

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO AREA DE CONCENTRAÇÃO - ERGONOMIA**

**JANETE ARAGONES DIDONÉ**

**PERDA AUDITIVA DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS POR EXPOSIÇÃO  
AO RUÍDO: Medição, Análise e Proposta de Prevenção.**

Florianópolis, (SC).  
2004

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE  
PRODUÇÃO AREA DE CONCENTRAÇÃO - ERGONOMIA**

**JANETE ARAGONES DIDONÉ**

**PERDA AUDITIVA DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS POR EXPOSIÇÃO  
AO RUÍDO: Medição, Análise e Proposta de Prevenção.**

Tese de doutorado apresentada ao programa de pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para obtenção do título de doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Samir N. Y. Gerges, Ph D

Florianópolis (SC)  
2004.

**JANETE ARAGONES DIDONÉ**

**PERDA AUDITIVA DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS POR EXPOSIÇÃO  
AO RUÍDO: Medição, Análise e Proposta de Prevenção.**

Esta tese foi julgada e aprovada para obtenção do grau de doutor em Engenharia de Produção no Programa de Pós - Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Área de Concentração: Ergonomia

---

Prof. Dr. Edson P. Paladini  
Coordenador do PPGEP.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Samir Nagi Yousri Gerges, PhD  
Orientador

---

Ana Claudia Fiorini, Dr<sup>a</sup>

---

Sheila Andreoli Balen, Dr<sup>a</sup>

---

Ana Regina Aguiar Dutra, Dr<sup>a</sup>

---

Leila Amaral Gontijo, Dr<sup>a</sup>

Florianópolis, 03 de setembro de 2004.

*Dedico este trabalho aos motoristas de ônibus.  
Na busca de soluções, encontrei  
ensinamentos.*

## ***Meus Agradecimentos***

*Ao meu orientador Prof. Samir que nas entre linhas das orientações me ensinou muito além do que nossos papéis exigiam. Agradeço a paciência e escuso-me dos momentos tempestuosos que ocorreram neste percurso.*

*A Dr<sup>a</sup> Thaís Morata que mesmo estando longe esteve presente sempre que solicitada, orientando e dividindo conhecimentos, foi um privilégio ter compartilhado com personalidade tão importante na área.*

*Ao grupo que desenvolve pesquisas e trabalhos no LARI.*

*A minha amiga e colega de profissão Juliana De Conto que acompanhou e dividiu muito do seu tempo e conhecimentos.*

*A, Lílian, Felipe, Whashington, Germano, Fabiano, Vinicius que dividiram conhecimentos e estiveram presentes em vários momentos.*

*A minha amiga Maria José que ajudou para que a pesquisa acontecesse na empresa de transporte em que estava trabalhando.*

*Aos meus alunos do curso de fonoaudiologia da Univali que acompanharam e torceram pela realização desta.*

*A empresa de transporte coletivo que permitiu a realização da pesquisa, na pessoa da Diretora administrativa Magda Regina Costa Vitorello.*

*Aos meus colegas e amigos, professores do curso de Fonoaudiologia da UNIVALI.*

*Ao Marcos Vinicius meu neto, que chegou no meio desta caminhada e precisou conviver com uma avó estudante.*

*Aos meus filhos Carol, Luiz Fernando e Thaiz, um agradecimento afetuoso e um pedido de desculpas.*

*Ao meu marido Luiz, que acredita e deposita confiança na minha capacidade gerando energia para a execução desta e de outras atividades.*

*A meus pais e irmãos que tem no gene esta garra e me deram o privilégio de poder dar continuidade.*

**DIDONÉ, J. A. Perda auditiva dos motoristas de ônibus por exposição ao ruído: medição, análise e proposta de prevenção.** 2004. 173 f. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção - Ergonomia, UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA-UFSC, SC.

### **RESUMO:**

A perda auditiva induzida por ruído pode atingir o indivíduo que estiver exposto a Níveis de Pressão Sonora (NPS) elevados. Os motoristas de ônibus fazem parte desta população. Estes profissionais desempenham sua função exposta a diferentes fontes e tipos de ruído. No ambiente de trabalho dentro do ônibus o controle deste agente agressor é difícil. A indicação do uso de protetor auditivo não é uma rotina nas empresas em função da necessidade destes profissionais perceberem os sinais de alerta. Portanto este estudo teve como objetivo verificar a indicação do protetor auditivo especial ER 20 como proposta de prevenção da perda auditiva nos motoristas de ônibus. O estudo foi realizado em uma empresa de transporte coletivo urbano na cidade de Florianópolis - SC. Primeiramente foi realizada a análise de 207 audiometrias correspondendo a 100% dos exames dos motoristas; utilizou-se critério de Merluzzi e col. (1979), com o intuito de identificar resultados sugestivos de Perda Auditiva Induzida por Ruído (P.A.I.R). Posteriormente, a metodologia de avaliação da exposição sonora foi fundamentada na Legislação Brasileira da Norma Regulamentadora (NR) 15 anexos I e II. A exposição do motorista ao ruído foi medida em 25 ônibus, sendo que em 17 ônibus mediu-se o NPS global e a dosimetria. Estas medidas aconteceram simultaneamente no lado direito e esquerdo do motorista. Enquanto, em oito carros foi medido o NPS por bandas de frequências de um terço de oitavas e o NPS global separadamente, primeiro no lado direito e logo após esquerdo. Foi realizada medição da qualidade sonora do ambiente do motorista em dois carros, para quantificar o incomodo acústico gerado por este agente através das paramétricas psicoacústicas. Num segundo momento foi realizado ensaio de atenuação de ruído do protetor auditivo especial ER 20 pelo motorista, no Laboratório de Ruído Industrial (LARI) da UFSC e no campo. No LARI foi efetuado o ensaio de atenuação e teste de reconhecimento de fala com presença de ruído de fundo. No campo, durante um itinerário, foi avaliado a percepção do motorista com relação ao uso do protetor auditivo. Os resultados mostram que dependendo do tipo de ônibus, o motorista pode estar exposto a NPS acima do recomendado. O protetor auditivo pode ser utilizado como medida de prevenção da perda auditiva nestes profissionais.

**PALAVRAS - CHAVE:** Perda Auditiva, Protetor Auditivo, Motorista.

**DIDONÉ, J. A. Bus driver's hearing loss due to noise exposure: measurements, evaluation and a prevention proposal.** 2004. 173 pg. Doctorate Thesis in Production Engineering – Ergonomy. Federal University of Santa Catarina – UFSC - Florianópolis.

## ABSTRACT

Noise induced hearing loss (NIHL) can affect any individual that is exposed to high Sound Pressure Levels (SPL). Bus drivers are part of this population; these professionals are exposed to different types of noises and their sources as they perform their duties. This atypical work environment makes the control of the aggressive agent difficult. The indication of hearing protectors is not routine in bus companies because of the need for the detection of alert signals by these types of professionals. Therefore this study had as its objective to verify the suitability of the special ER20 hearing protector as part of a proposal for hearing loss prevention for bus drivers. The study was conducted in an urban collective transport company in the city of Florianópolis - SC. Primarily 207 audiometries were conducted among bus drivers; the Merluzzi and col.(1979) criterion was used to identify NIHL. Later, the evaluation methodology of the sound exposure was based upon the Brazilian Legislation, Regulation Norm (NR) 15, annexes I and II. The driver's exposure to noise was measured in 25 cars; 17 cars had their dosimetry and SPL measured. These measures happened simultaneously in the right and left side of the driver. Meanwhile, the SPL was measured by one third of the eight frequency bands in eight cars, separately from the global SPL, taken on the right side at first, followed by the left side. In order to quantify the amount of acoustic annoyance generated by this agent, a measurement of sound quality was conducted in the drivers' environment in two cars. At a second moment, a special ER 20 hearing protector testing was performed with the driver in the Industrial Noise Laboratory (LARI) and in the field. The attenuation measurement and the speech recognition test with background noise were done in the laboratory. During an itinerary in the field research, the drivers' perception of the use of the hearing protector was evaluated. The results show that depending upon the bus type the driver may be exposed to excessive SPLs. Hearing protectors can be used as a preventive measure of hearing loss for these professionals.

KEY-WORDS: Hearing Loss, Hearing Protector, Driver.

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b>	<b>VI</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>XIV</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS SIGLAS E SIMBOLOS</b>	<b>XV</b>
<b>Capítulo 1: INTRODUÇÃO</b>	
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	16
1.2. OBJETIVOS	18
1.2.1. Objetivo Geral	18
1.2.2. Objetivos Específicos	18
1.3. HIPÓTESES	19
1.4. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	19
1.5. UM ESTUDO INÉDITO	20
1.6. ORGANIZAÇÃO DA TESE	20
<b>Capítulo 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	
2.1. EFEITOS DA EXPOSIÇÃO DO HOMEM AO RUÍDO.	21
2.1.1. A Perda Auditiva Induzida por Ruído	24
2.1.2. A Perda Auditiva Induzida por Ruído em motoristas	27
2.2. PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA	32
2.3. RECONHECIMENTO DE FALA COM PROTETORES AUDITIVOS EM PRESENÇA DE RUÍDO	47
2.4. ESTUDOS DE ERGONOMIA EM TRANSPORTE COLETIVO	51
2.4.1. Estudos realizados sobre NPS no interior dos ônibus	54
2.5. PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO RUÍDO	62
2.5.1. Medição da qualidade sonora	66



**Capítulo 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

3.1. TIPO DE PESQUISA	72
3.2. LOCAL DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E POPULAÇÃO	72
3.3. ETAPAS DA PESQUISA	73
3.3.1. Procedimentos para identificar audiometrias sugestivas de PAIR	73
3.3.2 Avaliação da exposição do motorista ao ruído	74
3.3.3. Procedimentos para investigar a possibilidade do motorista usar protetor auditivo	81
3.4. ANÁLISE DOS DADOS	90
3.5. QUESTÕES ÉTICAS	95
3.6. CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	95

**Capítulo 4: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

4.1. INTRODUÇÃO	96
4.2. RESULTADOS E ANÁLISE DAS AUDIOMETRIAS	97
4.3. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES PARA QUANTIFICAR A EXPOSIÇÃO DO MOTORISTA AO RUÍDO	108
4.4. RESULTADOS DO ENSAIO DO PROTETOR AUDITIVO ER 20	133
4.5. RESULTADOS DO TESTE DE RECONHECIMENTO DE FALA REALIZADOS NO LARI.	138
4.6. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO USO DO PROTETOR AUDITIVO NO CAMPO	142

**5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

5.1. INTRODUÇÃO	147
5.2. CONCLUSÕES	148
5.3. PROPOSTA DE PREVENÇÃO DA PERDA AUDITIVA DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS POR EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	153
5.4. HIPÓTESES CONFIRMADAS OU NEGADAS	155
5.5. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA DA PESQUISA	155
5.6. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS	156
<b>6. REFERÊNCIAS</b>	157
<b>7. APENDICE</b>	166
<b>8. ANEXO</b>	173

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1:</b> Área estimulada na cóclea conforme a frequência do som.	26
<b>Figura 3.1:</b> Dosímetros de marca Quest, modelos: Fig.3.1 A: M28 e Fig.3. 1 B: Q 300.	76
<b>Figura 3.2:</b> Posição dos dosímetro e dos microfones no motorista de ônibus.	77
<b>Figura 3.3:</b> Medidor de NPS com filtro marca Larson Davis.	78
<b>Figura 3.4:</b> <i>Noise book</i> utilizado na medição da qualidade sonora.	79
<b>Figura 3.5:</b> Posição dos microfones na medição da qualidade sonora.	80
<b>Figura 3.6:</b> Calibrador da marca <i>Quest</i> , modelo QC – 10, calibrando o dosímetro M28	81
<b>Figura 3.7:</b> Esquema do protetor tipo plug modelo ER 20.	82
<b>Figura 3.8:</b> Protetor auditivo americano com filtro, modelo ER-20, utilizado na pesquisa.	82
<b>Figura 3.9:</b> Câmara reverberante e realização da meatoscopia em um motorista antes do ensaio do protetor auditivo.	84
<b>Figura 3.10:</b> Colocação do protetor auditivo pelo motorista antes de iniciar o ensaio, após orientação da pesquisadora com relação à maneira correta de colocar.	85
<b>Figura 3.11:</b> Realização do teste de fala, sem o protetor auditivo, dentro da câmara reverberante do LARI da UFSC.	87
<b>Figura 3.12:</b> Motorista usando protetor auditivo ER-20 durante a avaliação subjetiva do uso deste.	89
<b>Figura 3.13:</b> Gráficos de classificação das audiometrias conforme Merluzzi e col (1979)	91
<b>Figura 4.1:</b> Resultados encontrados na análise clínica dos exames de audiometria.	97
<b>Figura 4.2:</b> Distribuição dos tipos de perdas auditivas encontradas nos exames de audiometria dos motoristas e exames sugestivos de PAIR.	98

<b>Figura 4.3:</b> Distribuição da classificação dos traçados sugestivos de PAIR, segundo critério de Merluzzi e col. (1979) com a lateralidade que ocorreu.	107
<b>Figura 4.4:</b> Média dos NPS relacionados ao ano do ônibus e à posição do motor.	111
<b>Figura 4.5:</b> Dose de ruído relacionado ao número/ano do ônibus e a localização do motor.	112
<b>Figura 4.6:</b> Nível de pressão sonora medida no lado direito e esquerdo do motorista de ônibus relacionado com o número e ano dos ônibus.	116
<b>Figura 4.7:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1233, ano 1998.	119
<b>Figura 4.8:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1253, ano 1999.	120
<b>Figura 4.9:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1117, ano 1996.	120
<b>Figura 4.10:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1261, ano 1999.	121
<b>Figura 4.11:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1161, ano 1999.	121
<b>Figura 4.12:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitava do ônibus 1273, ano 2000.	122
<b>Figura 4.13:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1207, ano 1998.	122
<b>Figura 4.14:</b> Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1265, ano 1999.	123
<b>Figura 4.15:</b> NPS que chegam na orelha direita e esquerda do motorista que estava dirigindo o ônibus 1261 durante uma subida.	128
<b>Figura 4.16:</b> NPS que chegam na orelha direita e esquerda do motorista que estava dirigindo o ônibus 1313 durante uma medida aleatória.	129
<b>Figura 4.17:</b> Som medido no carro 1261 em uma situação de subida.	130
<b>Figura 4.18:</b> Som medido no carro 1313 em uma situação aleatória.	130
<b>Figura 4.19:</b> Comparativo da atenuação encontrada no ensaio do protetor tipo plug ER-20 no laboratório LARI com a atenuação informada pelo fabricante.	135
<b>Figura 4.20:</b> Resultados da atenuação do NPS com uso do protetor auditivo modelo ER-20 com os níveis medidos no ônibus 1261, ano 1999.	136

- Figura 4.21:** Resultados da atenuação do NPS com uso do protetor auditivo modelo ER-20 com os níveis medidos no ônibus 1233, ano 1998. 136
- Figura 4.22:** Classificação do percentual de reconhecimento de monossílabos com e sem protetor auditivo e com ruído de fundo. 138
- Figura 4.23:** Comparativo de acertos de palavras com e sem protetores auditivos no teste realizado com os 20 motoristas. 139
- Figura 4.24:** Reconhecimento de monossílabos: normal e alterado com e sem protetor auditivo. 141

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 4.1:** Apresentação dos limiares auditivos alterados por frequências dos audiogramas com perda auditiva bilateral, associando com o tempo de serviço e idade. 100
- Tabela 4.2:** Apresentação dos limiares auditivos alterados por dos audiogramas com perda auditiva no lado direito, associando com o tempo de serviço e idade. 103
- Tabela 4.3** Apresentação dos limiares auditivos alterados por dos audiogramas com perda auditiva no lado esquerdo, associando com o tempo de serviço e idade. 105
- Tabela 4.4:** Distribuição dos resultados das medições dos NPS e da Dosimetria com a diferença dos valores do lado direito e esquerdo; número/ano do carro, localização do motor e modelo. 110
- Tabela 4.5:** Distribuição dos resultados das medições dos NPS nos ônibus que fazem o itinerário inter-praias, com a diferença dos valores do lado direito e esquerdo, número/ano do carro, localização do motor, modelo e dia da semana. 115
- Tabela 4.6:** Apresentação dos resultados das métricas, NPS em dB (A), *loudness (sone)*, *sharpness (acum)*, medidas no lado direito e esquerdo do carro 1261. 125
- Tabela 4.7:** Apresentação dos resultados das métricas, NPS em dB (A), *loudness (sone)*, *sharpness (acum)*, medidas no lado direito e esquerdo do carro 1313. 126
- Tabela 4.8:** Resultados encontrados no ensaio do protetor auditivo modelo ER-20. 133
- Tabela 4.9:** Atenuação encontrada em cada frequência no ensaio do protetor ER-20. 134
- Tabela 4.10:** Percentual de reconhecimento de monossílabos com e sem protetor auditivo 140
- Tabela 4. 11:** Respostas apresentadas pelos motoristas após o uso do protetor auditivo no campo. 143

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>NPS</b>	Nível de Pressão Sonora
<b>PAIR</b>	Perda Auditiva Induzida por Ruído
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora
<b>PCA</b>	Programa de Conservação Auditiva
<b>dB</b>	decibel
<b>dB A</b>	decibel (escala A)
<b>dB NA</b>	decibel nível de audição
<b>dB NPS</b>	decibel Nível de Pressão Sonora.
<b>CTB</b>	Código de Transito Brasileiro.
<b>Hz</b>	Hertz ou ciclos por segundo
<b>kHz</b>	kilo Hertz.
<b>NIOSH</b>	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
<b>ISO</b>	<i>International Standard Organization</i>
<b>ANSI</b>	<i>American National Standards Institute</i>
<b>INMETRO</b>	Instituto Nacional de Metrologia
<b>NRR</b>	Nível de redução de Ruído
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>Leq</b>	Nível Equivalente
<b>LARI</b>	Laboratório de Ruído Industrial

## **Capítulo 1: INTRODUÇÃO**

Este capítulo iniciará contextualizando o tema da pesquisa, apresentando os objetivos gerais, específicos e as hipóteses. Logo o estudo será delimitado. Na continuação será enfocada a contribuição científica da pesquisa. Para finalizar o capítulo será apresentada a organização da tese.

### **1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO**

O sistema auditivo exerce suas funções durante as 24 horas do dia. Mesmo quando o indivíduo está dormindo, este continua armazenando todas as informações acústicas, localizando distâncias e tipos de fonte sonora. Este sentido, a audição, desencadeia um mecanismo de alerta e defesa. Todavia, a perda da audição só assume maior significância no momento em que interfere no processo de comunicação e na inteligibilidade da fala e/ou mensagem.

A perda total ou parcial da audição é uma condição incapacitante, pois limita ou até mesmo impede o seu portador de exercer plenamente o seu papel na sociedade, comprometendo o desempenho adequado das atividades da vida diária e as relações familiares, sociais e de trabalho.

Entre as diversas causas da perda auditiva está a exposição ao NPS elevado. Este é um, entre outros, dos agentes físicos no ambiente de trabalho que age discretamente na saúde do trabalhador. Uma vez que a sua forma de agressão não é dolorosa, o sujeito se adapta rapidamente à situação insalubre a que está exposto.



Os NPS elevados estão presentes em todos os lugares desde ambiente de lazer, como de trabalho. Atualmente, a preocupação se estende a profissionais como: músicos, operadores de *telemarketing*, dentistas, pilotos, motoristas, entre outros.

A população da presente pesquisa são os motoristas. Estes profissionais estão expostos a NPS elevados em toda a sua jornada de trabalho, advindos de diversas fontes, diferindo em todas as suas características.

A análise das condições de trabalho destes profissionais é tarefa complexa, pois além do ambiente interno está exposto ao externo, gerando maior possibilidade de imprevistos, se tornado, assim, mais ampla a análise desta função.

O motorista de ônibus desempenha um papel em que, qualquer distúrbio em sua saúde, como por exemplo, déficit auditivo, labiríntico, alteração na atenção e concentração, pode causar maiores taxas de erros e acidentes o que acarretará danos não só à sua integridade física, mas também à dos passageiros e dos pedestres.

O sistema auditivo permite monitorar os eventos ambientais que possam representar situações de perigo, por outro lado uma deficiência auditiva afetará a função de alerta destes profissionais. A integridade do sistema permite o processamento de eventos acústicos, como a percepção do sinal sonoro da campainha acionada pelo usuário, assim como a análise e a seletividade de sons que ocorrem ao mesmo tempo, e também o reconhecimento de solicitações orais de informações em meio ao ruído ambiental.

Ocorrendo exposição a NPS iguais ou superiores a 85 dB (NA) por 8 horas diárias, conforme NR 9, existe a necessidade de implantação de um Programa de Conservação Auditiva, (PCA). Definido esse como um conjunto de medidas na área da saúde, segurança e administrativas que visam impedir que determinadas condições de trabalho, como ruído, provoquem danos à audição do trabalhador.

Para prevenir a perda auditiva, o programa recomenda controle dos NPS em três fases: diminuir o NPS na fonte, na trajetória e no próprio sujeito. Considerando o ambiente de trabalho em que o motorista está inserido; as fontes são inúmeras e variáveis, o meio muda a cada segundo e o controle do ruído no próprio sujeito através do uso de protetores auditivos que possuem certificado de aprovação no Brasil não são indicados pela necessidade de retorno que estes profissionais precisam. Questiona-se, portanto, a possibilidade de o motorista usar um protetor auditivo especial modelo ER 20, fabricação americana, que apresenta uma atenuação quase constante nas frequências da fala, uma vez que o uso de protetor auditivo não é proibido pelo Departamento Nacional de Trânsito –DENATRAN. O uso do protetor auditivo pode ser uma medida provisória enquanto que soluções a médio e longo prazo estão sendo tomadas pelos profissionais responsáveis.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo Geral

- Verificar a indicação do protetor auditivo especial ER 20 como proposta de prevenção da perda auditiva nos motoristas de ônibus.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a perda auditiva do motorista de ônibus quanto ao tipo, grau, lateralidade e frequência mais atingida.
- Avaliar a exposição do motorista de ônibus ao ruído, presente no lado direito e esquerdo.

- Comparar as medidas da qualidade sonora entre dois diferentes ônibus.
- Investigar a possibilidade de uso de protetor auditivo especial pelos motoristas.
- Verificar o reconhecimento de fala do motorista de ônibus com e sem protetor auditivo.
- Investigar a percepção do motorista com relação ao uso do protetor auditivo.

### 1.3 HIPÓTESES

- A perda auditiva do motorista é neurossensorial, com configuração sugestiva de PAIR, de grau leve a moderado. A maior ocorrência da perda auditiva é no lado esquerdo e a frequência mais atingida é a de 6 kHz.
- A exposição a NPS do motorista de ônibus ultrapassa o recomendado pela Norma Brasileira.
- Existe possibilidade do motorista de ônibus usar protetor auditivo especial.
- O motorista pode apresentar dificuldade para reconhecer a fala com o uso do protetor auditivo em presença de ruído.

### 1.4. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Limitou-se a identificar a necessidade de uma medida de prevenção da PAIR dos motoristas de uma empresa de ônibus da cidade de Florianópolis. Utilizaram-se parâmetros fixados nas normas Brasileiras.

Uma vez constatada as situações de insalubridade, investigou-se a possibilidade deste profissional, usar protetor auditivo tipo plugue modelo ER 20: ensaio de atenuação e da avaliação qualitativa do uso deste. Propondo, portanto, uma medida de prevenção da PAIR.

### 1.5. UM ESTUDO INÉDITO

- Pela utilização da medida da qualidade sonora na exposição do motorista de ônibus;
- Pela metodologia utilizada de avaliação subjetiva para indicação de protetor auditivo;
- Por verificar a possibilidade de indicação de protetor auditivo especial para o motorista de ônibus.

### 1.6. ORGANIZAÇÃO DA TESE

Este estudo está organizado em 5 capítulos, da seguinte forma:

No primeiro capítulo, a introdução contendo, contextualização, objetivo geral, e específicos, hipótese, delimitação do estudo, contribuição científica da pesquisa, relevância do tema, e organização da tese.

No segundo capítulo, será apresentado o embasamento teórico através de seis sub-ítem: A Perda Auditiva Induzida por Ruído (PAIR). A Perda Auditiva Induzida por Ruído em motoristas, Programa de Conservação Auditiva com enfoque no protetor auditivo, inteligibilidade de fala com protetores auditivos em presença de ruído, estudos de ergonomia em transporte coletivo, discussão sobre os procedimentos de medição do ruído, medição da qualidade sonora, estudos realizados sobre NPS no interior de transporte coletivo

No terceiro capítulo serão expostos os procedimentos metodológicos, contendo o tipo de pesquisa, local e população, etapas desta, procedimentos deste estudo, local da realização dos experimentos, instrumentos utilizados, formas de análise dos resultados e questões éticas.

No quarto capítulo serão apresentadas a análise e discussão dos resultados.

No quinto e último capítulo, serão apresentadas as considerações finais, contendo conclusões, recomendações e sugestões para futuros trabalhos.

Encerrando serão apresentadas as referências bibliográficas, apêndices e anexos.

## **Capítulo 2: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo, serão apresentados os trabalhos científicos que constituíram a fundamentação teórica do presente estudo. Para isto utilizou-se de pesquisa bibliográfica, consulta pessoal e de site na internet, participação em congressos nacionais e internacionais. Para melhor compreensão do tema será subdividido em seis partes, abordando: efeitos da exposição do homem ao ruído, a perda auditiva induzida por ruído, a perda auditiva induzida por ruído em motoristas, programa de conservação auditiva, reconhecimento de fala com protetores auditivos em presença de ruído, estudos de ergonomia em transporte coletivo, discussão sobre os procedimentos de medição do ruído, medição da qualidade sonora, estudos realizados sobre NPS no interior de transporte coletivo.

### **2.1. EFEITOS DA EXPOSIÇÃO DO HOMEM AO RUÍDO**

A poluição sonora cresce proporcionalmente ao desenvolvimento das grandes metrópoles de forma sutil e traiçoeira. Schafer (1977) chama a atenção para a diferença entre os espaços

visuais, acústicos ou físicos. O espaço acústico não pode ser adquirido ou demarcado, é um espaço, compartilhado, comum de todos. Podendo ser destruído facilmente.

Os efeitos do ruído no homem são enumerados por Van Kanp (1986) e Vacheron (1993) tais como: aceleração da pulsação, aumento da pressão sanguínea e estreitamento dos vasos sanguíneos. Os autores alertam que longo tempo de exposição ao ruído alto pode causar sobrecarga do coração, tensões musculares e secreções anormais de hormônios, causando uma modificação do comportamento psicofisiológico do indivíduo, tal como nervosismo, fadiga mental, prejuízo no desempenho no trabalho, dificuldades mentais e emocionais, irritabilidade e até impotência sexual. Cita também dilatação da pupila, aumento da produção de hormônios da tireóide, aumento da produção de adrenalina e corticotrofina, contração do estômago e abdômen, reações musculares diversas e contração dos vasos sanguíneos, entre outros.

Benedetto e col. (1986) explicam que o corpo reage como uma massa homogênea quando exposto a frequências de até 2 Hz, provocando, dependendo da intensidade, sensação de mal-estar, náuseas e até vômito. A partir daí cada estrutura do corpo, cada órgão ou tecido possui uma frequência natural que submetido a um equivalente, gera o fenômeno da ressonância. Cada órgão reage de modo diferente de acordo com sua característica de massa, densidade, frequência, etc. quando exposto a frequência de 2 a 80 Hz. Acima desta, são amortecidas pelo corpo.

Rocha (s.d), que também estudou a influência do ruído no sono, alerta que o mesmo pode dificultar o adormecer. A pessoa poderá sentir-se tensa e nervosa devido às horas não dormidas. O problema está relacionado com a descarga de hormônios, provocando o aumento da pressão sanguínea, vasoconstrição, aumento da produção de adrenalina e perda de orientação espacial momentânea.

Rocha (sd) comenta os efeitos do ruído que, além da perda auditiva permanente, podem causar vários distúrbios, como alterar significativamente o humor e a capacidade de concentração nas ações humanas. Pessoas expostas a ruídos predominantemente de baixa frequência, estão sujeitas a enfarte ou acidente vascular cerebral. O diagnóstico pode ser através da ecocardiografia, observando a existência de espaçamento das estruturas cardíacas. Enquanto o pericárdio, saco que envolve o coração, e que normalmente tem uma espessura de 0,5 milímetros, nestas pessoas chega a medir 2,3 milímetros. Esclarece a pesquisadora que se trata de adaptação do corpo à situação ambiente, podendo preceder a doença.

A autora alerta que as pesquisas com baixa frequência revelaram que esta exposição pode causar lesões no sistema nervoso central, o que foi observado através de imagens de ressonância magnética. Contudo, uma das conclusões mais dramáticas é que a exposição a estas frequências é considerada genotóxica, ou seja, potencialmente causadora de câncer, tendo sido detectados diversos casos de câncer de estômago, de rim, de pulmões e cerebral. Os resultados de experiências com ratos mostram que, apesar de viverem numa atmosfera pura, quando expostos a ruídos predominantemente de baixa frequência, estes animais, desenvolveram fibrose pulmonar, que provoca dificuldades respiratórias.

O ruído pode provocar perda auditiva e, associada a esta, zumbido, dificuldade de compreensão, sensibilidade a sons fortes. Hètu *et al* (1990) relacionam uma série de desvantagens psicossociais a que o trabalhador portador de PAIR está sujeito, como a ter repercussão na conversação, a sofrer no ambiente social e familiar, pois ocorre isolamento, participação reduzida nas atividades de lazer, incômodo gerado aos familiares (necessidade de aumento do volume do TV, etc), satisfação reduzida e qualidade de vida limitada.

### 2.1.1. A Perda Auditiva Induzida por Ruído

Entre os efeitos causados pela exposição ao ruído, a perda auditiva é a mais discutida. Questiona-se hoje se a perda auditiva é induzida pelo ruído ou por níveis de pressão sonora elevados. Considerando que ruído é um som desagradável, não necessariamente é forte, mesmo em intensidade fraca pode ser desconfortável. Um show de rock, que chega a 110 dB, não é classificado como ruído por quem o está ouvindo, entretanto este pode causar perda auditiva (RUSSO, 1997).

O ruído está aumentando no trabalho nas atividades de lazer e também no meio ambiente, por isso o diagnóstico da PAIR não é, conforme Morata, Lemasters (2001), tarefa simples. Na exposição ocupacional pode estar associada a uma série de fatores de risco para a surdez, entre eles, agentes ototóxicos, idade, diabetes. A PAIR está relacionada à exposição a NPS elevados por um período de tempo prolongado. As autoras acima citam que esta perda auditiva é irreversível, bilateral, neurossensorial. Acrescentam que existe diferença de susceptibilidade entre os indivíduos expostos. Sendo inicialmente predominantemente do tipo coclear, desenvolvem-se a partir da exposição a níveis de ruído acima de 85 dB(A), por 8 h/dias. Afirmam que o desenvolvimento desta perda auditiva, acontece num período de 6 a 10 anos de exposição, iniciando nas altas frequências, geralmente na ordem de 6, 4, 8, 3, 2 ou 4, 6, 8, 3, 2 kHz, e são equivalentes nos dois ouvidos.

Estas características da perda auditiva já eram mencionadas por Santos (1996), que descrevia sendo geralmente bilateral e simétrica, podendo ser encontrada perda auditiva unilateral e assimétrica em trabalhadores expostos a ruído de impacto e de alta frequência. Já Costa (2001) comunga com a assertiva de que a PAIR é sempre bilateral, com traçados similares,



atribuindo a susceptibilidade do lado esquerdo às assimetrias encontradas e não à exposição desigual. Já o Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (1999), na revisão realizada em São Paulo, entre as recomendações, alerta que a PAIR é quase sempre bilateral e atinge seu nível máximo em torno de 10 a 15 anos de exposição.

Conforme a NR. 7, (1994) complementada pela portaria n. 19 do Ministério do Trabalho (1998), a PAIR é do tipo sensorineural, decorrente da exposição ocupacional sistemática, e acomete inicialmente uma ou mais frequências da faixa de 3000 a 6000 Hz. Cessando a exposição, não haverá progressão da perda auditiva.

Para Sulkowski (1980) a exposição ao NPS elevado lesa, primeiro as células externas, e mais tarde a lesão atinge as células ciliadas internas e as de sustentação. Toda a cóclea pode ser atingida. As lesões nas células ciliadas são descritas como desalinhamento, fusão ou desaparecimento dos cílios, a formação de cílios gigantes, mais longos e espessos, deformação das placas cuticulares. Oliveira (2001) acrescenta que, além das alterações celulares, os esterocílios são atingidos, bem como seu mecanismo sensível de deslocamento, por ocasião do contato da membrana tectorial durante a vibração da membrana basilar pelo ruído. O ruído intenso provoca nestas células alterações citoplasmáticas e nucleares, provocando edemas, alterações da permeabilidade e da composição iônica. Sendo que a explicação da PAIR mais relevante atualmente é decorrente da alteração da microcirculação coclear.

A justificativa para a exposição a NPS elevados acometer as frequências altas na PAIR é discutida por autores como Chadwick (1971) que refere que o suprimento sanguíneo da cóclea é deficiente na região dos 4 kHz da membrana basilar ocorrendo uma hipóxia nessa região. Já

Hilding (1953), após estudar cadáveres, concluiu que a configuração do canal coclear proporciona um ponto de maior impacto nas estruturas localizadas de 6 a 8 mm da janela oval. Esta estimulação pode ser observada na figura 2.1, que compara a área estimulada na cóclea com a área atingida pela frequência. Portanto um som de baixa frequência terá o seu reconhecimento no ápice da cóclea e todas as células ciliadas desta região serão estimuladas.

A ressonância da orelha externa sobre as frequências de 2 kHz a 5 kHz foi apresentada por Caiazzo e Tonndorf (1977) para justificar a lesão na base da cóclea. Esta ressonância pode acrescentar em torno de 15 a 20 dB em relação ao som original, dependendo da posição do ouvinte em relação à fonte sonora. Assim, ocasiona um maior estresse na região das altas frequências, resultando em lesão, conforme pode ser observado na figura 2.1.

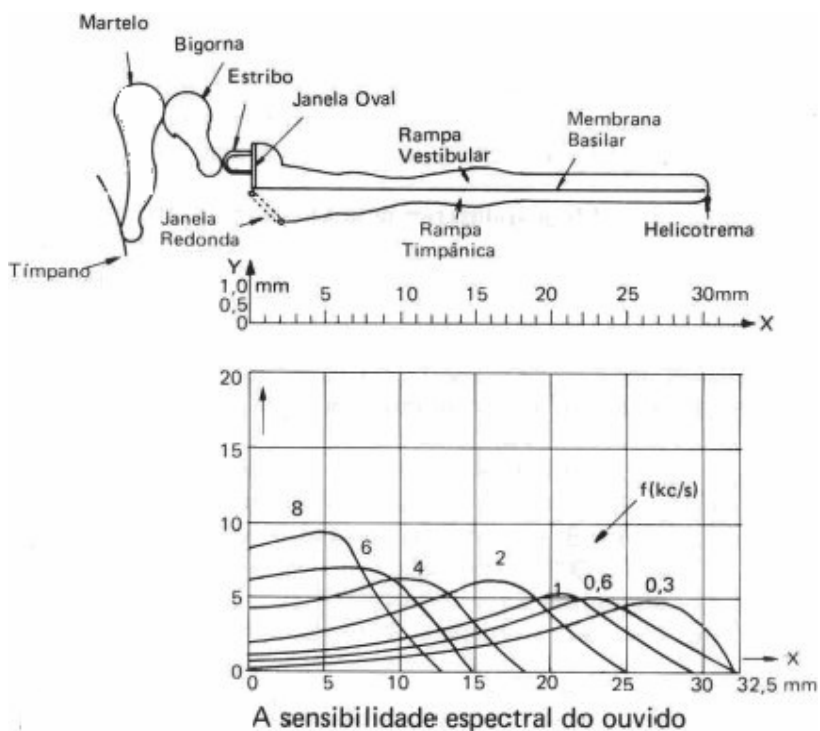


Figura 2.1: Área estimulada na cóclea conforme a frequência do som. Retirada do site: [http://www.corpo humano.hpg.ig.com.br/apr\\_sensoriais/ouvido/ouvido2.htm.l](http://www.corpo humano.hpg.ig.com.br/apr_sensoriais/ouvido/ouvido2.htm.l)

### 2.1.2. A Perda Auditiva Induzida por Ruído em motoristas

A perda auditiva induzida por ruído em motoristas é citada na maioria das pesquisas realizadas tanto nacional quanto internacionalmente. Entretanto estudos realizados na Finlândia, por Backaman (1983), que investigaram as queixas dos motoristas através de aplicação de questionário, representam a minoria que relatou a ausência de queixas auditivas. Sendo que em primeiro lugar mencionaram problemas de coluna, seguidos pelas alterações visuais, hipertensão arterial e problemas gástricos.

Esta ausência de queixas auditivas pode estar relacionada com a configuração audiométrica sugestiva de PAIR que atinge primeiro as frequências altas, não afetando nos primeiros anos a área da fala. Este resultado também foi evidenciado por Marques (1998), que encontrou uma diferença significativa entre a percepção dos motoristas da perda auditiva e os resultados encontrados na audiometria, sendo que, embora 55% apresentassem curvas sugestivas de PAIR e 90,2% relataram ouvir bem.

Já na Gran – Bretanha, estudos realizados há quatro décadas evidenciam a preocupação com a surdez nesta população. Taylor (1966), que estudou alguns aspectos da saúde dos motoristas de veículos pesados, relatou que a surdez com o passar do tempo, ameaça a segurança nas estradas. O autor citou a Associação Médica do Canadá, que tem mostrado preocupação com a surdez dos motoristas, lembrando que esta incapacidade pode impossibilitá-los de ouvir as instruções e os sinais de alerta sonoros. A comissão de prevenção de acidentes recomendou que estes não deveriam dirigir.

Kan (1980) estudou a perda auditiva temporária em motoristas de caminhão comparando resultados da avaliação audiométrica obtidos num grupo de sujeitos que deixaram a janela aberta e outro com as janelas fechadas. Observou que os audiogramas realizados antes e depois do percurso mostraram um déficit na audição.

Mais recentemente Casali, Lee e Robinson (2002) também observaram o desencadeamento da perda auditiva temporária, em motoristas, através da realização de audiometria antes da jornada de trabalho e logo após. Realizaram avaliações com janelas abertas e fechadas. Os resultados das audiometrias não evidenciaram alterações para a orelha esquerda, enquanto na direita, na frequência de 4000 Hz, foi encontrada modificação significativa do limiar.

A perda auditiva nestes profissionais também foi estudada associando o ruído à vibração. Os resultados não comprovam o efeito combinado, como pode ser observado na pesquisa desenvolvida por Silva (2001) relacionou os efeitos na audição, e concluiu que a vibração pode afetar todo o corpo ou apenas as extremidades que estiverem em contato com agentes vibrantes.

Com relação à lateralidade da perda auditiva que ocorre nestes profissionais, a literatura estudada apresenta controvérsias nos resultados das pesquisas. PAIR é definida pelo Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (1999) como sendo quase sempre bilateral. Santos (1996) alerta que a PAIR pode ser encontrada unilateral e assimétrica em trabalhadores expostos a ruído de impacto e de alta frequência.

Sobre a população de motoristas existem trabalhos que demonstram que a PAIR pode ser unilateral podendo acometer o lado direito, outros relatam envolvimento do lado esquerdo e outros estudos demonstram que a perda é bilateral, como pode ser constatado nos estudos de Janisch (1980) realizou exames otorrinolaringológicos preventivos em 165 motoristas de caminhão, detectando um decréscimo no limiar da frequência de 4000 Hz. Não foi estaticamente significativa a diferença entre alteração na orelha direita e na esquerda. Em 37 motoristas (22,4%) os limiares de audição estavam dentro dos limites fisiológicos normais. Nenhum motorista teve a diminuição da audição de grau semelhante.

Correia e Col (1991) também não encontraram diferença significativa da PAIR entre a orelha direita e a esquerda na pesquisa realizada com 104 motoristas de ônibus urbano. O objetivo deste estudo foi estabelecer a prevalência de disacusia neurosensorial induzida por ruído, bem como possíveis relações com a prevalência de hipertensão arterial e de ferropenia. Encontraram 32% da população estudada com PAIR. A frequência mais atingida foi a de 6 kHz seguida pela de 4 kHz .

Assim Pizarro (sd ) pesquisou a audição de motoristas de veículos pesados na qual realizou avaliação audiológica . O autor não observou diferença na perda auditiva para os resultados da orelha direita e da esquerda. Refere que a susceptibilidade tem maior influência na perda auditiva do que a idade. Encontrou um aumento do limiar nas frequências de 6 e 8 kHz e afirma que a mais atingida é a de 8 kHz. Interessantes os resultados dos testes de fala que mesmo com audiogramas normais, estavam alterados e o reflexo acústico em alguns trabalhadores estava ausente na frequência de 4 kHz, indicando, conforme o autor, um dado sugestivo de lesão coclear.

