouco	médio	muito	completamente
Você recebe dos outros o apoio de que necessita?	1	2	3	4	5

Você deve circular o número que melhor corresponde ao quanto você recebe dos outros o apoio de que necessita nestas últimas duas semanas. Portanto, você deve circular o número 4 se você recebeu "muito" apoio como abaixo.

	nada	muito pouco	médio	muito	completamente
Você recebe dos outros o apoio de que necessita?	1	2	3	(4)	5

Você deve circular o número 1 se você não recebeu "nada" de apoio.

Por favor, leia cada questão, veja o que você acha e circule no número que lhe pareça ser a melhor resposta.

		muito ruim	ruim	nem ruim nem boa	boa	muito boa
1	Como você avaliaria sua qualidade de vida?	1	2	3	4	5

		muito insatisfeito	insatisfeito	nem satisfeito nem insatisfeito	satisfeito	muito satisfeito
2	Quão satisfeito(a) você está com a sua saúde?	1	2	3	4	5

As questões seguintes são sobre **o quanto** você tem sentido algumas coisas nas últimas duas semanas.

		nada	muito pouco	mais ou menos	bastante	extremamente
3	Em que medida você acha que sua dor (física) impede você de fazer o que você precisa?	1	2	3	4	5
4	O quanto você precisa de algum tratamento médico para levar sua vida diária?	1	2	3	4	5
5	O quanto você aproveita a vida?	1	2	3	4	5
6	Em que medida você acha que a sua vida tem sentido?	1	2	3	4	5
7	O quanto você consegue se concentrar?	1	2	3	4	5
8	Quão seguro(a) você se sente em sua vida diária?	1	2	3	4	5
9	Quão saudável é o seu ambiente físico (clima, barulho, poluição, atrativos)?	1	2	3	4	5

As questões seguintes perguntam sobre **quão completamente** você tem sentido ou é capaz de fazer certas coisas nestas últimas duas semanas.

		nada	muito pouco	médio	muito	completamente
10	Você tem energia suficiente para seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
11	Você é capaz de aceitar sua aparência física?	1	2	3	4	5
12	Você tem dinheiro suficiente para satisfazer suas necessidades?	1	2	3	4	5
13	Quão disponíveis para você estão as informações que precisa no seu dia-à-dia?	1	2	3	4	5
14	Em que medida você tem oportunidades de atividade de lazer?	1	2	3	4	5

As questões seguintes perguntam sobre **quão bem ou satisfeito** você se sentiu a respeito de vários aspectos de sua vida nas últimas duas semanas.

		muito ruim	ruim	nem ruim nem bom	bom	muito bom
15	Quão bem você é capaz de se locomover?	1	2	3	4	5
		muito insatisfeito	Insatisfeito	nem satisfeito nem insatisfeito	satisfeito	muito satisfeito
16	Quão satisfeito(a) você está com o seu sono?	1	2	3	4	5
17	Quão satisfeito(a) você está com sua capacidade de desempenhar as atividades do seu dia-a-dia?	1	2	3	4	5
18	Quão satisfeito(a) você está com sua capacidade para o trabalho?	1	2	3	4	5
19	Quão satisfeito(a) você está consigo mesmo?	1	2	3	4	5
20	Quão satisfeito(a) você está com suas relações pessoais (amigos, parentes, conhecidos, colegas)?	1	2	3	4	5
21	Quão satisfeito(a) você está com sua vida sexual?	1	2	3	4	5
22	Quão satisfeito(a) você está com o apoio que você recebe de seus amigos?	1	2	3	4	5
23	Quão satisfeito(a) você está com as condições do local onde mora?	1	2	3	4	5
24	Quão satisfeito(a) você está com o seu acesso aos serviços de saúde?	1	2	3	4	5
25	Quão satisfeito(a) você está com o seu meio de transporte?	1	2	3	4	5

As questões seguintes referem-se a **com que freqüência** você sentiu ou experimentou certas coisas nas últimas duas semanas.

		nunca	algumas vezes	freqüentemente	muito freqüentemente	sempre
26	Com que freqüência você tem sentimentos negativos tais como: mau humor, desespero, ansiedade e depressão?	1	2	3	4	5

Alguém lhe ajudou a preencher este questionário? .....

Quanto tempo você levou para preencher este questionário? .....

Você tem algum comentário sobre o questionário?

OBRIGADA PELA SUA COLABORAÇÃO!