Os pesquisadores Martins et al. (2001) avaliaram a audição de 174 motoristas de ônibus de uma empresa de Bauru, constataram PAIR em 34 % dos sujeitos. Relataram que a perda auditiva é predominantemente unilateral, sendo que esta ocorreu em 57%. Houve semelhança na ocorrência de comprometimento no lado direito e esquerdo. As perdas bilaterais (43%) foram predominantemente simétricas. Justificam isto, devido à variabilidade de localização do motor. O zumbido foi a principal queixa (6%), sendo que deste número apenas dois apresentavam perda auditiva, portanto o zumbido pode ser o primeiro sintoma percebido pelo indivíduo. A Análise da audiometrias foi realizada através do critério de Merlluzi e col (1979), encontrando-se 29% classificadas no grau 1 e 3% no grau 2. Notou-se uma discrepância entre a ocorrência da perda e as queixas de dificuldade para ouvir, sendo estas de 12% e as perdas auditivas ocorreram em 34% dos motoristas.

Um estudo importante nesta discussão da lateralidade foi realizado por Dufresne *et al.* (1988), um dos únicos que teve como objetivo identificar a lateralidade da perda auditiva. Estes autores detectaram uma incidência maior da perda auditiva na orelha esquerda em motoristas de caminhões. Eles atribuem a exposição ao ruído externo, sugerindo que uma solução seria a instalação de ar condicionado, evitando a abertura das janelas. Os autores ainda sugerem que se o estudo fosse feito na África do Sul, onde os mecanismos de direção são na mão direita, era de se esperar a mesma incidência da perda auditiva na orelha direita.

O estudo realizado pelo Department of Transportation (1993) nos Estados Unidos não teve como objetivo a lateralidade de ocorrência da perda auditiva e sim estimou o aumento da perda auditiva em motoristas de veículos comerciais demonstrando um acréscimo a cada ano de 12 para 150 em trabalhadores entre 34 e 54 anos. A perda auditiva no profissional que

dirige caminhões com mais de 15 anos de profissão inicia na frequência de 4000 Hz, recomendando este dado como um referencial para a detecção desta. Com os resultados dos exames foi possível observar a lateralidade registrada pela orelha esquerda, atribuindo esta diferença ao nível de ruído neste lado.

Pachiaudi *et al.* (1985) realizou seu estudo na França fazendo 250 exames de audiometria, também encontrou resultados semelhantes ao estudo realizado pelo Departamento de Transporte (1993) nos Estados Unidos, encontrando uma maior incidência de PAIR na orelha esquerda e o acometimento da frequência de 4 kHz .

Entretanto, Cordeiro *et al.* (1994) optaram por analisar a frequência de 4kHz da orelha direita por considerarem esta a mais afetada nesta classe de trabalhadores. Os autores não justificam esta escolha. Estudaram a associação da perda auditiva induzida pelo ruído e o tempo acumulado de trabalho dos motoristas e cobradores de transporte coletivo urbano. Constataram uma associação positiva entre a perda auditiva e o tempo acumulado de trabalho e também com a idade dos sujeitos.

A preocupação com os motoristas de ônibus na cidade de São Paulo também foi evidenciada no estudo realizado por Silva (2001), que verificou os efeitos da exposição combinada entre ruído e vibração de corpo inteiro na audição destes. Concluiu que a configuração de curva audiométrica sugestiva de PAIR apresentou prevalência de 46% no grupo exposto e de 24% no de referência. Considerou fator de riscos mais relevante para o desenvolvimento da PAIR representada como dose, nível de exposição sonora acima de 86,8 dB (A). No entanto, neste

estudo não foi observada associação entre exposição à vibração de corpo inteiro e PAIR, nem interação com a exposição ao ruído.

Conforme a revisão bibliográfica apresentada tanto os estudos nacionais como Correia e col (1991), Marques (1998), Silva (2001) quanto os internacionais como Taylor (1966), Kan (1980), Casali Lee e Robinson (2002) registraram a presença de PAIR em motorista de ônibus, evidenciando, portanto, necessidade de implantação de Programas de Conservação Auditiva (PCA).

## 2.2. PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO AUDITIVA

A implantação de um PCA é indicada sempre que o trabalhador estiver exposto a NPS no ambiente de trabalho igual ou superior a 85 dB (NA) por 8 horas. As perdas auditivas adquiridas em um ambiente de trabalho podem ser causadas pelo NPS elevado e também pela exposição a determinados produtos químicos. O agravamento desta pode se dar através da ação combinada destes dois agentes. O Programa de prevenção de perdas auditivas implica no estabelecimento de um sistema de gerenciamento a ser incorporado no sistema gweral de gestão ambiental da empresa. (FIORINI, NASCIMENTO, 2001).

A instalação da Perda Auditiva Induzida por Ruído deve ser um indicador de implantação de um PCA conforme Suter (1986). A autora comenta que os efeitos do ruído no organismo vão além da perda auditiva, mostrando uma razão adicional para a proteção do trabalhador.

O conceito de PCA para Santos (1996) é um conjunto de medidas adotadas para prevenir a perda auditiva ou evitar a evolução desta, em um ambiente de trabalho. Para isso, deve-se



contar com uma equipe multidisciplinar, pois são necessárias medidas na área da saúde e segurança do trabalho, como: médicos, fonoaudiólogos, engenheiro mecânico, engenheiro de segurança do trabalho, representante do setor administrativo, técnicos de Segurança do Trabalho e principalmente os trabalhadores.

O PCA deve apresentar três partes fundamentais. Gerges (2000) recomenda iniciar pela identificação do problema e análise do espectro de ruído das fontes; a segunda parte básica é a realização de testes audiométricos periódicos antes e durante a ocupação do cargo e, por último, a seleção e implantação do mais viável programa de engenharia e administração de controle para eliminar ou reduzir a exposição ao ruído. O autor ressalta que além da conservação de audição, o programa preservará a comunicação verbal do trabalhador, baseando-se nas maneiras em que o ruído afeta a habilidade para ouvir a fala, o qual funciona como mascaramento.

No ambiente de trabalho, o aumento de ruído de fundo caracteriza o aumento do limiar de audibilidade do empregado, Casali (1996) afirma que com isso poderá ouvir somente ou talvez nenhum dos sons necessários para uma inteligibilidade satisfatória. Além disso, altos níveis de ruído interferem na concentração, podendo causar maiores taxas de erros e acidentes.

Autores como Dobie e Archer (1981), Casali (1996) Gerges (2000), orientam que se esses controles falharem, equipamentos de proteção individual podem ser providenciados e usados para reduzir o nível de ruído. Assim, o uso de equipamento de proteção individual é considerado apenas como último recurso. Alertam, que a melhor técnica é fazer o controle de

ruído independente do empregado. O uso de protetores auditivos individuais não é método de controle de longo prazo, visto que eles não fazem o controle das próprias fontes.

Bernardi e Saldanha (2003) sugerem que a implantação de um PCA passe por etapas, com medidas individuais e coletivas. Sendo a primeira etapa a análise do processo industrial e condições de trabalho a partir desta estabelecer um diagnóstico, após fazer uma análise e desenvolvimento do panorama epidemiológico aonde entrariam as medidas de controle ambientais, administrativas, coletivas e treinamentos. Na etapa seguinte recomenda a análise de desencadeamento e agravamento de perdas auditivas e organização de um documento legal. Gerges (2002) recomenda que o PCA inicie pela avaliação e monitoramento da exposição ao ruído: conhecer o ambiente de trabalho, o NPS, presença de produtos químicos, ototóxicos, jornada de trabalho, classificar áreas onde o controle do ruído é prioritário. As medições do nível de pressão sonora devem obedecer a normas técnicas, como a *International Standard Organization - ISO 1999/90*. É necessário avaliar se o ruído presente interfere na comunicação oral e no reconhecimento dos sinais acústicos do trabalho. Recomenda-se o cálculo da dose de ruído. O mapeamento sonoro é realizado com um medidor de nível de pressão sonora, que contenha ponderações nas curvas A e C e circuito de resposta lenta e rápida que poderá estar acoplado a um filtro de bandas de oitavas ou de um terço de oitavas, permitindo assim a avaliação das frequências, facilitando as medidas de controle do ambiente. É importante identificar fontes de ruído específicas para controle. Melnick (1989) recomenda a educação do trabalhador.

Autores como Santos (1996) e Gerges (1998) sugerem medidas de controle ambiental e organizacional iniciando pelas medidas de engenharia a fim de reduzir na fonte ou na transmissão o nível do ruído. Santos (1996) apresenta as possíveis intervenções para controle

do ruído, citando que a primeira medida deve ser através de uma intervenção na fonte emissora, eliminando ou substituindo por máquinas mais silenciosas; redução de concentração de máquinas e modificação do ritmo de funcionamento da máquina.

O enclausuramento integral ou parcial de máquinas, barreiras, silenciadores, tratamento fonoabsorvente e suportes anti-vibrantes são citados por Gerges (2000) como outras medidas de controle ambiental. Os autores são unânimes em afirmar que a última intervenção deve ser no trabalhador; quando for inevitável, deve ser através de redução do tempo de exposição, isolamentos em cabinas silenciosas e equipamento de proteção individual.

Com relação à avaliação e monitoramento audiológico Suter (1986), em seu manual, orienta que a realização de exames audiológicos informa as condições auditivas deste trabalhador na admissão e durante o monitoramento. Dependendo do nível de pressão sonora a que está exposto, esses exames devem ser realizados semestralmente ou anualmente, informando a eficácia das medidas de controle. O autor refere que a audiometria tem como objetivo identificar a perda auditiva, evitar a sua aquisição e a sua progressão.

A realização dos exames audiométricos deve respeitar alguns princípios e procedimentos básicos para a realização destes; tais como: o exame será realizado sempre por via aérea, nas frequências de 0,50 1, 2, 3, 4,6 e 8 KHz, em trabalhadores que estão expostos a partir de 85 dB mesmo com o uso de protetor auditivo. Serão considerados sugestivos de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados os audiogramas onde as frequências de 3, e/ou 4, e/ou 6 KHz apresentarem limiares auditivos acima de 25 dB(NA) e mais elevados do que

nas outras frequências testadas, estando essas comprometidas ou não, tanto no teste de via aérea quanto no da via óssea, em um ou em ambos os lados(BRASIL, 1998).

É importante observar que é recomendada medida de prevenção quando o exame audiométrico considera sugestivo o desencadeamento de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados, mesmo que a audição esteja dentro do limite considerado normal, sugerindo uma análise dos valores dos limiaries a fim de observar o rebaixamento destes(BRASIL, 1998).

Gerges (2000) define protetores auditivos como equipamentos individuais de proteção auditiva que devem reduzir a dose de ruído para os usuários. Afirma que os protetores auditivos funcionam como uma barreira acústica. Desta maneira, a onda sonora que chega no pavilhão auricular sofre uma modificação, pois parte será absorvida, outra refletida e uma quantidade transmitida, assim chega à orelha interna com uma intensidade menor.

Na Legislação Brasileira, conforme a Portaria 3214/78, do Ministério do Trabalho, no tocante ao equipamento de proteção individual, é obrigação da empresa em fornecer aos empregados, gratuitamente, equipamento de proteção individual adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, sempre que as medidas de ordem geral não ofereçam completa proteção aos riscos, acidentes e danos à saúde dos empregados.

A NR-6, conforme ANEXO 2, regulamenta os equipamentos de proteção individual. Nesta norma encontram-se todas as situações em que se faz necessário o uso de protetores auditivos, bem como as obrigações do empregador e do empregado. Recomenda o uso do equipamento de proteção individual enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo

implantadas. A norma orienta que o empregador deve adquirir o tipo adequado de protetor auditivo necessário à atividade do empregado. A norma refere que o trabalhador deve ser treinado sobre o uso correto e adequado do protetor auditivo.

No Código de Trânsito Brasileiro (2002) não existe referência ao uso do protetor auditivo. Alerta que não é permitido o uso de fones de ouvidos conectados a aparelhos sonoros. Conforme resolução do CONTRAN 51, que trata da avaliação física, através do exame clínico geral e otorrinolaringológico, o motorista está apto a dirigir se seus limiares auditivos forem iguais ou inferiores a 40 dB. Esta resolução permite, portanto, que o motorista use o protetor auditivo desde que o seus limiares auditivos estejam dentro deste limite, de -10 a 25 dB(A) limiares normais e de 26 a 40 dB(A) considerado uma perda auditiva leve.

Para BEHAR (1998) os protetores auditivos são o meio mais comum empregado para controlar a exposição a níveis elevados de ruído. Refere que duas características são importantes em um protetor: a atenuação e o conforto; a primeira é normatizada e a segunda também é muito importante, mas ainda não existe uma preocupação oficial.

O autor questiona os dados referentes à atenuação, com relação à sua validade na vida real; e o uso dos resultados que assegurem que o trabalhador esteja realmente protegido dos níveis perigosos de ruído.

SANTOS (1996) ressalta a importância da indicação do protetor, a qual deve ser precisa. Sugere que a avaliação dos níveis de ruído seja realizada por bandas de frequências, o que auxiliará nas indicações do protetor.

O ruído de alta frequência pode ser refletido por superfícies duras. Esse tipo de ruído, conforme Santos (1996), não contorna obstáculo, portanto materiais rijos são eficazes para proteção contra ruídos de alta frequência, os mais prejudiciais, que causam maiores danos para a saúde do trabalhador. Enquanto o ruído de baixa frequência é irradiado aproximadamente num mesmo nível em todas as direções, este contorna obstáculos e passa através de orifícios sem perder intensidade e continua seu deslocamento em todas as direções.

Didoné (1999) refere à importância dos protetores auditivos como solução não definitiva; a autora esclarece a necessidade de medidas que atenuem o ruído na fonte, mas enquanto estas estejam sendo tomadas, os protetores são medidas viáveis, embora tenham características intrínsecas como pouco conforto, dificuldade de comunicação e outras.

Para Portmann (1993) a vibração acústica cessa ou diminui em seu caminho, em virtude de uma força de oposição, ou impedância, que lhe é imposta pelos meios que ela atravessa. Ela pode estar aumentada pela modificação de alguns fatores, o que quer dizer que o obstáculo à passagem das vibrações ou impedância é tanto maior quanto mais intenso for o atrito, qualquer que seja a frequência desta vibração. A impedância é maior quanto maior for a massa, tanto maior quanto mais agudo for o som. E tanto maior quanto maior for a rigidez. Este fato manifesta-se tanto mais, quanto mais grave for esse som. A rigidez favorece a passagem das frequências altas, mas prejudica a transmissão das frequências baixas.

Berger (1986) discute a atenuação dos protetores auditivos, fazendo observações quanto aos diferentes caminhos que a energia sonora pode atingir a orelha interna. Cita que pode ser

através: 1) da condução óssea e do tecido humano; 2) vazamento no contato entre o protetor e o conduto auditivo; 3) pela vibração do protetor; 4) transmissão através do material.

Com relação aos tipos de protetores, existem, o tipo concha e os modelo tipo plugue. Estes últimos fazem parte do presente estudo, ao qual será dado enfoque.

Os protetores pré - moldados podem ser feitos de borracha, silicone e plástico. Gerges (1998) e Montes (1997) referem que devem ser fabricados em materiais flexíveis, em diversos tamanhos. Casali (1996) classifica-os em pré - moldados em formato de cone e com dois e três flanges.

Os tipos especiais de protetores auditivos são indicados para situações específicas de trabalho, conforme Gerges (2003) onde se devem ter melhores condições de comunicação. Estes protetores auditivos não lineares possuem sistemas de filtros acústicos ou filtros eletrônicos, do tipo passa - baixa, que garante baixa atenuação nas frequências inferiores a 2 kHz , permitindo assim que as frequências da voz passem. Seu uso é recomendado para músicos, em função de apresentar atenuação quase constante em todas as bandas de frequências da comunicação verbal. O modelo difere dos outros protetores tipo plugue pré - moldado por apresentar válvula (*damper*) e um anel de vedação responsável pelas modificações acústicas.

Os protetores especiais para Berger, Casali (1996) são modelos ativos e passivos, esses últimos incluem os plugues, que são inseridos no canal auditivo, capas que tampam o canal em sua borda. Estes protetores atenuam o ruído de uma maneira passiva, sem o uso de circuitos eletrônicos, fornecendo a redução do ruído entre o nível de pressão sonora do ambiente e o nível do som embaixo do protetor. Esta atenuação se realiza por meio de

materiais com elevadas propriedades de isolamento sonoro, materiais de absorção e dissipação do som, dispositivos com volumes de ar presos que atuam na impedância acústica e materiais especiais que estabelecem vedação acústica em contato com a pele. Os autores referem que são protetores estritamente mecânicos que oferecem qualidades variáveis tais como: sensibilidade-de-amplitude ou atenuação uniformes.

Citam ainda que os protetores com a atenuação linear com a frequência são usados principalmente por profissionais que necessitam ouvir os sinais sem modificações, sem distorções, como no caso de músicos que estão expostos a níveis elevados de pressão sonora. São chamados de “protetores para músicos”, cuja atenuação tem uma resposta quase linear com a frequência. Isto se obtém através de um filtro inserido no tampão. A inteligibilidade da palavra é beneficiada, sendo orientada a sua indicação em situações nas quais existe necessidade de comunicação.

A Atenuação dos Protetores Auditivos depende tanto do material utilizado como da acomodação deste no indivíduo. Casali (1996) lembra os quatro caminhos através dos quais a energia sonora pode chegar até a orelha interna e provocar uma sensação auditiva que, em níveis elevados, pode causar danos à audição. Portanto, devem-se minimizar os vazamentos sonoros, que pode ser uma condição difícil de se conseguir na prática.

Berger (1986) relata que sempre, e necessariamente, em função da comunicação, um nível de ruído alcançará a orelha interna, seja por vazamento pelo material, pelas vibrações do protetor ou por problemas de contato; é importante ter presente que o limite máximo de atenuação



para qualquer tipo de protetor é definido pela transmissão do ruído através dos ossos e tecidos. A variação da atenuação dependerá do projeto e do usuário.

No Brasil, a atenuação de ruído por meio de protetores deve ser medida em laboratório credenciado pelo INMETRO e MTb. O método internacional mais usado para medição é baseado nas normas da ISO 4869- 1/90 e da ANSI S 12.6/97, é o método REAT- *Real Ear Attenuation at Threshold* ( Atenuação do ouvido real ). A mensuração, que é realizada em câmara acústica qualificada, é baseada na determinação do limiar auditivo de 10 indivíduos otologicamente normais, nas frequências de 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, e 8000 Hz, com e sem protetor auditivo, repetindo a avaliação três vezes; a diferença entre as medidas é a atenuação do protetor.

O Número Único de Redução de Ruído (NRR) é obtido através de ensaios em laboratório, usando o método REAT, fornecido pelo fabricante. A diferença nos resultados de laboratório e de campo deve ser levada em consideração, sendo recomendado reduzir os valores de NRR, conforme *NIOSH ( Occupational Noise Exposure - 1998)*, para os diferentes tipos de protetores, multiplicando o NRR fornecido pelo fabricante para os tipo concha por 0,75, para os tipo plugue de espuma expandida multiplicar o NRR por 0,50 e para outros protetores tipo plugue multiplicar por 0,30.

Para Santos (1996) é necessário ter presente que, em condições de uso ideal, o protetor que age principalmente por via aérea, nunca atenua mais do que 40 a 50 dB para determinadas frequências mais altas resultado da transmissão do som por via óssea. O autor alerta que a atenuação do protetor varia para cada frequência, sendo maior nas frequências médio-altas.

Os protetores especiais para Berger e Casali (1996), apresentam atenuação menor, em comparação aos outros protetores e não mudam o conteúdo espectral do som. Os autores mencionam uma atenuação em torno de 10 a 20 dB e acrescentam que é suficiente para os níveis e duração de exposição típica para esta profissão de músicos.

A definição de conforto é comodidade e bem-estar. Entre os protetores estudados por Didoné (1999) os que ofereceram maior conforto para a população estudada foi o protetor que respeitou as diferenças individuais, isto é, o plugue moldado sob medida, seguido do plugue pré - moldado com três flanges. Sendo os protetores tipo concha os que apresentaram maior rejeição. Gerges (2003) sugere que, quando for o protetor a única solução, na seleção deste deve-se considerar todos os fatores relacionados, que incluem desde as técnicas de sua utilização como o conforto, aceitação do usuário, custo, durabilidade, estabilidade química, comunicação, segurança e higiene. Gerges (1998) concluiu que os protetores auditivos não fornecem a proteção adequada devido ao desconforto oferecido por este. Justifica que em função disto, o trabalhador não usa o protetor o tempo todo, tirando-o para conversar, para aliviar o aperto, para coçar os ouvidos, etc. Apontou a falta de conhecimento na colocação do protetor, principalmente o tipo plugue. O autor explica que se um trabalhador usar protetor auditivo com NRR-20 dB por 5 horas, caso trabalhe em um ambiente de 100 dB(C), retirando as outras 3 horas para aliviar o aperto, coçar a orelha, etc., a atenuação cairá para 4,2 dB e o trabalhador ficará exposto a 95,8 dB, sendo ineficiente esta proteção.

Behar (1998) comenta que, provavelmente o problema mais sério derivado do uso do protetor auditivo é a falta de conforto. Relatando que não inventaram nenhum teste para conforto, que seja universal para ser incluído em uma norma. Ainda salienta que a única recomendação que

se pode fazer neste sentido, é que sejam oferecidos diferentes protetores auditivos, para que os usuários depois de experimentá-los façam a sua escolha.

Gerges (2000) concorda e refere que nas situações industriais, o conforto e durabilidade são os fatores mais importantes, considerando que a atenuação é razoável. A falta do cumprimento das leis com relação ao uso do protetor se deve, conforme Alves (1998) ao desconforto e ao incômodo provocado por este. Conforme resultado da pesquisa deste autor, estes fatores são apontados por 46,44 % dos engenheiros do trabalho.

As vantagens do protetor tipo plug conforme Behar (1998) são, mais adequado para ambientes quentes e úmidos; compatíveis com equipamentos de cabeça e óculos, sua atenuação varia conforme a frequência do ruído; para frequências mais altas, podem ser tão eficazes quanto os protetores tipo concha; tendem a ser mais confortável que os de concha; recomendados para exposições de longa duração. Os de silicone são os que apresentam maior durabilidade e resistência à deformação e ao endurecimento.

As desvantagens também são relacionadas pelo autor, como: a inserção no meato acústico pode ser difícil, desconfortável para alguns; exigem monitoramento para deterioração. Não são recomendados para pessoas que apresentem alguma patologia na orelha externa e média.

Com relação aos efeitos provocados pelo protetor na percepção auditiva, Casali (1996) afirma que o uso deste pode trazer sérios danos ao desenvolvimento das atividades. Entre eles, dificuldade de perceber o funcionamento inadequado da máquina.

O autor também cita o efeito de oclusão, pois com o meato acústico fechado, aumenta a eficiência da condução óssea para sons abaixo de 2000 Hz, devido ao fechamento do ouvido com o protetor. Mudança do som da própria voz, para mais grave e ressonante. Sons gerados pelo próprio corpo, como movimentos da mandíbula, batidas do coração, respiração, sons de passos, tornam-se mais pronunciados.

Gerges (2003) pontua alguns problemas encontrados no uso de protetores auditivos e afirma que a falta de higiene pode provocar irritações e até infecções na orelha externa. Tampões devem ser sempre guardados limpos, colocados com a mão limpa. Outro efeito negativo é na compreensão da fala, está interferência, no entanto, vai dependendo do nível de pressão sonora no ambiente. Em ambientes com NPS em torno de 95 dB(A) a atenuação dos protetores não interfere, podendo até melhorar a inteligibilidade da comunicação, beneficiando-se da competição vocal com o ruído ambiente. Os sinais de alarme sonoros podem não ser percebido pelo trabalhador, em função do ruído e da proteção; é preciso modificar, adaptar para sinalização colorida e luminosa.

Santos (1996) aborda sobre os aspectos educativos nos programas de conservação auditiva, orientando que estes devem objetivar o conhecimento pela gerência e pelos trabalhadores dos riscos da exposição a níveis elevados de pressão sonora e das medidas do controle, ambiental, organizacional e de pessoal.

Casali (1996) afirma que para implantar esse item do programa, que para os estadunidenses é considerado o mais importante e trabalhado exaustivamente, é necessário desenvolver atividades tanto junto ao setor administrativo como junto aos operários. É preciso esclarecer

que o sucesso do programa depende do envolvimento de todos, mostrando para a administração, que é necessário cumprir todas as etapas de um programa, que o PCA não é despesa e sim investimento, e que só fazer audiometrias e entregar EPIs não é o suficiente.

Kwitko (1998) afirma que é necessário demonstrar que existe retorno em aumento de produtividade, qualidade com menor desperdício, pois diminuirão os riscos com reclamationárias, e com isso o cumprimento da legislação se fará adequadamente.

Royster (1992) orienta que aos trabalhadores devem ser informados dos níveis de ruído a que estão expostos durante a sua jornada de trabalho. Devem-se ensinar as funções do ouvido; deve-se descrever como a perda auditiva ocorre; usar exames audiométricos admissionais e periódicos como um instrumento educativo. É importante definir os benefícios para os funcionários e para a empresa. Essas informações podem ser dadas sempre que o funcionário for realizar os exames periódicos, individualmente, e também através de encontros com pequenos grupos, encontros regulares de segurança, através de cartazes, filmes, palestras, informativos.

De acordo Royster (1992) é fundamental treinar, e motivar o uso correto dos protetores auditivos, orientar a escolha do EPI mais adequado ao meio e ao usuário, informar quanto aos cuidados de higiene. Deve-se usar abordagem pedagógica adequada, permitindo mudança permanente de comportamento diante dos aspectos ligados à segurança pessoal.

Para Glorig (1980), a implantação do PCA deve ser precedida do envolvimento do empregado e do empregador nas questões referentes ao ruído e à saúde.

O objetivo final de um programa de conservação auditiva é reduzir o número de perdas auditivas causadas por níveis de pressão sonora elevados, e evitar a progressão das já existentes. Para isso, Kwitko (1996) refere que, em um programa de conservação auditiva, os resultados só serão confiáveis, depois de 2 a 3 anos que o programa tenha sido implantado, isto em função de que as perdas auditivas ocorrem lentamente.

O programa também tem como objetivo prevenir os efeitos extras - auditivos, aspectos também causados pelo ruído como estresse, gastrite, insônia, porém ao contrário da perda auditiva tem sua melhora avaliada em dias (ROYSTER, 1992).

Ibañez (1997) recomenda um coordenador no PCA a fim de estar sendo avaliado sistematicamente e periodicamente, através de reuniões com os diferentes grupos, desde os diretores, administradores, encarregados e operários. O autor ainda salienta que um indivíduo que tem uma qualificada mão - de - obra e saúde física e mental é imprescindível para manter a empresa competitiva e elevar a qualidade da produção e sugere o uso do *check-list* para acompanhar a aplicação do PCA.

Santos (1996) recomenda que a avaliação deve consistir de avaliação da perfeição e qualidade dos componentes do programa; avaliação dos dados do exame audiológico e opinião dos trabalhadores.

Conforme o autor, uma cuidadosa avaliação da efetividade do PCA é necessária, para saber o que está realmente acontecendo, a qual não deve restringir-se em cumprir a lei e normas, mas verificar se a audição está sendo conservada e se os efeitos extras - auditivos estão diminuindo ou desaparecendo. Porque mesmo com todos os cuidados e boas intenções, cumprindo todas as fases do programa, pode-se não alcançar os objetivos propostos. A ênfase na cultura de qualidade, produtividade e segurança da empresa levam ao aprimoramento contínuo de todos os processos de produção.

Dicco (1993) afirma que as empresas deverão preocupar-se em satisfazer seus funcionários, investindo no seu desenvolvimento, em termos de segurança, bem - estar e moral que devem fazer parte dos objetivos de melhoria contínua da organização.

### 2.3. RECONHECIMENTO DE FALA COM PROTETORES AUDITIVOS EM PRESENÇA DE RUÍDO DE FUNDO.

Gierke e Eldred (1997) discutem o efeito do ruído no homem, abordando a interferência na comunicação verbal, o que pode ser uma fonte de incômodo, pois cria indesejável ambiente para se viver. O principal efeito de intrusão de ruído na voz não é mascarar o som da palavra e assim diminuir a inteligibilidade, sendo que esta se encontra num intervalo de frequência de 200 a 6000 Hz, com uma flutuação de nível dinâmico em torno de 30 dB. Obter-se-á inteligibilidade da palavra se o ruído não mascarar os sons da fala e seu espectro não coincidir com o da fala. Outros fatores podem diminuir a compreensão, como a acústica do ambiente e a audição do ouvinte.

Para realização dos testes de inteligibilidade da fala Schochat (1996) apresenta os monossílabos sem sentido como o melhor indicador para inferir o desempenho auditivo em situações naturais de comunicação, tanto na presença de ruído de fundo como no silêncio.

Quando usar ruído competitivo Pereira *et al.* (1992) recomendam o uso do ruído branco. Os autores compararam a interferência do ruído rosa e o branco no reconhecimento de palavras monossílabas concluíram que o ruído branco interfere mais que o rosa. O que pode ser justificado pela energia contida no ruído branco que abrange todas as frequências compreendendo uma faixa entre 100 a 10.000 Hz já o ruído rosa é uma filtragem do ruído branco, compreendendo uma faixa de frequência de 500 a 4000 Hz.

As respostas ao teste de inteligibilidade de fala na presença de ruído podem ser diferentes dependendo do tipo de perda auditiva. Bauman *et al.* (1986) testaram a discriminação de palavras, com e sem protetores e com presença de ruído. A amostra foi composta por sujeitos que apresentavam audição normal e perda auditiva neurossensorial em alta frequência. Os resultados dos testes foram melhores para os de audição normal tanto com, como sem o uso do protetor auditivo. Sendo que o número de acertos caiu significativamente com o uso do protetor auditivo.

Silva *et al.* (1997) também pesquisaram o reconhecimento de fala com e sem ruído em sujeitos com perda auditiva. Além dos tipos pesquisados por Bauman *et al.* (1986) acrescentaram a perda condutiva. Concluíram que os que tinham perda auditiva condutiva ou limiares normais responderam de forma semelhante enquanto os sujeitos que apresentavam perda auditiva neurossensorial apresentaram pior desempenho.



Com objetivo semelhante, Abel *et al.*(1982) estudaram o efeito do uso do protetor auditivo na inteligibilidade de fala com presença de ruído de fundo. Os autores testaram em sujeitos com audição normal e perda auditiva em altas frequências (bilateral e plana). Os pesquisadores utilizaram ruído branco a 85 dB (A). Os resultados demonstraram que o protetor tipo plugue apresentou uma melhor resposta, sendo que a inteligibilidade não se modificou com e sem o uso do protetor quando o sujeito apresentava audição normal, enquanto com perda auditiva, a dificuldade depende da configuração audiométrica.

Resultados diferentes encontraram Hashimoto *et al* (1996), com testes de inteligibilidade de fala, com uso de protetor auditivo em presença de ruído. Constataram que entre os três protetores testados, o tipo plugue com atenuação em baixa frequência reduzida, apresentou resultado positivo quando a fala foi apresentada em 65 dB, já o plugue com atenuação em baixa frequência, não melhorou a inteligibilidade quando comparado a outro protetor e a fala a 85 dB.

Já Berger (2002) afirma que a discriminação de fala com e sem protetores auditivos está relacionada com a intensidade do ruído, isto é, quanto mais fraco o ruído maior a dificuldade e quanto mais forte (acima de 85 dB (A)) mais facilitada é a compreensão dos sons da fala, principalmente em indivíduos que apresentam audição normal. O autor também concluiu que quanto maior a atenuação do protetor, maior a dificuldade da discriminação da fala em baixos níveis de som.

Para esta dificuldade, Behar (1998) explica que nestes ambientes o comunicador eleva a voz beneficiando quem está com o protetor auditivo. Também concluiu que a inteligibilidade de fala em ouvintes normais, usuários de protetor auditivo, aumenta em ambientes ruidosos.

Assim como a inteligibilidade de fala é necessária no ambiente de trabalho a percepção dos sons de alerta em algumas profissões podem ser tanto quanto ou mais importante para o desempenho de atividades e tomada de decisão. Wilkins *et al.* (1995) com esta preocupação analisaram a percepção destes sons de alerta com e sem o uso de diferentes tipos de protetores auditivos, em presença de ruído, entre eles o plugue. Utilizaram diversos sons de alerta e concluíram que o uso do protetor não tem efeito negativo na compreensão destes em qualquer condição de ruído. A audibilidade melhora quando o ruído for mais forte.

Fernandes (2001) estudou a influência dos protetores auditivos na inteligibilidade da voz, cita que 60% da informação transmitida pela voz situa-se entre as frequências de 1kHz a 4 kHz, enquanto 90 % do espectro do ruído estão basicamente em frequências inferiores a 1 kHz, funcionando como um filtro, bloqueando o ruído e permitindo a passagem dos sons da fala.

Russo e Behlau (1993) relacionaram a energia e a inteligibilidade de fala de cada região de banda de oitava. Verificaram que abaixo de 500 Hz estão concentradas 60 % da energia da fala, porém apenas 5% da inteligibilidade. Na região de 1 kHz encontram-se 35 % de energia e a mesma porcentagem de inteligibilidade. Já as frequências acima de 1kHz colaboram com somente 5 % de energia e 60 % da inteligibilidade

## 2.4. ESTUDOS DE ERGONOMIA EM TRANSPORTE COLETIVO

Ergonomia é conceituada como um conjunto de conhecimentos, relativos ao homem em atividade, que permitem desenvolver ferramentas, máquinas, espaços e os próprios sistemas de trabalho para que ofereçam o máximo de conforto, segurança e eficiência. (SANTOS e FIALHO,1997).

A ergonomia procura conhecer o trabalho concreto e a sua adequação ao homem, no que se refere à saúde e ao desempenho. As condições de trabalho são, para Ramos (1991), as principais causas das patologias. O ergonomista analisa a atividade real desenvolvida, ou seja, o que se faz, para que se faz e como se faz. A partir desta análise, descobrem-se pontos críticos, inadequações e propõem-se modificações na situação de trabalho.

O autor discute a carência de trabalhos focalizando a análise ergonômica e o quanto é recente esta preocupação com a classe dos motoristas, mesmo na literatura internacional. Relata que, nos Estados Unidos, um dos primeiros trabalhos foi o de Ross McFarland em 1951, que realizou uma pesquisa ergonômica sobre o trabalho dos motoristas, denominada “*Human factors in Highway Transport Safety.*”

Estudo foi realizado em Nova York por Michaels e Zoloth (1991) com o objetivo de conhecer o potencial de risco à saúde associado à ocupação de motorista de ônibus urbano. Os resultados demonstraram maior incidência de todos os tipos de cânceres, sendo o de esôfago o que se apresentava com maior frequência; desordens mentais, psiconeuróticas e distúrbios da personalidade bem como doença isquêmica do coração. Os autores atribuem a

responsabilidade a manobras difíceis que muitas vezes devem ser realizadas, ao trabalho de embarque e desembarque de passageiros e a questões ambientais, como barulho e poluição, vistos como desencadeantes de estresse.

As doenças coronarianas também foram enfocadas por Duffy e McGoldrick (1990) no Reino Unido. Os autores constataram que os motoristas constituem grupo de alto risco à morte por esta doença. Os autores relacionaram o fenômeno a horários irregulares, mudanças imprevisíveis na jornada, horas-extras e trabalho noturno. Apresentaram como principais fontes de insatisfação as condições de tráfego, os longos períodos de operação às alterações de fluxo de passageiros ao longo do dia, em função dos horários de pico. Com relação às tarefas desempenhadas, os motoristas destacaram que responder a perguntas do público interfere no cumprimento dos horários e na concentração. O trabalho interfere na saúde, sendo que cerca de um quarto dos pesquisados apresentam problemas ou preocupações nesta área, manifestados principalmente pela dificuldade de dormir.

As doenças coronárias têm sido uma preocupação constante dos pesquisadores. Neterstrom (1981), na Dinamarca, realizou um estudo comparativo entre motoristas de ônibus e condutores de locomotivas. Encontrou como resultado que a mortalidade por doenças cardíacas e o primeiro infarto agudo do miocárdio foi significativamente maior entre os motoristas que entre os condutores de locomotiva.

Num segundo estudo, Neterstrom e Juel (1988) avaliaram a influência de fatores psicossociais e do trabalho no desenvolvimento de doenças cardíacas. Foram acompanhados 2465 motoristas de ônibus de três cidades da Dinamarca, durante 6 anos. O estudo concluiu que a

ocorrência de infarto agudo do miocárdio está associada com o ritmo de trabalho, o qual é intenso, a falta de contato social com os colegas, o fato de dirigir em trânsito intenso e o hábito de fumar. Segundo os pesquisadores, os sintomas de estresse e a insatisfação no trabalho não tiveram associação com a ocorrência de infarto agudo do miocárdio.

Com objetivo de analisar a relação entre estresse e tráfego na Suécia, Arronson (1980), pesquisando motoristas de ônibus urbano, observaram que estes apresentam maiores sinais de estresse psicológico e fisiológico quanto maior a pressão existente de situação de tráfego que eles não podiam controlar. Além disso, motoristas que sentem lá mais tempo a pressão e experimentam maiores ameaças e agressividade dos passageiros relata mais sintomas de estresse do que aqueles que sentem ter recursos técnicos, sociais e psicológicos adequados para dominar estas formas de carga de trabalho.

Na Itália, Betta e Costa (1985) realizaram pesquisa comparativa entre motoristas de ônibus urbano e interurbano em Trento. Concluíram que os motoristas de ônibus urbano apresentam problemas de saúde mais relacionados a questões do ambiente e conforto nos ônibus e referem alta frequência de inconvenientes causados pela organização do trabalho, principalmente os turnos.

No Brasil, a qualidade de vida de motoristas e cobradores foi estudada por Mayolino (2000) no município do Rio de Janeiro. Nesta pesquisa, o autor enfocou a ergonomia numa perspectiva holística. Os resultados revelaram uma discrepância entre o que os profissionais declararam fazer e o que realmente faz no seu dia - a - dia. Essa discrepância aconteceu também entre as declarações de outros profissionais da área pessoal e administrativa da

empresa. O autor concluiu afirmando que os motoristas e cobradores analisados não possuem uma boa qualidade de vida. Recomenda uma atenção maior por parte das empresas com os motoristas e cobradores, no sentido de adotar não apenas os princípios ergonômicos, mas também promover programas efetivos de qualidade de vida.

#### 2.4.1 Estudos realizados sobre NPS no interior dos ônibus

Um comparativo entre os NPS com o ônibus parado e andando foi o objetivo da pesquisa realizada por Fonseca (1993). O autor obteve resultados que variaram entre 60 a 70 dB para a primeira situação e, quando o ônibus estava andando, os valores variaram entre 80 a 92 dB (A). Quando o movimento de usuário foi maior, o NPS apresentou-se menor, o autor justifica este resultado atribuindo ao tempo em que o veículo permanece parado e também por andar com baixa velocidade. Salientou o pesquisador que o itinerário não interferiu no resultado final.

Um estudo na cidade de Belo Horizonte, avaliando os níveis de pressão sonora presentes em cinco ônibus urbanos, foi realizado por Carvalho (1997) que, posicionou o medidor no centro do ônibus para observar a exposição dos usuários. Obteve resultados entre 65 a 97 dB e concluiu que a exposição a níveis elevados altera o desempenho das atividades dos motoristas, podendo contribuir para o grande número de acidentes ocorridos na cidade envolvendo ônibus.

Seshagiri (1998) avaliou a exposição de operadores de caminhões ao ruído, no Canadá, realizando 400 medições. Encontrou uma média de nível equivalente de 82,7 dB(A), que com

o rádio ligado aumentou para 85,3 dB(A); com a janela aberta do lado do motorista aumentou 1,3 dB(A) e, com as duas janelas abertas, teve um acréscimo de 3,9 dB(A), demonstrando que nesta situação a exposição dos motoristas ao ruído quase sempre excedeu ao recomendado. O autor observou que quanto maior o número de pistas, maior a exposição pela velocidade permitida, sendo que nas estradas de chão as taxas são mais baixas.

Estudando as fontes de ruído presentes no interior dos ônibus, Fonseca (1993) concluiu que elas advêm principalmente do motor, podendo, estes níveis causarem problemas auditivos nos motoristas em função da exposição. O autor também afirmou que as outras fontes geradoras de ruído, como tráfego externo, movimentação de passageiros e portas automáticas, não contribuem para aquisição da perda auditiva, podendo sim desencadear alterações neurovegetativas. O autor também concluiu que o trajeto percorrido pelo ônibus não interfere no valor da dose de ruído obtida.

Fernandes (1991) avaliou os níveis de ruído em tratores agrícolas nacionais e estimou o risco auditivo dos operadores. Concluiu que os níveis estavam em média 96,07 dB(A), o que permitiria apenas uma hora de exposição conforme NR 15, sendo esta, portanto uma situação de extremo risco para a audição do trabalhador. Nos exames de audiometria, observou que 59,8 % apresentavam perdas auditivas provocadas por ruído. Realizou medições próximas ao ouvido direito e esquerdo do tratorista e não observou variação significativa, sendo que a maioria dos tratoristas apresentaram perda auditiva bilateral; naqueles com perda unilateral, as do ouvido esquerdo foram maiores. Também foram significativos, (44%), os índices de queixas de tontura e zumbidos apresentados pelos entrevistados.

Ahumada (1991) pesquisou as condições de saúde dos motoristas urbanos, da cidade do México, através de entrevistas e comparou com um grupo de controle. Identificou transtornos respiratórios e neuropsiquiátricos, diarreia, dificuldades visuais, hipertensão arterial, problemas renais, surdez, úlcera, diabetes, cardiopatias, hérnia abdominal e apendicites. Com relação ao grupo de controle, a surdez não apresentou diferença estatisticamente significativa. O autor cita como contribuição para a literatura, as referências quanto aos problemas de infecção urinária, surdez e miopia, sendo estas apresentadas por 10% dos participantes da amostra. O ruído foi apresentado pelos motoristas como uma condição de trabalho que desencadeia, além da surdez, nervosismo.

Com relação à lateralidade da perda auditiva em motoristas, relevante é o estudo realizado por Dufresne *et al.* (1988). Os autores expõem que as perdas auditivas por exposição a ruído geralmente são bilaterais e simétricas. Raramente uma ocupação induz perda auditiva predominante de uma orelha, exceto as de militares que usam armas de fogo para atirar de um lado. Afirmam que possivelmente os motoristas de caminhão sejam uma exceção. Durante uma análise com trabalhadores de uma companhia, 602 trabalhadores realizaram audiometria durante 4 anos e apresentaram uma grande tendência de rebaixamento auditivo em uma orelha. Comparando audiogramas, observa-se uma assimetria, sendo a orelha esquerda a que se apresentava mais afetada. Os autores sugerem que este dado seja usado como um alerta para a prevenção da PAIR. A observação logo no início desta perda na orelha esquerda pode ser um indicativo de que seja necessária a implantação de um programa de conservação da audição. Recomendam apenas a avaliação da orelha esquerda como um teste de triagem auditiva.



Esta preocupação com a lateralidade da perda auditiva também foi demonstrada por Seshagiri (1998) em seu estudo, quando realizou dosimetria localizando um dos três dosímetros utilizados na pesquisa, no ombro esquerdo dos sujeitos, por ter observado nas audiometrias que a perda auditiva é maior neste lado.

No estudo realizado por Patwardhan e col (1991), foi avaliado o nível de ruído na cabina do motorista de ônibus, usando um dosímetro. Analisado o efeito deste na capacidade auditiva dos motoristas através de exames audiométricos, concluíram que o nível de ruído era entre 89 a 106 dB(A). Os resultados de 200 audiometrias realizadas apresentaram alteração em 89 %, destes 75% com perda auditiva neurossensorial. Sendo que a frequência da perda relacionada com o tempo de serviço, acima de 16 anos, 100 % apresentaram audiogramas alterados. Com experiência abaixo de cinco anos foi de 72% a presença de alteração.

Campana (1994) realizou um estudo com o objetivo de conhecer o local de trabalho do motorista de ônibus, a maneira como executa suas tarefas e as agressões que sofre. Determinou o nível de ruído realizando uma medição em 53 veículos e concluiu em seu estudo que existe insalubridade por ruído na grande maioria dos ônibus estudados, urbanos e rodoviários, sendo os de motor dianteiro e interno os que apresentaram maior nível de pressão sonora.

As recomendações para programas de conservação da audição direcionados aos motoristas apresentam discordância em alguns pontos, como na indicação de protetores auditivos. Enquanto que Kan (1980) recomenda o uso, Seshagiri (1998) exclui esta intervenção, concordando ambos no aconselhando para diminuir o NPS no interior das cabines, de

avaliações audiométricas no pré - admissional e regularmente; soluções de engenharia na máquina e na administração, incluindo programas educacionais; uso de equipamento de comunicação; manutenção dos veículos. Kan (1980) aconselha uma manobra fácil e eficaz: fechar as janelas, afirmando que o nível de 88 dB(A) diminui para 70dB(A).

Lewis e Collina (1978) relatam os resultados encontrados após tratamento acústico com utilização de espumas colocadas no interior das cabinas dos caminhões, reduzindo o nível de ruído de 89 para 78 dB(A) .

As condições de trabalho e saúde dos motoristas de ônibus urbanos de Belo Horizonte foram analisadas por Santos e Mendes (1999). Através de um questionário, exame físico e observação dos locais de trabalho, concluíram que o maior número de queixas estavam relacionadas ao aparelho músculo esquelético, cefaléia, depressão, aparelho cardiovascular, gastrointestinal, irritação nos olhos e diminuição da audição (esta ocorreu em 13, 6 % dos entrevistados).

Kwitko (2001) discute as diversas doenças ocupacionais a que os motoristas de transporte coletivo estão sujeitos, citando as três principais categorias: cardiovasculares, gastrointestinais e musculoesqueléticas. O autor lamenta a falta de pesquisa em nível nacional, que aborde a exposição ao ruído, sofrida pelo motorista de ônibus urbano, o que dificulta a comparação e atribuição dos dados encontrados. Ressalta a importância do grupo de controle para comparar os resultados.

Hernández (2002) discute a influência do ruído na qualidade de vida e chamou a atenção para os efeitos que se manifestam com o tempo. Não permitindo a percepção deste efeito com clareza e não relacionando causa e efeito. Alerta que provém de diversas fontes. Avaliou vários trechos de uma estrada do estado de Querétano, México e encontrou valores entre 62,5 a 87 dB (A). Sendo que os limites estabelecidos pela OMS para estradas, não podem ultrapassar a 75 dB(A), mas os valores encontrados na pesquisa ultrapassam em muitos pontos.

Com o objetivo de analisar a interferência dos níveis de pressão sonora dentro da cabina na comunicação dos motoristas e na percepção dos sinais acústicos. Casali, Lee e Robinson (2002) realizaram a dosimetria, com o microfone posicionado na gola da camisa do lado direito. O nível de ruído foi avaliado em diferentes condições, com janelas abertas e fechadas, rádio ligado e desligado, sistema de ventilação, ligado e desligado. Os autores relatam que as condições de avaliação diferenciadas não produziram grandes diferenças nos resultados dos NPS de banda larga. Os NPS dentro das cabinas mostraram a necessidade de implantação de um Programa de Conservação Auditiva (PCA), é recomendado que os níveis estejam em torno de 68,2 dB(A) e foram encontrados 89,1 dB(A).

Num estudo realizado por Heever e Roets (1996) foram comparadas a exposições dos motoristas ao ruído presente na cabina de duas diferentes marcas de caminhão. Os autores usaram para avaliação a quantificação do NPS e a dose de ruído. Obtiveram como resultados quanto ao nível equivalente para a marca identificada pelos autores como número 1 o valor de 88,6 dB(A) e para a marca de caminhão número 2, o valor de 86,4 dB(A). A média do nível de pressão sonora foi de 85,8 e 84,6 dB(A), respectivamente. A dose de ruído acumulada foi

de 225,2 % para a marca número 1 e de 128,2 % para o 2. Sendo a média da dose de ruído de 109,2 % e 82,9 %, respectivamente. Concluíram, utilizando 85 dB como nível de critério e fator de conversão de 3, que os motoristas de caminhão encontravam-se expostos a níveis superiores ao limite permitido durante a sua jornada de trabalho, podendo assim desenvolver uma perda auditiva.

Johnson *et al* (1980) realizaram um estudo com a população paramédica que trabalha com ambulância para observar os efeitos do ruído na saúde destes. Foi avaliado o nível de ruído na cabina da ambulância, de 96 a 102,5 dB(A) quando a sirene estava ligada.

A exposição de motoristas aos níveis de ruído dentro da cabina de caminhões, comparando resultados obtidos com janela aberta e fechada, também foi realizada por Kan (1980), que mediu o espectro sonoro e calculou a dosimetria. O grupo de sujeitos era composto por vinte motoristas e o autor procurou criar condições de trabalho semelhantes entre eles, como: caminhões com 20 toneladas que executavam o trajeto ao mesmo tempo, não podiam ligar rádios e buzinas, percorriam a mesma rota. O dosímetro que ficou ligado durante 8 horas foi colocado no ombro, com o microfone próximo à orelha esquerda. A padronização foi conforme recomendações da OSHA, usando taxa de troca de 5 dB, operando em *slow* e circuito de compensação em (A). O grupo foi dividido em dois subgrupos de 10 caminhões, ficando um com as janelas abertas e as outras, fechadas. Também foi avaliada a audição dos motoristas antes e depois da corrida de 360 milhas. Os resultados das medições encontrados para o grupo que deixou as janelas fechadas foi em média de 69,6 dB(A); já com as janelas abertas, uma média de 90,0 dB(A), apresentando uma diferença de 20 dB(A). As medidas de bandas de oitavas mostraram que as frequências atingidas são semelhantes, podendo ser

observadas diferenças na intensidade do som com a janela aberta e fechada. As frequências que apresentaram maior intensidade foram as de 63 Hz (95 dB(A)) e a de 2000 Hz (92 dB(A)). A diferença do nível de exposição para uma orelha e outra foi de 2 dB(A) e com as janelas fechadas, 5 dB(A). Os audiogramas realizados antes e depois do percurso, com o objetivo de pesquisar perda auditiva temporária, mostraram um déficit na audição.

A quantidade de energia acústica a que está sujeito o motorista de ônibus da cidade de São Paulo, durante toda a sua jornada de trabalho foi avaliada por Latance (2001) que através da dosimetria, encontrou como resultado uma variação dos níveis de ruído de 78 a 95 dB(A). O pesquisador utilizou em seu estudo um dosímetro, sendo este programável, usou padronização conforme recomendação da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), a qual orienta que o dosímetro compute níveis de ruído a partir de 80 dB, equivalente a 16 horas de exposição, para efeitos de programa de conservação auditiva. Os resultados da pesquisa foi realizada com uma amostragem de 40 avaliações levando em consideração a jornada de trabalho, a vida útil do ônibus, localização do motor, apresentou mediana geral das amostras de 81,9 dB(A). O autor questiona se a avaliação audiométrica por si só pode dar subsídios para um diagnóstico de perda auditiva induzida por ruído, recomenda uma avaliação da exposição do motorista através do grupo de controle e que se deve levar em consideração a história pregressa e a exposição social ao ruído.

Onusic *et al* (1994) apresentaram um desenvolvimento acústico referente à redução de ruído interno de um ônibus rodoviário. Considerando que o ruído interno de veículos automotores é composto pela parcela da estrutura que gera frequências baixas e a via aérea que contém as frequências altas, os autores apresentaram soluções para redução destas duas parcelas. Foram

realizadas medições dos níveis de pressão sonora, utilizando a curva de ponderação “A”, para ruído global. Calculou-se o índice de articulação a partir do espectro de um terço de oitava para quantificar a comunicação/ inteligibilidade no interior do veículo. Obtiveram uma redução do nível de ruído de 5 dB (A) em todo o interior do veículo, proporcionando um índice de articulação de 50 %. Observaram que as avaliações subjetivas confirmaram os resultados objetivos.

## 2.5. PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO DO RUÍDO

A Norma Brasileira Regulamentadora 9 (1980) considera o ruído como uma das formas de energia a que o trabalhador pode estar exposto. Recomenda a antecipação e reconhecimento dos riscos ambientais, sua identificação, determinação, localização das possíveis fontes geradoras, identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho, a caracterização das atividades e do tipo de exposição e os possíveis danos à saúde relacionada aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica. Orienta a realização da avaliação quantitativa com o objetivo de dimensionar a exposição dos trabalhadores e subsidiar as medidas de controle.

O limite de tolerância para exposição diária ao ruído contínuo ou intermitente permitido pela norma é de 85 dB para 8 horas. A cada 5 dB de aumento da intensidade, o tempo permissível de exposição diminui pela metade, sendo que assim, para 90 dB, o tempo que um trabalhador pode ficar exposto é de 4 horas; para 95 dB (A), a exposição é de 2 horas e para 100 dB (A), o trabalhador só pode ficar exposto sem proteção por 1 hora.

Não é permitida a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído contínuo ou intermitente, superiores a 115 dB(A), sem proteção adequada, oferecerão risco grave e iminente. Ruído contínuo ou intermitente, para os fins de aplicação de limites de tolerância, é considerado todo o ruído que não seja de impacto.

Se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se exceder à unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância. Isto é, será necessário realizar a medição da dose de ruído, a dosimetria, a que um trabalhador está exposto durante a jornada de trabalho. A dose de ruído é expressa em porcentagem de exposição diária permitida.

O nível equivalente (*Leq*) é outra avaliação que deve ser levada em consideração quando existe exposição a ruídos. Pode ser medido em um curto espaço de tempo sendo calculado o nível que, se mantido constante durante o mesmo tempo do ruído original, teria a mesma quantidade de energia acústica, sendo o nível médio, na base energética, é expresso em dB(A) para 8 horas diária.

Para medir diferentes níveis de ruído usa-se o dosímetro, que Casali (1996) define como um medidor que armazena níveis de som e calcula a média sobre o período, como em turnos de 8 horas com leitura em média de jornada e dose (%) de ruído. Este é indicado para medidas de exposição pessoal. Araújo (1998) recomenda o uso do dosímetro especialmente quando o

NPS não é constante, variando muito, como acontece com o ruído do tráfego e salienta a facilidade de manejo, por ser um aparelho portátil e leve.

A definição de dose é dada por Latance (2001) quando discute a avaliação da exposição do motorista de ônibus ao ruído. O autor salienta a necessidade da medição que define como sendo o nível ponderado sobre o período de medição. Tal nível pode ser considerado como de pressão sonora contínua, em regime permanente, representando a mesma energia acústica total que o ruído real, flutuante no mesmo período de tempo. Esse raciocínio baseia-se no princípio de igual energia.

A necessidade de avaliar a exposição do motorista de ônibus ao ruído através da dosimetria também é recomendada e enfatizada por Kwitko (2001), que cita a legislação brasileira NR – 15, Anexo 1 para reforçar a necessidade da realização da dosimetria. Essa norma recomenda que, se na jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados e, se estes excederem à unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância. O autor acrescenta que a exposição a níveis de ruído de um motorista nunca pode ser feita sem a dosimetria. Ele alerta que os resultados desta podem não ser considerados insalubres, uma vez que a exposição pode ser menor do que a considerada de risco. Por outro lado, a NR 9 (1980) exige ações preventivas, de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. Conclui, o autor sugerindo a diminuição dos níveis de exposição na fonte e/ou no meio através de ações preventivas nos ônibus e nas ruas.



Esta NR orienta que os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibels (dB), com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito 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 serão em dB(A), em respostas lentas (*SLOW*). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador.

A avaliação do ruído também deve ser feita através das impressões subjetivas do próprio motorista, sugere Nepomuceno (1997), para depois ser confirmada através de observação no campo. Para a análise do risco auditivo, elege a dosimetria como o dado que mais interessa, principalmente para a indicação de protetores auditivos, porque fornece um conjunto de dados, tais como o nível de exposição, tabela de níveis minuta a minuto, nível de pico e gráficos de distribuição, demonstrando o comportamento da exposição do indivíduo. O autor comenta sobre a posição do microfone, considerando esta crítica em função do sombreamento do campo acústico pelo corpo e sugere que o equipamento seja montado no ombro do trabalhador. Salienta que a legislação brasileira utiliza o fator 5 dB, o que deve ser considerado nos procedimentos.

Essa discussão envolvendo o fator de troca é uma preocupação constante. No Brasil e nos Estados Unidos utiliza-se o fator de dobra 5 dB, enquanto na Europa e na maior parte dos países do mundo, 3 dB(A). Nepomuceno (1997), por exemplo, defende que uma elevação da intensidade de ruído de 3 dB representa a duplicação do risco devido à exposição. Afirma que este valor é fundamentado em estudos de nível de emissão de ruído e de dose total de energia recebida, sendo, portanto um modelo mais apurado e eficaz, uma vez que a sustentação

científica está em dados epidemiológicos. Essa condição contrasta com a do fator de dobra de 5 dB(A) que foi baseado em dados de mudança temporária de limiar.

A Norma Brasileira Regulamentadora 10.152 (1987), que trata dos níveis de ruído para conforto acústico, recomenda a análise de frequência sempre que o objetivo for à redução do ruído e apresenta as curvas de avaliação do ruído (NC) para o espectro sonoro ser comparado, permitindo uma identificação das bandas de frequências mais significativas e que necessitam correção. Orienta que as oitavas devem ser analisadas entre 63 a 8000 Hz.

Para alguns autores, como Benedetto e col (1986), o corpo reage como uma massa homogênea quando exposto a frequências de até 2 Hz, provocando, dependendo da intensidade, sensação de mal - estar, náuseas e até vômito. A partir daí, cada estrutura do corpo, cada órgão ou tecido possui uma frequência natural que submetido a uma equivalente gera o fenômeno da ressonância. Cada órgão reage diferente de acordo com sua característica de massa, densidade, frequência, etc, quando exposto à frequência de 2 a 80 Hz. Acima desta, são amortecidas pelo corpo.

### 2.5.1 Medição da qualidade sonora

A qualidade sonora ainda não faz parte das normas brasileiras, a preocupação está em evitar ambientes insalubres com relação aos níveis de pressão sonora, são eles que podem causar perda auditiva. Arruda (2004) afirma que o desconforto se torna difícil de medir uma vez que é subjetivo. Saber porque o som da água que pinga da torneira irrita, enquanto o barulho de

milhões de gotas de chuva aumentam o prazer de adormecer, é a questão que está na base da psicoacústica, uma ciência relativamente antiga que associa a psicologia com a percepção auditiva, em busca da qualidade sonora.

Russo (1997) define acústica como uma ciência que se preocupa com o estudo do som segundo sua produção, transmissão, e detecção. Pode ser estudada sob dois aspectos: acústica física e acústica fisiológica ou psicoacústica.

Historicamente o desenvolvimento da acústica no início se deu com a música nos antigos povos. Nepomuceno (1994) expõe que, em 384 a.C. e 275 a.C. o som era estudado por Aristóteles e Euclides, apenas como fusão mística entre a aritmética e a música. Já Galileu Galilei no século XVII iniciou suas investigações dando origem à acústica experimental.

Atualmente Arruda (2004) apresenta a nova preocupação dos pesquisadores, afirmando que tradicionalmente, a abordagem em laboratório era a de atenuar o ruído e fabricar uma máquina o mais silenciosa possível. O resultado destas pesquisas no Brasil foi à instituição pelo IBAMA/INMETRO do "selo ruído" em 1994, que deve indicar o nível da potência sonora de todo eletrodoméstico. A preocupação mais recente está relacionada com a impressão que o som causa ao usuário. Justificando que, o ruído não precisa ser necessariamente baixo, mas agradável. A qualidade sonora de um produto pode ser definida como uma espécie de "impressão digital" de um som. Através da qualidade sonora é possível detectar todas as características do som.

Para se fazer um julgamento de um tipo de som é necessário que exista uma experiência prévia. Russo (1997) comenta a exposição do homem aos diversos tipos de sons, afirmando que estamos em contato com o som desde a vida uterina, a partir dos seis meses de gestação o

feto é capaz de perceber sons do corpo da mãe, como batimentos cardíacos, fala, entre outros, e depois que nasce está exposto durante 24 horas do dia, aos mais variados tipos de sons. A autora compara o sistema auditivo com um radar, porque funciona o tempo todo captando informações sonoras de todas as direções e de grandes distancias, localizando o tipo e informando a distancia que se encontra a fonte sonora. Costa-Félix (1996) argumenta que todos os sons são registrados e arquivados em nosso cérebro, tanto os agradáveis como os desagradáveis. O mesmo som que em situação de lazer pode causar prazer, quando escutado em situação de rendimento intelectual, pode ser registrado como um som desagradável. A memória auditiva retém armazena e evoca informações recebidas através de mecanismos de associações, portanto dependendo da informação que foi memorizada o som pode provocar diferentes reações físicas e emocionais, como: sustos, risos, lágrimas, espanto, medo, ansiedade. Estas sensações auditivas são estudadas na psicoacústica, que analisa os julgamentos e impressões relatadas individualmente em relação ao ruído, sons musicais e vozes. (RUSSO, 1997).

Lyon (2003) exemplifica a relação das experiências acústicas com o objeto através da marca *Harley-Davidson* que associou um tipo de ruído de motor com a sua marca, esta está comemorando 100 anos de existência e ninguém consegue imaginar uma motocicleta *Harley-Davidson*, (grifo do autor) sem o ronco característico. Foi à primeira empresa a patentear o ruído de um motor. Ninguém pode fabricar uma motocicleta que imite aquele som, que se tornou uma assinatura, o espírito da marca. A metodologia aplicada nas avaliações psicoacústicas é baseada nas diferenças sutis das impressões causadas pelo som. Para Lima (2004) a avaliação psicoacústica envolve um grande número de sujeitos com o objetivo de considerar várias opiniões diferentes, na tentativa de representar com maior precisão as sensações que determinado som causa.

A avaliação da qualidade sonora é medida pela psicoacústica, tem sua aplicação conforme Arruda (2004), principalmente nas situações em que o NPS já tenha sido controlado, como por exemplo, para melhorar a qualidade sonora dos instrumentos musicais, do interior dos automóveis, acústicas de salas entre outros. A psicoacústica tem na música o seu paradigma. A música é o som que o indivíduo quer ouvir, portanto é o maior exemplo de qualidade sonora. Nem sempre a redução do ruído causa necessariamente melhora na qualidade sonora de um som.

Lima (2004) questiona a escala que se utiliza na avaliação, principalmente da audição o dB(A), sugerindo que esta não é a melhor opção quando o que se deseja avaliar é a sensação auditiva do sujeito. Porque a percepção do som é uma sensação subjetiva, a que representa com maior fidelidade à sensação auditiva é *loudness*. Esta métrica faz parte da avaliação da qualidade sonora, pois fornecem meios que análises deste tipo possam ser realizadas.

Dois ruídos que são percebidos iguais com relação a seu NPS podem diferir em até 15 dB (A) na curva de nível (A). Se o nível de um som na frequência de 1 kHz é aumentado de 60 dB para 70 dB tom, equivale um aumento na potencia do som por um fator de 10, mas somente um fator de 2 em *loudness* percebido. Dois ruídos podem causar dois espectros iguais, mas soar completamente diferentes.

Na avaliação da qualidade sonora utilizam-se métricas objetivas as quais foram criadas para contornar os problemas da complexibilidade que envolvem o processo de percepção auditiva. Estas medidas são objetivas como: *loudness*, *sharpness*, *Tonality*, *Fluctuation strength*, *Roughness*, *Annoyance e pleasantness*, *Impulsiveness*.

Neutrik-Cortex (s/d) em informativo técnico e Lima (2004) em material didático do curso oferecido a Renault ,definem estas métricas como:

*Loudness* é a mais comum, refere-se à percepção da intensidade do som. Um sone é definido como a intensidade sonora provocada por um tom puro de 1 com NPS de 40 dB. A escala sone é linearmente relacionada a sensação auditiva. Um som duas vezes mais alto que o outro possui o dobro do valor de *loudness* (sone) original, de outra forma possui 10 phones a mais.

*Sharpness* é a métrica que está associada com a agudeza do som. Assim, sons com uma grande quantidade de componentes de alta freqüência possuem um alto valor de *sharpness*. O *sharpness* é um parâmetro importante para a avaliação do timbre dos sons. Sua unidade é o “*acum*”.

*Tonality ou picth strength* é a métrica que avalia os tons puros contidos em um ruído de banda larga, não contribuem para o loudness mesmo assim são incômodos. Se o ruído de fundo for aumentado à quantidade *picth strength* será diminuído. Tons puros e complexos produzem *picth strength* diferentes e um ruído filtrado produz um baixo. A referência é o tom puro de 1 kHz e 60 dB, cujo *picth strength* é de 100 %. Portanto sua unidade é %.

*Fluctuation Strength* mede as irregularidades que podem ocorrer devido a modulação do sinal para freqüências de 1 a 20 Hz. O tom é percebido como possuindo uma variação de volume (amplitude) ao longo do tempo. É o grau de flutuação percebido no nível do som. A unidade de medida é o vacil. Esta variação de modulação é usada, por exemplo, nas sirenes das ambulâncias as quais possuem uma variação de modulação de 4 Hz, por serem mais facilmente percebidas pelo ouvido humano.

O *Roughness* é uma métrica que avalia a também a modulação do sinal, conforme o *Fluctation strength*. A freqüência de modulação varia de 20 a 300 Hz. Esta métrica depende

do grau de modulação do sinal e é pouco suscetível a variação de amplitude. Para altas frequências de modulação (acima de 150-300 Hz), três tons são percebidos separadamente. Para frequências intermediárias (15-150 Hz) a percepção é de um único tom estacionário, porém com a sensação de aspereza. A unidade para descrever o *Roughness* de um som é o *asper*.

*Annoyance e pleasantness*. Esta métrica reúne características de outras métricas, resultando uma medida global. Leva em consideração o *Sharpness*, *fluctuation strength*, *loudness* e o horário do dia que é feito à análise sendo que o *loudness* é a métrica mais importante para o cálculo. A *annoyance* é dada em termos de unidade de *annoyance*. (au – annoyance units). Da mesma forma, o *pleasantness* é a métrica que leva em consideração o *sharpness*, *roughness*, *loudness* e tonalidade.

*Impulsiveness*. Ouvido humano possui um mascaramento devido a características temporais. Uma vez que a resposta do ouvido não é imediata, alguns sons de rápida variação (ruídos impulsivos) podem ser representados de forma incorreta pelas métricas existentes, esta métrica permite verificar esta variação.

### **Capítulo 3: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Neste capítulo serão apresentados, o tipo de pesquisa realizado, local e população, etapas desta, procedimentos deste estudo, local da realização dos experimentos, instrumentos utilizados e forma de análise dos dados.

### **3.1. Tipo de pesquisa**

Esta pesquisa foi uma documentação direta, do tipo pesquisa de campo, pois recolheu e registrou dados relacionados ao assunto estudado, equivalendo assim a instrumentos de observação controlada, na qual as principais técnicas utilizadas foram, medição e questionário.

É uma pesquisa descritiva, porque observa, analisa e correlaciona fatos sem manipulá-los, procurando descobrir a frequência que um fenômeno ocorre, sua relação, natureza e características dentro da realidade pesquisada. A abordagem utilizada foi quantitativa, é um método que se preocupa em descobrir e classificar as variáveis e relacioná-las, investigando causa-efeito. Apresentou também enfoque qualitativo, pois observa as atitudes dos motoristas com relação ao ruído e ao uso do protetor auditivo durante um itinerário. Investigou ainda aceitação e a percepção dos motoristas em relação ao uso do protetor auditivo durante o seu trabalho.

### **3.2. Local da realização da pesquisa e população**

O presente estudo contou com a participação de uma empresa de ônibus urbano da cidade de Florianópolis. Esta permitiu a participação dos motoristas e a realização das avaliações do nível de ruído no posto de trabalho deste trabalhador. Um dos ônibus da empresa pode ser observado no apêndice A. Para a análise das audiometrias a amostra foi de conveniência, uma vez que se selecionou entre todos as audiometrias os exames audiométricos que estavam alterados.



### **3.3. Etapas da pesquisa**

A coleta de dados ocorreu em dois momentos. Primeiro: investigou-se a necessidade de implantação de medidas preventivas de perda auditiva nos motoristas de ônibus, através da análise das audiometrias e da avaliação da exposição do motorista ao ruído. Para isto seguiram-se recomendações de Normas Regulamentadoras (NR) como: NR 15, que investiga atividades e operações insalubres; NR 9, que regulamenta programas de prevenção de riscos ambientais e portaria 19, do Ministério do Trabalho, que informa as diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição em trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados.

No segundo momento, baseando-se na análise destas medições, avaliou-se a possibilidade do motorista usar um protetor auditivo.

#### **3.3.1. Procedimentos realizados para identificar audiometrias sugestivas de PAIR**

Foram analisados 207 exames audiométricos, representando 100% da população de motoristas.

As audiometrias dos motoristas da empresa foram analisadas na própria empresa. Estas são realizadas a cada seis meses, por empresa terceirizada, e seguem as recomendações da portaria 19 da NR 7, sendo avaliadas as frequências de 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, e 8000 Hz, na via aérea e via na óssea.

Os motoristas tinham em seu prontuário uma média de TRÊS exames audiométricos, o que corresponde a 1 ano e 6 meses de controle, uma vez que os exames são realizados a cada 6 meses. Fez-se uma análise prévia para verificar a progressão dos limiares, baseando-se na portaria 19 do Ministério do Trabalho (1998). Como não apresentou diferenças maiores do

que 10 dB (A) entre as médias aritméticas dos limiares do grupo de frequência de 3, 4, e 6 kHz em relação ao exame de referência e nem piora em uma destas, igual ou maior de 15 dB(A), optou-se em analisar o último exame seqüencial.

Foram analisados 207 audiometrias, objetivando-se identificar tipo de perda auditiva, frequências mais afetadas, se a perda auditiva é uni ou bilateral; sendo unilateral, qual a frequência de aparecimento da PAIR de cada lado.

### **3.3.2. Avaliação da exposição do motorista ao ruído**

Avaliou-se a exposição ao ruído de 27 motoristas de ônibus, sendo que em 17 carros realizou-se a dosimetria e a medição do NPS global. Em outros oito carros efetuou-se a pesquisa dos NPS por bandas de 1/3 de oitava e global e em dois carros mediu-se a qualidade sonora.

Nos primeiros 17 carros avaliados, treze ônibus tinham motor dianteiro e quatro com motor traseiro e ar condicionado. O ano de fabricação variou entre 1991 a 2002. Estas aconteceram em diferentes horários e dias da semana. Os itinerários destes ônibus compreendiam saídas do centro de Florianópolis até uma das praias do norte da ilha. A duração de um percurso era em torno de 1h e 30 minutos. Nesta etapa, a mensuração da exposição da orelha direita e esquerda ocorreu simultaneamente através da medida do NPS e da dosimetria.

Em outros oito ônibus foi realizada a pesquisa dos NPS por bandas de 1/3 de oitava e global, todos com motor dianteiro e ano de fabricação entre 1996 e 2000. O percurso destes ônibus era entre as praias, saídas da praia de Canasvieiras para Ingleses, Jurerê, Capivari, Moçambique, Travessão, Daniela, Rio vermelho e Cachoeira do Bom Jesus.

A medição da qualidade sonora foi realizada após a obtenção dos resultados dos 25 carros citados acima, elegeram-se dois ônibus, o carro 1261 que apresentou maior NPS, portanto, dotado de motor dianteiro e o carro 1315 que apresentou menor NPS por ter a localização do

motor na parte traseira. Os itinerários desses dois carros eram diferentes, o ônibus 1261 percorreu de Canasvieiras para Ingleses, fazendo interpraias, e o 1315 de Canasvieiras para o bairro Trindade, no centro.

A medição da qualidade sonora foi realizada, numa quarta – feira, no período da manhã.

#### a) Dosimetria

A dosimetria é definida como a dose diária de ruído expressa em porcentagem da exposição ocupacional ao ruído durante o tempo de medição. Considera-se 100% o máximo diária permitida, calculada de acordo com o nível base do critério, conforme legislação brasileira, recomendado pela NR 15 de 85 dB(A), para jornada de oito horas, limiar mínimo de leitura com taxa de 5 dB.

Foram utilizados dois dosímetros para medir a dose de ruído que o motorista está exposto no lado direito e esquerdo, simultaneamente. O equipamento de marca Quest, modelo M28 foi fixado, durante toda a coleta de dados, no lado esquerdo do motorista e o modelo Quest 300, foi posicionado no lado direito. Estes equipamentos pertencem a Universidade Federal Santa Catarina. Os dois dosímetros podem ser observados na figura 3.1. A e 3.1 B. Os equipamentos ficaram presos nas laterais do cinto do sujeito avaliado, passando-se o fio por dentro da camisa, a fim de preservar os movimentos necessários para a atividade dos motoristas. Os microfones saíram pela abertura da gola e fixados, um de cada lado desta, conforme pode ser observado na figura. 3.2.

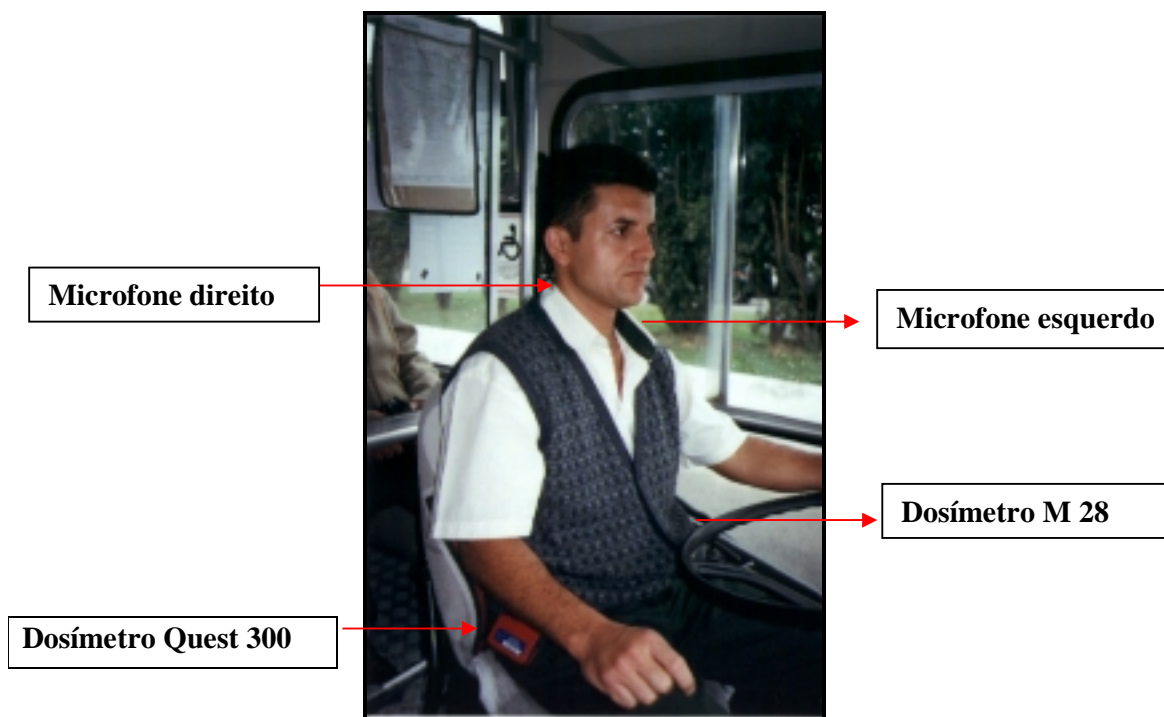


Fig. 3.1.A



Fig. 3. 1. B

**Figura 3.1:** Dosímetros de marca Quest, modelos: Fig.3.1 A: M28 e Fig.3. 1 B: Q 300.



**Figura 3.2:** Posição dos dosímetro e dos microfones no motorista de ônibus.

#### b) Medição dos Níveis de Pressão Sonora

Os dosímetros utilizados na pesquisa fornecem e armazenam as medidas do nível de pressão sonora equivalente, ao mesmo tempo em que fazem a dosimetria. Selecionaram-se parâmetros específicos de medição conforme recomendação da NBR 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. Os procedimentos de medição são enumerados no Apêndice B.

c) Medição do espectro do ruído

Para conhecer o NPS em cada banda de 1/3 de oitava, mediu-se próxima a orelha direita e esquerda do motorista em torno de 15 segundos cada uma. O medidor foi posicionado atrás do motorista enquanto este dirigia e se registrou os níveis mínimos, primeiro no lado direito e logo após no lado esquerdo. Foi utilizado um medidor de nível de pressão sonora com filtro, de marca Larson Davis, modelo CA 25, conforme figura 3.3., de acordo com a norma ANSI SI-4-41971, utilizando escala A, o qual tem certificado de calibração do INMETRO. Compreendem frequências entre 12,5 a 16.000 Hz. Pertencente ao Laboratório de Ruído Industrial (LARI) da Universidade Federal de Santa Catarina. (UFSC).



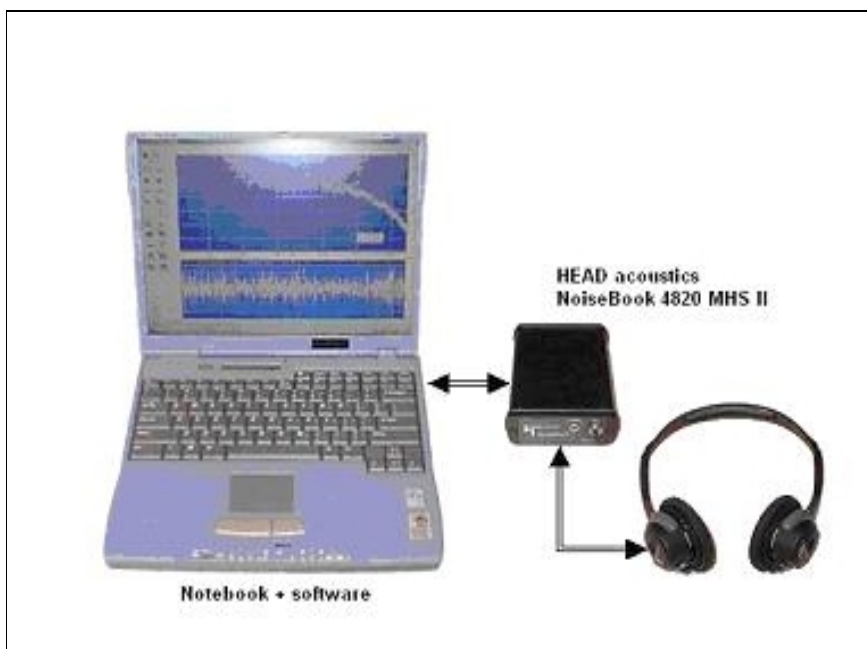
**Figura 3.3:** Medidor de NPS com filtro marca Larson Davis.

d) Medição da qualidade sonora

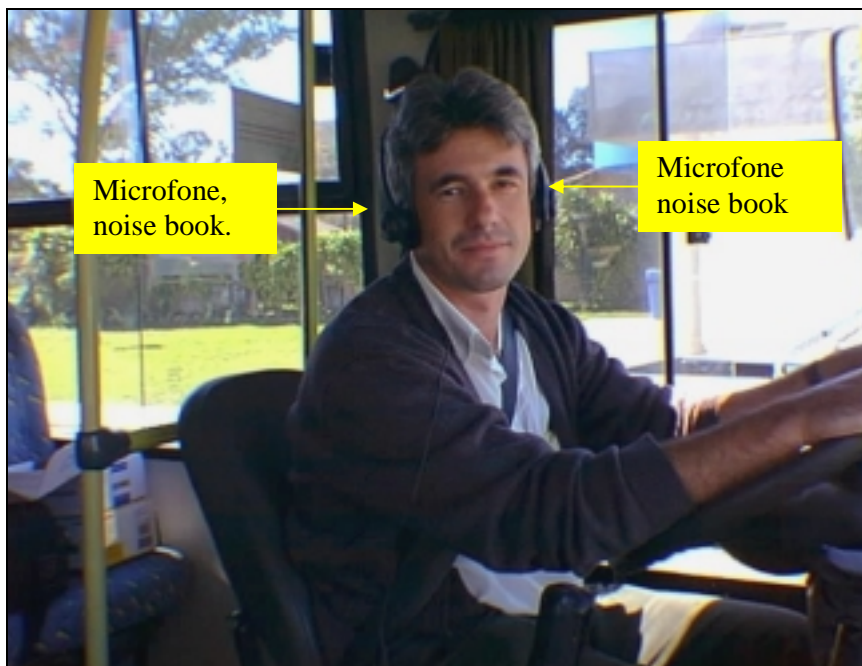
Para conhecer e comparar as condições da qualidade sonora no posto de trabalho do motorista de ônibus foram selecionados dois carros, o carro 1261 que apresentou NPS de 95 dB(A) com localização do motor na parte dianteira e o carro 1315 que apresentou NPS de 76, 70 dB (A) com localização do motor na parte traseira.

Realizaram-se três medições em cada carro, com duração de 20 segundos cada uma, envolvendo situações em que o ônibus estava subindo, descendo e situações aleatórias. Serão apresentados os dados obtidos na subida por estes apresentarem maior exposição do motorista.

- O carro 1261 saiu do terminal de canasvieiras e foi para Ingleses. Enquanto o carro 1315 também saiu de canasvieira, no entanto foi para o centro.
- A medição da qualidade sonora foi realizada utilizando-se um equipamento denominado *noise book*. O qual registra em um *notebook* todas as métricas relacionadas a qualidade sonora. Pertencente ao LARI da UFSC.
- Os dados foram salvos no *notebook*, para posterior análise e discussão. O equipamento pode ser observado na figura 3.4.
- A medição foi realizada por um bolsista do LARI durante o percurso de cada carro. Após explicação dos objetivos e procedimentos da avaliação, foi colocado o fone de espuma, que continha um microfone abrangendo a orelha direita e a esquerda. O *noise book* foi posicionado atrás do motorista para gravar os sons. A posição dos microfones durante a medição da qualidade sonora pode ser observada na figura 3.5.



**Figura 3.4:** *Noise book* utilizado na medição da qualidade sonora.



**Figura 3.5:** Posição dos microfones na medição da qualidade sonora.

e) Calibração dos equipamentos

Os dosímetros, o medidor de NPS com filtro e o noise book, foram calibrados sempre antes de iniciar uma seqüência de medição, e ao final desta. Seguindo os passos descritos no apêndice C, utilizando-se um calibrador de marca *Quest*, modelo QC – 10, que apresenta precisão tipo 1 e 2. O calibrador Q10 gera NPS=114 dB na frequência de 1000 Hz. Pertencente ao LARI da UFSC. A calibração do dosímetro M28 pode ser observada na figura 3.6.





**Figura 3.6:** Calibrador da marca *Quest*, modelo QC – 10, calibrando o dosímetro M28.

### **3.3.3. Procedimentos realizados para investigar a possibilidade do motorista usar protetor auditivo**

Optou-se pelo protetor tipo plugue ER-20 porque os motoristas necessitam perceber o som do ambiente, conversas, avisos, com atenuação igual em todas as bandas de frequência.

1º- Verificação da atenuação do protetor, através do ensaio no LARI, do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC, em Florianópolis.

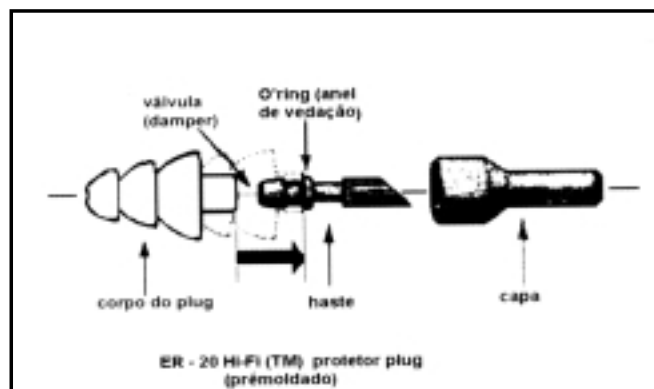
2º- Análise do reconhecimento de fala com e sem protetor auditivo com presença de ruído de fundo no laboratório.

3º- Avaliação subjetiva do uso do protetor auditivo tipo ER-20 no campo

a) Observação pela pesquisadora do uso do protetor auditivo pelo motorista durante um itinerário.

- b) Aplicação de questionário para conhecer as impressões dos motoristas com relação ao uso do protetor auditivo.

O protetor é de fabricação americana tipo plugue pré – moldado, modelo E.A.R *Plugs*, tipo ER-20. Seu uso é recomendado para músicos em função de apresentar atenuação quase constante em todas as bandas de frequências da comunicação verbal. O modelo difere dos outros protetores tipo plugue pré - moldado por apresentar válvula (*damper*) e um anel de vedação responsável pelas modificações acústicas. O esquema do protetor ER 20 pode ser observado na figura 3.7. Seu NRR é menor se comparada aos outros protetores e não muda o conteúdo espectral do som, sua atenuação é plana em frequências. O protetor utilizado na pesquisa pode ser observado na figura 3.8.



Fonte: Extraído do Livro Protetores Auditivos. Gerges (2003).

**Figura 3.7.:** Esquema do protetor tipo plugue modelo ER 20.



**Figura 3.8:** Protetor auditivo americano com filtro, modelo ER-20, utilizado na pesquisa.

### **1º) Ensaio do protetor auditivo realizado no LARI da UFSC**

A medição da atenuação de ruído é baseada na determinação do limiar de audição de um indivíduo sem protetor e com protetor. A diferença entre as duas medidas fornecem a perda de inserção (atenuação) do protetor.

Foi realizado um ensaio de atenuação do protetor auditivo ER 20 com os procedimentos baseados no método ANSI S 12.6/1997 Método A. Esta norma permite que o pesquisador interfira, orientando a colocação do protetor durante o ensaio. A metodologia de ensaio foi modificada com relação à população, sendo usados na pesquisa os próprios motoristas de ônibus. Portanto, foram convidados para participar do ensaio 20 motoristas conforme recomenda a norma. O ensaio foi realizado em uma câmara acústica reverberante qualificada conforme normas internacionais, no LARI, (Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina) - UFSC.

Os motoristas que participaram dos ensaios foram selecionados considerando audição dentro dos padrões da normalidade (até 25 dB) idade entre 18 e 37 anos, sem queixas otológicas. Foi realizada uma meatoscopia, isto é, uma inspeção do meato acústico externo para verificar a existência de cerúmen, o qual poderia interferir no resultado do ensaio. O interior da câmara reverberante, e o procedimento da meatoscopia podem ser observados na figura 3.9.



**Figura 3.9:** Câmara reverberante e realização da meatoscopia em um motorista antes do ensaio do protetor auditivo.

#### **3.3.1.1. Procedimentos realizados no ensaio do protetor auditivo**

- 1- O motorista foi informado do objetivo do teste e recebeu o protetor auditivo.
- 2- Fez-se um treinamento para a realização do ensaio, o qual foi através da determinação de três limiares de audição com ruído de bandas de 1/3 de oitava.
- 3- Após o término do treinamento, foram lidos os procedimentos do ensaio.
- 4- A colocação do protetor auditivo foi orientada pela pesquisadora. A forma que foi colocada pode ser observada na figura 3.10.
- 5- Durante o ensaio foi realizada a pesquisa de quatro limiares auditivos, dois abertos, sem protetor, e dois fechados, com o uso do protetor auditivo.
- 6- Estes resultados foram transformados em um número único, neste caso o Nível de Redução de Ruído (NRR), procedimento realizado pela Fonoaudióloga responsável técnica do setor, de acordo com as especificações da norma ANSI S 12.6/1997 A.



**Figura 3.10:** Colocação do protetor auditivo pelo motorista antes de iniciar o ensaio, após orientação da pesquisadora com relação à maneira correta de colocar.

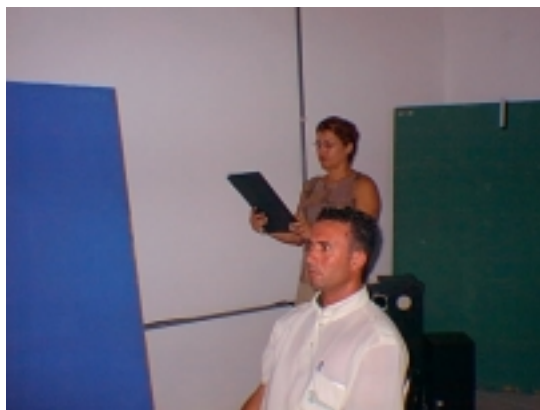
## **2º) Teste de reconhecimento da fala com presença de ruído de fundo**

Após o término do ensaio, ainda na câmara, foi realizado um teste de reconhecimento da fala com os 20 motoristas que participaram do ensaio. O teste de reconhecimento de fala foi com e sem o uso do protetor auditivo em presença de ruído branco de fundo. Para verificar o reconhecimento de fala foram utilizadas duas listas de palavras monossílabos recomendadas por Costa (1999). O autor compôs listas avaliadas foneticamente, para fazerem parte de um teste de fala com ruído competidor em audiologia ocupacional. Cada lista utilizada contém 25 palavras, as quais podem ser observadas no anexo A. Posteriormente, realizou-se uma pergunta subjetiva investigando a percepção do motorista quanto ao reconhecimento das palavras nas duas situações de teste.

**a) Procedimentos para realização do teste de reconhecimento de fala com presença de ruído de fundo, no LARI.**

- 1- Inicialmente calculou-se a média dos NPS medidos no posto de trabalho do motorista, no primeiro momento da pesquisa, para se obter dados com relação à quantidade de ruído de fundo.
- 2- Utilizou-se o ruído branco em função deste ser de banda larga, abrangendo todas as frequências da fala e possibilitando uma efetividade no mascaramento destas.
- 3- O teste foi realizado no interior da câmara reverberante. O ruído branco com a média encontrada de NPS igual a 86 dB (A) apresentado através das caixas acústicas da câmara reverberante.
- 4- O motorista ficou sentado na mesma posição que realizou o ensaio, conforme pode ser observado na figura 3.11. O motorista recebeu explicações com relação aos procedimentos do teste. Foi esclarecido que seria apresentado um ruído forte dentro da câmara e a pesquisadora falaria umas palavras que muitas vezes não teriam significado; ele deveria repetir exatamente como entendeu, primeiro sem protetor auditivo e depois deveria colocar o protetor, e o procedimento seria repetido com outra lista de palavras.
- 5- A pesquisadora posicionou-se a uma distância de 1,0 m representando a realidade em que o passageiro fica, quando se comunica com o motorista dentro do ônibus.
- 6- A pesquisadora leu a lista de 25 monossílabos, os quais apresenta um grau de maior dificuldade para a compreensão da fala comparada a palavras dissílabos. O nível de pressão sonora de apresentação das palavras foi o que seria usado naturalmente em uma situação com um ruído competitivo semelhante. O motorista repetiu as palavras como entendeu sem protetor e logo repetiu o procedimento com protetor.

- 7- A avaliadora anotou o número de palavras erradas em cada situação de teste. Os resultados foram classificados em porcentagem de acertos, em normais acima de 88% de acertos, dificuldade leve entre 76 a 84 % e dificuldade moderada entre 60 a 82 % conforme classificação sugerida por Santos e Russo (1993).
- 8- Ao término do teste, sem a presença do ruído, o motorista foi questionado com relação à situação que favoreceu a compreensão dos monossílabos através da seguinte pergunta: “Você entendeu melhor as palavras com ou sem protetor auditivo?” Sua resposta e comentários foram anotadas na folha do exame.



**Figura 3.11:** Realização do teste de fala, sem o protetor auditivo, dentro da câmara reverberante do LARI da UFSC.

### **3º) Avaliação subjetiva do uso do protetor auditivo**

Na última parte da coleta de dados investigou-se a opinião dos motoristas com relação ao uso do protetor auditivo especial durante a jornada de trabalho através da observação pela pesquisadora do uso do protetor auditivo pelo motorista durante um itinerário e a aplicação de questionário para conhecer as impressões dos motoristas com relação ao protetor auditivo. Estes procedimentos foram realizados no mesmo momento.

Para isto, foi construído um instrumento de avaliação baseando-se no questionário desenvolvido e testado *pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)* para avaliar atitudes e crenças em relação à proteção auditiva. Stephenson M.r., Merry C.J. (1999).

Neste questionário foram avaliadas a percepção da susceptibilidade da perda auditiva e as conseqüências desta. Com relação ao protetor auditivo foram investigados benefícios percebidos no uso deste, percepções quanto ao conforto no uso e quanto ao procedimento de uso. O questionário pode ser observado no apêndice C.

#### **a) Seqüência de procedimentos realizados para avaliação subjetiva do uso do protetor auditivo pelo motorista**

- 1- Esta etapa da pesquisa ocorreu no Terminal Integrado de Canasvieiras, em Florianópolis, SC. Este foi escolhido em função dos ônibus mais antigos, com maior NPS, e pelo fato de terem sido deslocados para os bairros após a implantação do Sistema Integrado de Transporte Coletivo.
- 2- A pesquisadora acompanhou 20 motoristas durante um itinerário de duração de 1 hora.
- 3- A escolha dos motoristas que usaram o protetor foi aleatória, levaram-se em consideração as informações do supervisor de tráfego com relação aos ônibus que apresentavam maior número de queixas com relação ao ruído.
- 4- Foi solicitado ao motorista que usasse os protetores auditivos ER-20, colocados sob orientação da pesquisadora, conforme pode ser observado na figura 3.12. Apesar dos motoristas terem conhecimento prévio da pesquisa, eles não tinham participado dos



ensaios no laboratório. Foram observadas as respostas apresentadas pelos motoristas com relação ao toque da campainha, aos cumprimentos dos usuários e às perguntas aleatórias que a própria pesquisadora fez, sobre o seu trabalho, e o ruído externo, como: buzinas, barulho de motos, etc. Todas as observações e comentários foram registrados.

- 5- No terminal, o motorista retirou o protetor e respondeu a um questionário, investigando o conhecimento sobre a perda auditiva causada por ruído, a necessidade de proteção auditiva e o uso do protetor auditivo.

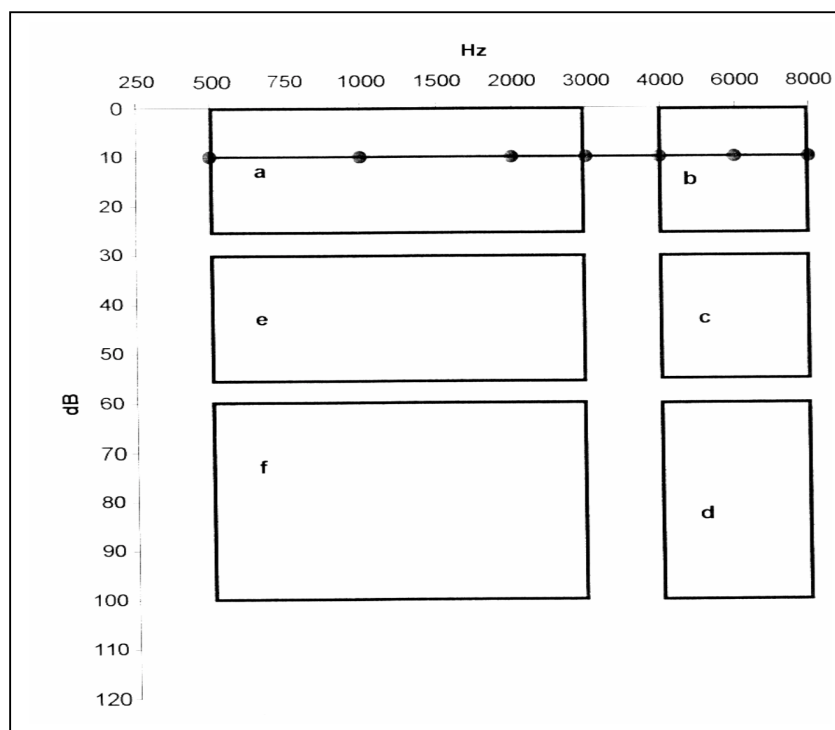


**Figura 3.12:** Motorista usando protetor auditivo ER-20 durante a avaliação subjetiva do uso deste.

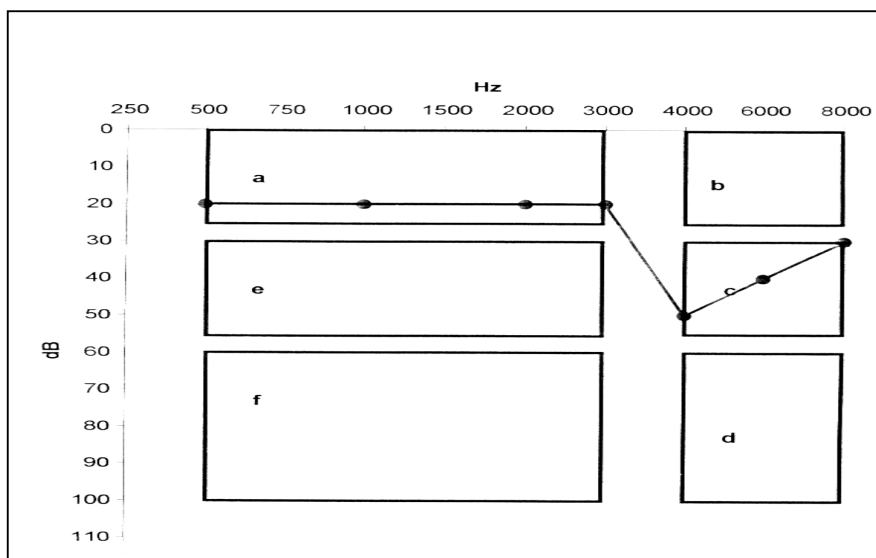
### 3.4. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados através de métodos quantitativos e qualitativos. As alterações dos exames auditivos foram analisadas através da estatística descritiva. A classificação dos tipos de perdas auditiva foi feita através do método clínico, classificando em perda auditiva neurossensorial quando os limiares de via aérea e via óssea apresentaram-se rebaixados mais de 25 dB(A), acoplados ou com uma diferença de até 10 dB(A) entre eles. Em perda auditiva mista quando os limiares de via aérea encontravam-se rebaixados e os de via óssea também com presença de gap maior de 10 dB(A). E perda auditiva condutiva quando os limiares de via aérea estavam rebaixados e a via óssea estava preservada. Classificação Davis (1970).. Para interpretação e classificação das audiometrias de acordo com a existência e o grau da perda auditiva, foram utilizados os critérios propostos por Merluzzi e col (1979) para identificar audiogramas sugestivos de PAIR. Este critério considera normais os limiares iguais ou menores de 25 dB (NA) para cada frequência analisada, baseia-se na análise visual do gráfico o qual é dividido em regiões, sendo que a classificação é adotada conforme as regiões atingidas pelo traçado dos limiares.

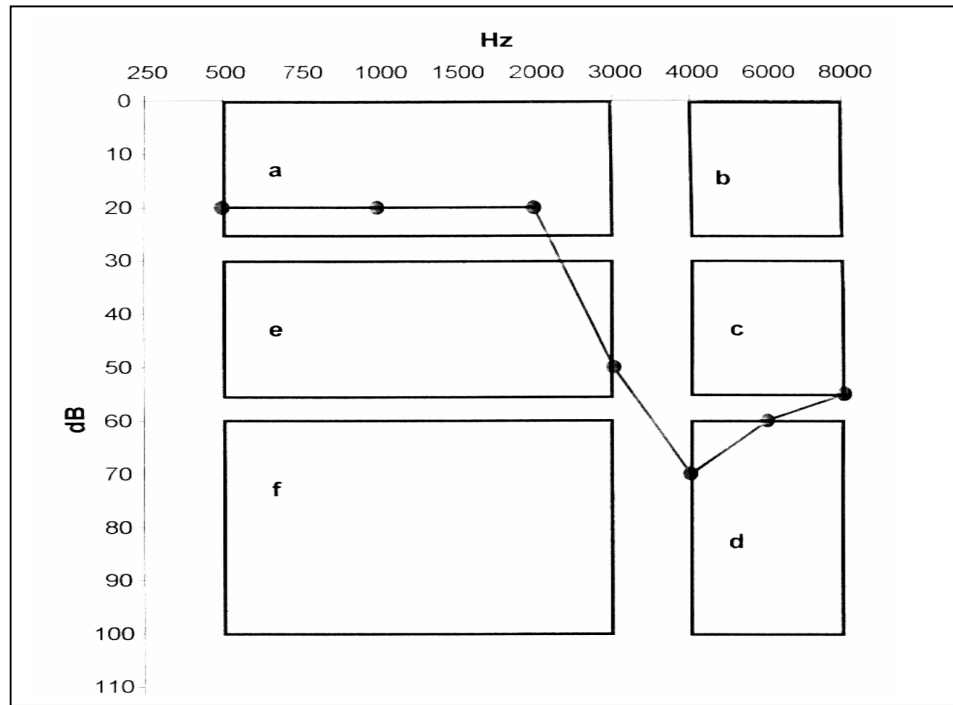
Merluzzi e col (1970) adotam para a avaliação da gravidade do comprometimento da audição uma classificação considerando os limiares das frequências de 500, 1000, 2000, 3000, 4000 Hz. A análise é realizada pelo alargamento da curva e não pelo aprofundamento desta. Apontam como curvas sugestivas de perda por ruído considerando a normalidade dos limiares. Esta classificação está representada nos gráficos abaixo para melhor compreensão. Figura 3. 13.



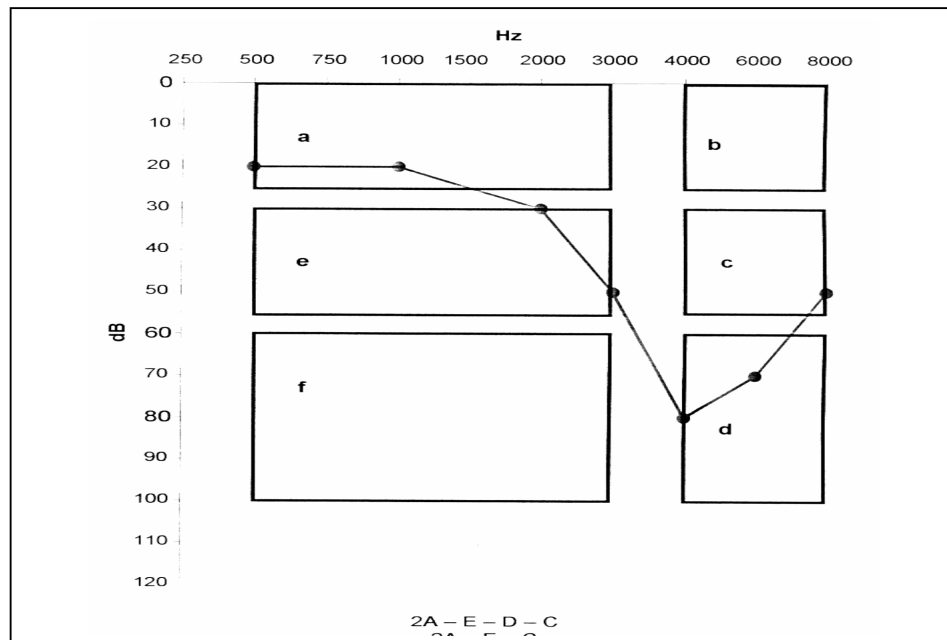
**AUDIÇÃO NORMAL**



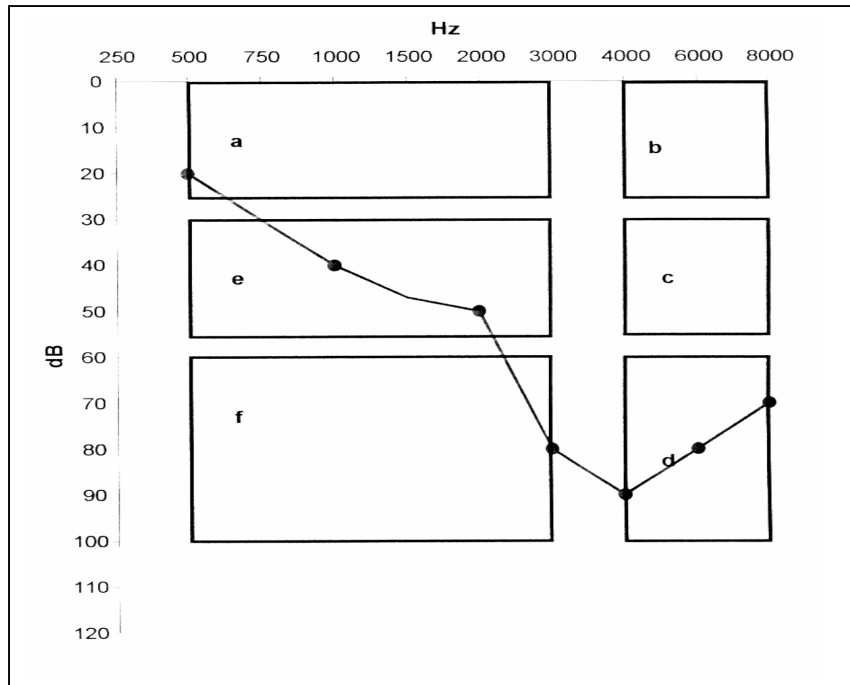
**PAIR GRAU 1**



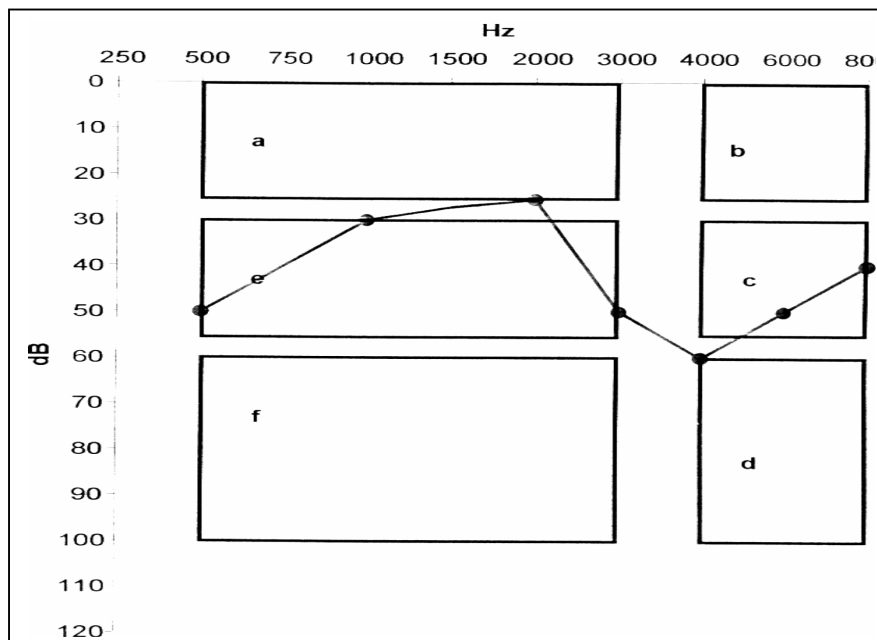
PAIR GRAU 2



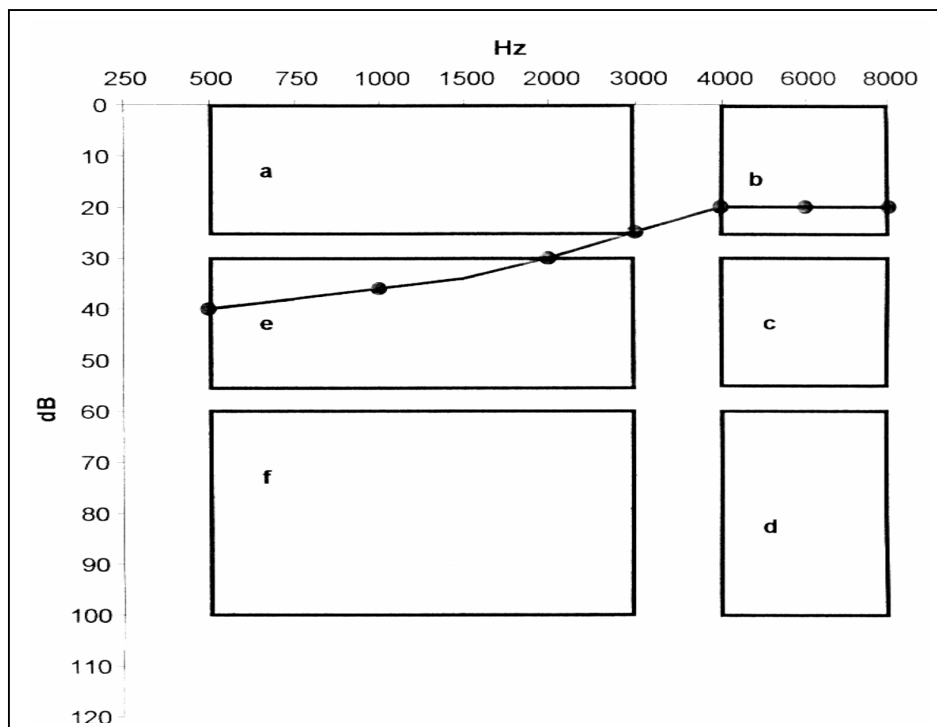
PAIR GRAU 3



PAIR GRAU 4



PAIR GRAU 5



### GRAU 6

**Figura 3.13:** Gráficos de classificação das audiometrias conforme MERLUZZI e col (1979).

A classificação de grau 1 é dada quando os limiares das quatro primeiras frequências estão no padrão de normalidade, ou seja, igual ou menor que 25 dB (NA) (4 A); grau 2, quando os limiares das três primeiras frequências estão normais (3 A); grau 3 quando as duas primeiras estão na área considerada normal e de grau 4 somente a frequência de 500 Hz apresenta limiares até 25 dB e quando todas as frequências estão fora dos padrões considerados normais, os autores classificam como grau 5. Ainda apresentam grau 6 quando outra causa de perda auditiva está associada além da PAIR e por último classificando como grau 7 quando a perda auditiva apresentar configuração característica de outras causas.

A análise dos resultados da medição dos NPS baseou-se nos valores limites previstos na NR 15, isto é, de 85 dB(A) para 8 horas de exposição.

Na análise qualitativa que se utilizou técnica de observação, registrou-se comentários dos motoristas, atitudes, gestos, respostas orais, tudo o que estava relacionado com o uso do protetor auditivo e com a percepção dos sinais sonoros. Realizou-se a análise e interpretação dos registros.

### **3.5. Questões éticas**

Os procedimentos da pesquisa seguiram os princípios éticos estabelecidos pelo Ministério da Saúde. Normas para Pesquisa envolvendo Seres Humanos (Resolução do Conselho Nacional de Saúde 196/96) (BRASIL MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2002).

A participação da empresa neste estudo foi realizada após consentimento livre e esclarecido do representante da Diretoria, conforme apêndice D.

Todos os motoristas que participaram em alguma das etapas da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido tanto para a participação na pesquisa, apêndice E, quanto para o registro fotográfico e filmagem, quando necessário, conforme apêndice F.

### **3.6. Conclusão do capítulo.**

Neste capítulo foram apresentados os procedimentos deste estudo, local da realização dos experimentos e os instrumentos utilizados.

Explicitou-se que o estudo foi realizado em dois momentos, sendo que no primeiro avaliou-se a exposição do motorista de ônibus ao ruído e a presença de exame audiométrico com configuração sugestiva de PAIR. No segundo momento, investigou-se a possibilidade de o motorista de ônibus usar um protetor auditivo especial, através de avaliações objetivas como o ensaio do protetor auditivo no laboratório de acústica, e subjetivas, como a observação do uso deste pelo motorista durante o desenvolvimento das atividades de trabalho, no campo.

## **Capítulo 4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

Neste capítulo apresentar-se-á os resultados das avaliações realizadas para alcançar os objetivos propostos. Na primeira parte serão apresentados os resultados da análise das audiometrias dos motoristas para verificar a presença de curvas audiométricas sugestivas de PAIR e os resultados das medições de ruído no posto de trabalho do motorista de ônibus, na seguinte ordem.

4.2. Apresentação dos resultados e análise das audiometrias;

4.3. Apresentação dos resultados encontrados nas medições realizadas para quantificar a exposição do motorista ao ruído.

4.3.1. Resultados das medições dos NPS global e dose de ruído.

4.3.2. Resultados de medições dos NPS global no lado direito e esquerdo do motorista.

4.3.3. Resultados de medições dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas no lado direito e esquerdo do motorista.

4.3.4. Resultados e análise das medições de qualidade sonora.

Na segunda parte serão apresentados os resultados dos testes objetivos e subjetivos realizados com os motoristas para indicação do protetor auditivo especial.

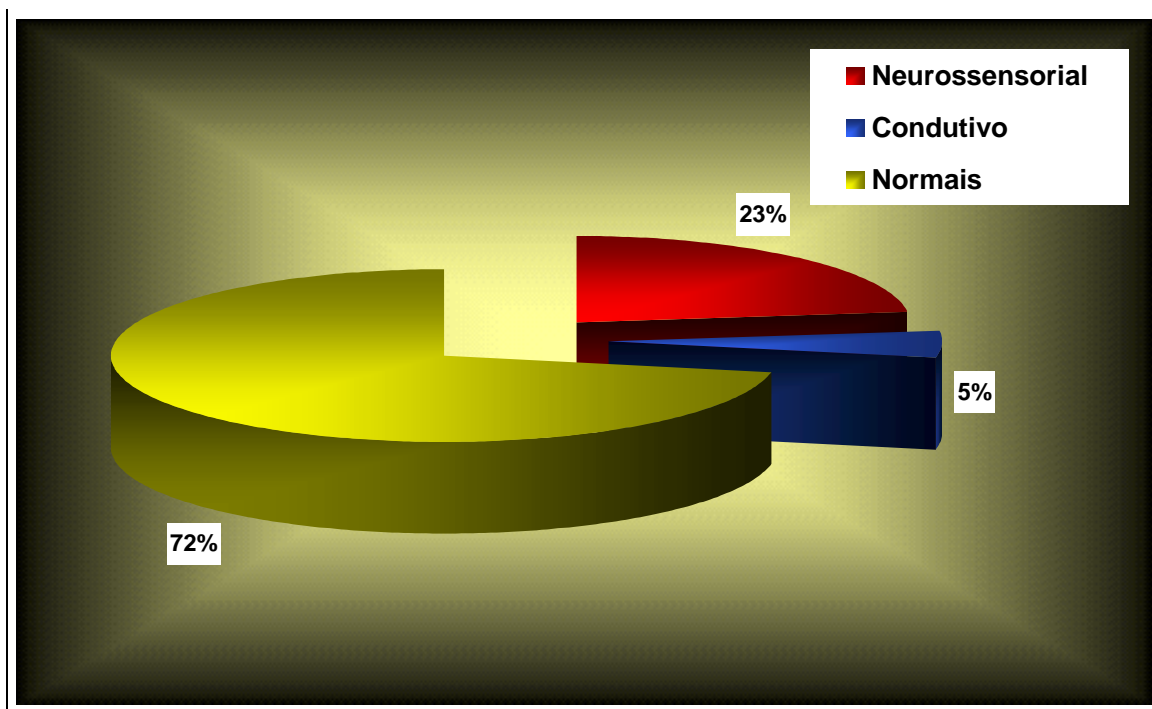
4.4. Resultados encontrados no ensaio do protetor auditivo.

4.5. Resultados apresentados para o reconhecimento de fala com e sem protetor auditivo ER-20 e com ruído de fundo nos testes realizados no LARI.

4.6. Resultados da avaliação subjetiva do uso do protetor auditivo no campo

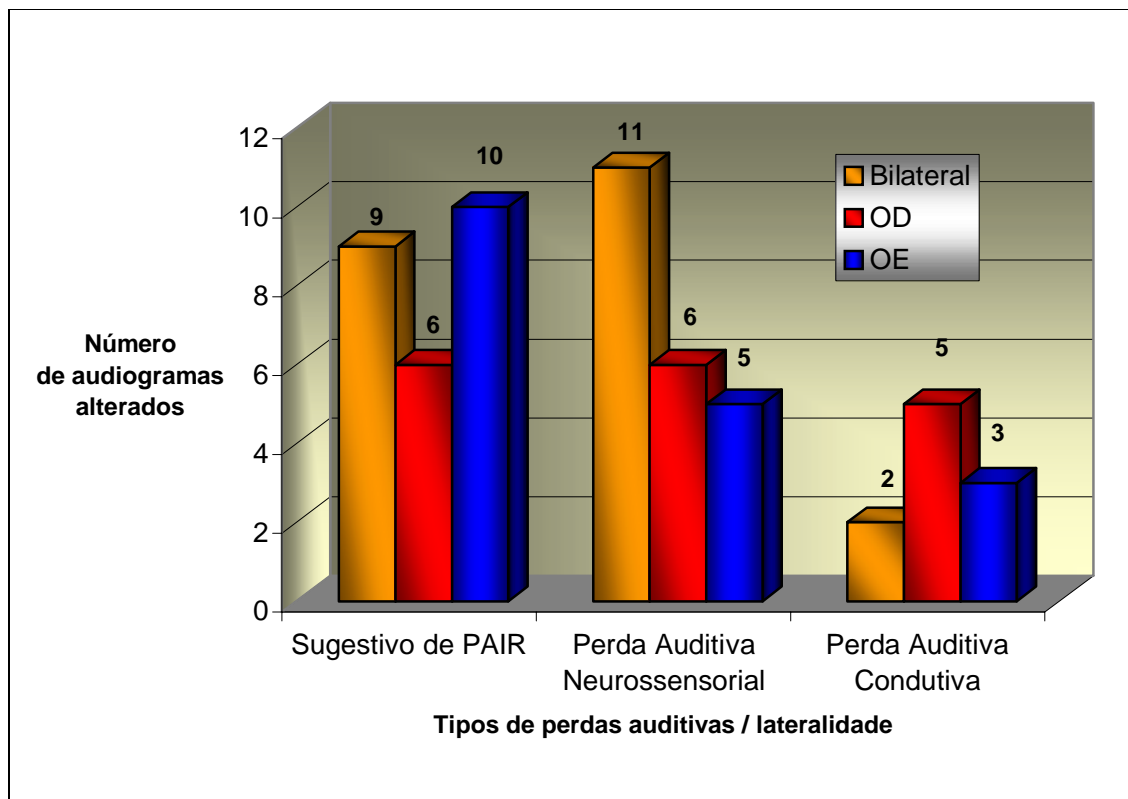


## 4.2. RESULTADOS E ANÁLISE DAS AUDIOMETRIAS



**Figura 4.1:** Ocorrência do tipo de perda auditiva da amostra estudada.

Na figura 4.1 visualiza-se o resultado da análise audiométrica utilizando o critério clínico, realizada em 207 audiometrias dos motoristas de ônibus, destes 57 estavam alterados, correspondendo a 28% dos exames, sendo que 47 (23%) apresentaram parecer audiológico de perda auditiva neurosensorial e 10 (5 %) de perda auditiva condutiva, 150 exames audiométricos apresentaram parecer audiológico dentro dos padrões da normalidade, isto é 72 % da população de motorista apresentaram exames audiométricos que caracterizam audição normal. Uma vez que a PAIR é uma perda auditiva neurosensorial, está inserida no percentual de 23 %, portanto, para ser identificada é necessário utilizar critério de Merluzzi e col (1978). Os resultados e discussão da análise serão apresentados na figura 4.2 e nas tabelas 4.1, 4.2 e 4.3..



**Figura 4.2:** Distribuição dos tipos de perdas auditivas encontradas nos exames de audiometria dos motoristas e exames sugestivos de PAIR.

Na figura 4.2. está exposta a quantidade da perda auditiva relacionada ao tipo e lateralidade em que ocorreu, demonstrando se foi bilateral ou unilateral, neste caso se a ocorrência comprometeu o lado direito ou esquerdo. Pode-se verificar que as perdas auditivas neurosensoriais sem característica de PAIR ocorrem principalmente bilateralmente. A PAIR representa 12,07% dos 207 audiogramas analisados, dos 207 exames 25 apresentavam configuração de PAIR. Comparando estudos já realizados em que a preocupação foi a PAIR na população de motorista, na maioria, se torna difícil em função de existir diferentes classificações para esta perda. Assim como as diferentes metodologias utilizadas para realização da pesquisa, como, por exemplo, Cordeiro *et al.* (1994), pesquisaram somente a

frequência de 4 kHz no lado direito por considerarem esta a mais afetada. Apenas este dado não permite classificar quanto ao tipo de perda auditiva que ocorreu nesta população.

No Brasil, foram realizados três estudos semelhantes com a presente pesquisa sendo que a população de dois, usaram além dos motoristas os cobradores. Os estudos aconteceram em São Paulo capital e em Bauru. Confrontando os resultados observa-se que o número de exames audiométricos alterados, sugestivos de PAIR, é menor no presente estudo. Marques (1998) encontrou 65,2% dos exames alterados, destes 55,4% com audiogramas sugestivos de PAIR e 9,8% com outros tipos de perda auditiva. Os pesquisadores Martins *et al.* (2001) que avaliaram a audição de 174 motoristas de ônibus de uma empresa de Bauru, constataram perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados em 34 %. Já Silva (2001) verificou que a configuração de curva audiométrica sugestiva de PAIR apresentou prevalência de 46% no grupo exposto e de 24% no exame de referência. O autor descartou os motoristas que apresentavam perda auditiva por outras alterações.

Pelo fato de a PAIR ser uni ou bilateral, pode-se observar que dos 25 exames alterados, 36% dos motoristas apresentam perda auditiva bilateral e 64% unilateral. Considerando os 25 audiogramas, a configuração de PAIR unilateral na orelha esquerda representa 40% e na direita, 24 %. Considerando os 16 exames audiométricos que apresentaram PAIR unilateral, a orelha mais afetada é à esquerda, representando 62,5 %. Marques (1998) observou que a ocorrência da perda auditiva foi mais frequente na orelha esquerda, sem apresentar significância estatística. Dufresne *et al.* (1988) expõem que raramente uma ocupação induz perda auditiva predominante de uma orelha, afirmam que possivelmente os motoristas de

caminhão sejam uma exceção. Comparando audiogramas, observa-se uma assimetria, sendo a orelha esquerda a que se apresentava mais afetada.

Comparando os resultados deste estudo com outros já realizados no Brasil, percebe-se que a porcentagem de casos de PAIR da presente pesquisa é menor, sendo de 12%, assim como ocorreu com a perda auditiva citada anteriormente. Em uma relação cronológica, os estudos mostram uma tendência em diminuir o percentual, como pode ser observado a seguir: Patwardhan *et al* (1991) encontraram uma prevalência de 89%; Fernandes (1991) estudou tratoristas, registrando 59,8 %; já Marques (1998) detectou 55,4%. Estudos mais recente como de o Silva (2001) demonstrou uma prevalência de 46% da PAIR nesta população. Martins *et al.* (2001) constataram 37 % de PAIR nos motoristas de ônibus estudados.

**Tabela 4.1:** Apresentação dos limiares auditivos alterados por frequências conforme critério de Merluzzi e col (1979) dos audiogramas com perda auditiva bilateral, associando com o tempo de serviço e idade.

Indivíduos		Tempo de serviço em anos	Idade Em anos	2kHz dB(A)	3 kHz dB(A)	4 kHz dB(A)	6 kHz Db(A)	8 kHz dB(A)	Classificação quanto ao grau
1	OD	8	44		45	30	30		Grau 2
	OE				30	40	35		Grau 2
2	OD	9	58				45	30	Grau 1
	OE						50	40	Grau 1
3	OD	6	42			40	30	30	Grau 1
	OE					50	55	45	Grau 1
4	OD	10	54		35	45	30		Grau 2
	OE				30	40			Grau 2
5	OD	12	50	50	55	60	45	20	Grau 3
	OE			35	45	50	35	25	Grau 3
6	OD	14	52	35	35	35			Grau 3
	OE			40	40	40	30		Grau 3
7	OD	9	48	60	45	50	40		Grau 3
	OE			55	40	50	40		Grau 3
8	OD	15	61		30	35	30		Grau 2
	OE				35	35	30		Grau 2
9	OD	6	43			60	80	35	Grau 1
	OE					70	75	50	Grau 1
TOTAL		Média: 9,8	Média 50,2	6	11	16	16	6	

Pode-se visualizar na tabela 4.1 a associação das frequências atingidas nas perdas bilaterais com a idade e o tempo de trabalho como motorista. Nesta tabela também é apresentada a classificação quanto ao grau da perda auditiva conforme critério de Merluzzi e col. (1979), em vermelho apresentou-se a frequência mais atingida. Foram registrados seis casos para cada grau, 1, 2 e 3, considerando as orelhas separadamente. Ou seja, três indivíduos tiveram déficit auditivo a partir da frequência de 4 kHz em ambas as orelhas ficando, as frequências de 0,50, 1, 2 e 3 kHz na área (A), a qual representa normalidade, até 25 dB. Outros três que apresentaram alteração a partir da frequência de 3 kHz se enquadraram no grau 2 porque neste estão preservadas apenas as frequências de 0,50, 1, e 2 kHz. Enquanto no grau 3, que atinge inclusive a frequência de 2 kHz, também foram registrados três indivíduos.

Pode-se observar na tabela 4.1 que as frequências mais atingidas foram as de 4 e 6 kHz bilateralmente, o que reforça os resultados encontrados por Marques (1999), que registrou a frequência de 6 kHz, e em seguida a de 4 kHz, 8 kHz e 3 kHz. Morata, Lemasters (2001) apresentam a ordem que as frequências, normalmente são atingidas, sendo 6, 4, 8, 3, 2 ou 4, 6, 8, 3, 2 kHz, e afirmam que são equivalentes nos dois ouvidos. Conforme a NR 7, da portaria n. 19 do Ministério do Trabalho (1998), a PAIR acomete inicialmente uma ou mais frequências da faixa de 3000 a 6000 Hz.

A justificativa para a exposição a NPS elevados acometer as frequências altas na PAIR é discutida por autores como Chadwick (1971), que refere que o suprimento sanguíneo da cóclea é deficiente na região dos 4 kHz da membrana basilar, ocorrendo uma hipóxia nessa região. Já Hilding (1953), após estudar cadáveres, concluiu que a configuração do canal coclear proporciona um ponto de maior impacto nas estruturas localizadas de 6 a 8 mm da

janela oval. A estimulação desta área acontece para todas as frequências que chegam à cóclea. Explica, portanto, que um som de baixa frequência terá o seu reconhecimento no ápice da cóclea e mesmo assim terá todas as células ciliadas desta estimuladas. Oliveira (2001) acrescenta que, além das alterações celulares, os esterocílios são atingidos, bem como seu mecanismo sensível de deslocamento, por ocasião do contato da membrana tectorial durante a vibração da membrana basilar pelo ruído. O ruído intenso provoca nestas células alterações citoplasmáticas e nucleares, causando edemas, alterações da permeabilidade e da composição iônica.

Com relação ao tempo de exposição, autores como Santos (1996) e Morata, Lemasters (2001) afirmam que o desenvolvimento desta acontece num período de 6 a 10 anos de exposição. No presente estudo pode ser observado na tabela 4.1 que o tempo mínimo de serviço destes profissionais era de seis anos.

Com relação à lateralidade, existem diversas opiniões, assim como Santos (1996) afirma que a PAIR é geralmente bilateral e simétrica. Já Costa (2001) comunga com a assertiva de que a PAIR é sempre bilateral com traçados similares. O Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (1999) alerta que a PAIR é quase sempre bilateral e atinge seu nível máximo em torno de 10 a 15 anos de exposição. O que pode ser observado é que na NR 7, a análise é feita por frequência. Esta recomenda que os limiares auditivos que estiverem rebaixados mais de 25 dB(A) na via aérea e via óssea, que um ou ambos os lados sejam considerados na interpretação desta perda. A norma não apresenta a PAIR como sendo sempre bilateral.

**Tabela 4.2:** Apresentação dos limiares auditivos alterados por frequências conforme critério de Merluzzi e col (1979) dos audiogramas com perda auditiva no lado esquerdo, associando com o tempo de serviço e idade.

Indivíduos	Tempo serviço Em anos	Idade em anos	2kHz dB(A)	3 kHz dB(A)	4 kHz dB(A)	6 kHz dB(A)	8 kHz dB(A)	Classificação quanto ao grau
1 OE	7	37	35	45	35			<b>Grau 3</b>
2 OE	2	30			40			<b>Grau 1</b>
3 OE	16	50			55	45		<b>Grau 1</b>
4 OE	2	27			45	30		<b>Grau 1</b>
5 OE	2	32		35				<b>Grau 2</b>
6 OE	2	45			40			<b>Grau 1</b>
7 OE	2	48	30	35	45	60	55	<b>Grau 3</b>
8 OE	2	45			30	35		<b>Grau 1</b>
9 OE	2	32			35			<b>Grau 1</b>
10 OE	4	32			30			<b>Grau 1</b>
<b>Total</b>	Média 3,7	Média 42	2	3	9	4	1	<b>Total: Grau 1=7, grau 2 =1 Grau 3 = 2</b>

Na tabela 4.2 está exposto os limiares auditivos encontrados nos audiogramas com configuração de PAIR no lado esquerdo, as frequências mais atingidas na cor vermelha, a idade dos motoristas e o tempo de serviço. Entre as 25 audiometrias alteradas, 10 apresentaram perda auditiva na orelha esquerda, destas 7 com classificação de grau 1, enquanto no grau 2 ficaram enquadrados dois audiogramas e no grau 3 apenas um audiograma. Pode-se observar no gráfico que a frequência mais atingida foi a de 4 kHz.

Com relação à lateralidade da perda auditiva que ocorre nestes profissionais, a literatura estudada apresenta controvérsias nos resultados das pesquisas. Enquanto PAIR é definida pelo Comitê Nacional de Ruído e Conservação Auditiva (1999) como sendo quase sempre bilateral. Santos (1996) alerta que pode ser encontrada unilateral e assimétrica em trabalhadores expostos a ruído de impacto e de alta frequência.

Estudos realizados com motoristas de ônibus e de caminhões demonstram que a perda auditiva tanto pode ser unilateral, afetando o lado direito ou esquerdo, enquanto que outros estudos demonstram que a perda é bilateral. Janisch (1980) detectou um decréscimo no limiar da frequência de 4000 Hz. Não encontrou diferença estatística significativa entre alteração na orelha direita e na esquerda. Correia e col (1991) também não encontraram diferença significativa da PAIR entre a orelha direita e esquerda na pesquisa realizada com 104 motoristas de ônibus urbano. A frequência mais atingida foi a de 6 kHz, seguida pela de 4 kHz. Assim como Pizarro (sd) pesquisou a audição de motorista de veículos pesados realizando avaliação audiológica o não observou diferença na perda auditiva para os resultados da orelha direita e esquerda. Refere que a susceptibilidade tem maior influência na perda auditiva do que a idade. Encontrou um aumento do limiar nas frequências de 6 e 8 kHz e afirma que a mais atingida é a de 8 kHz.

Os pesquisadores Martins *et al.* (2001) relataram que a perda auditiva é predominantemente unilateral, sendo que esta ocorreu em 57%, havendo semelhança na ocorrência de comprometimento no lado direito e esquerdo. Justificam isto, devido à variabilidade de localização do motor. Um estudo importante nesta discussão da lateralidade foi realizado por Dufresne *et al.* (1988), é um dos únicos que teve como objetivo identificar a lateralidade da perda auditiva. Os pesquisadores detectaram uma incidência maior da perda auditiva na orelha esquerda em motoristas de caminhões e atribuem a exposição ao ruído externo, sugerindo que uma solução seria a instalação de ar condicionado, porque as janelas são abertas para ser adquirido um conforto térmico. Os autores ainda sugerem que se o estudo fosse feito na África do Sul, onde os mecanismos de direção são na mão direita, era de se esperar a mesma incidência da perda auditiva na orelha direita. O estudo realizado pelo Department of



Transportation (1993) nos Estados Unidos não teve como objetivo a lateralidade de ocorrência da perda auditiva e sim estimou o aumento da perda auditiva em motoristas de veículos comerciais, demonstrando um acréscimo a cada ano de 12 para 150 trabalhadores entre 34 e 54 anos. A perda auditiva no profissional com mais de 15 anos de profissão, geralmente inicia na frequência de 4000 Hz, recomendando este dado como um referencial para a detecção desta. Com os resultados dos exames foi possível observar a lateralidade, registrando maior acometimento da orelha esquerda, atribuindo esta diferença ao nível de ruído neste lado.

Pachiaudi *et al.* (1985), que realizaram seu estudo na França, fazendo 250 exames de audiometria também encontraram resultados semelhantes ao estudo realizados pelo Department of Transportation (1993) nos Estados Unidos, encontrando uma maior incidência de PAIR na orelha esquerda e o acometimento da frequência de 4 kHz. Kan (1980), que mediu o espectro sonoro e calculou a dosimetria, posicionou o dosímetro no ombro, com o microfone próximo à orelha esquerda por esta estar mais exposta.

**Tabela 4.3:** Apresentação dos limiares auditivos alterados por frequências conforme critério de Merluzzi e col (1979) dos audiogramas com perda auditiva no lado direito, associando com o tempo de serviço e idade.

Indivíduos	Tempo serviço Em anos	Idade Em anos	2kHz dB(A)	3 kHz Db(A)	4 kHz dB(A)	6 kHz dB(A)	8 kHz dB(A)	Classificação Quanto ao grau
1 OD	4	42		35				<b>Grau 2</b>
2 OD	2	36			<b>50</b>	35	35	<b>Grau 1</b>
3 OD	2	47			<b>35</b>			<b>Grau 1</b>
4 OD	12	41			<b>45</b>	40		<b>Grau 1</b>
5 OD	3	40			<b>35</b>			<b>Grau 1</b>
6 OD	3	40			<b>35</b>	45		<b>Grau 1</b>
TOTAL	Média 4,6	Média 40,8		1	<b>5</b>	3	1	

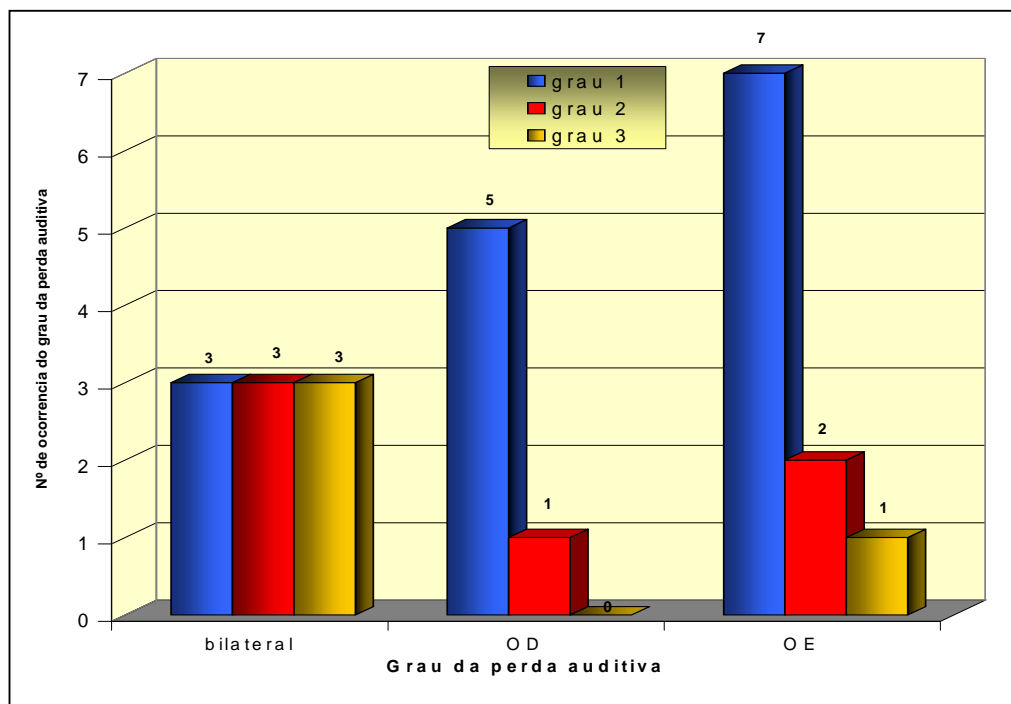
Na tabela 4.3 está exposto os limiares auditivos encontrados nos audiogramas com configuração de PAIR no lado direito, a frequência mais atingida é apresentada em vermelho, a idade dos motoristas e o tempo de serviço. Entre as 25 audiometrias alteradas, com configuração de PAIR, seis apresentaram perda auditiva na orelha direita destas cinco com classificação de grau 1, enquanto que no grau 2 ficou enquadrado um audiograma. Pode-se observar no gráfico 4.3 que a frequência mais atingida foi a de 4 kHz.

Entretanto, Cordeiro *et al.* (1994) optaram por analisar a frequência de 4kHz da orelha direita por considerarem esta a mais afetada nesta classe de trabalhadores. Os autores não justificam esta escolha. Estudaram a associação da perda auditiva induzida pelo ruído e o tempo acumulado de trabalho dos motoristas e cobradores de transporte coletivo urbano. Constataram uma associação positiva entre a perda auditiva e o tempo acumulado de trabalho e também com a idade dos sujeitos.

Mais recentemente Casali, Lee e Robinson (2002) também observaram o desencadeamento da perda auditiva temporária, em motoristas, através da realização de audiometria antes da jornada de trabalho e logo após. Realizaram avaliações com janelas abertas e fechadas. Os resultados das audiometrias não evidenciaram alterações para a orelha esquerda, enquanto que na direita, na frequência de 4000 Hz, foi encontrada modificação significativa do limiar.

Comparando a idade e o tempo de serviço apresentados nas três tabelas, pode-se concluir que os motoristas que apresentaram PAIR bilateral têm uma média de idade (50,2 anos) e de tempo de exposição (9,2 anos) maiores que os que apresentaram PAIR unilateral (41 anos) e de tempo de serviço de 4,0 anos. Estes resultados sugerem que, com o tempo de exposição e a

idade, a perda auditiva pode se tornar bilateral, entretanto não se encontraram PAIR assimétricas neste estudo nem na revisão de literatura.



**Figura 4.3:** Distribuição da classificação dos traçados sugestivos de PAIR, segundo critério de Merluzzi e col. (1979) com a lateralidade que ocorreu.

Conforme critério de Merluzzi e col (1979), observa-se na figura 4.3 que nas perdas auditivas bilaterais a frequência de classificação de grau 1, 2, e 3 se equivalem. Isto demonstra que estão presentes tanto os déficits que atingem as frequências a partir de 4 kHz até as que atingem a partir de 2kHz, significando uma progressão da perda auditiva em relação às unilaterais. Nestas o grau 1 predomina, tanto na configuração de PAIR no lado direito quanto esquerdo. Silva (2001) salientou em sua pesquisa que a maior parte da PAIR se inseriu na classificação de grau 1, considerada perda auditiva leve.

### **4.3. RESULTADOS DAS MEDIÇÕES PARA QUANTIFICAR A EXPOSIÇÃO DO MOTORISTA AO RUÍDO**

Os dados concernentes ao procedimento de avaliação da exposição ao ruído serão apresentados em tabelas e gráficos. Estes resultados correspondem a 17 medidas da dose de ruído e NPS, sendo 13 com motor dianteiro e 4 com motor traseiro. Estas foram medidas simultaneamente no lado esquerdo e direito do motorista. Em outros oito ônibus foram realizadas as medições por bandas de frequência e a mensuração do NPS, sendo primeiro no lado direito e depois no lado esquerdo. A ordem de apresentação será: primeiro os resultados das 17 medições (NPS e dose) e na seqüência o resultados das oito medições (NPS global e por bandas de 1/3 de oitava).

Para realizar uma comparação dos resultados obtidos neste estudo, o qual foi realizado na cidade de Florianópolis com ônibus urbanos, com outros realizados em diferentes cidades do Brasil, vale caracterizar o aspecto geográfico. Florianópolis é uma capital, situada em uma ilha, portanto a grande maioria dos itinerários tem um lado da estrada livre de obstáculos, pela presença do mar, permitindo a propagação do som em campo livre. Os itinerários realizados pela empresa em que ocorreu o presente estudo no primeiro momento, comportam centro e praias. Este trajeto passa por avenidas, ruas, e rodovias estaduais, apresentando cada um, uma realidade, apesar de todos serem asfaltados. Nas ruas situadas no centro da cidade, o trânsito é lento, decorrente dos congestionamentos, principalmente nas sextas - feiras, muitas paradas de ônibus, fazendo com que o motorista ande quase o tempo todo em primeira e segunda marcha, e as paradas constantes se acentuam com a presença de vários semáforos. Já a avenida Beira Mar Norte é uma via rápida, com velocidade controlada em 80 km/h. Para completar o

itinerário, o percurso passa pela SC 401, rodovia duplicada, iniciando as paradas para os passageiros somente quando chega nas praias.

No segundo momento deste estudo, no qual foi avaliado o NPS global e por bandas de frequências, a realidade física muda. O itinerário realizado compreendeu inter-praias. Observou-se, durante a coleta de dados, ruas asfaltadas, algumas calçadas e outras sem pavimento. Estas ruas são estreitas e a velocidade do ônibus é menor. O movimento de usuário era intenso em função da temporada de veraneio. Também se verificou que o motorista pára o ônibus mesmo quando não está no ponto, sempre que solicitado por conhecer os usuários. A primeira marcha é utilizada em grande parte do percurso.

No Brasil, estudos semelhantes foram realizados em cidades como Belo Horizonte, São Paulo, Bauru e Ribeirão Preto. Estas apresentam maior extensão e uma superpopulação comparadas a Florianópolis. O desenvolvimento traz como resultado o aumento da poluição sonora. Conseqüentemente, surgem os efeitos deste agente agressor na saúde do indivíduo.

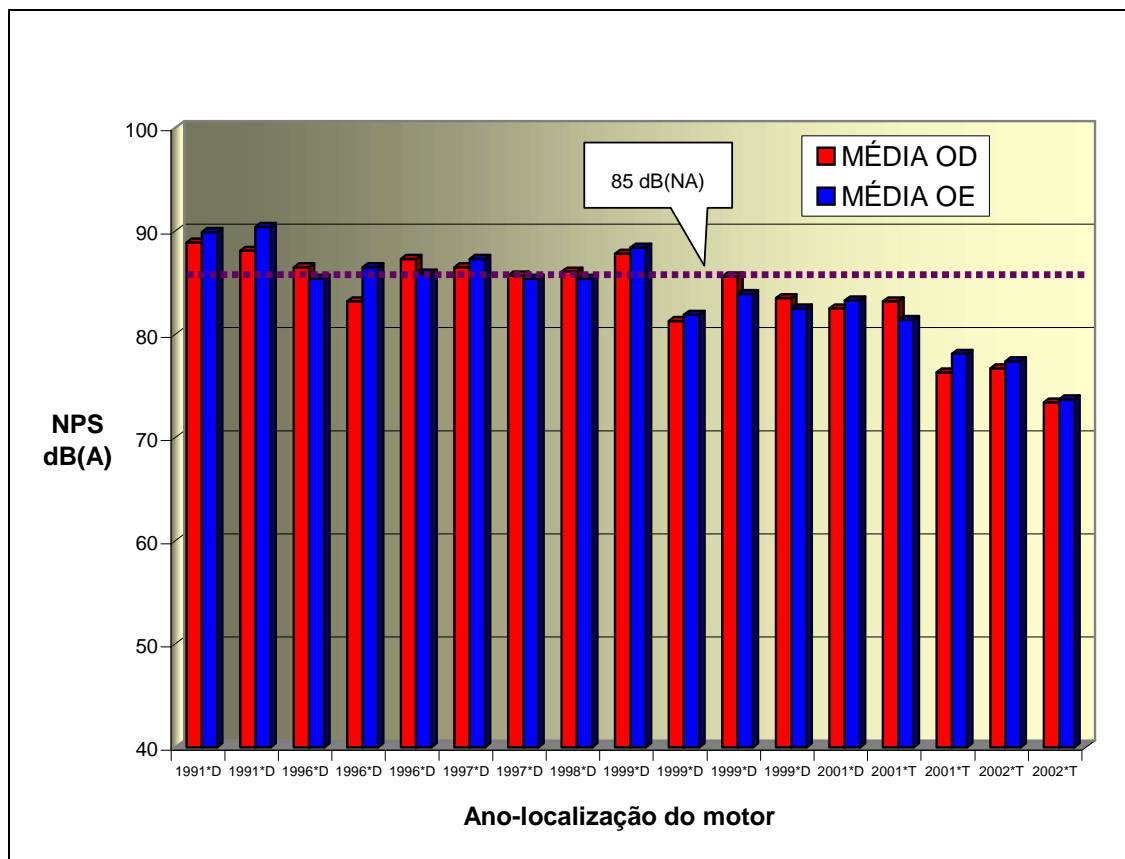
### 4.3.1. Resultados das medições dos NPS e dose de ruído.

**Tabela 4.4:** Distribuição dos resultados das medições dos NPS e da Dosimetria com a diferença dos valores do lado direito e esquerdo; número/ano do carro, localização do motor e modelo.

Média NPS dB(A)	Média NPS dB(A)	Dif. NPS dB(A)	Dose %	Dose %	Diferença Dose	Nº/Ano	Motor	Modelo	Dia da semana medido.
OD	OE	OD-OE	OD	OE	OD-OE	Ônibus			
88,60	89,9	-1,3	225,20	226,10	-0,90	1119/1991	D	MB	6 <sup>a</sup>
88,10	90,40	-2,3	223,15	238,20	-15,05	1185/1991	D	MB	6 <sup>a</sup>
86,50	85,40	1,10	118,23	116,90	1,33	1217/1996	D	MB	5 <sup>a</sup>
85,20	86,50	-3,30	102,40	123,90	21,5	1221/1996	D	MB	5 <sup>a</sup>
87,30	85,90	1,40	139,00	114,90	24,10	1215/1996	D	MB	6 <sup>a</sup>
86,50	87,30	-0,80	124,18	123,90	0,28	1237/1997	D	MB	4 <sup>a</sup>
85,70	85,40	0,30	115,00	108,00	7,00	1231/1997	D	MB	4 <sup>a</sup>
86,10	85,40	0,70	115,28	114,70	0,58	1173/1998	D	VOL	4 <sup>a</sup>
87,80	88,40	-0,60	127,90	154,00	-26,1	1257/1999	D	SCA	6 <sup>a</sup>
81,30	81,90	-0,60	60,41	65,80	-5,39	1255/1999	D	SCA	domingo
85,60	83,90	1,70	109,20	86,30	22,90	1263/1999	D	MB	3 <sup>a</sup>
83,50	82,50	1,00	79,00	71,00	8,00	1265/1999	D	MB	sábado
82,50	83,30	-0,80	70,83	79,10	-8,27	1299/2001	D	VOL	sábado
83,20	81,40	1,80	51,17	52,80	-1,63	1305/2001	T	VOL	3 <sup>a</sup>
76,30	78,10	-1,80	30,18	38,60	-8,42	1301/2001	T	VOL	2 <sup>a</sup>
76,70	77,40	-0,70	27,41	30,30	-2,89	1315/2002	T	MB	6 <sup>a</sup>
73,40	73,70	-0,30	20,15	21,10	-0,95	1315/2002	T	MB	domingo

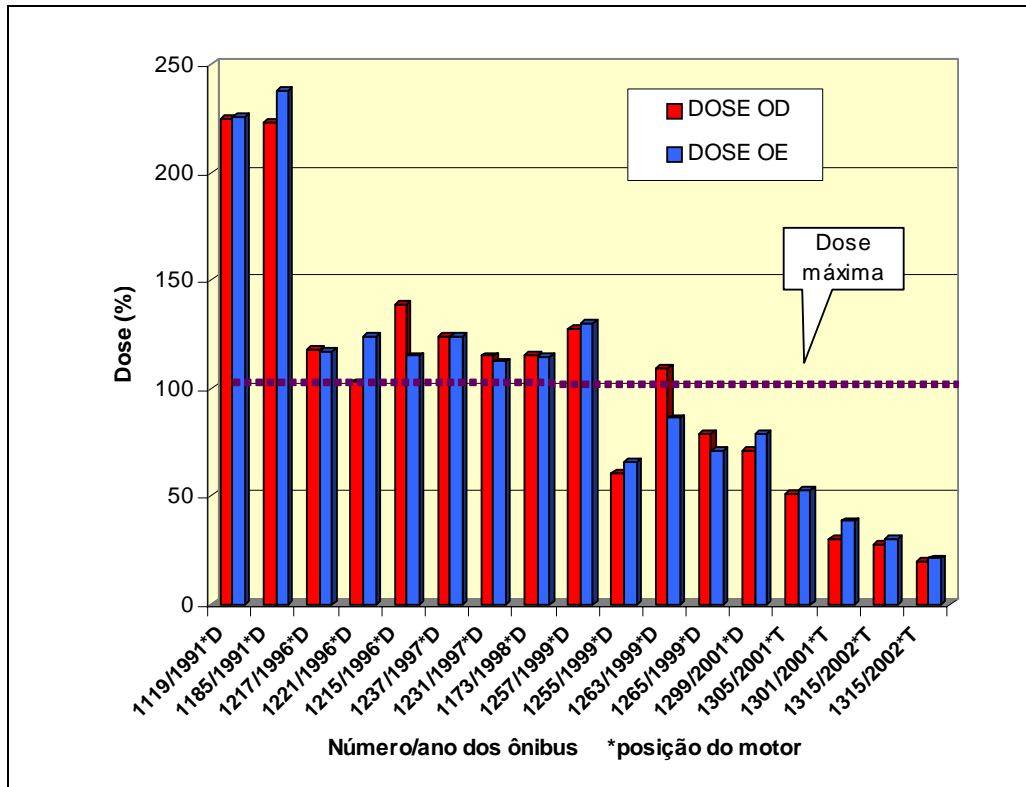
MB = Mercedes Benz, VOL = Volks, SCA = Scania

Pode-se observar na tabela 4.4 que dos 17 carros medidos, 10 apresentam NPS iguais ou superiores a 85 dB(A), tanto no lado direito como no esquerdo. Dos sete ônibus cujo ruído foi menor que 85 dB (A), quatro têm motor traseiro. Estes valores estão relacionados com o ano do carro: quanto mais antigo maior o NPS. A diferença do NPS entre a orelha direita e esquerda variou de 0,3 a 3,3 dB(A). Considerando diferenças significativas valores maiores que um, observam-se quatro medidas maiores no lado direito e três no esquerdo, não apresentando uma diferença de exposição de uma sobre a outra. Nos valores da dosimetria fica evidente a exposição dos motoristas, ocorrendo sempre que a dose ultrapassou de 100%. A dose de ruído diminui significativamente com a localização do motor traseiro.



**Figura 4.4:** Média dos NPS relacionados ao ano do ônibus e à posição do motor.

Na figura 4.4, foi representado os mesmos dados da tabela 4.4 com o objetivo de visualizar as diferenças de exposição da orelha direita (representada pela cor vermelha) e esquerda (representada pela cor azul), os NPS dos carros medidos simultaneamente com o ano do carro e a posição do motor. Comparando a tabela 4.4 e as figuras: 4.4 e 4.5, pode-se perceber a dificuldade em identificar as diferenças na exposição dos motoristas somente pela medição dos NPS; já no gráfico da dosimetria, a exposição fica evidente. Analisando a tabela 4.4, comparando os valores dos NPS com o ano dos ônibus e a localização do motor, verifica-se que os níveis de pressão sonora estão diretamente relacionados com a posição do motor e com o ano do carro.



**Figura 4.5:** Dose de ruído relacionado ao número/ano do ônibus e a localização do motor.

A dose de ruído representa a exposição diária permitida em dB (A) expressa em porcentagem, é um ruído que, se mantido constante durante toda a jornada de trabalho, teria a mesma quantidade de energia acústica, sendo um nível médio. Na figura 4.5, a exposição dos motoristas avaliados ultrapassa dos 100%, principalmente nos ônibus com ano de fabricação mais antigo. Nos resultados da dosimetria pode-se visualizar que os valores de exposição da orelha direita e da esquerda não apresentam uma diferença sendo esta, ora para o lado direito, ora para o lado esquerdo, como já foi constatado na figura 4.4. O dia da semana interfere na exposição do motorista ao ruído, isto pode ser observado através dos resultados da dosimetria nos carros 1255 e 1265, os quais foram obtidos no Sábado à tarde e domingo de manhã. Esta influência também pode ser constatada nas duas medições realizadas com o ônibus 1315, carro com motor traseiro e ar condicionado. O primeiro resultado foi obtido na sexta - feira, e



o segundo no domingo de manhã, obtendo-se um aumento do NPS de 3,5 dB(A) para o dia em que o trânsito está mais intenso.

Os resultados do presente estudo, com relação aos valores do NPS no posto de trabalho do motorista, demonstram que a exposição deste profissional pode depender de vários fatores como: localização do motor, ano de fabricação e dia da semana em que está trabalhando. A influência da localização do motor pode ser observada pela diferença de todas as médias dos NPS dos ônibus com motor dianteiro (85,81dB(A)) e com motor na parte traseira (77,52 dB(A)), sendo esta de 8,29 dB(A). Esta diferença refletirá nos resultados da dose de exposição do motorista, sendo de 113,2 % e de 33,96 %, respectivamente, uma diferença de 79,32 %. Conforme Campana (1994), existe insalubridade por ruído na grande maioria dos ônibus estudados, urbanos e rodoviários, sendo os de motor dianteiro e interno os que apresentaram maior nível de pressão sonora, assim como Fonseca (1993) concluiu que o valor da dose obtida está diretamente relacionado à localização do motor, sendo este a principal fonte de ruído.

O segundo fator observado pela pesquisadora que contribui para o aumento do NPS é o ano de fabricação do ônibus, isto é, o tempo de uso deste carro, tendo sido identificado que a partir de 5 anos de uso, os níveis já podem estar acima do recomendado. Estes dados podem ser verificados na figura 4.5, que os dois ônibus com maior NPS têm um ano de fabricação em 1991. O aumento do NPS cresce conforme o ano de fabricação: quanto mais antigo maior os níveis. Ressalta-se que este dado isolado não contribui tanto quanto a localização do motor. Pois ao comparar-se a dose dos quatro carros de fabricação no ano de 1999, verifica-se que os valores são diferentes, atribuindo-se esta, ao dia da semana. Se observado que na hora de maior movimento existe a interferência do trânsito. Em carros diferentes, como os 1257 e 1255, a diferença ficou expressa nos valores de 87,5 dB(A) e 81,6 dB(A), respectivamente, e

dose de 140,95 e 63,10 %, sendo os dois de modelo Scania. Outra evidência da influência do dia da semana, conseqüentemente do *rasch*, foram as duas medições no carro 1315, com motor traseiro, ano de fabricação 2002, com ar condicionado (portanto com as janelas fechadas) e modelo Mercedes Benz. O carro apresentou, na Sexta –feira, em horário de movimento, uma média de NPS de 77 dB(A) e dose de 28,85 %, enquanto que no domingo, valores de 73,5 dB(A), e média da dose de 20,10 %, portanto uma diferença de 3,5 dB(A) e de 8,75 %, respectivamente. Fica difícil de relacionar os modelos dos ônibus com o aumento do NPS, porque, como pode ser visualizado na tabela 4.4, até 1999 existia uma única marca, as quais atualmente são as que estão equipadas de ar condicionado e com o motor localizado na parte traseira.

Os valores apresentados na discussão acima foram considerados através da média das medições realizadas no lado direito e esquerdo.

#### **4.3.2. Resultados de medições dos NPS global no lado direito e esquerdo do motorista.**

Para situar o leitor, vale registrar que estas medições foram realizadas em dois momentos em virtude da implantação do Sistema Integrado de Transporte Coletivo. A empresa envolvida realizou treinamento durante 6 meses e depois teve um período de adaptação do motorista ao sistema.

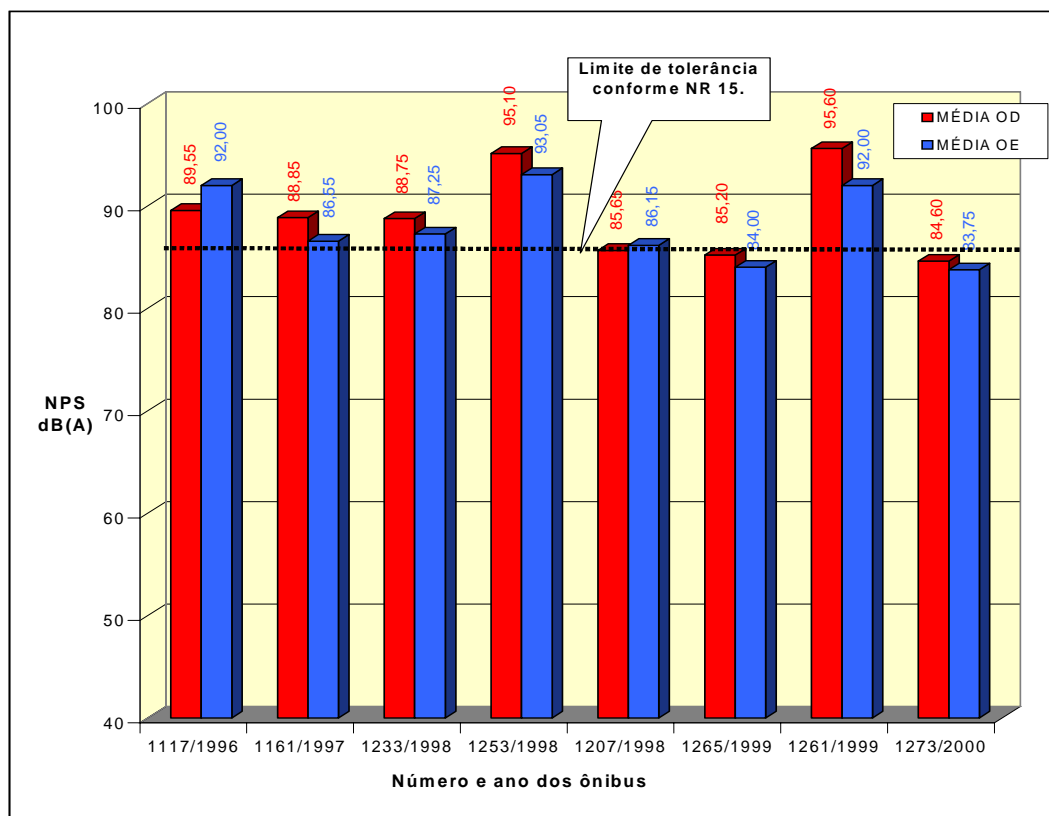
Ao retorno da pesquisadora para o campo, com o objetivo de finalizar a coleta de dados, foi informada que os ônibus considerados mais barulhentos tinham sido deslocados para os bairros. Portanto, tomou-se a decisão de medir estes carros. Os resultados podem ser averiguados na tabela 4.5 e nas figuras 4.6 até 4.13.

**Tabela 4.5:** Distribuição dos resultados das medições dos NPS nos ônibus que fazem o itinerário inter-praias com a diferença dos valores do lado direito e esquerdo, número/ano do carro, localização do motor, modelo e dia da semana.

Média NPS dB(A)	Média NPS dB(A)	Diferença Médias dB(A)	Nº/ano	Modelo	Motor	Dia da Semana
OD	OE	OD-OE	Ônibus			
85,20	84,00	1,20	1265/1994	Mercedez	D	4ª
89,55	92,00	-2,45	1117/1996	Scânia	D	4ª
88,85	86,55	2,30	1161/1997	Scânia	D	4ª
88,75	87,25	1,50	1233/1998	Volks	D	4ª
95,10	93,05	2,05	1253/1998	Scânia	D	5ª
85,65	86,15	-0,50	1207/1998	Volks	D	5ª
95,60	92,00	3,60	1261/1999	Scânia	D	5ª
84,60	83,75	0,85	1273/2000	Volks	D	5ª

A tabela 4.5 mostra os elevados NPS a que os motoristas estão expostos. Observa-se que dos oito carros medidos, apenas em um ônibus foram registrados níveis abaixo de 85 dB(A) no lado direito e dois no lado esquerdo. A relação entre o NPS e o ano dos carros persiste, sendo, quanto maior o tempo de uso maior o ruído. As diferenças de exposição do lado direito e esquerdo, considerando valores maiores do que 1 dB (A), são observadas um número de 5 para o lado direito. Os carros 1117, 1253 e 1261 foram os que apresentaram maior número de referência dos motoristas por serem os mais ruidosos, confirmando os resultados encontrados na medição. Comparando a média dos resultados registrados na primeira medição do NPS realizada nos 17 ônibus com motor dianteiro apresentada na tabela 4.4 e a média dos NPS adquiridos na segunda medição realizada nos oito carros, apresentada na tabela 4.5, verifica-se que o NPS é maior nos ônibus que estão executando as linhas das praias, sendo de 85.81 dB(A) e de 88.6 dB (A) respectivamente, apresentando uma diferença de 2,79 dB(A). Este aumento também pode estar relacionado com o trajeto percorrido pelo ônibus, como foi descrito acima. Seshagiri (1998), realizou estudos semelhantes no Canadá, com diferencial de ter sido avaliada a exposição de motoristas de caminhão, relacionou o aumento do NPS com o número de pistas, o aumento da exposição pela velocidade permitida, e afirmou que nas

estradas de chão as taxas são mais baixas. Deve ser levada em consideração a realidade de cada estudo e a singularidade de cada país, estado, cidade.



**Figura 4.6:** Nível de pressão sonora medida no lado direito e esquerdo do motorista de ônibus relacionado com o número e ano dos ônibus.

A figura 4.6 apresenta os mesmos dados da tabela 4.5, foi usado para visualizar as informações com relação à lateralidade e comparar com o limite de tolerância 85 dB (A), permitido pela NR 15.

Analisando os resultados obtidos na avaliação do NPS dos 25 ônibus, observou-se que, as situações em que os valores dos NPS estão abaixo do recomendado pela Norma Brasileira Regulamentadora 9 (1980), isto é, 85 dB(A) para 8 horas são as medições realizadas em

ônibus com a localização do motor na parte traseira, em carros mais novos, tempo de uso menor que 5 anos e em dias da semana em que o trânsito é menor. Pode-se através destes resultados registrar e salientar a evolução do transporte coletivo. Observou-se durante os 4 anos em que a pesquisa foi realizada, aquisição de novos carros com ar condicionado e motor traseiro; no início a frota era de 4 carros e no final 16. A frota está em constante renovação uma vez que o Departamento Nacional de Transito (DENATRAN) recomenda que transitem ônibus com até 10 anos de uso.

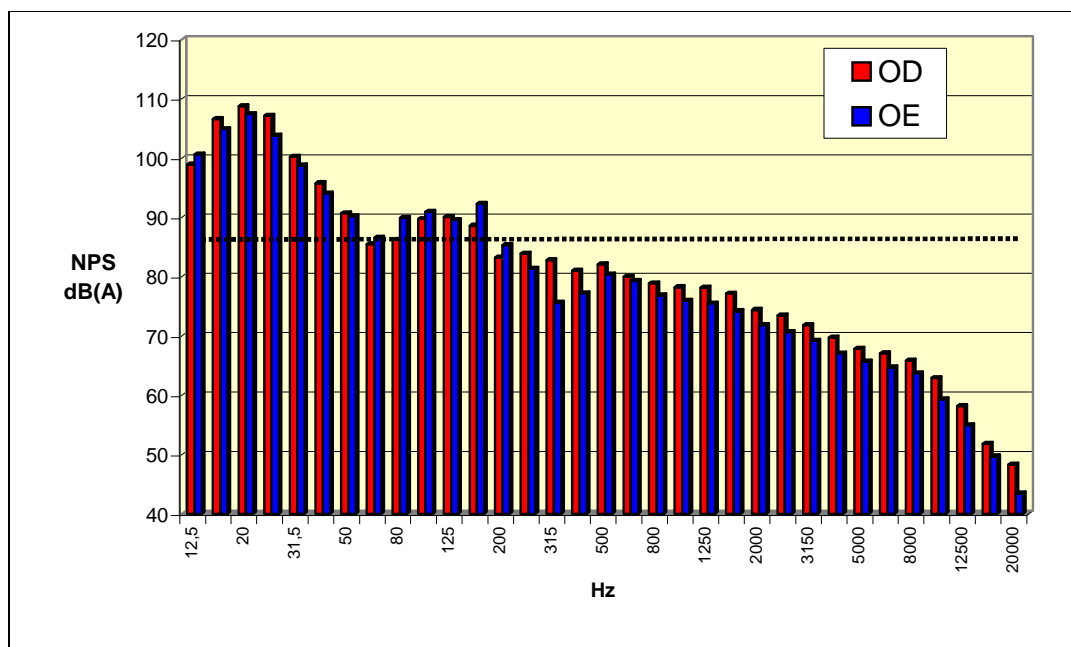
O maior NPS registrado foi de 90,40 dB(A) nos itinerários que compreendiam saídas do centro de Florianópolis até uma das praias do norte da ilha, e 95,60 dB(A) que compreendiam inter-praias. Fonseca (1993), em Belo Horizonte, encontrou um valor máximo de 92 dB(A). Na mesma capital, Carvalho (1997) encontrou valores até 97 dB(A). Já Latance (2001), na cidade de São Paulo encontrou como resultado níveis máximos de 95 dB(A). Silva (2001) citou as médias obtidas para o nível de exposição para ônibus com motor traseiro de sendo 77,0 dB(A). e para motor dianteiro de 83,6 dB(A). Explica que existe uma probabilidade de haver uma superação de ação do valor limite de ultrapassar de 80,2%. Estudos internacionais revelaram níveis até 106 dB(A) conforme Patwardhan e col (1991) que realizaram pesquisa no Canadá. Já Seshagiri (1998), com diferencial de ter avaliado a exposição de motoristas de caminhão registrou a interferência das janelas e do rádio, passando de 85,3 dB(A), para um acréscimo de 88,8 dB(A). Entretanto, mais recentemente nos Estados Unidos, Casali, Lee e Robinson (2002) realizaram a dosimetria, avaliando as mesmas condições do estudo anterior. Os resultados mostraram que estas condições não produziram diferenças importantes nos resultados dos NPS de banda larga. Pode-se verificar que os valores finais se assemelham aos de Seshagiri (1998) que encontraram valores de NPS de 89,1 dB(A). Assim como os

resultados obtidos por Heever e Roets (1996), que também estudaram motoristas de caminhões. Compararam duas diferentes marcas de caminhões, através da quantificação do NPS e da dose de ruído. A marca número um obteve o valor de 88,6 dB(A) e a marca de caminhão número dois de 86,4 dB(A). A dose de ruído acumulado foi de 225,2 % para a marca número um e de 128,2 % para o dois. Johnson *et al.* (1980) estudaram a exposição da população paramédica que trabalha com ambulância, verificaram que o nível de ruído na cabina da ambulância variou de 96 a 102,5 dB(A) quando a sirene estava ligada.

A comparação dos resultados desta pesquisa foi realizada com estudos que investigaram a exposição do motorista em geral, uma vez que na bibliografia internacional, os estudos mais freqüentes são com motoristas de caminhões. Esta carência de referências pode ser atribuída à diminuição do uso do ônibus como transporte coletivo nos países desenvolvidos. Nestes, a utilização de outros meios de transporte coletivo, como: metrô, trens e náuticos são mais freqüentes. Investigando os ônibus urbanos utilizados em Londres, através de comunicação pessoal por e-mail, com o objetivo de identificar a lateralidade da perda auditiva e entender a falta de literatura, verificou-se que todos os ônibus são climatizados. Portanto, compreendem-se as razões dos estudos se voltarem para os motoristas de caminhões. As atitudes que estão iniciando aqui no Brasil, nestes países já é rotina. O artigo de Taylor (1966) não citou a surdez e foi publicado há quatro décadas. Este estudou alguns aspectos da saúde dos motoristas de veículos pesados na Gran - Bretanha e identificou como causas de acidentes em que o motorista eram culpados, problemas como epilepsia, cardíacos, diabete, vertigens, problemas mentais, desmaios e problemas cerebrais.

### 4.3.3. Resultados de medições dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas no lado direito e esquerdo do motorista.

As figuras que demonstram os resultados das medições dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas realizadas em oito carros serão apresentadas na seqüência. A discussão será realizada após a figura 4.14 para poder comparar os resultados obtidos em todos os carros.



**Figura 4.7:** Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1233, ano 1998.

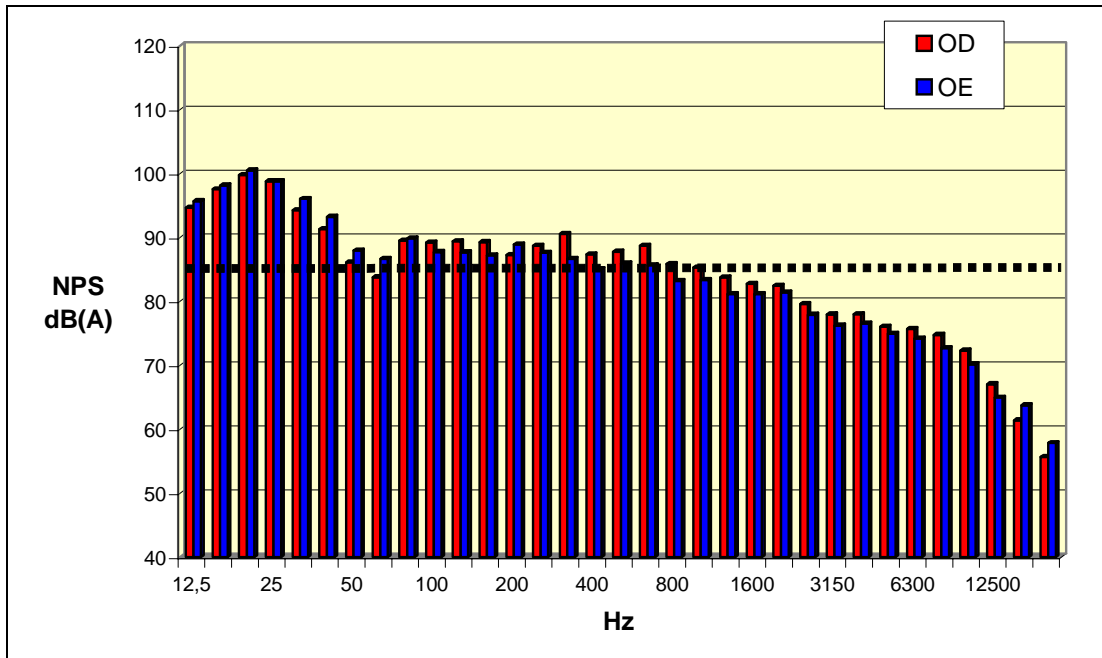


Figura 4.8: Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1253, ano 1999.

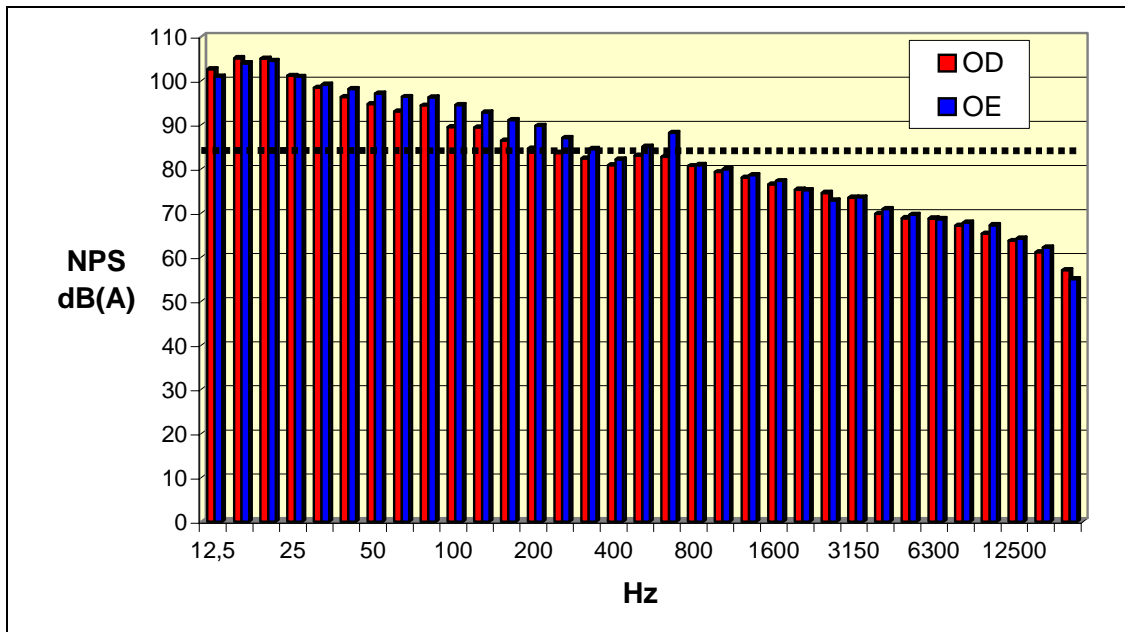
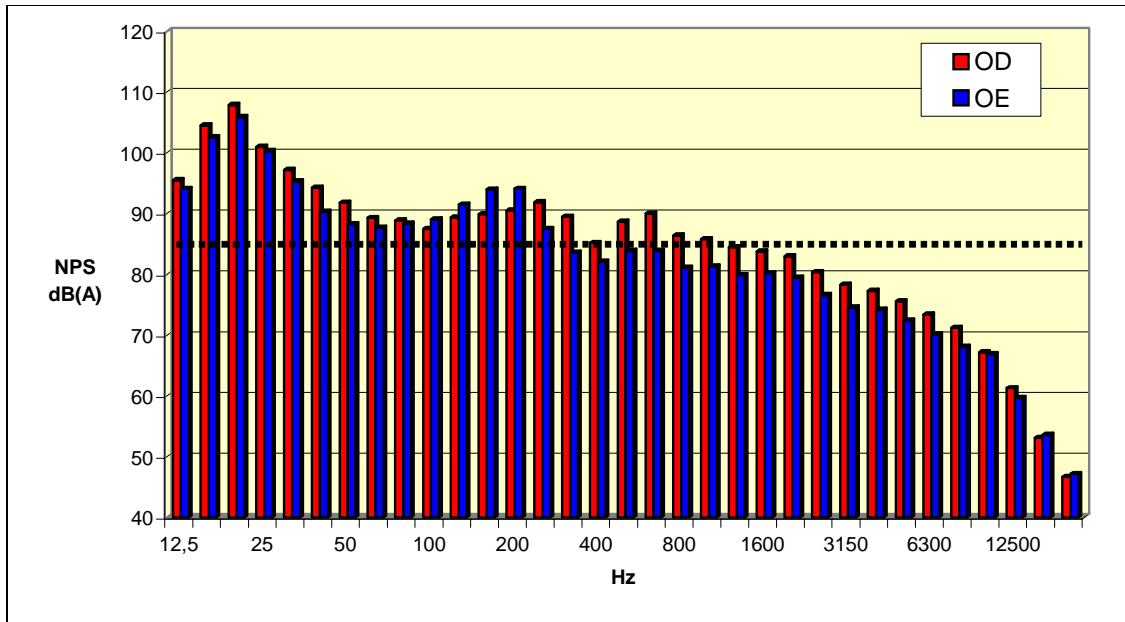
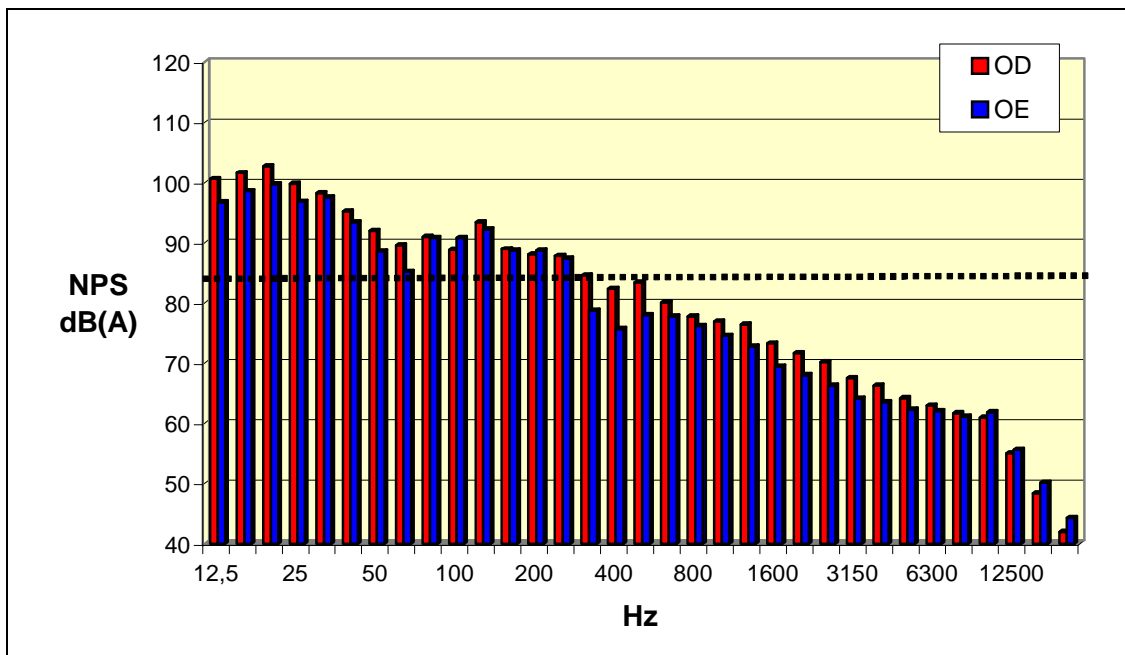


Figura 4.9: Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1117, ano 1996.





**Gráfico 4.10:** Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1261, ano 1999.



**Figura 4.11:** Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1161, ano 1999.

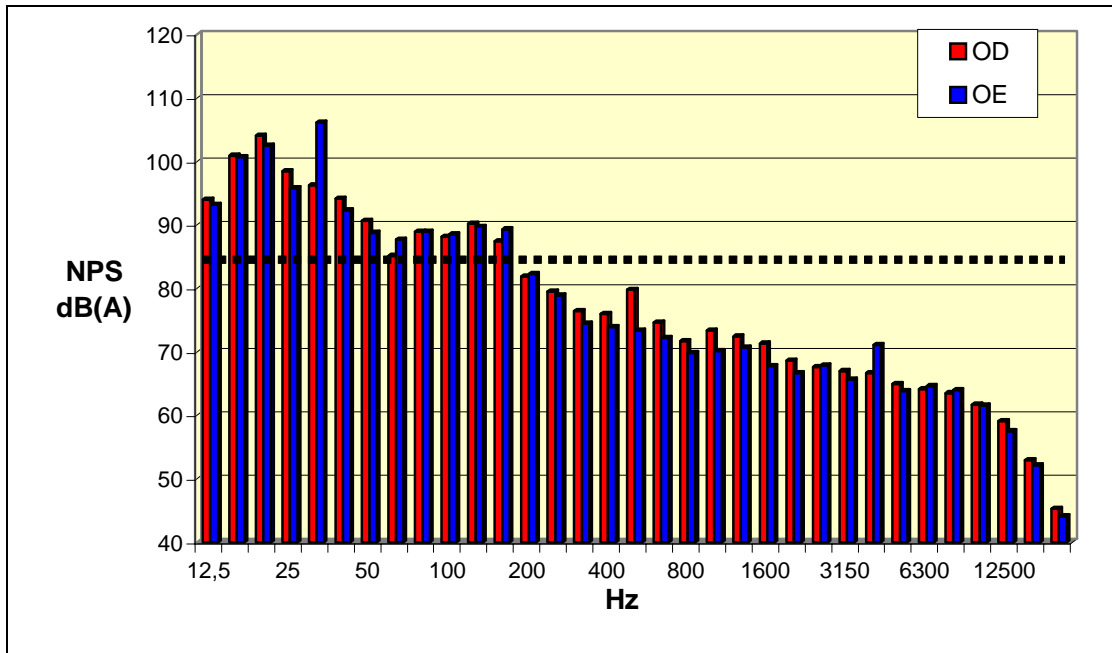


Figura 4.12: Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitava do ônibus 1273, ano 2000.

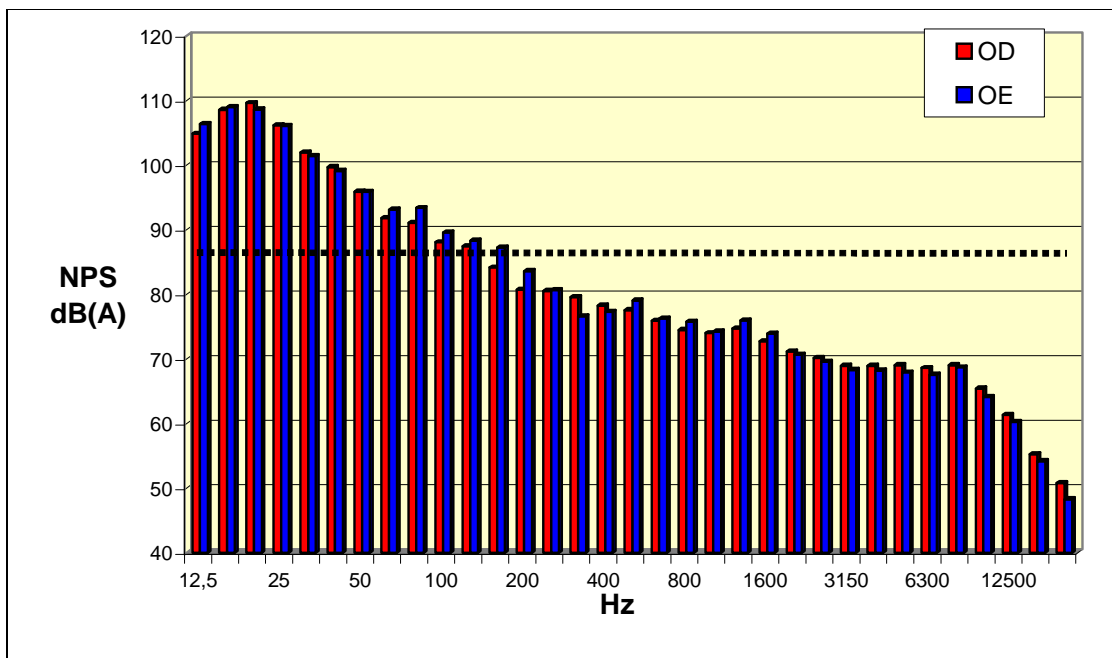
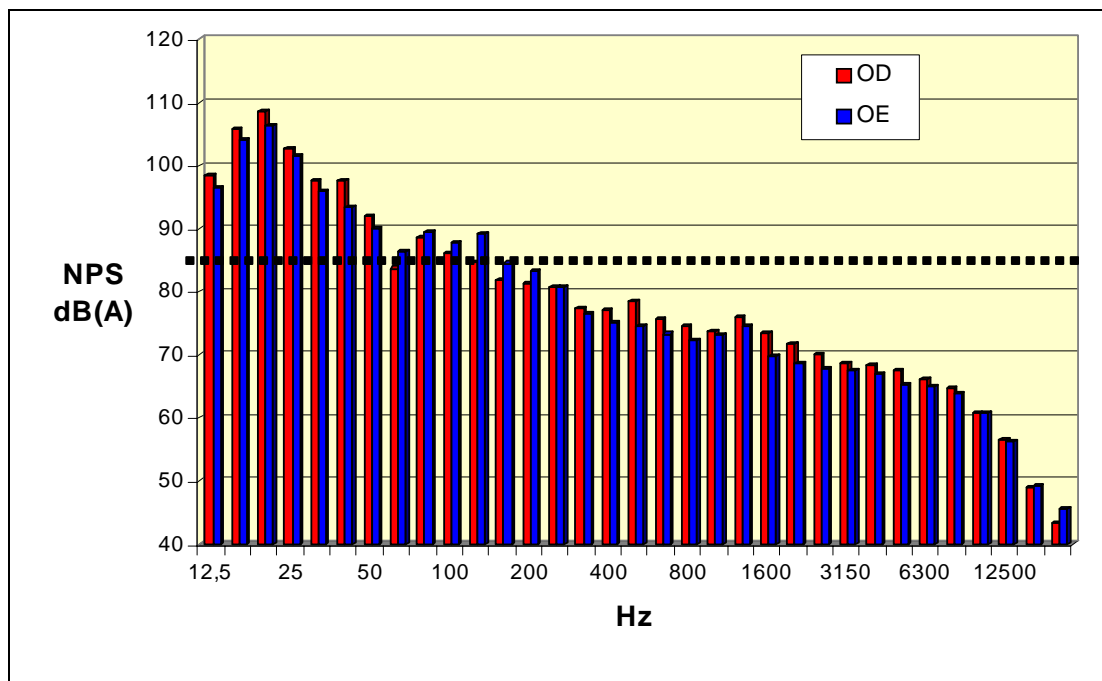


Figura 4.13: Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1207, ano 1998.



**Figura 4.14:** Média dos NPS por bandas de 1/3 de oitavas do ônibus 1265, ano 1999.

Analisando a distribuição dos NPS em função das frequências, apresentadas nas figuras 4.7 a 4.14, nas medições realizadas, verificou-se que os níveis elevados, superiores a 85 dB(A), estão localizados nas frequências baixas. Estes chegam a 109 dB (A), abrangendo uma faixa de frequência de 12,5, a 125 Hz.

Para autores, como Benedetto e col. (1986), o corpo reage como uma massa homogênea quando exposto a frequências de até 2 Hz, provocando, dependendo da intensidade, sensação de mal estar, náuseas e até vômito. A partir daí cada estrutura do corpo, cada órgão ou tecido possui uma frequência natural que submetido a uma equivalente gera o fenômeno da ressonância. Cada órgão reage diferente de acordo com sua característica de massa, densidade, frequência, quando exposto a frequência de 2 à 80 Hz.

Verificou-se que, quando os níveis sonoros elevados atingem além das frequências baixas, a partir de 125 a 1000 Hz, o NPS se eleva de forma considerável de 84 dB (A) para 95 dB(A).

Isto pode ser observado comparando o espectro dos carros 1253, representado na figura 4.8, e no 1261 o qual pode ser visualizado na figura 4.10, que apresentaram NPS: 95,60 dB (A) e 95,10 dB (A), respectivamente, com o do carro 1273, na figura 4.12, que apresentou NPS 84 dB (A). Os resultados encontrados podem ser comparados com o estudo realizado por Kan (1980), que mediu o espectro sonoro e calculou a dosimetria em um grupo de vinte motoristas. O autor procurou criar condições de trabalho semelhantes entre eles, como: caminhões com 20 toneladas que executavam o trajeto ao mesmo tempo, não podiam ligar rádios e buzinas, percorriam a mesma rota. O dosímetro que ficou ligado durante 8 horas foi colocado no ombro, com o microfone próximo à orelha esquerda. A padronização de medição foi a mesma utilizada neste estudo. O grupo foi dividido em dois subgrupos de 10 caminhões, ficando um com as janelas abertas e o outro fechado. Também foi avaliada a audição dos motoristas antes e depois da corrida de 360 milhas. Os resultados das medições encontrados para o grupo que deixou as janelas fechadas foi em média de 69,6 dB(A); já com as janelas abertas, uma média de 90,0 dB(A), apresentando uma diferença de 20 dB(A). As medidas de bandas de oitavas mostraram que as frequências atingidas são semelhantes ao do presente estudo, observando-se diferenças na intensidade do som com a janela aberta e fechada. As frequências que apresentaram maior intensidade foram as de 63 Hz (95 dB(A)) e a de 2000 Hz (92 dB(A)). A diferença do nível de exposição para uma orelha e outra foi de 2 dB(A) e com as janelas fechadas, 5 dB(A).

#### 4.3.4 Qualidade sonora.

Neste item serão apresentados através de tabelas e figuras os resultados das medições de qualidade sonora realizadas nos dois ônibus, isto é no 1261, carro com motor dianteiro ano de fabricação 1999. Logo a seguir o ônibus com numeração 1313, carro com motor localizado na parte traseira ano 2002, para fazer um comparativo e discutir os achados. Serão apresentadas primeiramente as tabelas com todas as métricas obtidas na medição da qualidade sonora no carro 1261 e 1313 para dar uma visão geral dos resultados. Após apresentar-se-á as figuras que registram situações mais críticas de exposição nos dois carros.

**Tabela 4.6:** Apresentação dos resultados das métricas, NPS em dB (A), *loudness (sone)*, *sharpness (acum)*, medidas no lado direito e esquerdo do carro 1261.

Recording	L (L)	L (R)	N(av) (L)	N(av) (R)	N(max) (L)	N(max) (R)	S(av) (L)	S(av) (R)	S(max) (L)	S(max) (R)
Ônibus										
1261	dB(A)[SPL]	dB(A)[SPL]	soneGD	soneGD	soneGD	SoneGD	Acum	acum	acum	acum
Subida	88,6	89,6	93,8	96,7	111	117,5	4,79	4,61	6,09	5,93
Descida	83,8	84	71,5	71,5	103,6	97,6	3,92	3,72	6,6	5,82
Aleatório	82,9	82,8	61,9	62,5	118,3	111,6	3,78	3,56	7,38	5,76

A definição de *loudness* está relacionada à percepção da intensidade do som, O tom de 1 kHz de 40 dB é igual a 1 sone. Relação linear entre o valor de um sone e a percepção de *loudness*.

L (L) *Loudness* da orelha esquerda, L(R) da direita. A unidade de medida é o sone. Em Sone GD, o índice G significa que foi a partir de larguras de bandas críticas e o índice D significa campo difuso. (S) *Sharpness* sua unidade de medida é o (acum), é uma indicação do equilíbrio

espectral entre baixas e altas frequências. Quanto mais alta frequência um sinal contiver maior será seu *sharpness*. Ruído com largura de banda crítica com frequência central de 1 kHz e 60 dB é igual a 1 acum, (acum é igual a som agudo).

**Tabela 4.7:** Apresentação dos resultados das métricas, NPS em dB (A), *loudness (sone)*, *sharpness (acum)*, medidas no lado direito e esquerdo do carro 1313.

Recording	L (L)	L (R)	N(av) (L)	N(av) (R)	N(max) (L)	N(max) (R)	S(av) (L)	S(av) (R)	S(max) (L)	S(max) (R)
Ônibus										
1313	dB(A)[SPL]	dB(A)[SPL]	soneGD	soneGD	soneGD	soneGD	Acum	acum	acum	acum
Subida	75,6	76,5	44,2	46,2	64	64,9	2,33	2,44	3,86	4,05
Descida	77,1	78,2	50,5	52,5	71	71,8	2,63	2,68	3,91	4,02
Aleatório	77,4	78,3	51,8	53,1	80,4	84,2	2,79	2,75	4,44	4,76

Na tabela 4.6. e 4.7 pode-se visualizar na primeira e na segunda coluna os valores dos NPS em dB (A). Comparando-se à exposição dos dois motoristas um dirigindo carro com motor dianteiro, 1265, outro com motor traseiro 1313, observa-se que durante uma situação de subida, os valores ultrapassam o recomendado pela NR 15, de 85 dB(A). A tabela 4.6 apresenta valores de 88,6 para a orelha esquerda e 89,6 dB(A) a para a orelha direita.

Enquanto que, na tabela 4.7, no carro com motor traseiro, os valores ficam inferior ao recomendado, em todas as situações. Os valores mais críticos diferente do carro 1261 é a situação aleatória seguida da descida apresentando valores de 77,4dB(A) para a orelha esquerda e 78.3 dB(A) para a direita. A localização do motor na parte traseira do ônibus é um recurso para diminuir a exposição do motorista. O ano de fabricação dos dois carros apresenta uma diferença de três anos. No período em que foi medido o carro 1261 tinha 5 anos de uso e o carro 1313 tinha dois anos. Portanto não representa uma diferença que interfira nos valores

dos NPS, maior que a localização do motor. A diferença de exposição da orelha direita e esquerda pode ser observada nas tabelas 4.6 e 4.7 sendo que tanto no carro 1261 como no 1313 o lado direito fica 1 dB (A) mais exposto que o esquerdo.

Na terceira e quarta coluna das tabelas 4.6. e 4.7. estão registrados os valores de *loudness*. Comparando os valores obtidos entre os dois ônibus, os valores de sone GD para orelha esquerda e direita se apresentam, tanto no carro com motor traseiro como dianteiro maior na direita. Uma vez que 1 sone é igual a 40 dB, pode-se observar a diferença existente dos valores de *loudness* no ônibus 1313, que variou de 44,2 a 53,1 sone, enquanto que no carro 1261 variou de 61,9 a 96,7 sone, portanto considerando os dois valores mais elevados de cada carro (53,1 e 96,7 sone), a percepção da intensidade no carro com motor na parte traseira é 55% menor que no carro com motor dianteiro.

Com relação ao *Sharpness* que é apresentado nas quatro últimas colunas na tabela 4.6 os valores do *sharpness* no carro 1261 são mais elevados na subida do que na descida e na medida aleatória, demonstrando que o som quando o ônibus está subindo apresenta maior agudeza do que nas outras situações. Enquanto que no carro 1313 esse valor diminuiu para a metade quando estava subindo, comparando as três situações de medição, neste carro, a subida apresentou menor *sharpness* e na medida aleatória maior sensação de agudeza.

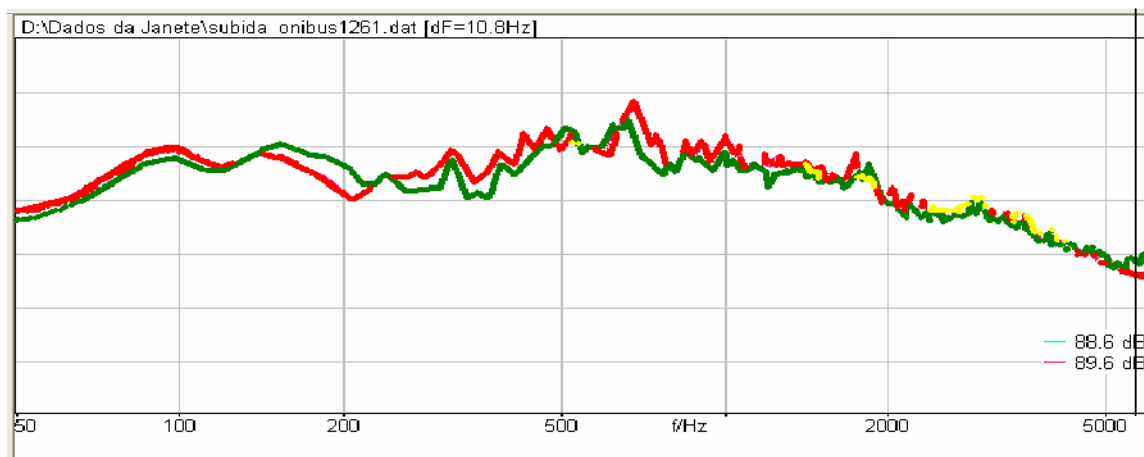


Figura 4.15: NPS gravados na orelha direita e esquerda do motorista que estava dirigindo o ônibus 1261 durante uma subida.

Os NPS representados na figura 4.15 foram medidos durante 15 segundos em uma situação em que o carro estava subindo. Esta figura está sendo apresentada por ter sido verificado uma exposição mais crítica entre as três situações medidas. Pode ser visualizado que o maior NPS se concentra entre as frequências de 0,50 e 1 kHz. Com relação a exposição da orelha direita e esquerda que pode ser observada individualmente, através do traçado vermelho a orelha direita e do verde a esquerda, sendo a linha amarela os momentos de sobreposição pode-se verificar que tanto o lado direito como o esquerdo estão expostos, no NPS global a orelha direita apresenta uma diferença de 1 dB(A) a mais do que na esquerda. Conforme Gerges (2003) as diferenças significativas são consideradas a partir de 1 dB (A).



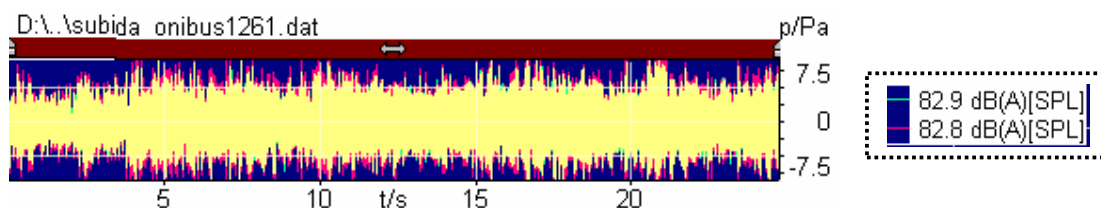


Figura 4.16. NPS gravados na orelha direita e esquerda do motorista que estava dirigindo o ônibus 1313 durante uma medida aleatória.

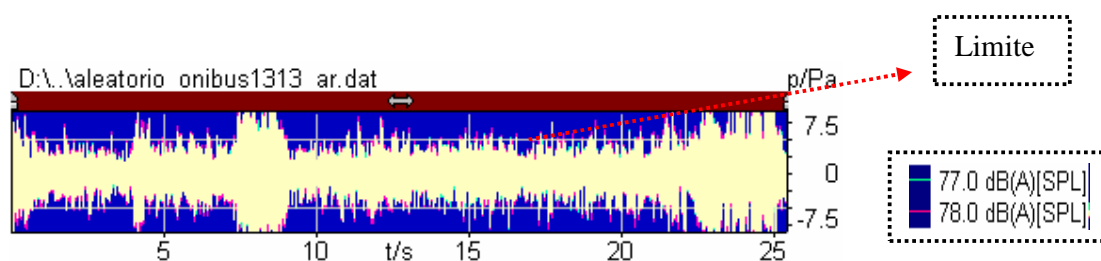
Na figura 4.16, pode ser visualizado o resultado da medição do NPS que foram obtidos durante 15 segundos em uma situação aleatória. Esta figura está sendo apresentada por ter sido verificado uma exposição mais crítica entre as três situações medidas no carro 1313. Diferente do carro 1261 com motor dianteiro que apresentou a maior exposição na situação de subida como pode ser constatado na tabela 4.15 e 4.16. Na figura 4.16 se visualiza que o maior NPS se concentra nas frequências mais baixas. Observa-se que a exposição do motorista, com relação à lateralidade, no carro com motor traseiro também é maior no lado direito. Comparando a figura 4.15 e 4.16 observa-se que no carro 1261 com motor dianteiro a orelha direita do motorista apresentou uma exposição de 1 dB (A) maior do que a esquerda, enquanto que no carro 1313 a diferença foi de 0,9 dB (A). Portanto não houve diferenças significativas, considerando estas diferenças maiores de 1 dB.

O espectro do som apresentado nas figura 4.15 e 4.16 pode ser visualizado nas figura 4.17 e 4.18. O NPS pode ser observado pela intensidade da cor amarela e pelo limite ultrapassado,

levando a supressão do som. Ao ser escutado percebem-se as falhas indicativas de que o som gravado estava com um NPS superior à capacidade do equipamento. Indicando que, mesmo o carro 1313 que apresenta NPS inferior ao permitido pela norma, em relação à qualidade sonora, em vários momentos excedeu o limite, observou-se durante as medições que os níveis se elevam sempre que o carro arrancava, acontecendo esta situação inúmeras vezes. O excesso dos níveis do carro 1313 pode ser verificado na figura 4.18. Comparando os dois espectros pode-se visualizar a diversidade de tipos de ruído que o motorista está exposto durante sua jornada de trabalho, uma vez que a medição foi realizada durante 15 segundos. No carro 1313 onde o NPS global foi menor as diferenças são mais visíveis enquanto que no carro 1261 os níveis são fortes na maior parte do tempo de medição.



**Figura 4.17:** Som medido no carro 1261 em uma situação de subida.



**Figura 4.18:** Som medido no carro 1313 em uma situação aleatória.

Nesta primeira parte da pesquisa, pretendeu-se responder os objetivos relacionados com a existência da perda auditiva do motorista quanto ao tipo, grau, lateralidade e frequência mais atingida. Concluiu-se que 12% da população estudada apresentam configuração audiométrica sugestiva de PAIR. Quanto à exposição do motorista ao ruído, verificou-se que esta é

insalubre em algumas situações e em outras não. Merecendo atenção os profissionais que estão dirigindo carros mais antigos, com motor dianteiro, em itinerários em que a marcha lenta é mais utilizada e em dias de semana com maior movimento. Na avaliação do espectro sonoro as frequências com NPS superiores a 85 dB(A), estão localizadas principalmente nas frequências baixas. Verificou-se que quando os níveis sonoros elevados atingem além destas, a partir de 125 a 1000 Hz, o NPS se eleva de forma considerável, de 84 dB (A) para 95 dB(A).

Baseando-se nestes achados, recomenda-se um programa de conservação auditiva. Este conforme Santos (1996) e Gerges (1992) devem priorizar as medidas de engenharia para reduzir o ruído na fonte ou na transmissão deste. Os autores são unânimes em afirmar que a última intervenção deve ser no trabalhador; quando for inevitável deve ser através de redução do tempo de exposição, isolamentos em cabinas silenciosas e equipamento de proteção individual.

No decorrer deste estudo, foi observado que algumas medidas foram sendo tomadas pela empresa, a partir dos resultados das avaliações. Como exemplo pode-se citar que foi adotada a rotatividade dos motoristas nos itinerários e no uso dos carros. No início da pesquisa, cada motorista era responsável por um ônibus e por um itinerário. Através de uma medida organizacional diminuiu a exposição deste profissional. As recomendações para programas de conservação da audição direcionados aos motoristas apresentam discordância em alguns pontos, como na indicação de protetores auditivos, enquanto Kan (1980) recomenda o uso, Seshagiri (1998) exclui esta intervenção, concordando ambos no aconselhando para diminuir o NPS no interior das cabinas, avaliações audiométricas no pré - admissional e regularmente,

soluções de engenharia na máquina e na administração incluindo programas educacionais, uso de equipamento de comunicação, manutenção dos veículos. Kam (1980) aconselha uma manobra fácil e eficaz, fechar as janelas, afirmando que o nível de 88 dB(A) diminui para 70dB(A). Onusic et al (1994) apresentaram os resultados obtidos referente à redução de ruído interno de um ônibus rodoviário. Considerando que o ruído interno de veículos automotores é composto pela parcela da estrutura que gera frequências baixas e a via aérea que contém as frequências altas, os autores apresentaram soluções para redução destas duas parcelas. Obtiveram uma redução do nível de ruído de 5 dB (A).

Percebeu-se na revisão da literatura que não existem estudos nacionais, nem internacionais, que pesquisaram a possibilidade de uso do protetor auditivo pelos motoristas de ônibus. Portanto não se pode afirmar nem negar a viabilidade da recomendação desta medida de proteção.

Neste segundo momento da pesquisa, serão apresentados os resultados, análise e discussão dos testes realizados com objetivo de identificar a possibilidade de o motorista de ônibus usar protetor auditivo especial modelo ER-20. Para Gerges (2003), os protetores tipos especiais são indicados para situações específicas de trabalho onde se devem ter melhores condições de comunicação. Estes garantem baixa atenuação nas frequências inferiores a 2 kHz , permitindo assim que as frequências da voz passem. Sua atenuação é menor comparada aos outros protetores e não muda o conteúdo espectral do som. Mesmo a atenuação sendo menor, em torno de 10 a 20 dB, é suficiente para os níveis e duração de exposições típicas para esta profissão. Refere que a inteligibilidade da palavra é beneficiada, sendo orientada a sua indicação em situações nas quais existe necessidade de comunicação. Este profissional necessita ouvir os sinais de alerta sem distorções, algumas situações de conversação, durante o desempenho de suas atividade.

#### 4.4. RESULTADOS DO ENSAIO DO PROTETOR AUDITIVO ER 20.

**Tabela 4.8:** Atenuação do protetor auditivo ER-20 obtida para cada motorista.

Ouvinte	Frequência central (Hz)							Ouvinte	
	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Sexo	Idade
1	11,0	3,0	10,5	12,2	17,0	25,5	15,3	M	24
	-0,5	3,7	-0,8	5,0	9,5	18,2	12,2		
2	9,3	11,3	16,0	15,2	24,8	22,7	34,2	M	33
	0,8	-1,0	8,0	7,8	21,2	26,7	37,2		
3	8,8	14,5	20,0	23,7	19,2	17,7	26,8	M	32
	10,7	16,7	19,0	23,8	21,8	20,0	23,5		
4	22,8	22,0	16,7	19,7	17,0	24,3	16,0	M	33
	6,0	9,0	5,8	11,8	13,8	19,0	20,2		
5	14,5	14,7	14,0	22,0	20,8	20,7	38,7	M	30
	8,0	14,3	18,0	20,8	20,2	20,8	30,2		
6	22,3	24,7	34,7	30,3	35,8	33,3	40,2	M	38
	17,3	25,2	17,7	17,2	33,2	31,0	40,0		
7	15,5	19,2	23,0	21,5	26,0	20,8	23,3	M	30
	16,0	14,0	18,8	18,0	23,5	21,3	25,7		
8	16,8	16,7	19,7	24,5	31,7	18,7	31,0	M	36
	14,5	16,2	21,7	21,2	30,3	17,8	30,3		
9	11,5	16,2	18,5	22,8	24,5	26,8	23,8	M	26
	15,2	11,3	19,0	20,2	21,3	19,3	20,2		
10	15,5	14,2	15,5	17,8	24,7	26,3	22,7	M	35
	19,3	17,0	12,3	17,3	26,7	24,8	25,0		
11	9,7	15,8	25,7	18,8	26,2	24,2	25,2	M	33
	25,8	24,5	28,2	24,2	21,2	25,5	26,3		
12	8,3	9,3	14,3	14,2	22,3	20,7	21,2	M	33
	11,2	11,3	12,7	13,2	22,2	16,0	19,8		
13	27,0	29,7	30,8	35,3	42,2	29,7	26,8	M	27
	28,2	24,7	30,8	30,2	39,2	18,2	32,5		
14	11,5	13,8	13,3	13,0	15,3	11,2	19,0	M	31
	17,2	15,7	24,3	28,2	27,0	26,3	28,7		
15	11,0	12,2	17,7	16,2	20,3	10,2	22,8	M	37
	14,3	21,8	21,7	20,2	30,3	27,8	37,0		
16	8,3	9,3	13,5	11,5	16,5	23,0	21,3	M	22
	5,7	9,7	14,2	10,2	21,2	23,7	21,2		
17	9,2	11,3	13,3	18,2	19,7	17,5	29,2	M	25
	14,5	17,0	18,3	15,2	24,0	23,7	24,2		
18	14,7	22,0	28,3	24,2	24,5	20,0	20,2	M	37
	15,2	19,2	19,5	23,9	20,2	14,8	22,5		
19	11,5	18,0	12,5	21,0	21,8	22,8	21,3	M	27
	12,8	10,3	16,0	15,7	19,8	21,7	22,2		
20	9,8	13,5	11,0	10,5	20,0	17,7	21,0	M	37

-3,7	5,5	2,0	10,2	12,3	20,5	17,8
------	-----	-----	------	------	------	------

**Tabela 4.9:** Atenuação encontrada em cada frequência no ensaio do protetor ER-20 *Hi Fi*.

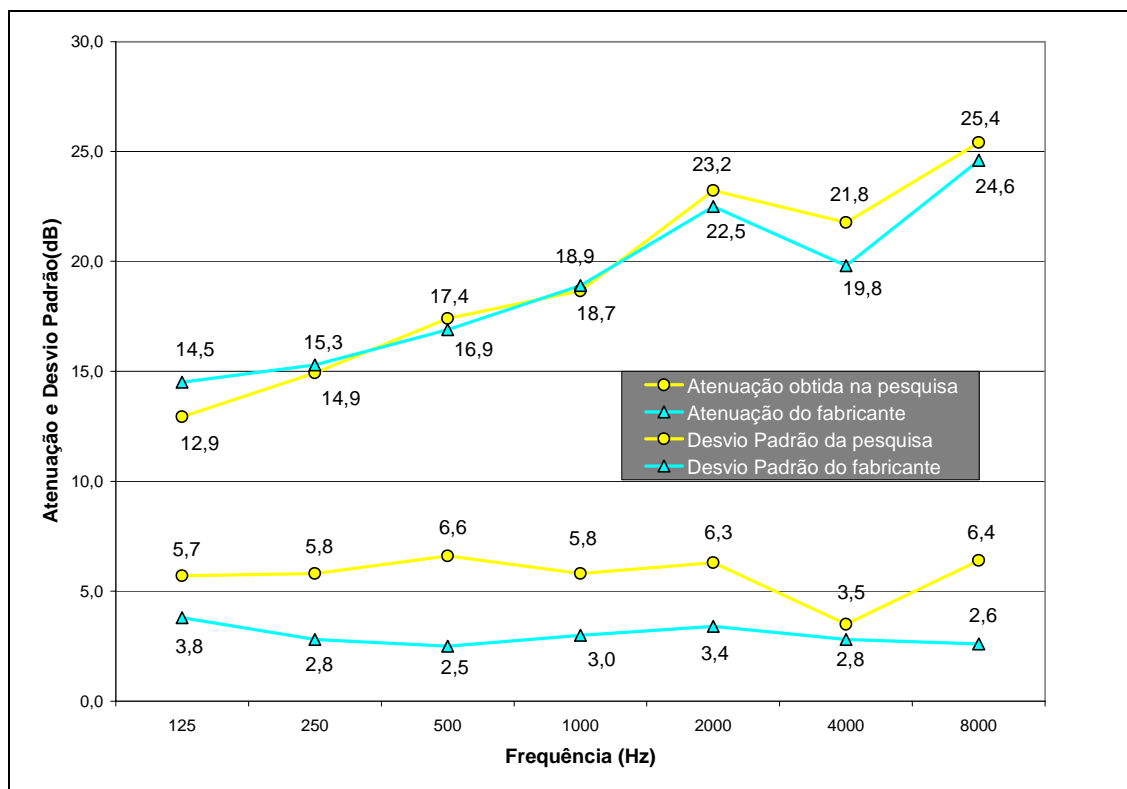
	Frequência central (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Média	12,9	14,9	17,4	18,7	23,2	21,8	25,4
Desvio padrão	5,7	5,8	6,6	5,8	6,3	3,5	6,4

**NRR: 7 dB (A).**

No resultado do ensaio realizado com o protetor auditivo ER-20 obteve-se um NRR de 7 dB (A). Para Berger, Casali (1996) os protetores especiais apresentam atenuação menor comparada aos outros tipos de protetores. O NRR encontrado no ensaio é menor do citado pelos autores, que mencionam uma atenuação em torno de 10 a 20 dB(A). Observa-se na figura 4.19 que a atenuação média encontrada nos dois ensaios para cada frequência se equivale apresentando uma diferença menor do que 1 dB ora para o ensaio do fabricante ora para o ensaio realizado na pesquisa. O resultado diferente do NRR se atribui ao desvio padrão. O fabricante informa NRR: 12dB.

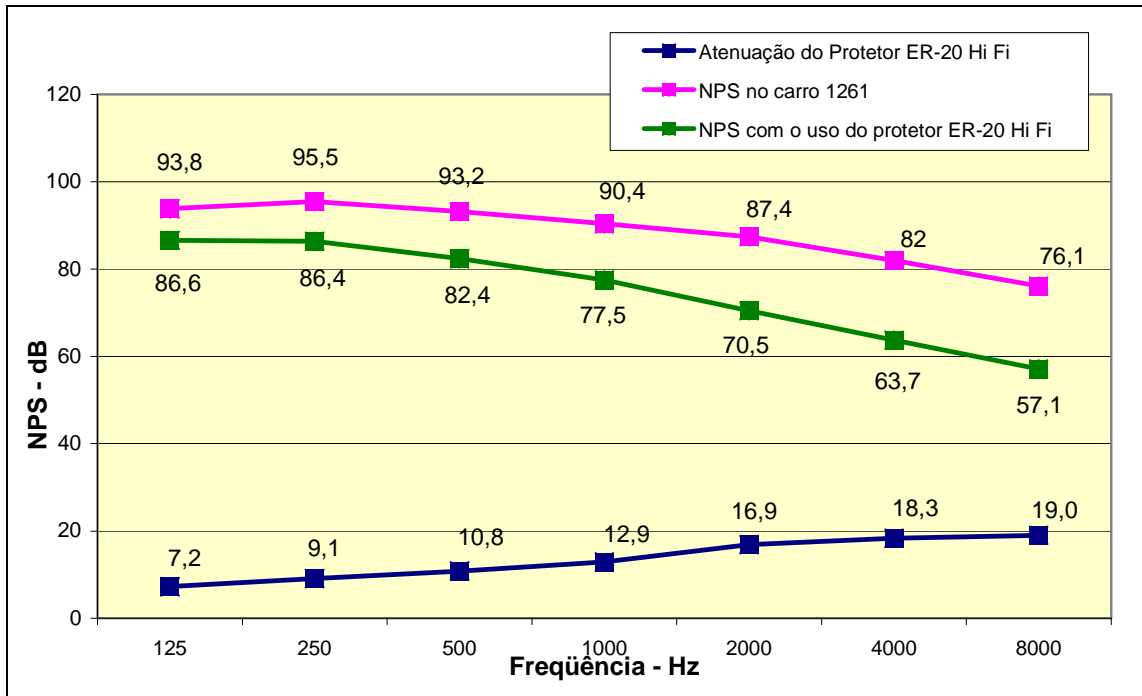
A percepção dos sinais de alerta e da compreensão da fala no uso do protetor auditivo pelo motorista de ônibus não será comprometida, segundo Berger (2002), concluiu em seu estudo que quanto maior a atenuação do protetor, maior a dificuldade da discriminação da fala em baixos níveis de som. Conforme resolução do CONTRAN resolução 51, que trata da avaliação física, através do exame clínico geral e otorrinolaringológico o motorista está apto a dirigir se seus limiares auditivos forem iguais ou inferiores a 40 dB (A). Esta resolução permite, portanto, que o motorista use o protetor auditivo desde que o seus limiares auditivos estejam dentro deste limite, que é classificada como uma perda auditiva leve. Portanto, considerando esta recomendação, pode-se concluir que os motoristas que tiverem limiares auditivos até os níveis apresentados a seguir poderão usar o protetor ER-20 *HiFi* que estarão

dentro do permitido pela resolução 51. Na frequência de 250Hz: 25 dB(A), 500 Hz: 20 dB(A), 1000Hz: 20 dB(A), 2000 Hz: 17 dB(A), 4000Hz: 18,3 dB(A) e 8000Hz: 14,6 dB(A).

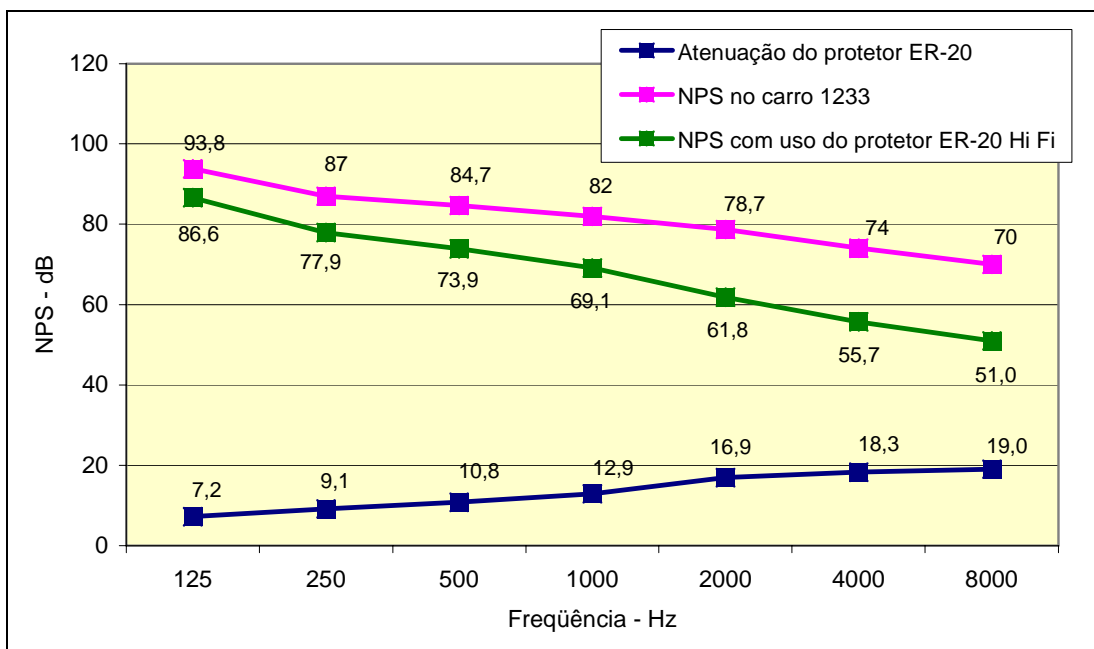


**Figura 4.19:** Comparativo da atenuação encontrada no ensaio do protetor tipo plug ER-20 *HiFi* no laboratório LARI com a atenuação informada pelo fabricante.

Na figura 4.19 pode-se visualizar que a atenuação por frequência obtida no ensaio do protetor ER-20 na pesquisa se equivale à informada pelo fabricante sendo que a norma indicada pelo fabricante foi a ANSI S 3. 19-74 que em seu contexto possui a descrição de um método objetivo, usando uma cabeça artificial, enquanto que na norma utilizada pela pesquisadora ANSI S 12.6/1997 método A, utilizou-se indivíduos para realizar o ensaio, a norma permite a explicação da colocação do protetor auditivo.



**Figura 4.20:** Resultados da atenuação do NPS com uso do protetor auditivo modelo ER-20 com os níveis medidos no ônibus 1261, ano 1999.

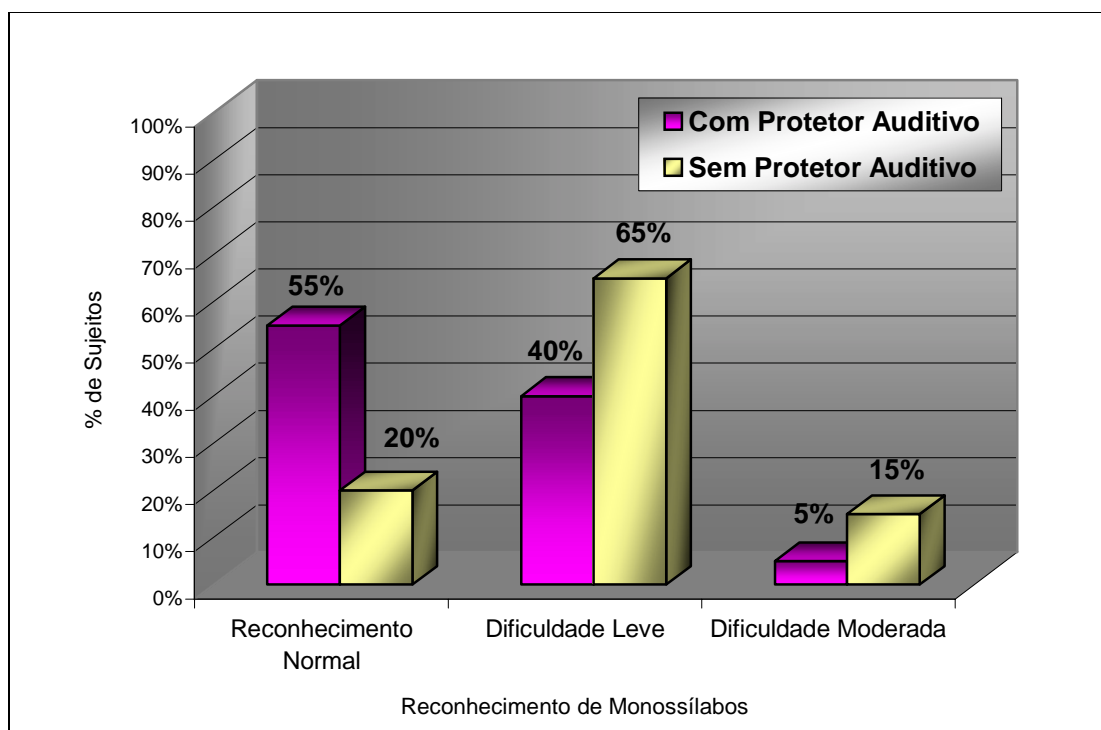


**Figura 4.21:** Resultados da atenuação do NPS com uso do protetor auditivo modelo ER-20 com os níveis medidos no ônibus 1233, ano 1998.



Nas figuras 4.20 e 4.21 realizou-se uma situação de uso do protetor ER 20 com os NPS medidos em dois ônibus, sendo os carros 1261 e 1233 com níveis de 95,6 e 88,85 dB(A) respectivamente. Através da diferença dos NPS medidos com a atenuação do protetor ER-20 pode-se representar os NPS que o motorista estaria exposto, se usasse o protetor corretamente. É possível verificar que no carro 1261, a exposição do motorista seria entre 57,1 a 86,6 dB(A), das frequências mais altas para as mais baixas. No ônibus 1233 a exposição seria entre 51 a 86,6 dB (A). Portanto, os níveis de exposição do motorista estariam abaixo do limite de tolerância, 85 dB (A) com exceção das frequências mais baixas de 125 e 250 Hz no carro 1261 e 125 Hz no carro 1233. O NPS de uma conversação em situação de conforto acústico está em torno de 60 dB (A); com a presença de ruído de fundo, o nível aumenta para 80 dB(A), conforme Gierke e Eldred (1997), obter-se-á inteligibilidade da palavra se o ruído não mascarar os sons da fala e seus espectros não coincidirem. Pode-se visualizar nas figura 4.20. e 4.21 que a área da fala que concentra maior parte das frequência ( 500, 1000 e 2000Hz) os NPS estão entre 70,5 a 82,4 e 61,8 a 73,9 dB (A) respectivamente.

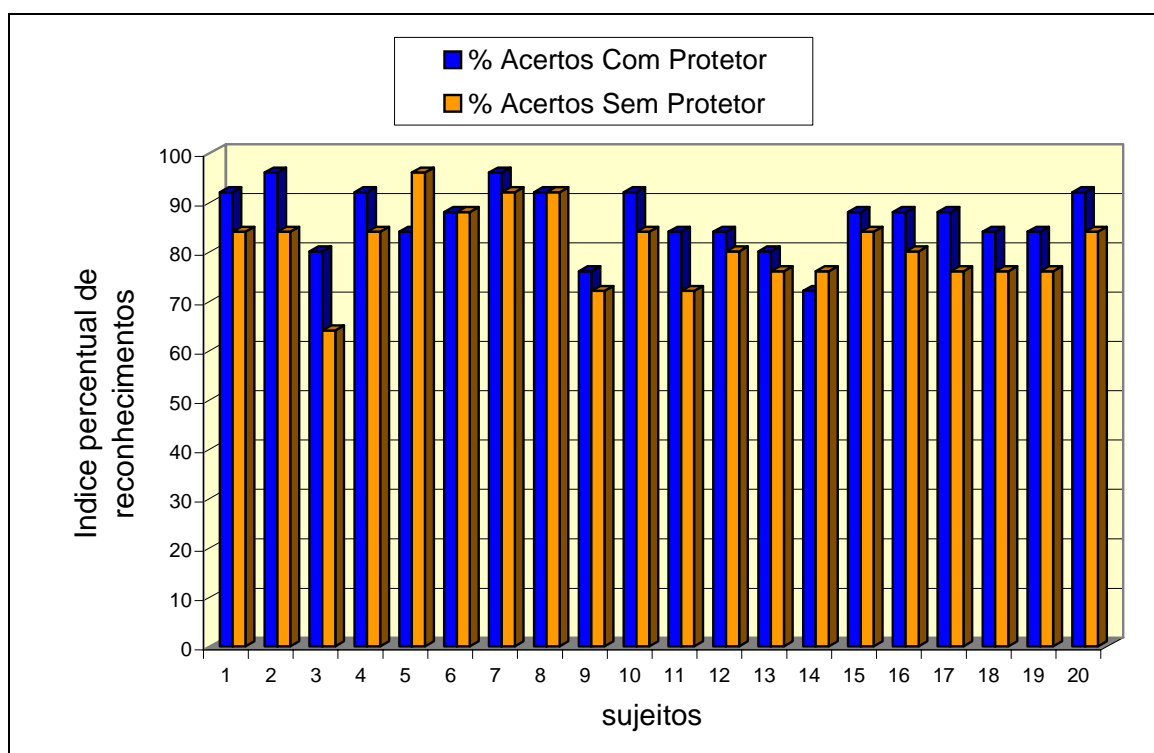
#### 4.5. RESULTADOS DO TESTE DE RECONHECIMENTO DE FALA REALIZADOS NO LARI.



**Figura 4.22:** Classificação do percentual de reconhecimento de monossílabos com e sem protetor auditivo e com ruído de fundo.

Considerando, conforme Santos e Russo (1993), para reconhecimento normal de monossílabos um percentual entre 88 e 100%, isto é, três palavras erradas, para dificuldade leve 76 a 84% até seis palavras e dificuldade moderada 60 e 72% até 10 erros. Podem-se visualizar os resultados encontrados no teste de reconhecimento de monossílabos, com e sem o uso do protetor auditivo e com ruído de fundo de 86 dB (A), os quais demonstram que o protetor auditivo facilitou a compreensão das palavras. Na avaliação subjetiva realizada logo após o teste, através da pergunta “Você entendeu melhor as palavras com ou sem protetor

auditivo?”, a resposta do motorista confirma os resultados do teste de fala. Dos 20 questionados, quatro responderam que a reconhecimento das palavras ficou igual, um que piorou e 15 que melhorou com o uso do protetor auditivo. Vale registrar alguns comentários realizados com relação à pergunta: “A voz ficou mais nítida e o ruído mais longe”. “Abafa o barulho”. “Diminuiu bastante o chiado” “Com o protetor ficou melhor para entender a fala.” “O som abaixou mas as palavras não”. “A voz ficou melhor mais clara e mais fácil de entender com o uso do protetor auditivo”.

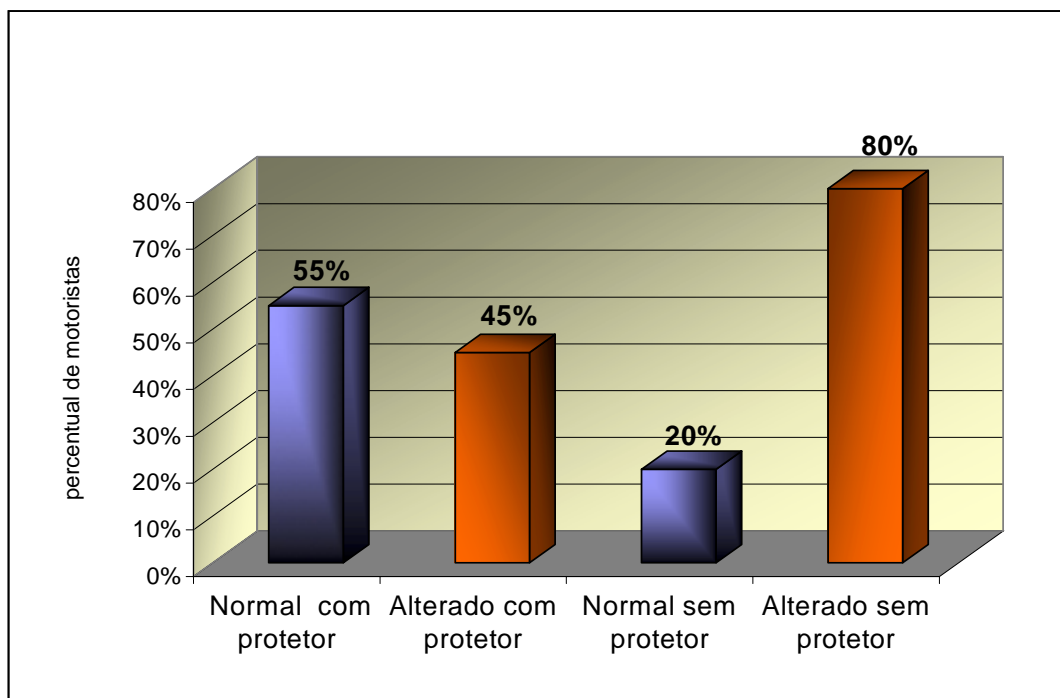


**Figura 4.23:** Comparativo de acertos de palavras com e sem protetores auditivos no teste realizado com os 20 motoristas.

Na figura 4.23 observa-se que a porcentagem de acertos foi melhor em 16 motoristas quando usaram o protetor auditivo. Este resultado pode ser visto também na tabela 4.10.

**Tabela 4.10:** Percentual de reconhecimento de monossílabos com e sem protetor auditivo.

Sujeito	% Acertos Com Protetor	% Acertos Sem Protetor
1	92	84
2	96	84
3	80	64
4	92	84
5	84	96
6	88	88
7	96	92
8	92	92
9	76	72
10	92	84
11	84	72
12	84	80
13	80	76
14	72	76
15	88	84
16	88	80
17	88	76
18	84	76
19	84	76
20	92	84
Soma	1732	1620
Média	86,6	81



**Figura 4.24:** Reconhecimento de monossílabos: normal e alterado com e sem protetor auditivo.

Verifica-se na figura 4.24 que o reconhecimento de monossílabos apresentou-se normal em 11(55%) dos 20 motoristas avaliados com protetor e presença de ruído e 9 (45%) apresentaram o reconhecimento de fala alterado. Já na situação sem protetor apenas quatro (20%) apresentaram reconhecimento normal e 16 alterados (80%). Uma vez que o nível de ruído utilizado foi de 86 dB (A), este resultado é esperado. Conforme Berger (2002), a discriminação de fala com e sem protetores auditivos está relacionada com a intensidade do ruído, isto é, quanto mais fraco o ruído, maior a dificuldade e quanto mais forte acima de 85 dB(A) o reconhecimento dos sons da fala é facilitado, principalmente em indivíduos que apresentam audição normal. Behar (1998) explica que nestes ambientes o comunicador eleva a voz beneficiando quem está com o protetor auditivo. Também concluiu que a inteligibilidade de fala em ouvintes normal usuários de protetor auditivo aumenta em ambientes ruidosos. Abel *et al.* (1982) também realizaram estudos similares, utilizando

sujeitos com audição normal, perda auditiva em altas frequências bilateral e plana, com ruído branco de 85 dB (A). Concluíram que o protetor plugue apresentou uma resposta melhor, sendo que a inteligibilidade não se modificou com e sem o uso do protetor quando o sujeito apresentava audição normal. Fernandes (2001) cita que 60% da informação transmitida pela voz situa-se entre as frequências de 1kHz a 4 kHz, enquanto 90 % do espectro do ruído está basicamente em frequências inferiores a 1 kHz, funcionando como um filtro bloqueando o ruído e permitindo a passagem dos sons da fala.

#### **4.6. RESULTADOS DA AVALIAÇÃO SUBJETIVA DO USO DO PROTETOR AUDITIVO NO CAMPO**

Após o uso do protetor auditivo pelo motorista durante um itinerário, que tinha uma duração em torno de uma hora, se aplicou um questionário. Este investigou percepções quanto ao conforto no uso do protetor auditivo, benefícios percebidos no uso de protetor auditivo; percepção das conseqüências da perda auditiva; percepção da susceptibilidade da perda auditiva e percepção quanto ao procedimento de uso do protetor auditivo. Durante este percurso, a pesquisadora observou às respostas dos motoristas para os sinais acústicos como: campainha, buzinas e da fala como: solicitações dos usuários para que o motorista parasse o ônibus, conversas com o cobrador e respostas as perguntas da pesquisadora.

**Tabela 4. 11:** Respostas apresentadas pelos motoristas após o uso do protetor auditivo no campo.

<b>PERCEPÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE DA PERDA AUDITIVA:</b>	<b>sim</b>	<b>não</b>	
1.1 Ficar exposto ao ruído alto pode causar perda auditiva.	17	3	0
2.1 É importante usar protetores auditivos no trabalho se tiver ruído muito alto.	17	0	3
3.1 Pode-se prevenir uma perda auditiva provocada pelo ruído, usando protetores auditivos.	17	3	0
<b>2- PERCEPÇÃO DAS CONSEQÜÊNCIAS DA PERDA AUDITIVA:</b>			
2.1-Se você tivesse uma perda auditiva ficaria mais difícil para as pessoas falarem contigo.	20	0	0
2.2-Uma perda auditiva pode prejudicar sua convivência social.	20	0	0
<b>3- BENEFÍCIOS PERCEBIDOS NO USO DE PROTETOR AUDITIVO:</b>	<b>Aumentou</b>	<b>Diminuiu</b>	<b>Ficou igual</b>
3.1. Com o uso do protetor auditivo o ruído do motor do ônibus.	0	20	0
3.2. Com o uso do protetor auditivo o ruído externo.	0	20	0
3.3 Com o uso do protetor a compreensão da fala.	6	0	14
4.4 Com o uso do protetor a compreensão dos sons (buzinas, freios, campainha).	3	3	14
<b>4- PERCEPÇÕES QUANTO AO CONFORTO NO USO DO PROTETOR AUDITIVO</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Um pouco</b>
4.1.No uso do protetor auditivo sentiu desconforto?	3	6	11
4.2.É possível usar o protetor tipo plugue durante toda a jornada de trabalho.	17	3	0
<b>5- PERCEPÇÃO QUANTO AO PROCEDIMENTO DE USO DO PROTETOR AUDITIVO.</b>			
5.1.Foi fácil a colocação do protetor auditivo tipo plugue.	17	0	3
5.2.Foi fácil manter o protetor tipo plugue no ouvido.	14	0	6
5.3.Você pode ter dificuldade para dirigir usando protetor auditivo.	3	17	0

Na análise das respostas dos motoristas para as perguntas que investigaram a percepção da susceptibilidade da perda auditiva pode-se constatar na tabela 4.11 que 85 % dos questionados responderam demonstrando conhecimento. Assim como também se percebe que 100% da população, tem conhecimento sobre as conseqüências da perda auditiva. Com relação aos benefícios percebidos no uso de protetor auditivo durante o itinerário, os resultados encontrados reforçam os registrados no teste de fala realizado no laboratório. Todos os

sujeitos perceberam diminuição no ruído. Quanto à compreensão da fala e dos sinais acústicos, 70% mencionaram que os sinais como campainha, buzinas, etc. permaneceram iguais e 15 % sentiram que estes melhoraram, assim como as referências para a diminuição dos sinais acústicos e de alerta também foram de 15%. Wilkins et al. (1982) pesquisaram a percepção dos sons de alerta com e sem o uso de diferentes tipos de protetor auditivo, entre eles, o plugue. Utilizaram diversos sons de alerta. Concluíram que o uso do protetor não tem efeito negativo na compreensão destes em qualquer condição de ruído. A audibilidade melhora quando o ruído for mais forte.

Na investigação da percepção quanto ao conforto no uso do protetor auditivo, dos 20 motoristas questionados, 30 % referiram que não sentiram desconforto, apenas 15 % afirmaram que o protetor era confortável e 55% mencionaram que usar o protetor foi um pouco desconfortável. Foi mencionado por alguns dos sujeitos da pesquisa, que no início do uso deste a presença do protetor é percebida, com o passar do tempo diminui esta percepção e quando é retirado o usuário sente necessidade de colocá-lo novamente.

Na investigação da percepção quanto ao procedimento de uso do protetor auditivo, foi observada a dificuldade apresentada por 30% da população estudada, de manter o protetor na orelha.

Importante ressaltar que, mesmo apresentando um certo desconforto durante o uso do protetor auditivo, a maioria (85 %) da população estudada usaria este durante toda a jornada de trabalho se necessário fosse. O mesmo percentual afirmou que não teriam dificuldade para dirigir se estivessem usando protetor auditivo.

As observações da pesquisadora durante a avaliação subjetiva do protetor auditivo foi: o motorista colocou o protetor auditivo conforme orientação, respondeu às perguntas



corretamente em todas as situações. Diminuiu o nível da voz, sendo necessário solicitar para que falassem mais alto. Reagiu ao som da campanha em todas as situações.

A NR 15 da Portaria Nº 3214 do Ministério do Trabalho no seu item 15.2 assegura que todo o trabalhador que estiver em condições insalubres, deve receber o adicional que, na exposição ao ruído, considerado de risco médio, é de 20 % sobre salário mínimo. Com a eliminação deste ou neutralização da insalubridade, determinará a cessação do pagamento adicional. Para isto a norma recomenda adoção de medidas que conservem o ambiente de trabalho dentro dos limites de tolerância e a utilização de EPI's. Esta eliminação ficará caracterizada através de avaliação pericial por órgão competente, que comprove a inexistência do risco a saúde do trabalhador.

Na NR-6, conforme anexo 2, encontram-se todas as situações que é necessário o uso de protetores auditivos, bem como as obrigações do empregador e do empregado. Recomenda o uso do equipamento de proteção individual enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas. A norma orienta que o empregador deve adquirir o tipo adequado de protetor auditivo necessário à atividade do empregado. A norma refere que o trabalhador deve ser treinado sobre o uso correto e adequado do protetor auditivo.

Bernardi (2003) enfatiza os benefícios que o controle dos riscos podem trazer tanto para o trabalhador como para a empresa. Os trabalhadores terão melhores condições de trabalho se a empresa direcionar corretamente seus investimentos para reduzir ou eliminar os riscos. Estas ações representam em alto custo benefício para a saúde dos trabalhadores e para a economia da empresa, que deixa de pagar o adicional e tem seu risco controlado.

#### **4.7. Conclusão do capítulo 4**

No capítulo 4 apresentaram-se os resultados encontrados nas medições e avaliações realizadas na coleta de dados realizando uma discussão.

Identificou-se que 12 % da população dos motoristas apresentam configurações audiométrica sugestiva de PAIR.

Observou-se que dos 25 carros medidos 17 apresentam NPS no posto de trabalho do motorista, superior ao permitido na NR15. O ruído elevado está associado com o ano do ônibus, posição do motor e o itinerário. A qualidade sonora pode estar alterada mesmo nos ônibus com motor traseiro, portanto com menor NPS.

A partir dos resultados acima se verificou a possibilidade de o motorista usar protetor auditivo especial e concluiu-se que:

Na presença de ruído forte, o protetor ER-20 protege o motorista, diminuindo a exposição deste profissional. O uso do protetor auditivo melhora a compreensão da fala quando o ruído de fundo for de 86 dB (A). Os sinais acústicos são percebidos conforme a necessidade dos motoristas. Conclui-se através das respostas que os motoristas que participaram da pesquisa usariam o protetor auditivo se fosse indicado o uso deste.

## **Capítulo 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1. Introdução**

A execução desta pesquisa, utilizando métodos quantitativos e qualitativos contribuiu para o contato direto da pesquisadora com o profissional “motorista”. Esta relação de troca ocorreu na etapa da coleta de dados, mesmo com abordagem quantitativa durante a avaliação do ruído no interior do ônibus, o enfoque qualitativo estava presente. Para realizar as medições, a pesquisadora os acompanhava durante um itinerário, que no mínimo, tinha uma duração de uma hora, e um período de 10 minutos de descanso. Nestes momentos, o diálogo fluía naturalmente, favorecendo informações que na pesquisa não apareceriam. Um fato ilustrativo ocorreu em um dos intervalos de descanso, quando o motorista mostrou a campainha que fica dentro do compartimento na parte superior do seu posto de trabalho, coberta com fita adesiva para diminuir o ruído.

Faz jus ressaltar que a impressão inicial e final deste profissional se modificou consideravelmente. A troca e as informações obtidas durante a coleta de dados contribuíram para a valorização desta classe. Também nos momentos do ensaio dos protetores auditivos, onde a situação oportunizara manifestações e comentários espontâneos, teve-se a oportunidade de conhecer o senso de responsabilidade, compromisso e envolvimento do motorista de ônibus com sua profissão. Registrou-se que dos 20 motoristas que participaram do ensaio, apenas um não compareceu no horário agendado, precisando ser substituído.

Vale registrar que os ensaios dos protetores auditivos realizados normalmente com jovens, conforme recomendações da norma, quando executados pelos motoristas observaram-se: melhores respostas, compreensão e agilidade na execução das etapas. Estas observações

foram realizadas pela fonoaudióloga responsável pelos ensaios no LARI da UFSC, a qual acompanhou os procedimentos.

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões da presente pesquisa, as limitações e as recomendações para futuros trabalhos.

## 5.2. CONCLUSÕES

Com o propósito de caracterizar a perda auditiva do motorista quanto ao tipo, grau, lateralidade e frequência mais atingida nos exames audiométricos analisados, concluiu-se que:

- Dos 207 audiogramas, 57 estavam alterados, correspondendo a 28%, destes 47 (22,7%) apresentaram parecer audiológico de perda auditiva neurossensorial e 10 (5 %) de perda auditiva condutiva. Comparando os resultados desta pesquisa com estudos semelhantes realizados no Brasil, observa-se que o número de exames audiométricos alterados é menor no presente estudo.
- A perda auditiva neurossensorial sem configuração de PAIR representa 10,62% dos exames alterados. Considerando que uma PAIR também é uma perda auditiva neurossensorial, o percentual eleva-se para 22,69 % da população com perda auditiva neurossensorial. Portanto, o total de motoristas com a audição normal é de 72%.
- A PAIR abrange 12 % da população dos motoristas, sendo que dos 207 exames analisados, 25 apresentaram configuração sugestiva de PAIR.
- Conforme critério de Merluzzi e col (1979), foram registrados seis casos para cada grau, 1, 2 e 3, considerando as orelhas separadamente. Isto é, três indivíduos tiveram déficit auditivo bilateral a partir da frequência de 4 kHz em ambas as orelhas. Outros três que

apresentaram alteração a partir da frequência de 3 kHz se enquadraram no grau 2 porque neste, enquanto que no grau 3, que atinge inclusive a frequência de 2 kHz, também foram registrados 3 indivíduos.

- Entre as 25 audiometrias alteradas, com configuração de PAIR unilateral, 10 (40%) apresentaram perda auditiva na orelha esquerda e destas, 7 (70%) com classificação de grau 1, enquanto que no grau 2 ficaram enquadrados 2 (20%) audiogramas e no grau 3 apenas 1 (10%) audiograma.
- Entre as 25 audiometrias alteradas, com configuração de PAIR, 6 (24%) apresentaram perda auditiva na orelha direita; destas 5 (84%) com classificação de grau 1, enquanto que no grau 2 ficou enquadrado 1 (16%) audiograma. Pode-se observar no gráfico que a frequência mais atingida foi a de 4 kHz.
- Com relação a PAIR ser uni ou bilateral, pode-se observar que dos 25 exames alterados, 36% dos motoristas apresentam perda auditiva bilateral e 64% unilateral. Considerando os 25 audiogramas, a configuração de PAIR unilateral na orelha esquerda representa 40% e na direita 24%. Considerando os 16 exames audiométricos que apresentam PAIR unilateral, a orelha mais afetada é à esquerda, representando 62,5%.
- Nos audiogramas com PAIR bilateral, as frequências mais atingidas foram de 4 e 6 kHz, sendo registradas 16 frequências atingidas, para cada frequência.
- Quando a PAIR foi unilateral, a frequência mais atingida, tanto na orelha direita quanto na esquerda, foi a de 4 kHz.

**Na caracterização da exposição do motorista de ônibus ao ruído, concluiu-se que:**

- Dos 25 carros medidos, 17 apresentam NPS no posto de trabalho do motorista, no lado direito, superior ao permitido na NR 15, e no lado esquerdo, 15 carros apresentam NPS igual ou superior a 85 dB(A). O ruído elevado está associado com o ano do ônibus, a posição do motor e o itinerário. Sendo que o maior NPS registrado foi de 95,6 dB(A).
- Com relação aos NPS registrados no lado direito e esquerdo do motorista concluiu-se que não apresenta diferença, considerando estas significativas a partir de valores maiores que 1 dB.
- Com relação a dosimetria, concluiu-se que dos 13 carros com motor dianteiro, 10 ultrapassaram a dose permitida, tanto no lado direito como no lado esquerdo, obtendo valores até de 238,20 %. Nos 4 carros com motor traseiro, a dose de ruído variou de 20,15% a 52,8 %. Os valores de exposição da orelha direita e da esquerda não apresentaram diferença.
- Quanto à caracterização do NPS em função das frequências, concluiu-se que os níveis elevados, superiores a 85 dB (A), estão localizados nas frequências baixas, chegando a 109 dB (A), abrangendo faixas de frequências entre 12,5, a 1000 Hz. Dos 8 carros avaliados, 5 apresentaram os NPS superiores nas frequências abaixo de 200Hz.

- Conclui-se que as frequências altas acometidas na PAIR, que iniciam geralmente pela de 6 kHz, a intensidade está em torno de 65 dB(A), não justificando uma perda auditiva. As perdas são decorrentes da estimulação de som com bandas de frequências baixas.
- Comparando a exposição do motorista através das métricas da qualidade sonora, o *loudness* e o *sharpness* encontram-se elevados no ônibus com motor dianteiro significando que a percepção da intensidade e do equilíbrio espectral pode ser percebidos duas vezes a mais do que no carro 1313 que apresenta motor na parte traseira. As métricas para os NPS nos dois carros que chegam no lado direito e esquerdo registram uma variabilidade de exposição, não apresentando uma maior exposição de um lado.

**Referente à possibilidade de uso de protetor auditivo ER-20, pelos motoristas concluiu-se que:**

- Na presença de ruído forte, até 91 dB(A), é indicado o uso do protetor auditivo ER-20 que apresenta um NRR= 7dB(A).
- O uso do protetor auditivo ER 20 pelo motorista de ônibus durante sua jornada de trabalho proporciona a compreensão dos sinais acústicos necessários para desempenhar suas tarefas.
- É possível usar o protetor auditivo ER-20 desde que este profissional apresente audição normal (até 25 dB (A)). Seus limiares auditivos ficarão dentro do permitido pela resolução do CONTRAN 51.

**Com relação ao reconhecimento de fala do motorista de ônibus com e sem protetor auditivo concluiu-se que:**

- O uso do protetor auditivo facilitou o reconhecimento das palavras na presença de ruído. Dos 20 motoristas avaliados com protetor, 11 (55%) apresentaram reconhecimento normal e 9 (45%) alterado. Já na situação sem protetor, apenas quatro (20%) apresentaram reconhecimento normal e 16 (80%) alterados.
- Os motoristas perceberam que o reconhecimento das palavras melhorou com o uso do protetor auditivo na presença de ruído. Dos 20 questionados, quatro (20%) responderam que a compreensão das palavras ficou igual, um que piorou (5%) e 15 (75%) que melhorou.

**Com relação à percepção do motorista durante o uso do protetor auditivo especial em um itinerário, concluiu-se que:**

- Todos os sujeitos perceberam diminuição no ruído. Quanto à compreensão da fala e dos sinais acústicos, 70% mencionaram que os sinais como: campainha, buzinas, entre outros permaneceram iguais e 15 % sentiram que estes melhoraram, assim como as referências para a diminuição dos sinais acústicos e de alerta também foram de 15%.
- O protetor auditivo ER-20 não foi apontado como confortável. Dos 20 motoristas questionados, 30 % referiram que não sentiram desconforto, apenas 15 % afirmaram que o protetor era confortável e 55% mencionaram que usar o protetor foi um pouco desconfortável. Assim como 30% apontaram dificuldade na colocação para manter o protetor na orelha.



- A população estudada usaria este protetor durante toda a jornada de trabalho se necessário fosse. Afirmaram ainda que não teriam dificuldade para dirigir se estivessem usando protetor auditivo.

Portanto a partir das conclusões acima a proposta de medida de prevenção da PAIR do motorista de ônibus, como medida paliativa é o uso do protetor auditivo modelo ER 20.

### **5.3 PROPOSTA DE PREVENÇÃO DA PERDA AUDITIVA DOS MOTORISTAS DE ÔNIBUS POR EXPOSIÇÃO AO RUÍDO.**

A proposta de prevenção da perda auditiva dos motoristas de ônibus baseia-se nas orientações já previstas na NR 9 que trata de 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.

- Sugere-se que seja medido o NPS no ambiente de trabalho do motorista sempre que o ônibus mudar o itinerário.
- Realizar medições com maior frequência nos carros mais antigos.
- Medir o NPS dos ônibus sempre que os motoristas apresentarem referencia com relação ao ruído do ônibus que está dirigindo. A percepção do motorista com relação aos carros mais barulhentos coincidiu com as medições realizadas na presente pesquisa.
- Incluir a medição da qualidade sonora com o objetivo de proporcionar um ambiente agradável observou-se na pesquisa que mesmo os níveis estando abaixo do recomendado o *loudness* e o *sharpness* estavam alterados.

- Com relação ao controle do ruído, sugere-se, conforme já é recomendada à atenuação nas diferentes fontes, como por exemplo, no ambiente externo o uso de medidores de NPS digitais e o tratamento acústico na fonte com maior contribuição, o motor. Também o controle do ruído em sua trajetória.
- O uso do protetor auditivo especial ER 20 pelo motorista de ônibus pode ser indicado sempre que este estiver em situações de exposição ao NPS até 92 dB(A).
- Realizar avaliações qualitativas com os motoristas investigando conforto do protetor auditivo, uso correto, efeitos do ruído, conseqüências da perda auditiva, entre outras.
- Realizar estas avaliações qualitativas durante um itinerário, através de observações e nos 15 minutos de descanso discutir o assunto com o motorista e ouvi-lo.
- O fonoaudiólogo deve fazer o treinamento para a colocação correta do protetor auditivo em cabina audiométrica com campo livre não só do motorista, mas de todos os usuários de protetor, através dos seguintes passos:
  - 1- Realizar audiometria em campo livre sem protetor auditivo.
  - 2- O Fonoaudiólogo deve explicar ao usuário a colocação e o uso correto do protetor, auxiliar se for necessário.
  - 3- Realizar novamente a audiometria em campo livre com protetor auditivo
  - 4- Mostrar para o trabalhador a diferença entre os limiares.

O objetivo é treinar o trabalhador para obter o maior ganho em termos de atenuação. É concretizar o que acontece com a audição quando se usa um protetor, é possibilitar a visualização do efeito do protetor e controlar a colocação correta através da participação do usuário.

## 5.4 HIPÓTESES CONFIRMADAS OU NEGADAS

- A exposição a NPS do motorista de ônibus ultrapassa o recomendado pela Norma Brasileira. Esta hipótese foi confirmada em parte, sendo que os ônibus com motor traseiro, com menos de 5 anos de uso não apresentam níveis superiores.
- A dose de ruído é maior no lado esquerdo justificando a perda auditiva deste lado. Esta hipótese não foi confirmada porque os níveis são variáveis. Sendo ora mais forte no lado direito ora no lado esquerdo.
- Existe possibilidade de o motorista de ônibus usar protetor auditivo especial. Esta hipótese foi confirmada. O protetor auditivo com atenuação baixa permite a percepção dos sinais de alerta e protege o profissional de adquirir uma perda auditiva. Para estar dentro do regulamento do código de trânsito, o motorista deve ter limiares auditivos normais.
- O motorista pode apresentar dificuldade para reconhecer a fala com o uso do protetor auditivo em presença de ruído. Esta hipótese não se confirmou, os resultados dos testes demonstram que a compreensão da fala melhora se o ruído de fundo estiver forte. Porque em ambientes ruidosos, o comunicador eleva a voz, beneficiando quem está com o protetor auditivo.

## 5.5. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA DA PESQUISA

- A inclusão da medida da qualidade sonora na avaliação da exposição do motorista, através do *loudness*, *sharpness*, obtendo maiores informações do ambiente acústico.
- A avaliação do desempenho do protetor auditivo tipo plugue modelo ER 20, trará suporte para indicar ou não indicar, o uso deste, para os motorista de ônibus.

- Esta indicação pode se estender a outros profissionais que necessitem de proteção e, ao mesmo tempo, precisam detectar sinais de alerta e se comunicar.

## **5.6. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS**

- 1- Realizar estudo semelhante envolvendo diferentes tipos de ônibus, com enfoque na localização do motor. Atualmente estão rodando na cidade de Florianópolis, ônibus com motor dianteiro, traseiro e no centro, como nos carros articulados.
- 2- Estudos objetivando melhorar o conforto dos protetores auditivos ER-20.
- 3- Realizar pesquisa abordando qualidade sonora no interior dos ônibus.
- 4- Pesquisar a possibilidade do motorista usar protetores auditivos sem atenuação constante.

## REFERÊNCIAS

- AHUMADA, H.T.; RAMIRES. F.L. Las condiciones de salud de los conductores de autotransportes urbanos de pasajeros de la ciudad de México. **Bol. Of Sanit. Panam.**111(4): p.324-332, 1991.
- ABEL, S.M.; ALBERTI, P.W.; HAYTHORNTTHWAITE; R.K. Speech Intelligibility in noise with and without ear Protectors. **Java.** New York. V. 71, n. 3, p.371-386, 1982.
- ALVES, S; VALE, A. Pesquisa Traça o Perfil do Engenheiro de Segurança do Trabalho. **CIPA – Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes.** São Paulo, a. xix, p. 60-78, 1998.
- ARAUJO, M.A.N.; MASSARANI, P. M.; COSTA- FÉLIX R.P.B. **Medição de ruído em cabinas audiométricas** INMETRO. Rio de Janeiro. 1998.
- ARRONSSON, G. Dimensions of control as relatad to work organization, stress and health. **International journal of health services.** 19(3): 459-468, 1980.
- ARRUDA. J.R.F. **Afinando o som das máquinas, do liquidificador ao Rolls-Royce**  
[http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/setembro2003/ju228pg12.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/setembro2003/ju228pg12.html). Acesso em: abril/2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR10151: **Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade.** Rio de Janeiro, p 4, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 10152: **Níveis de ruído para conforto acústico.** Rio de Janeiro.1987. p.7.
- BACKMAN, A. – Health survey of professional drivers. Scand. **Journal of Envirinmental Health**, 9: p.30-35, 1983.
- BAUMAN, K.; MARSTON, L. Effects of Hearing Protection on speech Intelligibility in noise. **Sound & Vibration, USA.**, p. 12-14, 1986.
- BEHAR, Alberto. Protetores Auditivos - que Hay de Nuevo. I Congresso Ibero Americano de Acústica. **Anais** Florianópolis. 1998.
- BENEDETTO, G.; CHIATELLA, A.; LOVISOLO, D.; MARINGELLI, M.; MERLUZZI, F.; SPAGNOLO, R. Rumore e vibrazioni in ambiente di lavoro – **manuale di prevenzione.** Torino: Italgrafica; 1986.
- BERGER, E. H. The effects of hearing Protectors on Auditory Communications. Aero Company- EAR, p. 1-4, Disponível em: **www.e-a-r.com**, acesso em: abril de 2002.

BERGER, Elliot. H.; WARD, W.D.; MORRILL J. C. *et al.* **Noise and Hearing: conservation manual.** American Industrial Hygiene Association.. cap 10. p. 320 –365, 1986.

BERNARDI, A. P. de A.; SALDANHA JUNIOR O. M. de. Construindo o Programa de Conservação Auditiva . p 49-65. *In* BERNARDI. **Audiologia ocupacional.** Ed.Pulso p.49-67, 2003.

BETTA, A.; COSTA, G. **Condizioni di lavoro, stato di salute e performance psicofisica in conducenti di auto bus urbani ed extra urbani.** Medicina del Lavoro, v.7, n.3, p. 228-237, 1985.

BRASIL- MINISTÉRIO DO TRABALHO - Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalho – NR 15 . **Atividades e Operações insalubres.** 1998.

BRASIL- MINISTÉRIO DO TRABALHO – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalho – NR 9 - **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.** 12 jan..1980. Disponível em: <http://www.mtb.gov.br/sit/nrs/nro9.htm>. Acesso em: 14/04/2000.

BRASIL- MINISTÉRIO DO TRABALHO – NR 6 **Norma regulamentadora de Equipamento de proteção individual EPI.** Disponível em: <http://www.mtb.gov.br/sit/nrs/nro9.htm>. Acesso em: 14/04/2000.

BRASIL- MINISTÉRIO DO TRABALHO – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde do Trabalho- NR 7- **Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional,** 25 fev..1997. Portaria 19 de 9 de abril 1998. Disponível em: <http://www.mtb.gov.br/sit/nrs/nro9.htm>. Acesso em: 14/04/2000.

BRASIL-MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Normas para Pesquisa envolvendo Seres Humanos** Resolução do Conselho Nacional de Saúde 196/96. Conselho Nacional de Saúde Comissão Nacional de ética em Pesquisa – CONEP. 2000.

CAIAZZO, A.J.; TONNDORF, J. Ear Canal Resonance and Temporary Treshold Shift, **J Acoustic Soc. Am,** 61:578.1977.

CAMPANA, L.C. Contribuição para o estudo de alguns dos riscos a que está submetida uma classe de motoristas profissionais. **Anais do XII Congresso Nacional de prevenção de acidentes do trabalho.** Ministério do Trabalho. COMPAT.. p. 673-677, 1994.

CARVALHO, M.J.M. Poluição sonora no transito e no interior dos ônibus de Belo Horizonte. **ANAIS - Simpósio Brasileiro de Acústica Veicular (SIBRAV),** 4, São Paulo, p 43-48, 1997.

CASALI, J.G. **Curso Internacional de Proteção Auditiva.** São Paulo, 1996.

CASALI, J. G.; BERGER. **Curso Internacional de Proteção Auditiva.** Material impresso. São Paulo; p. 30-39, 1996.

CASALI; LEE; ROBINSON **Noise in heavy Truck cabs: Implications for Hearing loss and Auditory signal detection** Department of industrial and systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA. p.1-25, 2002.

CÓDIGO DE TRANSITO BRASILEIRO In Coletânea de Legislação de Trânsito. 16ª ed. Resolução 51. Porto Alegre. 1999.

COMITÊ NACIONAL DE RUÍDO E CONSERVAÇÃO AUDITIVA. **Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído Relacionada ao Trabalho.** Bol. Nº 1 - São Paulo, Revisado em 14/11/1999.

CORDEIRO, R.; LIMA –FILHO, E.C.; NASCIMNETO, L.C.R. Associação da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 10 (2):, abr/jun, p. 210-221, 1994.

CORREIA, F.H. R. e col. **Surdez Ocupacional, Perda auditiva induzida por ruído e hipertensão arterial em condutores de ônibus urbano município de Campinas, São Paulo, Brasil.1991.** Disponível em: <http://www.hospvirt.org.br/medpreventiva/port/epocup4.htm>. Acesso em: 04/11/2001.

COSTA, E. **Publicação Eletrônica**, (mensagem pessoal). Mensagem recebida por netiaragon@ig.com.Br> em 17.nov. 2001.

COSTA E.A. Os testes logaudiométricos e sua aplicação em audiologia Ocupacional. In NUDELMANN A.A.; COSTA E.A.; SELIGMAN, J. IBAÑEZ, R.N. **Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído.** v . I. p.223-235. Porto Alegre: Bagagem, 1997.

COSTA-FÉLIX, R. P. B. **Critérios para Avaliação de Incomodo Acústico.** Tese de Dissertação – COPPE – UFRJ. 1996.

CHADWICK D. Noise and the Ear, In: Balantyne, J e Groves, J. Scott-Brown's ed. **Diseases of the ear, noiseand throat.** 3 ed., J.B. Lippincott. 1971.

DEPARTAMENT OF TRANSPORTATION, Hearing Disordes and Commercial Motor Vehicle Driver – **FHWA- MC-93 – 004**, October 1992, rev. March,1993.

DICCO, F. Novos Horizontes. **Revista CIPA – Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes.** São Paulo, p. 20, 1993.

DIDONÉ, J.A. **Conforto Oferecido por Diferentes Protetores Auditivos.** Dissertação de Mestrado.Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 1999.

DUFFY, Carol A. & MC GOLDRICK, Ann E. Stress and the bus driver in the UK transport industry. **Work and Stress**, London, 4(1): 17-27, 1990.

DUFRESNE, R.M.; ALLEYNE, B. C.; REESAL, M.R. **Assymmetric Hearing Loss in Truck Drivers.** Williams and Wilkins Baltimore Md . Canadá. feb; 9(1) :41-42, 1988.

FERNANDES, J .C. **Avaliação dos níveis de ruído em tratores agrícolas e seus efeitos sobre o operados**. Botucatu, [Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP]. 1991.

FERNANDES, J. C. **A Influencia dos protetores auditivos na inteligibilidade da voz**. Monografia do Curso de Especialização – Universidade de São Paulo. Bauru. 2001.

FIORINI, A .C.; NASCIMENTO, P.E.S. **Programa de Prevenção de Perdas Auditivas**. Pg 51-61 *In: PAIR Perda Auditiva Induzida pelo Ruído*, Bagagem Comunicação Ltda.. 1-16p. 2<sup>o</sup>. ed. Porto Alegre. 2001.

FONSECA, C.J.; NICÓTERA, F.N.; GRONCHI, C.C.; PASTORELLO, N.A; ALVES, L.C.; **Avaliação da exposição ao ruído dos motoristas e cobradores de ônibus de São Paulo**. FUNDACENTRO, São Paulo, 1993.

GERGES, S.N.Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2<sup>o</sup> Ed. Florianópolis: UFSC, NR Editora. 696 p. 2000.

\_\_\_\_\_ **Protetores Auriculares: mecanismos e cálculo de Atenuação, problemas de utilização**. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. v. 15, n. 59, p. 41; 45; 48. 1987.

\_\_\_\_\_ **Porque os Protetores Auditivos não oferecem a Proteção Adequada?** **Revista CIPA** – Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes. São Paulo : CIPA Publicações e Serviços, p. 36, 1998.

\_\_\_\_\_ **Protetores Auditivos**. Florianópolis, NR Editora SC Brasil. 138 p. 2003.

GIERKE, V.H.; ELDRED, K. Efeitos do Ruído no Homem. **Revista da Sociedade Brasileira de Acústica**, SOBRAC, Acústica & Vibrações, julho. 19:2 -29.1997.

GLORIG, A. Noise: Past, Present and Future: **ear and hearing**. 1(1): 4 -18, 1980.

HASHIMOTO, M ; KUMASHIRO, M.; MIYAKE, S. Speech perception in noise when wearing hearing protector with little low-frequency attenuation, **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 18, p. 121-126, USA, 1996.

HEËTU, R; QUOC, H.T; DUGUAY, P. The Likelihood of detecting z significzat. Hezring thresdd shiff z mong noise – exposed. Workers subject to z nnuzl zudiometric testing. **Ann occup. Hyg.** 34 : 361-370, 1990.

HEEVER, D.J.V.D.; ROETS F.J. Noise Exposure of Truck Drivers: A Comparative Study. **American Industrial Hygiene Association Journal**, AIHA. 57:564-566.1996.

HERNÁNDEZ, S.A.D. Impacto Ambiental generado por la infraestructura carretera. Estudio piloto del ruído, caso Querétano. **Revista Rutas**, p. 49- 54, 2002.



HILDING, A. C. Studies on Otic Labyrinth: Anatomic Esplanation for Hearing Dip at 4.096 Hz. Characteristic of Acoustic Trauma and Presbycusis, **Ann otol Rhinol Laryngol** 62:950-6. 1953.

IBANES, R. N. Programa de Conservação Auditiva. In: NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J; IBANES R. N. **Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído**. v. 1. p. 255-260. São Paulo: Bagagem, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION **Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise induced hearing impairment**. ISO– 1999: 1990, Geneva, 1990.

JANISCH R. Hearing loss in the Truck Drivers Ceskoslovenska. **otolaryngologie Avicenum Praha**; 29 (1): 33-35, 1980.

JOHNSON DW; HAMMOND RJ; SERMAN RE; Hearing in ambulance paramedic population. **Annals of Emergency Medicine**. nov; 9(11):557 561. 1980.

KAN, J. K-H .: Noise exposure levels among 20 selected truck drivers. **J. Env. Health** 43 (2): 83-85. 1980.

KWITKO, A. Conheça a Portaria 19. Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes. São Paulo: **Revista CIPA** Publicações e Serviços, a. xix, p. 82-85, 1998.

KWITKO, A. Motoristas de transporte coletivo urbano estão sujeitos a diversas doenças ocupacionais. **Revista CIPA** – p. 62-65 – 2001.

LATANCE J, S Desmistificando o Tabu do Ruído nos Motoristas de ônibus de São Paulo. **Revista CIPA**, p. 48-54, 2001.

LEWIS, R.P. and COLLINA J.F. **Recent developments in heavy commercialvehicle cab noise**. **Noise can.** 9 (9): 383; 1978.

LIMA. F.R. **Qualidade Sonora Conceitos Básicos** - Apostila Curso Renault - Modulo Qualidade Sonora. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de ruído Industrial. Florianópolis. 2004.

LYON, R.H. Product Sound Quality – fron perception to desing. **Sound and Vibration**, março-2003.

MARQUES, S.R. **Os efeitos do ruído em motoristas de ônibus urbanos do município de São Paulo**. Dissertação de Mestrado- São Paulo- 118 p. PUC – 1998.

MARTINS, A. L.; ALVARENGA K.F.; BEVILACQUA, M.C.; COSTA Fº, **A Perda Auditiva em Motoristas e Cobradores de ônibus, Artigos originais**, - Bauru, SP. 2001.

MAYOLINO R.B. **Qualidade de vida dos motoristas e cobradores de Empresa de Transporte Coletivo: Um Enfoque Ergonômico.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção UFSC, Florianópolis. 2000.

MELNICK, William. Industrial Hearing Conservation In : KATZ, J. **Handbook of Clinical Audiology.** 3. ed. cap 36, p. 721- 741. Baltimore : Williams & Wilkins, 1989.

MICHAELS, D.; ZOLOTH, S. R. **Mortality among urban bus drives.** **International Journal of Epidemiology**, v.20.2.p. 399-404; 1991.

MICHAELS, D.; ZOLOTH,H. P.G., Et al **Differential psychophysiological reactivity of city bus drives.** **Ergonomics.** 1982. 25(11): 1003-1011

MONTES. J. A. M. Proteção Auditiva do Trabalhador Exposto ao Ruído. p. 261-268. In: NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J; IBAÑES R. N. **PAIR - Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído.** v. 1. p. 255-260. Porto Alegre, Bagagem, 1997.

MORATA; LEMASTERS. Considerações Epidemiológicas para o Estudo das Perdas Auditivas Ocupacionais. p.1-16. In: NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J; IBAÑES R. N. **PAIR Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**, ed. Parma Ltda, 2º. ed. São Paulo. 2001.

NEPOMUCENO, J. A. Avaliação da Exposição ao Ruído. In: NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J; IBAÑES R. N. **PAIR Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**, Bagagem Comunicação Ltda. 77-99 p, Porto Alegre, 1997.

NEPOMUCENO, L. A. **Elementos de Acústica Física e Psicoacústica.** São Paulo: Blucher, 104 p, 1994.

NETERSTROM, B.O.; JUEL, K. Impact of work-related and psychosocial factors on the development of ischemic heart disease among urban bus drives in Denmark. **Scandinavian Journal Work Environmental Health**, v.14, p.231-238. 1988.

NETERSTROM, B.O.; LAURSEN, P. Incidence and prevalence of ischemic heart disease among urban bus drives in Copenhagen. **Scandinavian Journal Soc. Medicine**, v.9, p.75-79, 1981.

NEUTRIK-CORTEX análise de Áudio de Ruído e Processamento de Áudio. Psicoacústica – Uma Ferramenta para Projetos Industrial de Áudio. **Informativo Técnico.** s/d.

NIELSEN, L; SORENSEN, L. Novos desenvolvimentos em normatização internacional. **Revista de Acústica e Vibrações**, São Paulo, n. 20, p. 2-14. Dez. 1997.

NIOSH , occupational Noise Exposure, Revised criteria, 1998.

OFICCE OF MOTOR CARRIERS: HEARING Disorders and commercial Motor Vehicle Drivers. Location: **Federal Highway Administration, US Dept. OF transportation**, 1993.

OLIVEIRA, J. A. A. Prevenção e Proteção contra Perda Auditiva Induzida por Ruído *In* NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J; IBÑES R. N. **PAIR Perda Auditiva Induzida pelo Ruído**, ed. Parma Ltda, 2º. ed. São Paulo. 2001.

ONUSIC. H. *et al* **Redução de ruído interno em ônibus rodoviário. Revista de Acústica e vibrações.** (14) dez. 48-52; 1994.

PACHIAUDI, G.; MALHERBE T.; BRUYCRE; DUCLOS J.C. Mise en évidence des effets nocifs du bruit professionnel sur les chauffeur de poids lousers [Demonstration of the harmful effects of occupational noise on truck drivers ] **Institut de recherche des transports – Centre d'évaluation et de recherche des nuisances et de l'énergie**, Convention MER No. 82241 (1985) [French].

PATWARDHAN M.S.; KOLATE M.M.; MORE. T. A. To Assess Efect Of Noise On Hearing Ability Of Bus Drivers By Audiometry. *Indian J. Physiol Pharmacol* 35(1): 35- 8 , 1991.

PEREIRA, L.D.; GENTILE,C. Considerações preliminares no estudo do teste de fala com ruído em indivíduos normais. **Acta AWHO**. V. 11, N.3, p.119-122, São Paulo, 1992.

PIZARRO, GILBERTO, Trauma acústico produzido em motoristas de veículos pesados. São Paulo, PUC, **Revista Saúde ocupacional e Segurança**. (sd).

PORTMANN. M, e PORTMANN. C, **Tratado de Audiologia. & Audiometria Clínica**. São Paulo: Roca, 6. ed. p. 139-239, 1993.

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**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, Dissertação. 1991.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Método e técnica**. São Paulo. Atlas. 1999.

ROCHA, A; PEREIRA (sd) **Ruído de Frequência grave - Cancerígeno**. Portugal. Reportagem retirada da Internet. Saúde [http. Acesso em 24. 07.2001](http://www.omnicom.com.br/ocanal/saude.htm). Disponível em: <http://www.omnicom.com.br/ocanal/saude.htm>.2001.

ROYSTER, J; AND, L. Hearing Conservation. **A Guide to Developing and Maintaining an Effective Hearing Conservation Program**. dez.. 76 p. 1992.

RUSSO, I. C. P. Noções Gerais de Acústica e Psico-acústica, p. 49-76. *In*: NUDELMANN A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J; IBÑES R. N. **PAIR - Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído**. v. 1. p. 255-260. São Paulo: Bagagem, 1997.

RUSSO, I. C. P. **Acústica e Psicoacústica Aplicados a Fonoaudiologia**. 4. ed. São Paulo: Lovise, 1997. 178 p.

RUSSO, I. P.; BEHLAU, M. **Percepção da Fala: análise acústica**. Lovise, 57p.São Paulo.1993.

- SALEM Waldemir O audiômetro nos exames de aviação. **Rev. Av. Naval**, 1:20 – 2; 1938.
- SANTOS E.S.Jr., MENDES R. Estudo das condições de trabalho e Saúde de Motoristas de Ônibus Urbanos de Belo Horizonte MG. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**. FUNDACENTRO: 95-96:25.131-142.1986.
- SANTOS U. P; MORATA T. C. Efeitos do ruído na audição. *In* SANTOS U.P. et all **Ruído Riscos e Prevenção**. Ed.hucitec 2º. ed. P. 43,53 1996.
- SANTOS, N & FIALHO, F. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho**. Florianópolis: Gênese,1997.
- SANTOS, U.P. Avaliação diagnóstica. *In* SANTOS U.P. (Org.). **Ruído Riscos e Prevenção**. Ed.hucitec 2º. ed. P. 55-73. 1996.
- SCHAFFER, R.M. O Mundo dos Sons. *O Correio (UNESCO)*, 4(1): 4-8. 1977.
- SCHOCHAT, E. **Processamento auditivo**. São Paulo: Lovise, 142 p. 1996.
- SESHAGIRI, B. Occupational Noise Exposure of Operators of Heavy Trucks . **American Industrial Hygiene Association Journal**. march 59: 205 – 213. Canadá. 1998.
- SILVA, A M. ; GORDO A; PEREIRA J.D. Índice Percentual de Reconhecimento de Fala com e sem ruído em indivíduos com Perda auditiva condutiva e Neurosensorial- estudo comparativo. *Acta Awho* . v 16, n.4, p 174-178, São Paulo, 1997.
- SILVA, L.F. **Estudo sobre a exposição combinada entre ruído e vibração de corpo inteiro e os efeitos na audição de trabalhadores**. São Paulo.[Tese de Doutorado Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo]. 2001.
- SULKOWSKI, W. j. Industrial Noise Pollution and Hearing Impairment Springfield. US, Department of Commerce, **National Technical Information Service**.1980.
- SUTER, A H. Hearing Conservation *In*: BERGER, E. H et al. **Noise Hearing Conservation Manual**. **American Ind Hyg Assoc** : 1- 18, Akron, Ohio. 1986.
- TAYLOR J.F. Some Aspects of the Health of Long-Distance Drivers. **Soc. Med**. april 70(4) 243-246. 1997.
- VACHERON A. Les effets cardio-vasculaires du bruit. **Echo-Bruit**; 59:23-24. 1993.
- VAN DEN HEEVER D.J. ROESTRS F.J. Noise exposure of truck drivers: a comparative study . **Am Ind Hyg Assoc**. J;57:564-566; 1996.
- VAN KAMP, I. **Environmental noise and health : psychological aspects in the relation between noise and health**: choiceand measurements of concepts; in dutch.Groningen: Center for Energy and Envynronmental Studies,1986.

WILKINS, P. A; MARTIN, A M. The effectcts of hearing protectionon the perception of warning sounds. **Personal hearing protection In Industrial**, p.339-369, New York, 1995.

**APÊNDICE- A****Caracterização da frota de ônibus da empresa:**

A frota de ônibus total é de 84 carros convencionais sendo 72 com motor dianteiro e 12 com motor traseiro deste, 6 com sistema de ar condicionado. Dois veículos são adaptados para deficientes físicos. O chassi dos veículos tem o ano de fabricação variando de 1991 a 2002. Comprimento total dos ônibus: 12 metros, Largura das portas: 1,20 metros. Altura dos degraus: 0,45 metros. Piso: alumínio lavrado ou compensado naval revestido. Laterais internas: alumínio carregado Poltrona: estofado ou fibra. Iluminação: fluorescente. Pára-brisa: laminado. Janelas: aplicadas com borrachão. Estrutura: aço carbono tubular, galvanizado externa e internamente. Chapeamento: alumínio. Frente e traseira: fibra.



Caracterização da frota e foto de um dos ônibus da empresa em que a pesquisa foi realizada.

**APÊNDICE-B****Procedimentos de medição da dosimetria utilizando os modelos QUEST M28 e Q 300****No M 28**

- Conectar o microfone do medidor no calibrador desligado
- Ligar ON aparece no visor -----
- *CODE CLOCK* manter pressionado até aparecer *CAL* no visor;
- Ligar ON no calibrador;
- *SOUND LEVEL* se o valor for diferente de 114 dB ajustar no orifício *CAL*
- Pressionar *PAUSE/RESET* até aparecer *CAL*.
- *ON/OF* aparece ----- e em *CODE / CLOCK* até mostrar **CAL** e 114,0;
- Desligar o calibrador e desconectar

**Calibração do Quest 300**

- Antes de iniciar a calibração pressionar *MENU* quando aparecer no visor *RESET* pressionar enter e segurar 5-4-3-2-1 para apagar os dados anteriores e preparar nova calibração;
- Ajustar o microfone do equipamento no calibrador desligado;
- Ligar o calibrador;
- Selecionar nas setas 114 cal: aparece no visor, e Rum / Pause, a calibração será automática.

**Procedimento para aquisição de dados:****No dosimetro M- 28**

- Após estar ajustado os parâmetros, fixar na gola da camisa do trabalhador;
- Ligar, *ON/OF*, aparece no visor ---
- Pressionar *EVENTO* aparece no visor *ICE* (Primeiro Evento Corrente)
- Pressionar *RUM* aparece no visor : 00 está iniciando a gravação, parafusar a tampa fechando o painel para não ocorrer nenhuma alteração intencional.

- Para finalizar o evento desparafusar a tampa e pressionar *PAUSE /RESET* aparece no visor 2CE. Pode-se iniciar outro evento ou desligar *ON / OF* para isso pressina-se o botão que ira aparecer no visor o numero 5 e vai diminuindo até 0.

#### **Aquisição dos dados no Q 300**

- Após ter definido os parâmetros de medição e calibrado, pressionar *MENU ON/OFF*, selecionando *ON*.
- Pressionar *RUM/PAUSE*, no visor deve aparecer em cima à esquerda *RUM*, significando que a unidade de leitura está ativada registrando o processamento de dados de um estudo acústico, finalizando o evento quando esta tecla for pressionada novamente. Fechar o equipamento com a tampa, evitando seleção indevidas durante a medição.

#### **Para imprimir os dados**

Conectar o cabo no dosímetro M 28 e na impressora

- Pressionar *CODE /CLOCK*, até aparecer 4 dígitos ex. 2 0 A 8
- *PRINT*, vai imprimir tudo o que foi gravado ou pode-se selecionar *HIST. 1/3//5* ou 10, imprimindo por exemplo, neste último, 10 minutos de histograma e 1 hora por linha.

Conectar o cabo no dosímetro Q 300 e na impressora.

-Pressionar *ENTER*, ajustar *Prn ( n.º)* deixar o medidor em *RUN*, o relatório pode ser simplificado de 1 minuto de apresentação até 60 min.



## APÊNDICE C

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**Curso de Pós Graduação Engenharia de Produção- Ergonomia**

**ENTREVISTA REALIZADA COM O MOTORISTA APÓS O USO DO PROTETOR  
 AUDITIVO.**

**Nome:**.....**Data:**.....

PERCEPÇÃO DO MOTORISTA	SIM	NÃO	ÀS VEZES
<b>1- PERCEPÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE DA PERDA AUDITIVA:</b>			
1.Ficar exposto ao ruído alto pode causar perda auditiva.			
2.É importante usar protetores auditivos no trabalho se tiver ruído muito alto.			
3.Pode-se prevenir uma perda auditiva pelo ruído, usando protetores auditivos.			
<b>2- PERCEPÇÃO DAS CONSEQUENCIAS DA PERDA AUDITIVA:</b>			
2.Uma perda auditiva pode prejudicar sua convivência social			
<b>3- BENEFÍCIOS PERCEBIDOS NO USO DE PROTETOR AUDITIVO:</b>	<b>Aumentou</b>	<b>Diminuiu</b>	<b>Ficou igual</b>
1. Com o uso do protetor auditivo o ruído do motor do ônibus.			
2. Com o uso do protetor auditivo o ruído externo.			
3. Com o uso do protetor a compreensão da fala.			
4. Com o uso do protetor compreensão dos sons( buzinas, freios, campainha).			
<b>4- PERCEPÇÕES QUANTO AO CONFORTO NO USO DO PROTETOR AUDITIVO:</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Um pouco</b>
1.No uso do protetor auditivo sentiu desconforto?			
2.É possível usar o protetor tipo plug durante toda a jornada de trabalho.			
<b>5- PERCEPÇÃO QUANTO AO PROCEDIMENTO DE USO DO PROTETOR AUDITIVO.</b>			
1.Foi fácil a colocação do protetor auditivo tipo plug.			
2.Foi fácil manter o protetor tipo plug no ouvido.			
3.Você pode ter dificuldade para dirigir usando protetor auditivo.			

**APÊNDICE D****TERMO DE CONSENTIMENTO****LIVRE ESCLARECIDO**

Eu, Janete Aragones Didoné, doutoranda do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina, estou desenvolvendo a tese com o título “Perda auditiva nos motoristas de ônibus por exposição ao ruído: medição, avaliação e proposta de prevenção”. Sob orientação do prof. Dr Samir N. Y. Gerges PhD.

Esta pesquisa tem como objetivo verificar a necessidade de indicação de protetor auditivo para o motoristas de ônibus.

Para tanto será realizada medição dos níveis de pressão sonora no posto de trabalho do motorista, ensaio do protetor auditivo especial e teste de reconhecimento de fala com ruído no laboratório de acústica da UFSC. O protetor auditivo também será testado pelo motorista no campo. Estes procedimentos não oferecem riscos à saúde dos indivíduos envolvidos na pesquisa.

Este trabalho poderá servir como suporte teórico para melhorar as condições de trabalho dos condutores de transporte coletivo.

De acordo com o exposto, solicito a permissão para realizar esta pesquisa em sua empresa salientando que os dados coletados, assim como os resultados serão utilizados apenas para fins de estudo, com o máximo de sigilo e ética.

Fica a empresa livre para tomar decisão de retirar o consentimento em qualquer fase desta pesquisa, sem penalização e prejuízo. Podendo em caso de dúvida entrar em contato com a pesquisadora pelo telefone: (48)99774438.

Eu.....Diretora administrativa autorizo a realização da pesquisa na Empresa de Transporte Coletivo.

-----  
Janete A. Didoné

Doutoranda

## APÊNDICE E

## TERMO DE CONSENTIMENTO

**Livre e esclarecido**

Eu, Janete Aragonés Didoné, doutoranda do curso de Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Catarina, estou desenvolvendo a tese com o título **“Perda auditiva nos motoristas de ônibus por exposição ao ruído: medição, avaliação e proposta de prevenção”** sob orientação do prof. Samir N. Y. Gerges.

Esta pesquisa tem como objetivo indicar uma proposta de prevenção da perda auditiva em motoristas de ônibus.

Para tanto será realizada medição dos níveis de pressão sonora no posto de trabalho do motorista, ensaio do protetor auditivo especial e teste de reconhecimento de fala com ruído no laboratório de acústica da UFSC. O protetor auditivo também será testado pelo motorista no campo. Estes procedimentos não oferecem riscos à saúde dos indivíduos envolvidos na pesquisa.

Este trabalho poderá servir como suporte teórico para melhorar as condições de trabalho dos condutores de transporte coletivo.

Este trabalho poderá servir como suporte teórico para melhorar as condições de trabalho dos condutores de transporte coletivo.

De acordo com o exposto, convido-o para participar desta pesquisa. Os dados coletados, assim como os resultados, serão utilizados apenas para fins de estudo, com o máximo de sigilo e ética. O motorista não receberá nenhuma remuneração pela participação nesta pesquisa.

Você tem liberdade para tomar decisão de retirar o consentimento em qualquer fase desta pesquisa, sem penalização e prejuízo.

Eu.....declaro que concordo participar da pesquisa e autorizo a publicação dos resultados, desde que exista sigilo dos nomes envolvidos .  
 Florianópolis, .....de .....de 2002.

---

Pesquisadora Janete Aragonés Didoné

## APENDICE F

## TERMO DE CONSENTIMENTO

Nome.....Data:.....

Eu.....autorizo o registro fotográfico, para ser utilizado na pesquisa **“Perda auditiva nos motoristas de ônibus por exposição ao ruído: medição, avaliação e proposta de prevenção”** realizada pela pesquisadora Janete A. Didoné e orientada pelo Prof. Dr. Samir N.Y. Gerges. Estou ciente que não terei nenhum direito e não receberei honorário.

## ANEXO A

## FICHA DE RECONHECIMENTO DE MONOSSÍLABOS:

## COM PROTETOR

## LISTA 1:

1-PÉ  
 2-TEU  
 3-CAL  
 4-LEI  
 5-DOM  
 6-GÁS  
 7-FIZ  
 8-CHÁ  
 9-SOL  
 10-VOZ  
 11-ZÁS  
 12-GIZ  
 13-MÃO  
 14-NÓ  
 15-NHÁ  
 16-LAR  
 17-LHA  
 18-RIR  
 19-BRIM  
 20-GRÃO  
 21-POR  
 22-DOR  
 23-LUA  
 24-BEM  
 25-CÃO

IPRF=

## SEM PROTETOR

LISTA 2:	%
1-BOM	96
2-PÓ	92
3-DÓ	88
4-TÃO	84
5-QUEM	80
6-GOL	76
7-FUI	72
8-SOL	68
9-ZÉ	64
10-CRUZ	60
11-RIM	56
12-NÃO	52
13-MEU	48
14-JÁ	44
15-DIA	40
16- COR	36
17-PUS	32
18-BAR	28
19- TREM	24
20-LÃ	20
21-ROL	16
22-CHÁ	12
23- NU	08
24-CÉU	04
25-VI	00

IPRF=